



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“Evaluación de la gestión de los residuos peligrosos generados en un proyecto minero durante la fase de exploración avanzada de minerales metálicos, en el período 2019-2022, sector Santa Cecilia, provincia de Imbabura”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AMBIENTAL

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

SUBLINEA:

GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

AUTOR: DARLY YAYNELA ALMEIDA CASTRO

ASESOR: MSC. MARÍA FERNANDA LÓPEZ FLORES

Ibarra, febrero de 2024

Ibarra, 11 de febrero de 2024

Msc. María Fernanda López Flores

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f).....

Msc. María Fernanda López Flores

C.C.: 1002509600

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f).....

Msc. María Fernanda López Flores

C.C.: 1002509600



(f).....

D. Rubén del Toro

C.C.: 1757544471



(f).....

MSc. Moraima Cristina Mera Aguas

C.C.: 1001743721

ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS

Yo DARLY YAYNELA ALMEIDA CASTRO, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 11 de febrero del 2024



f):

DARLY YAYNELA ALMEIDA CASTRO

C.C.: 1004559587

AUTORÍA

Yo, DARLY YAYNELA ALMEIDA CASTRO, portador de la cédula de ciudadanía N° 1004559587, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



f):

DARLY YAYNELA ALMEIDA CASTRO

C.C.: 1004559587

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, DARLY YAYNELA ALMEIDA CASTRO, con C.C.: 1004559587, autor del trabajo de grado intitulado: “EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN UN PROYECTO MINERO DURANTE LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE MINERALES METÁLICOS, EN EL PERÍODO 2019-2022, SECTOR SANTA CECILIA, PROVINCIA DE IMBABURA” previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Ambiental, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 11 de febrero del 2024



f):

DARLY YAYNELA ALMEIDA CASTRO

C.C.: 1004559587

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: “EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN UN PROYECTO MINERO DURANTE LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE MINERALES METÁLICOS, EN EL PERÍODO 2019-2022, SECTOR SANTA CECILIA, PROVINCIA DE IMBABURA” lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 13 de febrero de 2023

Para constancia firma:



f):

Darly Yaynela Almeida Castro
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación
C.C/ Pasaporte: 1004559587
Carrera: Ingeniería Ambiental

Ibarra, 11 de febrero del 2024

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a Dios, a mis padres y hermano, cuyo amor incondicional, apoyo constante y sacrificio inquebrantable hicieron posible mi educación y este logro. Su confianza en mí y sus palabras de aliento, han sido mi fuente de fortaleza a lo largo de este viaje.

A mis amigos y seres queridos, quienes han estado a mi lado a lo largo de esta travesía, brindándome su amistad y apoyo en cada paso del camino.

A mis profesores y mentores, cuya sabiduría y orientación me han guiado en mi camino hacia la excelencia académica y la investigación.

Esta tesis es el resultado de años de dedicación y esfuerzo refleja mi compromiso con la causa de la protección del medio ambiente.

Darly Yaynela Almeida Castro

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa en elaboración del presente estudio de investigación. De manera especial agradecer a la Compañía privada dedicada a la exploración minera que me brindó su apoyo, orientación y colaboración; acciones que fueron fundamentales para el desarrollo de la presente investigación.

Gracias a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por brindarme los mejores años de experiencia académica de mi vida y a mis docentes.

Darly Yaynela Almeida Castro

ÍNDICE

Sede Ibarra	i
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS	iv
AUTORÍA	v
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN	vi
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	1
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO II	6
OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivos específicos	6
2.3. Pregunta directriz	6
CAPÍTULO III	7
ESTADO DEL ARTE	7
3.1. El Proyecto minero	7
3.1.1. Minería y exploración avanzada	8
3.1.1.1. Historia y desarrollo del proyecto	8

3.1.1.2. La producción minera en Ecuador	8
3.1.1.3. El impacto de residuos contaminantes en entornos distintos.	9
3.2. Residuos peligrosos	12
3.2.1. Tipo de residuos peligrosos	12
3.2.1.1. Según su naturaleza.....	12
3.2.1.2. Según su composición.....	13
3.2.1.2.1. C.R.E.T.I.B	13
3.3. Jerarquización de los residuos peligrosos	16
3.4. Residuos peligrosos en la exploración minera.....	17
3.4.1. Riesgo a la salud y ambiente	17
3.4.1.2. Contaminación del suelo.....	17
3.4.1.3. Impacto en la biodiversidad.....	18
3.4.1.4. Impacto en la fauna.....	18
3.5. Características de los residuos peligrosos generados en el proyecto minero.....	18
3.5.1. Baterías de plomo ácido.....	18
3.5.2. Envases contaminados con materiales peligrosos.....	18
3.5.3. Filtros de aceite mineral.....	19
3.5.4. Aceites usados	19
3.5.5. Luminarias, lámparas, tubos, fluorescentes, focos que contengan Hg.....	19
3.5.6. Material adsorbente contaminado con hidrocarburos	19
3.5.7. Productos farmacéuticos caducados	20
3.5.8. Cartuchos de tinta o tóner usados	20
3.5.9. Lodos de aceite	20
3.5.10. Materiales absorbentes contaminados con sustancias químicas peligrosas	21
3.6. Origen de los residuos peligrosos en el proyecto minero	21
3.6.1. Exploración geofísica y geoquímica	21
3.6.2. Perforación y extracción de muestras	21

3.6.3. Uso de aditivos de perforación.....	21
3.6.4. Campamentos.....	23
3.7. Manejo de residuos peligrosos en el proyecto	24
3.7.1. Identificación de los residuos peligrosos	24
3.7.2. Generación.....	24
3.7.3. Segregación en la fuente.....	25
3.7.4. Traslado hacia el área de transferencia.....	25
3.7.5. Pesado y etiquetado	26
3.7.6. Almacenamiento de residuos peligrosos.....	26
3.7.7. Disposición final.....	28
3.8. Marco Legal.....	28
3.8.1 En la Constitución del Ecuador	28
3.8.2. Acuerdo Ministerial No. 037: Reglamento Ambiental para Actividades Mineras... 29	
3.8.3 Acuerdo Ministerial No. 026: Registro de Generadores de Desechos Peligrosos, Gestión de Desechos Peligrosos y para el Transporte de Materiales Peligrosos.....	31
3.8.4. Ley de Minería (2009).....	31
3.8.5. Código Orgánico del Ambiente (COA).....	32
3.8.6. Reglamento Ambiental de Actividades Mineras (2016).....	32
CAPÍTULO IV	34
MATERIALES Y MÉTODOS	34
4.1. Investigación de campo	34
4.1.1. Materiales y equipos.....	34
4.1.2. Métodos de investigación	34
4.1.2.1. Método descriptivo	34
4.1.2.2. Técnica de observación directa	35
4.1.3. Descripción de la zona de estudio	35
4.1.3.1 Clima.....	36

4.1.3.2. Topografía.....	36
4.1.3.3. Flora y fauna	36
4.1.3.3.1. Flora	36
4.1.3.3.2. Fauna.....	36
4.1.3.4. Cuencas hidrográficas	36
4.1.3.5. Uso de suelo.....	37
4.2. Revisión documental	37
4.2.1. Comparación con Normativas y Estándares	37
4.2.2. Análisis de datos históricos	38
4.2.3. Recolección de datos	39
4.3. Ubicación geográfica del área de estudio	40
Figura 1 <i>Mapa de ubicación del proyecto minero</i>	40
CAPÍTULO V.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5.1. Fase de campo.....	41
5.1.1. Cantidad general de residuos producidos anualmente	41
5.2. Residuos peligrosos generados por año	46
5.2.1. Residuos peligroso año 2019.....	46
5.2.2. Residuos año 2020.....	47
5.2.3. Residuos año 2021	49
5.2.4. Residuos año 2022.....	50
5.3. Residuos peligrosos líquidos anuales	51
5.4. Consolidado total de residuos peligrosos generados período 2019-2022	52
5.5 Discusión	53
5.6. Formulación de la propuesta del plan de minimización de residuos peligrosos en el proyecto minero.....	54
5.6.1. Objetivos.....	54

5.6.1.1. Metas del proyecto	55
5.7. Descripción del proceso productivo vinculado a la generación de residuos peligrosos ..	55
Figura 8 <i>Proceso productivo del proyecto minero</i>	56
5.7.1. Análisis de los procesos exploratorios generadores de residuos peligrosos.	56
5.7.1.1. Implantación y Mantenimiento de Campamentos.....	57
5.7.1.2. Extracción de muestras de roca.....	58
5.8. Jerarquización de desechos peligrosos.....	59
5.8.1. Manejo y gestión para minimizar la generación de desechos peligrosos.	60
Figura 10 <i>Minimización de los residuos peligrosos</i>	60
5.8.1.1. Medidas a implementar para prevenir y minimizar la generación de desechos peligrosos.....	61
5.8.1.2. Plan de acción para la implantación del programa de minimización	62
5.8.1.3. Buenas Prácticas Ambientales	62
5.8.1.4. Las medidas de control que debe realizar la empresa para la minimización de desechos peligrosos son:.....	63
CAPÍTULO VI	75
CONCLUSIONES	75
CAPÍTULO VII	76
RECOMENDACIONES.....	76
CAPÍTULO VIII.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS	81
Anexo 1 <i>Registro fotográfico</i>	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Código CRETIB de residuos peligrosos generados en el proyecto minero</i>	15
Tabla 2.	<i>Origen de los residuos en el proceso operativo</i>	22
Tabla 3.	<i>Fuente de generación de residuos peligrosos en los campamentos</i>	23
Tabla 4.	<i>Materiales utilizados en la toma de datos en campo</i>	34
Tabla 5.	<i>Coordenadas de los sitios de almacenamiento temporal de residuos peligrosos ...</i>	35
Tabla 6.	<i>Residuos peligrosos producidos anualmente en el proyecto minero</i>	41
Tabla 7.	<i>Plan de acción para la implantación del programa de minimización</i>	63
Tabla 8.	<i>Matriz de verificación del cumplimiento de la legislación Nacional Vigente.....</i>	66
Tabla 9.	<i>Acuerdo Ministerial No. 061: Gestión integral de desechos peligrosos y/o especiales.....</i>	67
Tabla 10.	<i>Medidas del Plan de minimización de la Propuesta de Gestión integral de desechos peligrosos....</i>	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Características CRETIB	13
Figura 2.	Mapa de ubicación del proyecto minero	40
Figura 3.	Residuos solidos peligrosos generados en el periodo 2019-2022	44
Figura 4.	Residuos Liquidos peligrosos periodo 2019-2022	45
Figura 5.	Residuos peligrosos generados en el año 2019	46
Figura 6.	Residuos peligrosos generados en el año 2020	47
Figura 7.	Residuos sólidos peligrosos generados en el año 2021	49
Figura 8.	Residuos sólidos peligrosos generados en el año 2022	50
Figura 9.	Residuos líquidos peligrosos período 2019-2022.....	51
Figura 10.	Consolidado total de residuos peligrosos generados período 2019-2022.....	52
Figura 11.	Proceso productivo del proyecto minero	56
Figura 12.	Jerarquización de residuos peligrosos generados	59
Figura 13.	Minimización de los residuos peligrosos	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Registro fotográfico</i>	81
---	----

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, los objetivos específicos se centran en tres áreas clave, en primer lugar, se buscó realizar un análisis histórico de los datos de residuos peligrosos generados en el proyecto minero durante la fase de exploración avanzada en el periodo de 2019 a 2022; este análisis permitió jerarquizar los residuos peligrosos en función de la actividad productiva, proporcionando una visión integral del posible impacto a lo largo del tiempo. En segundo lugar, se aborda el proceso completo de manejo de desechos peligrosos desde su fuente de generación hasta la disposición final; este análisis detallado incluye la clasificación de los residuos, su almacenamiento, transporte y la evaluación de los métodos utilizados para su disposición final. Este enfoque permitió identificar posibles áreas de mejora y optimización en la cadena de gestión de residuos. Como tercer objetivo específico, se propone un plan de minimización de residuos peligrosos, este plan buscó proporcionar medidas prácticas y realistas que puedan implementarse en el proceso productivo de la empresa minera. La metodología utilizada fue la observación directa en campo para tener un diagnóstico inicial del manejo de residuos peligrosos dentro del mismo, además se utilizaron datos reales que facilitó la compañía, y se basó en un análisis de datos históricos. La propuesta no solo se basa en la normativa vigente, sino que también considera las mejores prácticas ambientales y las innovaciones tecnológicas disponibles en el proyecto minero. Para la caracterización de los residuos peligrosos generados en el proyecto minero se utilizó el Acuerdo Ministerial 142, donde se describen los Listados Nacionales de Desechos peligrosos. En base a los datos recopilados durante el período de 2019 a 2022, se encontró que el residuo peligroso NE-03, identificado como aceites minerales usados o gastados, han surgido como la categoría más prominente generada dentro del proyecto, alcanzando una cantidad considerable de 32857 kg; dentro de los residuos líquidos peligrosos el más producido ha sido NE-37 con un valor de 3200 Lt. En base a las soluciones, se propuso implementar medidas para minimizar los residuos peligrosos en el proceso productivo, en el cual incluye mantenimiento preventivo de maquinaria, adquisición de pilas recargables, capacitaciones sobre seguridad, impermeabilización de áreas de almacenamiento de

combustible, devolución de envases para reutilización, uso de lámparas LED, reciclaje de baterías, compra de impresoras con cartuchos recargables, y garantía de equipos en buenas condiciones. Estas acciones han generado una reducción significativa en la generación de los mismos.

Palabras clave: residuos peligrosos, proyecto minero, exploración avanzada, minerales metálicos

ABSTRACT

In the present research work, the specific objectives focus on three key areas. Firstly, a historical analysis of hazardous waste data generated in the mining project during the advanced exploration phase from 2019 to 2022 was conducted. This analysis allowed prioritizing hazardous waste based on productive activity, providing a comprehensive view of potential impacts over time. Secondly, the entire hazardous waste management process from generation to final disposal is addressed. This detailed analysis includes waste classification, storage, transportation, and evaluation of disposal methods, aiming to identify potential areas for improvement and optimization in the waste management chain. As the third specific objective, a hazardous waste minimization plan is proposed, aiming to provide practical and realistic measures that can be implemented in the mining company's production process. The methodology used involved direct field observation for an initial diagnosis of hazardous waste management, utilizing real data provided by the company, and based on historical data analysis. The proposal is not only based on current regulations but also considers best environmental practices and available technological innovations in the mining project. Hazardous waste characterization was based on Ministerial Agreement 142, describing National Hazardous Waste Lists. Based on data collected from 2019 to 2022, it was found that hazardous waste NE-03, identified as used or spent mineral oils, emerged as the most prominent category generated within the project, reaching a considerable quantity of 32,857 kg. Among hazardous liquid wastes, NE-37 was the most produced, with a value of 3,200 liters. Based on the solutions proposed, measures to minimize hazardous waste in the production process were suggested, including preventive maintenance of machinery, acquisition of rechargeable batteries, safety training, fuel storage area waterproofing, container return for reuse, LED lamp use, battery recycling, purchase of printers with refillable cartridges, and ensuring equipment is in good condition. These actions have led to a significant reduction in hazardous waste generation.

Keywords: dangerous residues, mining project, advanced exploration, metallic minerals

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La gestión efectiva de los residuos peligrosos en proyectos mineros es un imperativo ambiental y social en la contemporaneidad. El presente estudio se sumergió en la evaluación de la gestión de los residuos peligrosos generados en un proyecto minero específico, concentrándose en la fase de exploración avanzada de minerales metálicos. La investigación se desenvuelve en el periodo comprendido entre 2019 y 2022, y tiene como escenario la Comunidad de Santa Cecilia ubicada en la parroquia Lita del cantón Ibarra en la provincia de Imbabura.

La explotación de minerales metálicos, aunque vital para el desarrollo económico y la obtención de recursos esenciales, conlleva a una serie de desafíos ambientales, siendo la gestión de residuos peligrosos uno de los aspectos cruciales.

Las fases de la minería, como actividad dentro del progreso industrial, enfrenta la responsabilidad ineludible de mitigar su impacto ambiental. La fase de exploración avanzada, caracterizada por una intensificación de actividades para determinar recursos mineros (yacimientos) y posteriormente la viabilidad para la explotación, emerge como un punto crucial donde se forja la relación entre la actividad minera y su entorno. La gestión adecuada de los residuos peligrosos en esta fase no solo refleja la responsabilidad corporativa, sino también la contribución a la sostenibilidad ambiental y al bienestar de las comunidades aledañas.

La actividad minera en el proceso productivo genera ciertos residuos peligrosos que en algunos casos no se procesan ni se tratan, es por ello que debe haber un proceso de administración adecuada (gestión) de los residuos peligrosos desechados producto de las actividades de exploración minera. La gestión de los residuos peligrosos generados en esta fase de la minería, debe estar enfocado en reducir las cantidades de generación mediante técnicas de jerarquización. Así mismo conocer la disposición final de estos residuos para cerrar el ciclo de gestión de estos desechos.

En el proyecto minero ubicado en la provincia de Imbabura, sector Santa Cecilia, se originan residuos peligrosos resultante de los diversos procesos operacionales que se llevan a cabo en la fase de exploración avanzada, mismos que se almacenan temporalmente en un área de transferencia situado dentro de las instalaciones de la Compañía, para posteriormente ser evacuados con un Gestor Ambiental calificado por la autoridad ambiental de control.

Según varias investigaciones realizadas, tanto a nivel nacional como internacional, un gran porcentaje de los residuos peligrosos que genera la actividad minera son tratados de manera inadecuada. Como resultado de ello, la mayor parte de los residuos ingresan al medio ambiente de manera inusual, contaminando ríos, quebradas, desiertos, poblaciones, sistema de alcantarillado, etc.

Según (Pabón, 2020), una de las posibles consecuencias de la disposición incontrolada de residuos peligrosos es la contaminación de las aguas subterráneas por su contacto con los líquidos generados en los vertederos. Esto puede ser causado por fugas de líquidos de la masa enterrada que alcanzan las aguas subterráneas, o por fugas de agua superficial, generalmente agua de lluvia, que pasa a través del vertedero y se encuentra con corrientes subterráneas.

Con la elaboración de la propuesta del plan de minimización de residuos peligrosos dentro del proyecto minero, brindará medidas prácticas y reales a implementarse en el proceso productivo de la empresa, determinación de responsabilidades del personal que participa en la gestión de los residuos peligrosos, permitiendo en cierta medida que la empresa reducirá el costo que demande la disposición de estos residuos peligrosos, sin cambiar el proceso productivo haciéndolo más eficiente y amigable al ambiente.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la gestión de los residuos peligrosos generados en un proyecto minero durante la fase de exploración avanzada por medio de la normativa ambiental vigente, con la finalidad de verificar la eficiencia de la gestión, enfocadas en la reducción de la generación de residuos peligrosos, clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar históricamente los datos de los residuos peligrosos que se han generado dentro del proyecto minero, durante la fase de exploración avanzada en el período 2019-2022, determinando la jerarquización de los residuos peligrosos generados en función al análisis de la actividad productiva.
- Determinar el proceso del manejo de desechos peligrosos originados desde la fuente de generación, su clasificación, su almacenamiento, su transporte y disposición final.
- Proponer un plan de minimización de residuos peligrosos que brinde medidas prácticas y reales a implementarse en el proceso productivo de la empresa.

2.3. Pregunta directriz

¿Existe un manejo adecuado y técnico de los residuos peligrosos en el proyecto minero y el mismo cumple con la normativa vigente?

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. El Proyecto minero

La Empresa minera ecuatoriana, responsable de generar información para la elaboración de este estudio inició con sus actividades de exploración minera en el año 2012 y se dedica principalmente al descubrimiento de yacimientos de oro y cobre.

Esta empresa cuenta con la concesión otorgada por el estado, misma que ha sido obtenida de acuerdo a lo establecido en la normativa minera ecuatoriana. El proyecto minero que aportará de datos de generación de desechos peligrosos para este estudio cuenta con un yacimiento mineralógico de clase mundial que de acuerdo los datos de la empresa se encuentran entre los 10 yacimientos de oro y cobre más importantes. (Jácome, 2017)

El acceso al proyecto minero se sitúa mediante la vía Ibarra-San Lorenzo, a 65 Km de Ibarra, en la comunidad de Rocafuerte, seguidamente se toma una vía no asfaltada que transporta a la parte central de la concesión donde se encuentra la comunidad de Santa Cecilia de aproximadamente 6 km. (Tovar, et al., 2015).

Las operaciones de exploración minera y evaluación que se realizan en el proyecto dentro de su concesión están ubicadas en las parroquias Lita y La Carolina, parte del cantón de Ibarra en la provincia de Imbabura. En lo que respecta al marco legal ambiental ecuatoriano, el proyecto minero cuenta con la respectiva Licencia Ambiental resolución Nro. 618, otorgada por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) para la fase de Exploración Avanzada concedida el 23 de agosto en el año 2013; así mismo tiene las respectivas autorizaciones de uso y aprovechamiento de agua tanto para uso industrial como doméstico otorgado por la Ex SENAGUA año 2013 y 2017. (Ministerio de Energía y Minas, 2019)

3.1.1. Minería y exploración avanzada

3.1.1.1. Historia y desarrollo del proyecto

Este proyecto minero, se considera una de las reservas más grandes en plata (Ag), tercera en (Au) y sexta en cobre (Cu). Se aprecia que el tiempo de vida de este proyecto es de aproximadamente 55 años, actualmente se halla en la fase de evaluación económica del yacimiento, en esta etapa se define la factibilidad del proyecto, en el cual se analizan factores de riesgo en los que se determina su productividad. (Estupiñan, R., et al, 2012)

La empresa minera es una compañía dedicada al desarrollo de actividades de exploración, autorizadas y aprobadas por el Estado ecuatoriano, de conformidad con la legislación nacional vigente, con responsabilidad socioambiental y altos estándares técnicos.

La Compañía es titular de la concesión minera en la que se desarrolla el proyecto, misma que fue otorgada el 5 de enero de 2007, protocolizada ante el Notario Vigésimo Noveno de cantón Quito e inscrita en el Registro de la Propiedad del cantón Ibarra el 12 de enero de 2007. La concesión se encuentra formada actualmente por 4979,00 hectáreas, ubicada en las parroquias Lita y La Carolina, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, descrita en el Anexo A- Documentos Oficiales, A.1 Protocolización del Título Minero.

3.1.1.2. La producción minera en Ecuador

El Estado ecuatoriano en el Gobierno de Turno del año 2008, consideró a la minería como un sector estratégico y planteó al Ecuador como un país con mucho potencial en la industria minera, sin embargo; a pesar de no contar con levantamientos geográficos a nivel nacional, se basó en la experiencia y potencial minero de países de la región, tales como, Perú, Bolivia y Chile. La evolución de las industrias mineras ha tenido su impulso desde el año 2012, apoyadas tanto por el Gobierno, comunidades, universidades y empresas mineras, se tuvo retardos causados por las negociaciones en los contratos para explotación que fue la causante para que algunas empresas mineras proyecten su explotación para finales del año 2019.

En el año 2010 se inicia con la negociación de contratos para la explotación minera, empezando con el proyecto Mirador, perteneciente a la empresa china Ecuacorriente y luego con el proyecto Fruta del Norte de la empresa LUNDIN GOLD. El Ministerio de Coordinación de los Sectores Estratégicos esperaba que se firmaran los contratos antes del año 2011, para que a final del 2012 puedan iniciar con la explotación. El primer contrato minero se firmó en 2012, que correspondió en ese entonces al proyecto Mirador; se inició el mismo año con el pago de regalías, todo esto con el propósito de invertir en proyectos de desarrollo social en zonas de influencia, así lo menciona (Estupiñan, R., et al, 2012)

De acuerdo a datos y estudios del tema (Banco Central del Ecuador, 2022), en el país existe una superficie total concesionada a minas y proyectos mineros de 104.728 hectáreas, distribuidas en siete provincias; la mayor parte se encuentra ubicada en la provincia de Morona Santiago y corresponde al proyecto minero de primera generación San Carlos Panantza con 38.548 hectáreas.

La minería se consolidará en el primer lugar de exportaciones no petroleras, por encima del camarón y banano. A esto se suma la creciente demanda de minerales que exige lograr la transición ecológica, con la reducción de combustibles fósiles y el paso a energías limpias. A nivel mundial las tecnologías de energías limpias ocuparán más del 40% de la producción mundial de cobre, el 70 % del níquel y el cobalto mundial; y casi el 90% del litio que se produce en el planeta.

3.1.1.3. El impacto de residuos contaminantes en entornos distintos.

La actividad minera en Ecuador ha sido un tema relevante en los últimos años ya que el país cuenta con una considerable riqueza mineral, como el oro, la plata, el cobre y otros metales. Esta industria ha experimentado un crecimiento significativo, especialmente desde la aprobación de la Ley de Minería en 2009, que estableció un marco legal y regulatorio para la explotación de recursos minerales. (IDEAM, 2017)

Sin embargo, la actividad minera también ha generado preocupaciones en términos de su impacto ambiental y la generación de residuos peligrosos. La extracción de minerales

a menudo involucra la trituración y el procesamiento de rocas que contienen metales, lo que genera grandes cantidades de residuos. Estos residuos pueden contener sustancias tóxicas como metales pesados, cianuro y otros productos químicos que son dañinos para el medio ambiente y la salud humana. (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2018).

Uno de los principales problemas relacionados con los residuos peligrosos en la minería es la gestión y disposición inadecuada de estos desechos. Si no se manejan de manera adecuada, pueden contaminar ríos, suelos y acuíferos, lo que afecta a la biodiversidad y a las comunidades locales que dependen de estos recursos naturales.

Como ejemplo se tiene a la actividad minera en Bolivia que ha sido fundamental para dicho país durante siglos. Ya que en la colonia se exploraron muchas minas y producto de ello se han escrito centenas de libros y artículos que muestran la explotación que sufrieron los trabajadores y el nivel de contaminación de dicha actividad productiva. Un organismo muy respetado (CEPAL, 2020) publicó un informe en años recientes donde hace un resumen de los efectos de la actividad minera en dicho país. Al final concluye que dicha actividad ha sido y sigue siendo fundamental para la economía, a pesar de sus aspectos negativos que como tal genera. En este informe además se menciona que, en ciertas regiones de Bolivia, es tal la dependencia en dichas actividades mineras que si no existiesen las mismas las poblaciones no tendrían un sustento económico real de subsistencia. Desde esta perspectiva hay que reconocer y entender que la comunidad local y regional no puede prescindir de la actividad minera. Importante trabajar en los modelos de gestión ambiental para prevenir posibles fuentes de contaminación.

Otra investigación similar realizada en América Latina sobre el impacto minero, como lo menciona, (Viana, 2018), señala que “la minería sigue siendo necesaria para el desarrollo de la sociedad e influyente en la economía de los países de América Latina y el Caribe, pero las políticas públicas no son coherentes para mejorar su manejo socio ambiental”. Además, menciona que, América Latina y el Caribe es la principal fuente de metales y la segunda fuente de petróleo del mundo: en 2016 aportó el 28% de la inversión mundial en exploración minera, y el 92% de esa inversión se concentró en seis países: Chile,

Perú, México, Brasil, Argentina y Colombia. En particular, la minería representa aproximadamente el 26 por ciento de toda la inversión extranjera directa en la región, y su participación en el PIB es del 3,3 por ciento.

Con relación a la existencia de reservas mineras, en América Latina y el Caribe se destaca que (Viana, 2018). Brasil tiene alrededor del 95% de las reservas de niobio del mundo; Chile y Bolivia tienen el 65% de las reservas de litio; Perú, Chile y México cuentan con el 44% de las reservas mundiales de cobre, además de contar con importantes reservas de molibdeno, estaño, zinc, aluminio, boro, hierro, antimonio, bismuto, carbón, níquel, manganeso, cromo y plomo que son los motores de la economía mundial.

Así mismo la (UNODC, 2022), en una investigación sobre el impacto de la producción de oro en Colombia, menciona que el aumento de la producción mundial de oro se debe principalmente a la demanda y al aumento de los precios. El oro se ha fortalecido durante la actual crisis pandémica, ya que es la cobertura preferida de los inversores internacionales debido a su menor volatilidad, lo que ha ayudado a mantener los precios en niveles récord en los últimos años.

Aunque la producción colombiana representa solo el 2% de la producción mundial, minerales como el cobre y el oro pueden tener una mejor cotización en los mercados internacionales. Sin embargo, esto requiere fortalecer los controles sobre el uso ilegal de oro y aumentar la formalidad y la legalidad para mejorar los ingresos por impuestos y regalías que se canalizan hacia el desarrollo económico y el bienestar de las comunidades. (Kaza et al., 2018).

Los resultados del monitoreo realizado en el 2021 muestran que 13 de los 32 departamentos cuentan con terrenos EVOA (Evidencias de Explotación de Oro Aluvial) en un total de 98.567 hectáreas; El 88% se concentra en Chocó, Antioquia y Bolívar, y 10 municipios concentran la ocurrencia de 54% de fenómenos, de los cuales se extrae el 26% de la producción de oro del país. Cabe señalar que solo una pequeña parte de la EVOA descubierta permanece en el marco legal: el 65% corresponde a uso ilegal y casi la mitad de la EVOA encontrada en tierra está en áreas no minadas. (UNODC, 2022).

Desde otra perspectiva, hace un análisis sobre la contaminación del agua por los metales pesados, los métodos de análisis y tecnologías de remoción a partir de la producción industrial. (Pabón, 2020)

3.2. Residuos peligrosos

Son aquellos residuos que puedan causar afectaciones a la salud y medio ambiente, debido a peligros inherentes, tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad. Estos residuos peligrosos suelen encontrarse en estado sólido o líquido, para su almacenamiento se disponen en recipientes de color rojo, dado de que tienen potencial peligroso (NTE INEN 2841, 2014).

Por otra parte, también se consideran residuos peligrosos aquellos que reflejen en los listados nacionales de residuos peligrosos. (Ministerio de Ambiente, 2015).

Otra definición, según lo menciona (Granda, 2021), todo tipo de residuos que tengan características, tales como, infecciosos, inflamables, combustibles, explosivos, reactivos, radioactivos, volátiles, corrosivos y tóxicos, que puedan generar cualquier tipo de adversidad en la salud humana y al medio ambiente.

3.2.1. Tipo de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos se clasifican en dos grupos, según su naturaleza y según su composición:

3.2.1.1. Según su naturaleza

Residuos sólidos: incluye los residuos sólidos que por su composición química o biológica son peligrosos, como los residuos industriales, de construcción y demolición, y los materiales contaminados.

Líquidos: son residuos en forma líquida que pueden representar un peligro por su toxicidad, inflamabilidad o capacidad de contaminar el agua y el suelo, los cuales incluyen derrames químicos, efluentes industriales y residuos de procesos de limpieza.

Gaseosos: se presentan en forma gaseosa y pueden ser tóxicos, inflamables o corrosivos, en ellos se liberan gases peligrosos como subproductos de procesos industriales, vehículos de motor u otros materiales.

Radiactividad: liberan radiación que supone riesgos para la salud y el medio ambiente, en el que se incluye desechos nucleares de instalaciones nucleares, instalaciones médicas o de investigación, así como materiales radiactivos utilizados en diversas aplicaciones industriales.

3.2.1.2. Según su composición

3.2.1.2.1. C.R.E.T.I.B

Actualmente, un sistema de desechos peligrosos se clasifica de acuerdo con las propiedades peligrosas de los desechos, es decir, si tiene alguna de las siguientes características: Corrosividad (C), Reactividad (R), Explosivo (E), Toxicidad (T), Inflamabilidad (I), Biológica Infecciosa (B)

Figura 1.

Características CRETIB



Nota: Adaptado de BHP [Imagen], por Bioenergy, Environment & Consulting S.A, 2023.

En lo que respecta a la actividad minera se verificó si la clasificación, etiquetado y almacenamiento de los desechos peligrosos está acorde a lo establecido en la normativa ambiental vigente, establecida por parte del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), determinando si se ha obtenido el correspondiente registro ambiental de generador de desechos peligrosos, así como las obligaciones establecidas en dicho registro. (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2018).

- Residuos de riesgo infeccioso o biológico: son de naturaleza biológica, que generalmente han sido contaminados con secreciones aisladas de pacientes.
- Sangre y sus derivados: comprende la sangre humana, plasma sérico, artículos saturados, tales como, equipos de infusión que han sido expuestos a sangre fresca o coagulada, suministros para la administración de sangre, toma de muestras de laboratorio y pintas de la misma no utilizada.
- Biosanitarios: son los que son utilizados mediante procedimientos médicos, elementos que entran en contacto con la materia orgánica, como son la sangre y fluidos corporales de pacientes, tales como son: gasas, vendas, aplicadores, algodón, drenajes, vendajes, guantes, bolsas de transfusión de sangre, catéteres, sondas, suministros de laboratorio como capilares, tubos de ensayo, portaobjetos y cubiertas para muestras, sistemas cerrados y drenajes, y suministros desechables.
- Cortopunzantes: Son todos los elementos punzantes o cortantes utilizados en el ámbito sanitario, que por su naturaleza pueden producir heridas infecciosas percutáneas por manipulación directa. Se trata principalmente de agujas, cuchillos, lancetas, limas, hojas, viales restantes, pipetas, hojas de cuchillo o vidrio. Debido a que es fácil crear una entrada para las bacterias patógenas en el cuerpo humano, estos residuos representan un alto riesgo debido a la exposición directa.
- Desechos especiales: Residuos químicos peligrosos, residuos radiactivos, residuos médicos. Son residuos que requieren manejo especial por razones legales; representa posibles peligros para las personas, los animales o el medio ambiente, por lo que tenemos:

- Desechos radioactivos: núcleos que separan partículas o se fusionan espontáneamente; rayos, investigación química y biológica, medicina nuclear, materiales contaminados, etc.
- Residuos químicos: son aquellos residuos de las sustancias químicas, y envases contaminados con otros residuos que según la concentración y tiempo de exposición tienden a causar la muerte o efectos perjudiciales para la salud y el medio ambiente.
- Residuos farmacéuticos: abarca medicamentos caducados.

En forma específica, tratando al mercurio (uno de los metales más peligrosos y contaminantes) las diversas normas legales de varios países andinos lo definen como:

Mercurio. - Una sustancia química peligrosa de toxicidad crónica. O sino como, una sustancia peligrosa y contaminante inorgánica (CAN, 2021). El mercurio está prohibido su uso en actividades mineras en ciertos países incluido el Ecuador.

Tabla 1.

Código CRETIB de residuos peligrosos generados en el proyecto minero

Clave	Residuo	CRETIB
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	T, I
NE-43	Material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes.	T
NE-32	Filtros usados de aceite mineral	T
NE-08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	T
NE-10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica prestada en centros médicos de empresas	B
NE-47	Productos farmacéuticos caducados o fuera de especificaciones generados en empresas no farmacéuticas	T
NE-35	Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias	T, I
NE-52	Suelos contaminados con materiales peligrosos	T

NE-27	Envases contaminados con materiales peligrosos	T
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos, fluorescentes, focos que contengan mercurio	T
NE-34	Aceites, grasas y ceras usadas o fuera especificaciones	I
NE-07	Baterías usadas de plomo ácido	T, I
NE-53	Cartuchos de impresión de tinta o tóners usados	T
NE-09	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	T
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	T
ES-07	Aceites vegetales usados en proceso de fritura de alimentos	T
NE-36	Lodos de aceite	T
NE-37	Lodos del sistema de agua residuales de tratamiento de las aguas residuales domésticas que contengan materiales peligrosos	T

Fuente: La tabla muestra el Código CRETIB de residuos peligrosos generados en el proyecto minero. Tomado de la Empresa minera.

3.3. Jerarquización de los residuos peligrosos

Para el Ministerio de Minería, es indispensable aplicar una jerarquización en la que se considera la prevención y reducción de los mismos previo a su tratamiento o disposición final. (Consejo Minero Chile, 2002).

- Evitar: dentro de lo que cabe evitar prácticas que generen residuos
- Minimización: proyección para reducir, reutilizar y reciclar los residuos que se generan. El reciclaje es el recurso mayoritariamente efectivo, pues se aprovecha el material desechado.
- Tratamiento: Aquí se disminuye la alta peligrosidad de estos desechos, posterior deben utilizarse solamente si se ha evaluado la disyuntiva de reutilización o reciclaje.
- Disposición final: solamente aplica a las instalaciones autorizadas para la disposición final de los residuos peligrosos, el cual consiste en el aislamiento de los residuos en un lugar predeterminado.

Parte de la gestión adecuada de los residuos peligrosos debe incluir un plan para su minimización, en la que se detalle los objetivos de reducción y su valor estimado, en donde se puedan emparejar dónde y cómo aplicar las medidas necesarias. (García, 2017).

3.4. Residuos peligrosos en la exploración minera

Los residuos peligrosos más comunes en las actividades de exploración minera están enfocados a los generados en los mantenimientos que se realizan de los equipos de perforación, generadores, bombas de succión, etc, así como de los aditivos de perforación que se emplean en la exploración. Otros tipos de residuos son los generados de las plantas de tratamiento de aguas residuales y de los dispensarios médicos instalados para la vigilancia de la salud de sus trabajadores. Existen también residuos peligrosos producto de la contaminación con hidrocarburos sean estos por derrames o contaminación indirecta (contaminación de hidrocarburos por el empleo de envases impregnados de combustible con otros no contaminados) (Díaz, J., & Pineda, L, 2018).

3.4.1. Riesgo a la salud y ambiente

Los residuos peligrosos generados en la exploración minera, por lo general presentan riesgos a la salud y al medio ambiente, siempre y cuando no se implemente un sistema de gestión de manejo de desechos, que permita tener un correcto almacenamiento y disposición final de los mismos. Se detallan los riesgos que los residuos peligrosos generados puedan provocar. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

3.4.1.1. Medio ambiente

3.4.1.2. Contaminación del suelo

Durante la etapa de exploración avanzada se suelen utilizar diversos aditivos de perforación, combustibles, los derrames accidentales de estos productos o derivados pueden contaminar el suelo si no se manejan adecuadamente dentro del proceso operativo.

3.4.1.3. Impacto en la biodiversidad

Puede tener consecuencias importantes para la biodiversidad local, incluida la pérdida y fragmentación de hábitats naturales debido a la deforestación y el desarrollo de infraestructura. Estos cambios pueden afectar negativamente a la flora y fauna local, alterar los ecosistemas y reducir la biodiversidad, afectar la estabilidad y el funcionamiento de los ecosistemas.

3.4.1.4. Impacto en la fauna

La presencia de maquinaria pesada y actividades humanas en la zona de exploración puede provocar el desplazamiento de la fauna local, así como el de aumentar el riesgo de colisiones con vehículos o plataformas asentadas en el área intervenida.

3.5. Características de los residuos peligrosos generados en el proyecto minero

3.5.1. Baterías de plomo ácido

Estas baterías están compuestas de ácido sulfúrico, que es altamente corrosivo y puede causar daños en la piel y los ojos en caso de contacto. Además, las emisiones de ácido sulfúrico pueden contribuir a la lluvia ácida, lo que tiene efectos adversos en el medio ambiente. (Bilota, Merodo, & Godoy,2013).

El plomo es una sustancia tóxica que impacta y se acumula en el organismo y afecta a diversos sistemas, como el sistema neurológico, el gastrointestinal, el reproductivo, el hematológico, el cardiovascular y el renal. Las baterías de plomo-ácido se emplean para proporcionar energía eléctrica. (Organización Mundial de la Salud, 2017).

3.5.2. Envases contaminados con materiales peligrosos

La presencia de envases contaminados con sustancias peligrosas supone una amenaza para la salud humana y el medio ambiente, ya que pueden contener materiales tóxicos, corrosivos o peligrosos y pueden liberar sustancias químicas nocivas al medio ambiente, que pueden tener efectos adversos a corto y largo plazo. Desde el punto de vista de la salud, el contacto con estas sustancias puede provocar efectos nocivos para el personal encargado del

manejo y gestión de los mismos, que van desde irritación de la piel hasta enfermedades respiratorias graves. (González & Sahores, 2010).

3.5.3. Filtros de aceite mineral

Los filtros de aceite mineral son agresivos para la salud, los cuales causan ciertos efectos, tales como, irritación tras tener contacto con la piel, problemas respiratorios, y, en casos más graves, efectos a largo plazo en el sistema nervioso. La disposición inadecuada de estos filtros puede resultar en la liberación de sustancias nocivas en el suelo, tales como compuestos orgánicos volátiles, contaminando los recursos naturales. (Universidad Politécnica de Valencia, 2010).

3.5.4. Aceites usados

Los aceites usados contienen compuestos químicos, como hidrocarburos y metales pesados, que pueden infiltrarse en el suelo y previo a ello la contaminación de cuerpos de agua cercanos, la liberación de estos contaminantes puede ocasionar efectos negativos en la salud humana, ya que la exposición a sustancias tóxicas puede causar problemas tales como, irritaciones en la piel y ojos. (París, 2004).

3.5.5. Luminarias, lámparas, tubos, fluorescentes, focos que contengan Hg

Poseen una serie de peligrosidad debido a la toxicidad del mercurio, estos dispositivos pueden presentar riesgos tanto durante su uso como en su disposición final.

Mientras se mantenga en buenas condiciones, los efectos sobre la salud son mínimos. Sin embargo, si se rompen, el mercurio que contienen puede causar problemas si se respira el vapor hacia los pulmones. (Jung, 2012).

3.5.6. Material adsorbente contaminado con hidrocarburos

Los adsorbentes contaminados con hidrocarburos suponen una amenaza para la salud humana y el medio ambiente, estos hidrocarburos suelen contener compuestos tóxicos y cancerígenos, por lo que el contacto con estas sustancias puede suponer un riesgo importante,

sin embargo, la inhalación o el contacto con la piel de estos contaminantes puede causar irritación en los ojos, la piel y las vías respiratorias. (O'Malley & O'Malley &, 2019).

3.5.7. Productos farmacéuticos caducados

Almacenar productos caducados dentro del dispensario médico es riesgoso para la salud de las personas. En el ámbito de la salud, el uso de medicamentos vencidos puede ser ineficaz e incluso peligroso, ya que la potencia y seguridad de los principios activos pueden deteriorarse con el tiempo, además la ingesta de medicamentos caducados puede dar lugar a efectos adversos, reacciones alérgicas, también la disposición inadecuada de productos farmacéuticos vencidos puede resultar en la liberación de sustancias químicas nocivas en el medio ambiente. (Debesa, Fernández, & Pérez, 2004).

3.5.8. Cartuchos de tinta o tóner usados

Los cartuchos contienen varios metales, plásticos e incluso el propio tóner, que puede esparcirse en el aire 10 veces más rápido que el polvo normal y contaminar el suelo y el agua. La gestión responsable de los residuos electrónicos, incluidos los cartuchos de tinta y tóner, es esencial para prevenir la contaminación ambiental y promover prácticas sostenibles en el sector minero. (Ríos, 2015)

3.5.9. Lodos de aceite

Estos lodos son el producto de los mantenimientos realizados de los equipos y maquinarias utilizadas en las actividades de perforación, los mismos contienen una mezcla de aceite residual, agua, y sólidos, y pueden incluir contaminantes como metales pesados, productos químicos tóxicos y compuestos orgánicos. Dentro de la parte ambiental este residuo si no es manejado adecuadamente, puede provocar la contaminación del suelo, cuerpos de agua y también ocasionar daños severos en la salud humana, ocasionando problemas dermatológicos. (Cottin, Vallery, & Dahak, 2016).

3.5.10. Materiales absorbentes contaminados con sustancias químicas peligrosas

Estos materiales tienen la capacidad de absorber y retener una variedad de sustancias químicas peligrosas, como solventes, aceites, productos químicos corrosivos, metales pesados, entre otros, los materiales pueden presentar un riesgo de reacciones químicas no deseadas, como la liberación de gases tóxicos o inflamables

3.6. Origen de los residuos peligrosos en el proyecto minero

3.6.1. Exploración geofísica y geoquímica

Durante la fase de exploración avanzada, se llevan estudios (estudios geofísicos, geoquímicos) que involucran el uso de sustancias químicas, tales como reactivos, ácidos, como el ácido clorhídrico (HCl) y el ácido sulfúrico (H₂SO₄), y aditivos de perforación H₂O y bentonita, en donde sino se tiene un adecuado manejo de gestión ambiental pueden dar lugar a la generación de residuos peligrosos.

3.6.2. Perforación y extracción de muestras

Las actividades de perforación para obtener muestras de minerales generan lodos de perforación, que contienen sustancias químicas utilizadas en el proceso de perforación. El fluido de perforación es tratado antes de descargarlo, en cuanto al lodo es encapsulado previo análisis de TPH. Es importante indicar que no existe una normativa a nivel nacional donde se indique que parámetros deben realizarse a este lodo de perforación para descartar algún tipo de contaminación (González & López2019).

3.6.3. Uso de aditivos de perforación

En esta fase se suelen utilizar una variedad de aditivos de perforación en los procesos operativos, que si no se llevan un adecuado control tanto en el almacenamiento, transporte y disposición final pueden generar residuos peligrosos.

Estos residuos peligrosos se generan principalmente en las áreas de perforación, a continuación, se detallan en la tabla 1 los residuos peligrosos generados en el proceso operativo.

Tabla 2.

Origen de los residuos en el proceso operativo

Desechos generados en el proceso operativo del proyecto minero		
Clave	Residuo	Fuente de generación
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	Cambio de aceite de máquinas de perforación
NE-43	Material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	Resultantes de la limpieza de cubetos de mesas de trabajo, fugas de química, etc
NE-32	Filtros usados de aceite mineral	Filtros utilizados en las máquinas de perforación, generadores eléctricos que abastecen de energía al campamento Alpala
NE-08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	Pilas usadas en las áreas de exploración y campamentos, determinadas para dispositivos como GPS, cámaras, linternas
NE-35	Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias	Producto del mantenimiento de tanques de almacenamiento de combustible
NE-52	Suelos contaminados con materiales peligrosos	Suelo que ha estado expuesto a liqueos, en las áreas de exploración con materiales peligrosos como combustibles
NE-27	Envases contaminados con materiales peligrosos	Envases vacíos que quedan después de usar el recurso, en las áreas donde se encuentran situadas las plataformas
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos, fluorescentes, focos que contengan Hg	Resultante de los cambios de luminarias en los campamentos
NE-34	Aceites, grasas y ceras usadas	Resultante de los mecanismos en un taladro
NE-07	Baterías usadas de plomo ácido	Resultantes del uso de baterías usadas en las máquinas de perforación

NE-09	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	No se ha generado
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	Resultante de la limpieza cubetos de fugas de combustible en las áreas determinadas de exploración

Nota: La tabla presenta el origen de los residuos en el proceso operativo. Tomado de Empresa minera. Basados en elaboración propia

3.6.4. Campamentos

Dentro de los campamentos Alpala y Rocafuerte del proyecto donde se alberga el personal se generan residuos de carácter peligroso. A continuación, se detalla en la tabla 2.

Tabla 3.

Fuente de generación de residuos peligrosos en los campamentos

Desechos generados en los campamentos Alpala y Rocafuerte		
Clave	Desecho	Fuente de generación
NE-10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica prestada en centros médicos de empresas	Resultantes Pilas usadas en las áreas de exploración y campamentos, determinadas para dispositivos como GPS, cámaras, linternas
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos, fluorescentes, focos que contengan Hg	Resultante de los cambios de luminarias en los campamentos
NE-53	Cartuchos de impresión de tinta o tóners usados	Resultante de las oficinas de campamentos administrativos
ES-07	Aceites vegetales usados	Resultantes del producto de frituras en campamento
NE-47	Productos farmacéuticos caducados o fuera de especificaciones generados en empresas no	Resultantes del dispensario medico

	farmacéuticas Resultantes del dispensario medico	
NE-08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	Pilas usadas en las áreas de exploración y campamentos, determinadas para dispositivos como GPS, cámaras, linternas

Nota: La tabla presenta la fuente de generación de residuos peligrosos en los campamentos Alpala y Rocafuerte. Tomado de la Empresa Minera. Basados en elaboración propia

3.7. Manejo de residuos peligrosos en el proyecto

3.7.1. Identificación de los residuos peligrosos

De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente y de la operatividad del proyecto minero establecido en su Plan de Manejo Ambiental y en especial a lo estipulado en su registro de Generador de Desechos Peligrosos, se establecen los residuos peligrosos generados, durante la fase de exploración avanzada, indicando el tipo de recipiente empleado y etiquetado, así como las condiciones de almacenaje que se deben implementar. (Tovar, et al., 2015)

3.7.2. Generación

Durante las fases de exploración, extracción y procesamiento de minerales, se generan una variedad de desechos, que incluyen desechos de roca y suelo contaminados con metales pesados, efluentes químicos de procesamiento y residuos de combustibles y lubricantes.

Para ello, se indica claramente el nombre del residuo, identificando la sustancia o material que lo constituye, también se incluyen pictogramas normalizados que indiquen los peligros específicos asociados con el residuo, y que cuenten con características CRETIB.

Identificación y clasificación

En este proceso se lleva a cabo la identificación de los residuos que se generan en las actividades de exploración avanzada, mismos que pueden incluir desechos de perforación y otros productos utilizados; y la clasificación se la realiza de acuerdo al Listado Nacional de desechos peligrosos, basados en el acuerdo Ministerial 142.

En este proceso se lleva a cabo la identificación de los residuos que se generan en las actividades de exploración avanzada, mismos que pueden incluir desechos de perforación y otros productos utilizados; y la clasificación se la realiza de acuerdo al Listado Nacional de desechos peligrosos, basados en el acuerdo Ministerial 142.

3.7.3. Segregación en la fuente

Es un proceso que se basa en la identificación, clasificación y separación de los residuos peligrosos, en este proceso se destinan contenedores específicos para las distintas categorías de residuos peligrosos, asegurándose de esta manera que cada tipo sea debidamente etiquetado.

El personal encargado de llevar a cabo este proceso recibe capacitación para reconocer y separar adecuadamente estos materiales en el lugar donde se originan, de esta manera se contribuye a la reducción de riesgos para la salud humana y ambiental, así mismo al cumplimiento de normativas y estándares medioambientales. (Martínez, 2005).

3.7.4. Traslado hacia el área de transferencia

Los residuos peligrosos deben ser empacados, almacenados y dispuestos de tal forma que no afecten la salud de los trabajadores ni el medio ambiente, para lo cual se deben seguir las normas técnicas desarrolladas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Sistema Globalmente Armonizado (SGA) entrada, referenciado en la NTE INEN 2266; así como lo establecido en la normativa ambiental vigente del MAATE correspondiente a la generación de desechos peligrosos y/o especiales. (Ministerio del Ambiente, 2018)

3.7.5. Pesado y etiquetado

Los residuos peligrosos son empacados, almacenados y dispuestos de tal forma que no afecten la salud de los trabajadores ni el medio ambiente, para lo cual se deben seguir las normas técnicas desarrolladas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Sistema Globalmente Armonizado (SGA) entrada, referenciado en la NTE INEN 2266; así como lo establecido en la normativa ambiental vigente del MAATE (Acuerdo 026 y 142) correspondiente a la generación de desechos peligrosos y/o especiales. (Ministerio del Ambiente, 2018), los mismos que están enmarcados en el PMA de la compañía en el programa de manejo de desechos.

Los residuos peligrosos son empacados, almacenados y dispuestos de tal forma que no afecten la salud de los trabajadores ni el medio ambiente, para lo cual se deben seguir las normas técnicas desarrolladas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Sistema Globalmente Armonizado (SGA) entrada, referenciado en la NTE INEN 2266; así como lo establecido en la normativa ambiental vigente del MAATE correspondiente a la generación de desechos peligrosos y/o especiales. La capacidad total de almacenamiento es de 15 toneladas aproximadamente (área de almacenamiento) y el contenedor utilizado son canecas plásticas con etiqueta adhesiva.

3.7.6. Almacenamiento de residuos peligrosos

La gestión adecuada de los residuos peligrosos en la empresa minera de minerales metálicos es esencial para salvaguardar la salud de los trabajadores, proteger el entorno y cumplir con las regulaciones ambientales. En el proceso de extracción y procesamiento de minerales, se generan una variedad de desechos que pueden contener sustancias tóxicas o peligrosas para el medio ambiente y las personas. Por lo tanto, es fundamental implementar prácticas de recolección y almacenamiento de residuos peligrosos que sean seguras y responsables. (EPA, 2014).

La recolección de residuos peligrosos comienza con la identificación precisa de estos materiales, aquí los trabajadores deben ser conscientes de los riesgos y capacitados para

identificar y separar los residuos peligrosos de manera adecuada. Además, los materiales peligrosos deben ser manipulados con precaución y en conformidad con las normativas de seguridad ocupacional. Una vez recolectados, los residuos peligrosos se almacenan temporalmente en instalaciones designadas para este propósito. Estas instalaciones deben cumplir con regulaciones específicas y estar diseñadas para prevenir la contaminación del suelo y el agua subterránea. Los contenedores utilizados para el almacenamiento deben ser compatibles con los tipos de residuos y estar etiquetados claramente para facilitar su identificación. (Martínez et al., 2018)

En este contexto, se ha destacado la importancia de la educación y la concienciación de los empleados para promover buenas prácticas de gestión de residuos peligrosos. Como señala (Smith, 2018), "La capacitación y la sensibilización son componentes fundamentales de la gestión responsable de residuos peligrosos en la industria minera.

Además de la capacitación, la inversión en tecnologías avanzadas y enfoques innovadores también desempeña un papel crucial en la mejora continua de la gestión de residuos peligrosos en la minería de minerales metálicos. La implementación de sistemas de seguimiento y control, así como la colaboración con expertos en gestión ambiental, pueden ayudar a las empresas mineras a minimizar los riesgos asociados con los residuos peligrosos y a avanzar hacia una operación más sostenible. (Martínez et al, 45:2005).

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266, delimita la disposición final de residuos como la acción de depositar de manera permanente de desechos en lugares y condiciones apropiadas, para de alguna forma evitar daños al medio ambiente y a la salud. Puede ser en el relleno de seguridad, ya que está consignado a acopiar solamente materiales considerados peligrosos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013). Para el caso de la empresa minera la gestión de la disposición final de todos los residuos peligrosos generados en la fase de exploración avanzada, son tratados con un gestor ambiental calificado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE).

Una vez ya identificados y clasificados estos residuos peligrosos, se almacenan de manera segura en las instalaciones adecuadas que posee la empresa, en este caso existen dos

infraestructuras, una ubicada en el campamento Rocafuerte, donde se almacenan los residuos líquidos con característica peligrosa, en donde podemos encontrar: lodos de aceite y lodos de la PTAR. La otra se ubica en el campamento Alpala, donde se almacenan los residuos sólidos peligrosos, donde encontramos: aceites minerales usados o gastados, material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas, filtros usados de aceite mineral, pilas, baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos, desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica, productos farmacéuticos caducados, hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias, suelos contaminados con materiales peligrosos, envases contaminados con materiales peligrosos, luminarias, lámparas, tubos, fluorescentes, focos que contengan Hg, aceites, grasas y ceras usadas o fuera especificaciones, baterías usadas de plomo ácido, cartuchos de impresión de tinta o tóners usados, chatarra contaminada con materiales peligrosos, material adsorbente contaminado con hidrocarburos y aceites vegetales usados (Córdova, & López 2020).

Para los residuos sólidos y líquidos peligrosos, la empresa cuenta con un área de transferencia donde los residuos se almacenan temporalmente para luego ser recolectados y transportados por un gestor ambiental calificado. El área está ubicada en un espacio abierto y apartado con ventilación natural, materiales de construcción no combustibles, iluminación natural, sumideros para control de derrames y señales adecuadas de comunicación de riesgos y sistemas de extinción de incendios.

3.7.7. Disposición final

El transporte de contratación para la evacuación de residuos peligrosos durante el período 2019 a 2022 fue HAZWAT y PLUSAMBIENTE.

3.8. Marco Legal

3.8.1 En la Constitución del Ecuador

Sección tercera. Patrimonio natural y ecosistemas

En el Art. 404, se menciona que el patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

En el Art. 405 se menciona que el sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

3.8.2. Acuerdo Ministerial No. 037: Reglamento Ambiental para Actividades Mineras.

Capítulo VI: Disposiciones generales de tipo técnico ambiental

Art. 72.- Manejo de desechos en general. - Respecto del manejo de desechos, se observará la normativa ambiental aplicable y en general lo siguiente:

1. Jerarquización de la gestión de desechos. - Los planes de manejo ambiental deben incorporar específicamente las políticas y prácticas fundamentadas en la jerarquización de las estrategias de gestión de desechos, considerando en orden de prioridad: a) Prevención y minimización de la generación (reducción de desechos en la fuente); b) Aprovechamiento y valorización de desechos (que incluye reutilización y reciclaje); Tratamiento; c) Disposición Final.

2. Clasificación. - Los desechos deberán ser clasificados, reutilizados, reciclados, tratados, y dispuestos de acuerdo a normas ambientales y conforme al plan de manejo ambiental aprobado;

3. Disposición final de desechos. - Se prohíbe la disposición final no controlada de cualquier tipo de desechos. Los sitios de disposición final tales como escombreras, rellenos sanitarios, piscinas de disposición final, y rellenos de seguridad, según el tipo de desechos, deben cumplir con la normativa ambiental aplicable, y en su defecto con normativa internacionalmente aceptada. Estos sitios deben contar con un sistema adecuado de impermeabilización, canales para el control de lixiviados, su tratamiento y monitoreo, entre otros aspectos técnicos a considerar en función del tipo de desechos. Se prohíbe la disposición de desechos generados en plantas de beneficio tales como relaves, soluciones, aguas de procesos, químicos, y otros, directamente a los cursos de agua y suelo, así como la quema de desechos a cielo abierto.

4. Registros y documentación. - En todas las instalaciones y actividades mineras se llevarán registros sobre la clasificación de desechos, volúmenes y/o cantidades generados y la forma de tratamiento y/o disposición para cada clase de desechos. Un resumen de dicha documentación se presentará en los informes de monitoreo.

Art. 74.- Manejo de desechos peligrosos. - Todos los desechos con características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables o biológicas infecciosas serán considerados como desechos peligrosos y su gestión se sujetará a lo dispuesto en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, o aquel que lo reemplace, así como la normativa ambiental aplicable.

Está prohibida la contaminación de cuerpos de agua y suelos por desechos peligrosos.

Art. 76.- Manejo de productos químicos. - Los titulares mineros deberán acatar las especificaciones de almacenamiento, transporte y uso de sustancias químicas de acuerdo con la normativa técnica nacional y en su defecto de la normativa internacional aceptada, así como las disposiciones establecidas en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, y demás normativa aplicable.

En casos de que las sustancias químicas que se encuentren caducas o fuera de especificaciones, serán consideradas como desechos peligrosos y deberán someterse a la normativa ambiental aplicable. Está prohibida la contaminación atmosférica, de cuerpos de agua y suelos por sustancias químicas peligrosas.

Art. 77.- Manejo de hidrocarburos. - La operación y mantenimiento de equipos, maquinaria e hidrocarburos en general utilizados en la actividad minera en cualquiera de sus fases, estará regulada a través de la normativa ambiental para el manejo de hidrocarburos expedida por la Autoridad Ambiental.

Capítulo VIII: Disposiciones técnico-ambientales específicas para actividades de explotación

3.8.3 Acuerdo Ministerial No. 026: Registro de Generadores de Desechos Peligrosos, Gestión de Desechos Peligrosos y para el Transporte de Materiales Peligrosos.

Manifiesta la obligatoriedad de toda persona natural o jurídica que genere desechos peligrosos, deberán calificarse en el Ministerio del Ambiente, y se expiden los procedimientos para el registro de generadores de desecho peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos, de acuerdo a lo establecido en el Art. 1.

3.8.4. Ley de Minería (2009)

Esta ley crea un sistema de títulos que permite a los involucrados postular y ser otorgados los permisos para la exploración, explotación, instalación de servicios públicos, fundición y refinación y comercialización; así como también permisos para la ejecución de MAPE, basados en una orden especial o uso de materiales de construcción. Lo especial de Ecuador es que las concesiones para la minería de medianos y grandes metales se conceden mediante subasta y remate público. El sistema de la pequeña minería, en la que sus criterios son inhabituales en comparación con los diferentes países, está sujeto al proceso de otorgamiento del derecho de solicitar y ofrecer. Los GADs son responsables de los ríos, costas y canteras secas y agregadas.

En términos de sostenibilidad ambiental, esto se define en el capítulo II del Título IV, aquí se trata sobre las obligaciones de los propietarios mineros con respecto a la conservación del ambiente. Por otra parte, el Capítulo III del Título IV, instituye sobre las responsabilidades de gestión social y participación de la comunidad en el proyecto minero, de esta manera se incluye la obligación del Estado de implementar métodos de cooperación y procedimientos específicos de consulta con los pueblos nativos.

Además, se aborda el tema del cierre minero, obligando a los concesionarios a mostrar información sobre inversiones y operaciones como consecuencia de cierre o abandono y proponer planes de cierre al menos dos años antes del cierre o abandono total.

3.8.5. Código Orgánico del Ambiente (COA)

El Código Orgánico del Ambiente entró en vigencia en abril del 2018 y reemplazó a la Ley de Gestión Ambiental del 2004. El COA es un marco legal que se aplica a cualquier actividad que pueda afectar el medio ambiente.

El COA ha establecido un sistema institucional de gestión ambiente en donde sobresale el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y un nuevo reglamento normativo sobre protección, restauración y uso sostenible del patrimonio natural que incluye a la biodiversidad, servicios ambientales, sistemas forestales e incentivos para la conservación, uso y gestión sostenible del patrimonio natural.

3.8.6. Reglamento Ambiental de Actividades Mineras (2016)

El presente reglamento, emitido por el Ministerio del Ambiente con acuerdo ministerial No. 37, regula la gestión de los temas ambientales de la minería en todo el territorio del país durante su fase exploración inicial o avanzada, explotación, uso, procesamiento, fundición, refinación, extracción y cierre de minas.

(Gómez & Rodríguez, 2017), mencionan que en este reglamento se establece la obligación de los titulares de proyectos mineros de elaborar una propuesta de minimización de residuos peligrosos como parte de su plan de gestión ambiental. Esta propuesta debe incluir medidas

específicas destinadas a reducir la generación de residuos peligrosos en todas las etapas de la actividad minera, desde la exploración hasta la fase de cierre de la mina, de igual manera establece la necesidad de identificar y evaluar medidas de minimización de residuos peligrosos que sean técnicamente viables y económicamente factibles para implementar en el proyecto minero. Esto puede incluir la optimización de procesos, la adopción de tecnologías más limpias, la reutilización y reciclaje de materiales, y la reducción en la fuente mediante cambios en los métodos de trabajo.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Investigación de campo

4.1.1. Materiales y equipos

Para la presente investigación descriptiva, se usaron los siguientes materiales en la fase de campo:

Tabla 4.

Materiales utilizados en la toma de datos en campo

Materiales	Equipos	Software
Guantes de nitrilo	GPS	Google earth
Zapatos punta de acero	Cámara fotográfica	Google maps
Botas punta de acero		
Mascarillas		
Formato de registro de datos		
Esferográfico		
Cuaderno		

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Métodos de investigación

4.1.2.1. Método descriptivo

Para llevar a cabo la investigación, se realizó una revisión bibliográfica e histórica y se hizo una inspección general, con la finalidad de ubicar las áreas en donde se han generado

los residuos peligrosos y los centros de almacenamiento temporal de los mismos, todo esto se desarrolló mediante una observación directa.

4.1.2.2. Técnica de observación directa

Se visitó las áreas operativas y administrativas en el proyecto minero, a fin de verificar el manejo de los residuos peligrosos desde la fuente hasta el sitio de almacenamiento temporal área de transferencia. En el campamento ubicado en el sector Rocafuerte en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se generan los lodos de las plantas, los mismos que son evacuados directamente con el gestor ambiental calificado, estos lodos permanecen en las PTAR hasta su disposición final con el gestor. El campamento ubicado en el sector de Alpala es donde son almacenados temporalmente todos los residuos peligrosos generados de las actividades mineras de exploración avanzada. Las ubicaciones geográficas de estos dos campamentos se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 5.

Coordenadas de los sitios de almacenamiento temporal de residuos peligrosos

Descripción	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
	X	Y	
Campamento Alpala	83039.00	796569.00	1623
Campamento Rocafuerte	88744.00	798340.00	874

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Descripción de la zona de estudio

La presente investigación fue realizada en el sector Santa Cecilia, situada en las parroquias Lita y La Carolina, pertenecientes al cantón Ibarra en la provincia de Imbabura, este proyecto minero abarca una extensión aproximada de 5000 hectáreas.

4.1.3.1 Clima

El clima que posee el área en donde se lleva a cabo el proyecto minero es de carácter templado- cálido en las partes más elevadas y en las partes más bajas muestra un clima cálido. Es un área subtropical húmeda, su temperatura anual aproximada es de 22,5°C y 23,5°C. (Datos Estaciones Meteorológicas del proyecto Minero)

4.1.3.2. Topografía

En donde se lleva a cabo las actividades de exploración avanzada, comprende pendientes empinadas, en zonas con pendientes fuertes se observan excedentes de bosque.

4.1.3.3. Flora y fauna

4.1.3.3.1. Flora

Presenta vegetación agreste como caoba, roble, guayacán, balsa, posee también árboles como “cedro” *cedrela montana*, “Caoba” *platysmiscium pinnatum*, “laurel” *cordia alliodora*, “Bromelia” *Bromelia sp*, “Filodentron” *Philodendron megalophyllum*, “Caimitillo” *Chrysophyllum venezuelanense*. (Prefectura de Imbabura, 2019)

4.1.3.3.2. Fauna

Se pueden destacar especies como lagartijas y culebras “Tigrillo” *Leopardos Pardalis* “Armadillo” *Dasytus novemcinctus* “Guanta” *Cuniculus paca* “Guatín” *Dasyprocta sp*. (Prefectura de Imbabura, 2019)

4.1.3.4. Cuencas hidrográficas

La Cuenca principal del proyecto minero es la del río Mira, teniendo los principales afluentes los ríos que atraviesan la concesión minera: Parambas, Cristal, Río Verde Chico, Cachaco y Collapí. (Benavides& Gómez, 2018)

4.1.3.5. Uso de suelo

En el proyecto minero se presentan asentamientos humanos, minería, agricultura y en una menor escala la ganadería. (Aguirre & Gómez J,2018)

4.2. Revisión documental

4.2.1. Comparación con Normativas y Estándares

La presente investigación se basa en el Reglamento Ambiental de Actividades Mineras (RAAM), Acuerdo Ministerial 37 y Acuerdo Ministerial 026

Sección II

De la Exploración Avanzada

Art. 72.- Manejo de desechos en general. - Respecto del manejo de desechos, se observará la normativa ambiental aplicable y en general lo siguiente:

1. Jerarquización de la gestión de desechos. - Los planes de manejo ambiental deben incorporar específicamente las políticas y prácticas fundamentadas en la jerarquización de las estrategias de gestión de desechos, considerando en orden de prioridad:

- a) Prevención y minimización de la generación (reducción de desechos en la fuente);
- b) Aprovechamiento y valorización de desechos (que incluye reutilización y reciclaje); Tratamiento;
- c) Disposición Final.

Art. 74.- Manejo de desechos peligrosos. - Todos los desechos con características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables o biológicas infecciosas serán considerados como desechos peligrosos y su gestión se sujetará a lo dispuesto en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, o aquel que lo reemplace, así como la normativa ambiental aplicable.

Los desechos con contenido de material radioactivo sean de origen natural o artificial serán regulados y controlados por la normativa específica emitida por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable a través de la Subsecretaría de Control, Investigación y Aplicaciones Nucleares o aquella que la reemplace. (Acuerdo Ministerial 37, 2016).

En esta investigación se cumplen las regulaciones existentes, dado que la compañía minera posee toda la documentación como empresa calificada en el Ministerio del Ambiente como generadora de desechos peligrosos con registro SUIA-05-2019-MAE-CGZ1-DPAI-00083 en cumplimiento de la legislación ambiental vigente, en la que se adjunta:

- Declaración anual de desechos peligrosos (anual)
- Manifiestos únicos de entrega, transporte y recepción de desechos peligrosos
- Certificados de tratamiento/ disposición final de desechos
- Informe de Resultados de la Aplicación del Plan de Minimización.

4.2.2. Análisis de datos históricos

Mediante la recolecta de documentos históricos (informes de cumplimiento y registros de generación), las licencias ambientales y permisos del proyecto minero, fueron otorgados en agosto 2013, de igual manera se obtuvieron las acciones desarrolladas que se han ejecutado durante el período 2019-2022, como se puede observar en la Tabla 5.

Para la realización de las actividades, la empresa actualmente cuenta con dos campamentos de avanzada en la Concesión Cascabel con una población de 400 personas. En dichos campamentos se generan desechos no peligrosos orgánicos e inorgánicos, y desechos peligrosos. Con fecha 15 de octubre de 2014, la empresa se registró ante el Ministerio de Ambiente como empresa generadora de desechos peligrosos, mediante registro No. 10-14-DPAI-030.

Con fecha 16 de agosto de 2019, la empresa recibió mediante el Sistema SUIA la aprobación de la Actualización del Registro de Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales No. SUIA-05-2019-MAE-CGZ1-DPAI-00083

4.2.3. Recolección de datos

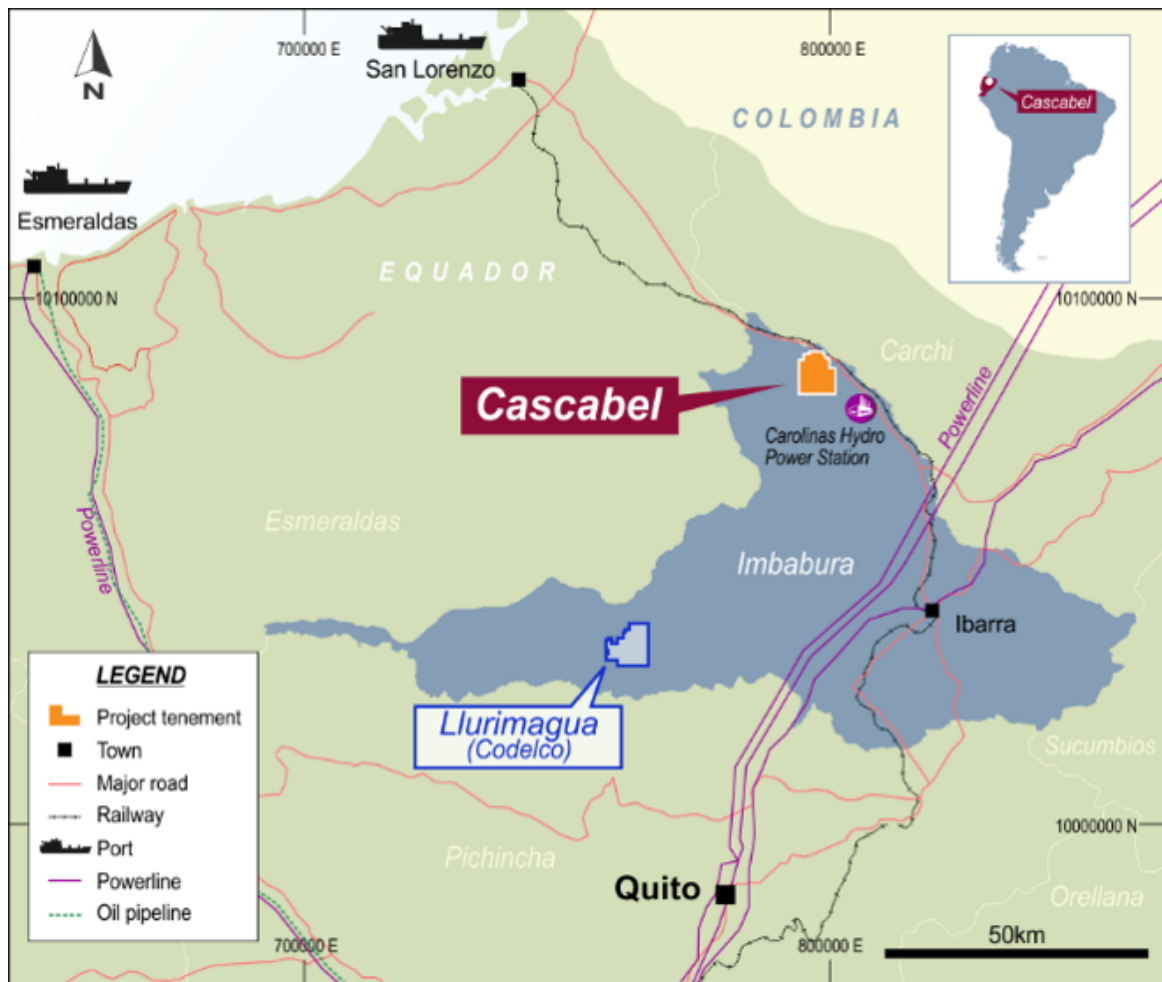
Luego de identificar los residuos peligrosos que se han generado en los períodos mencionados, se procedió a recabar la información con datos reales anuales que facilitó la empresa de carácter confidencial con el software Excel. Por otra parte, se realizó las inspecciones en campo dando el seguimiento por un período de 15 días para evaluar la gestión en el manejo de los residuos peligrosos, almacenamiento, desalojo con gestor.

Una vez recolectados los datos, se realizó tablas con las claves de los desechos peligrosos y su peso, en base al listado nacional de desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142, para posterior realizar los promedios anuales de cada tipo de residuo y de esta manera tener un análisis estadístico.

4.3. Ubicación geográfica del área de estudio

Figura 2.

Mapa de ubicación del proyecto minero



Nota. El gráfico representa la ubicación del proyecto minero en su actual etapa de exploración avanzada. Tomado de la Compañía Minera (2019).

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Fase de campo

5.1.1. Cantidad general de residuos producidos anualmente

Tabla 6.

Residuos peligrosos producidos anualmente en el proyecto minero

Clave	Residuo	2019	2020	2021	2022
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	12457	7564	10951	1885
NE-43	Material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	4291,8	236	445	70
NE-32	Filtros usados de aceite mineral	1192	740	1222	261
NE-08	Pilas, Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos	4.5	0	7	3
NE-10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica prestada en centros médicos de empresas	24.5	31	35	12
NE-47	Productos farmacéuticos caducados	0.68	19	4	6
NE-35	Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias	13671.9	4600	6522	2712
NE-52	Suelos contaminados con materiales peligrosos	1121.5	857	1370	305
NE-27	Envases contaminados con materiales peligrosos	3388.7	1121	1005	104
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos, fluorescentes, focos que contengan Hg	3	16	12	3
NE-34	Aceites, grasas y ceras usadas o fuera especificaciones	1927.2	1568	1279	196
NE-07	Baterías usadas de plomo ácido	40.5	39	0	7

NE-53	Cartuchos de impresión de tinta o tóners usados	16.4	24	2	0
NE-09	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	0.0	0	0	0
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes.	0.0	2096	4109	548
ES-07	Aceites vegetales usados en proceso de frituras de alimentos	4820	1671	4077	1688
		Kg 42960	20582	31040	7800
NE-36	Lodos de aceite	0	713	14000	48
NE-37	Lodos del sistema de agua residuales de tratamiento de las aguas residuales domésticas que contengan materiales peligrosos	25000	20000	25000	32000
		L 25000	20713	39000	32048

Fuente: La tabla presenta la generación anual de residuos peligrosos. Tomado de la Empresa Minera. Basados en elaboración propia

En base a los resultados obtenidos, se congregaron en 18 grupos, mismos que se generan dentro del proyecto minero conforme a las categorías que detalla el anexo B Listados Nacionales de Desechos peligrosos del Acuerdo Ministerial 142, cuyo registro anual de las cantidades generadas de 16 tipos de residuos han sido cuantificados en unidades de masa (kilogramos – kg) y 2 tipos residuos han sido registradas en unidades de volumen (litros – L). A continuación, se realiza un análisis general de las cantidades generadas

Figura 3.

Residuos solidos peligrosos generados en el periodo 2019-2022

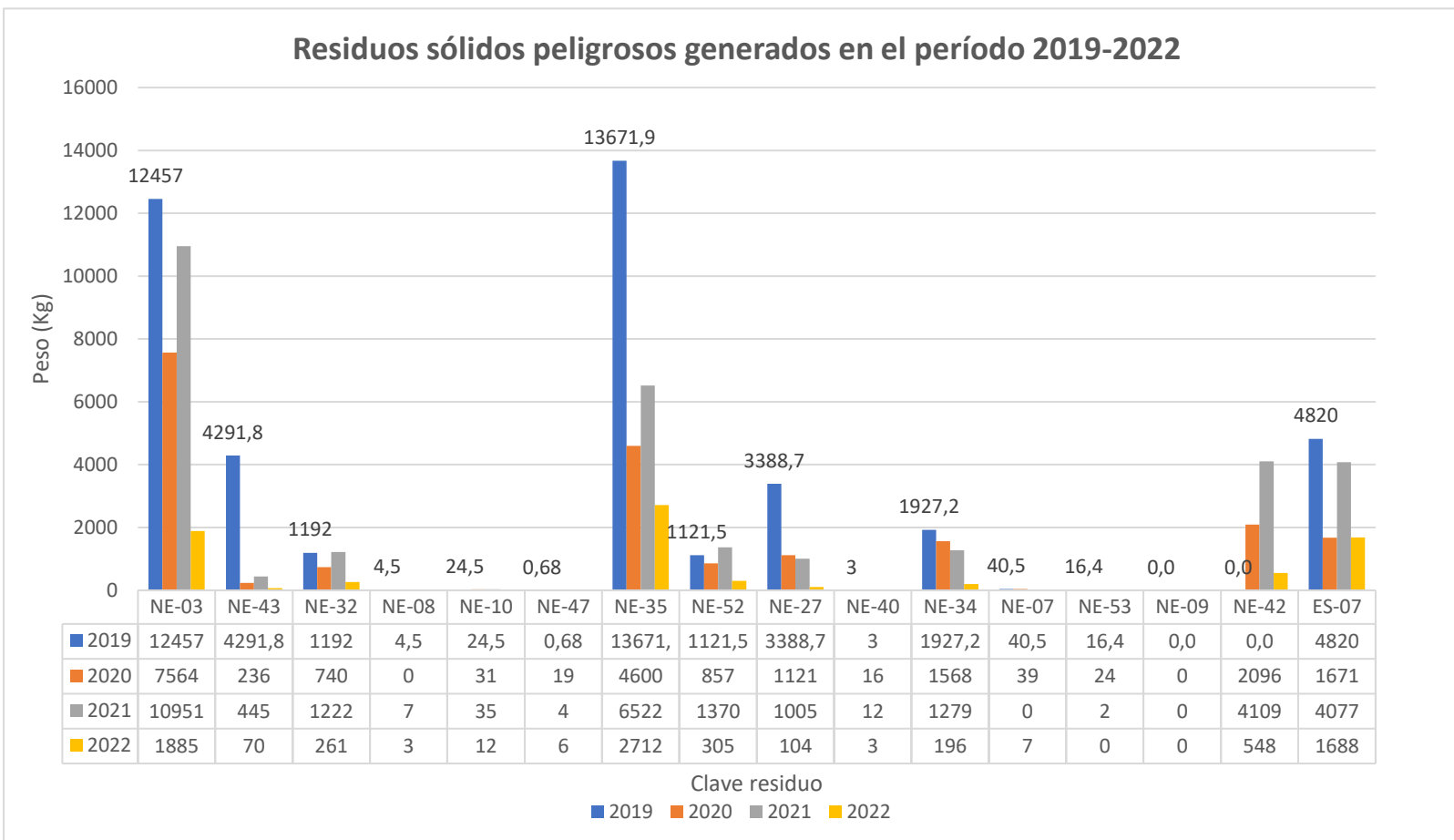
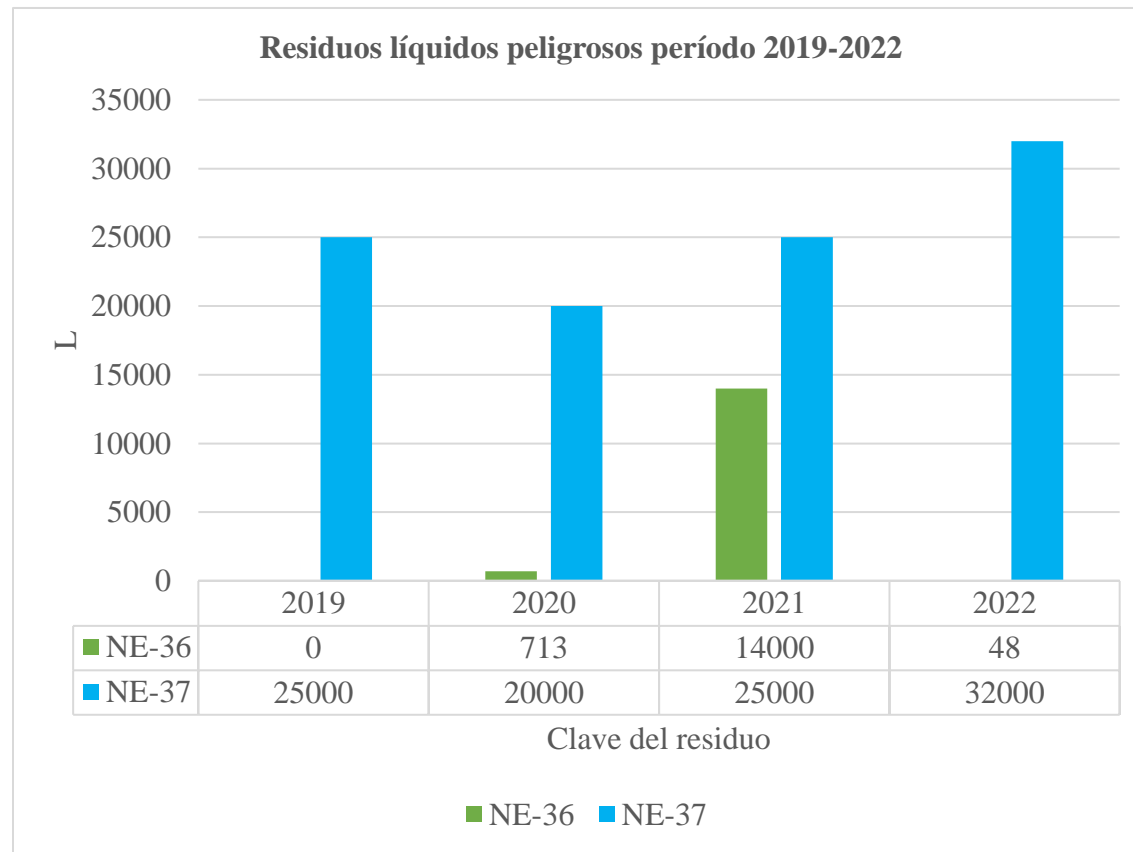


Figura 4.

Residuos Líquidos peligrosos periodo 2019-2022



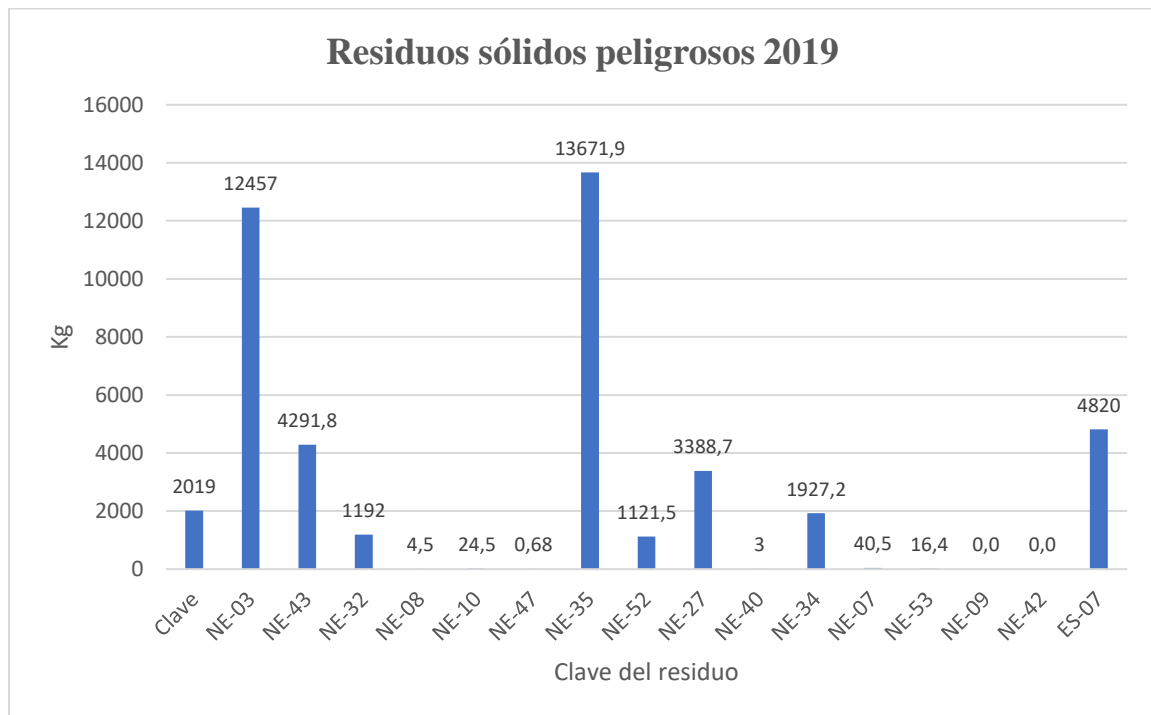
En la figura 3 se puede observar que el residuo NE-03 Aceites minerales usados o gastados 12457 kg y NE-35 Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias 13671,9 kg son los de mayor generación, junto con el NE-37 lodos de aceite con una cantidad total anual de 32000 L.

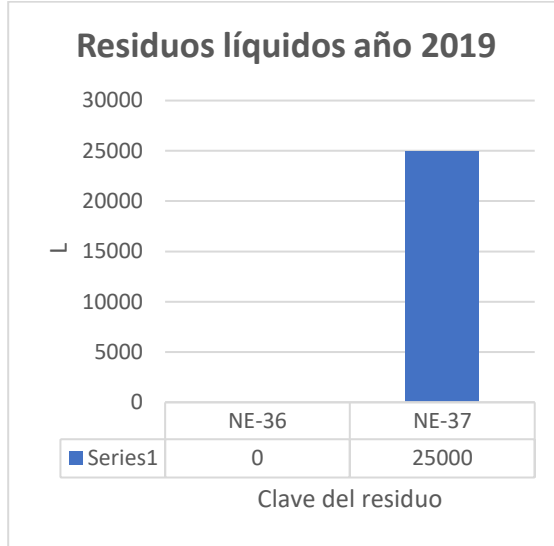
5.2. Residuos peligrosos generados por año

5.2.1. Residuos peligroso año 2019

Figura 5.

Residuos peligrosos generados en el año 2019



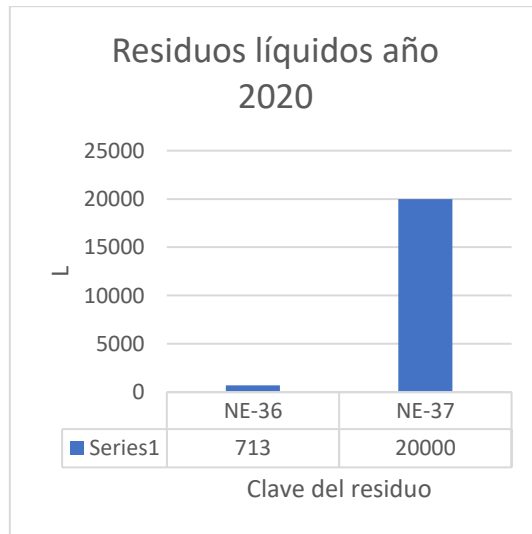
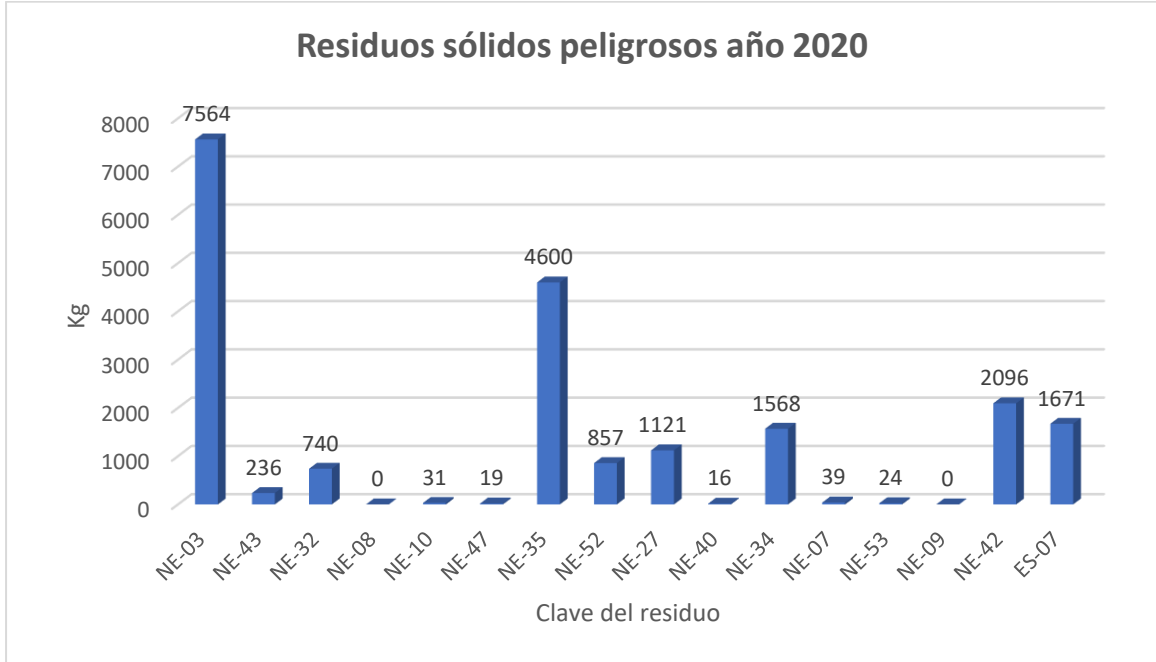


En la figura 4 se puede observar que el residuo NE-35 Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias es el de mayor generación con una cantidad anual de 13671,9 kg junto con el NE-37 lodos de aceite con una cantidad total anual de 25000 L.

5.2.2. Residuos año 2020

Figura 6.

Residuos peligrosos generados en el año 2020

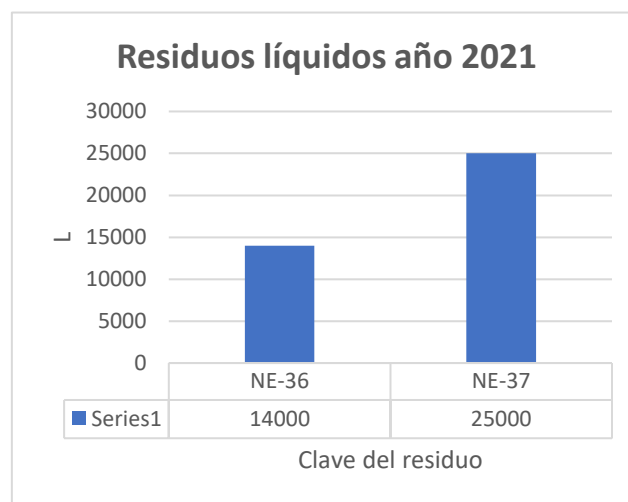
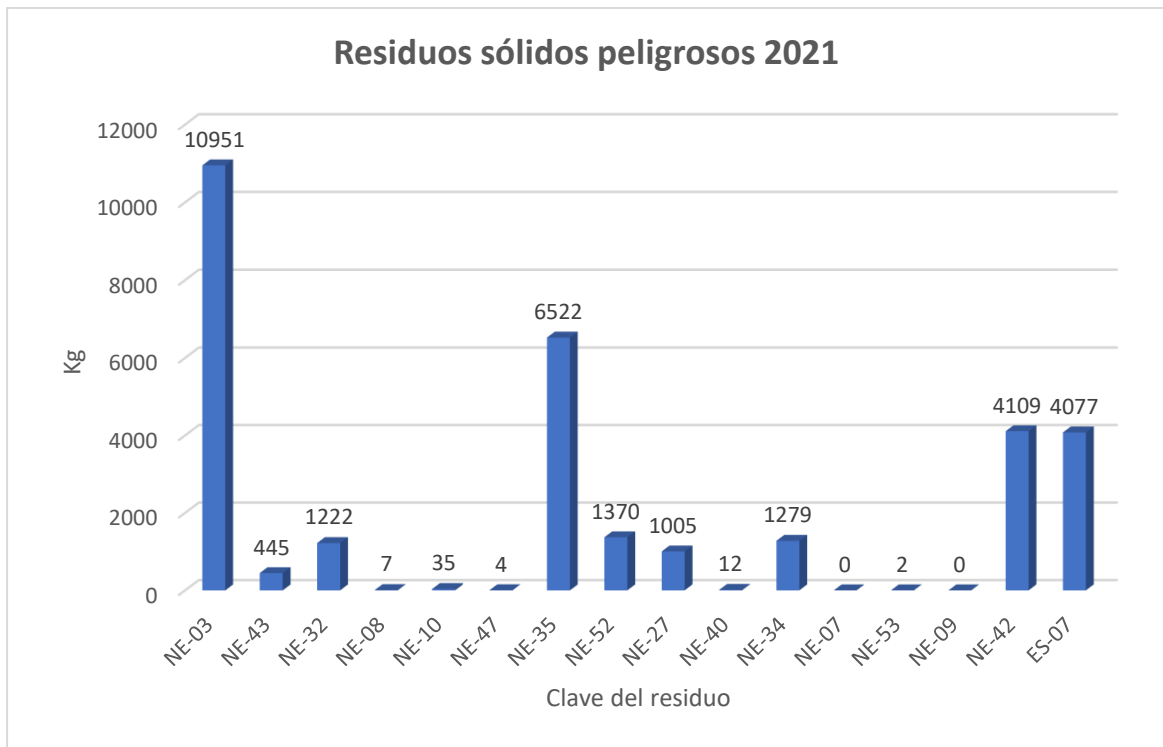


En la figura 5 se puede observar que el residuo NE-03 Aceites minerales usados o gastados es el de mayor generación con una cantidad anual de 7564 kg junto con el NE-37 lodos de aceite con una cantidad total anual de 20000 L.

5.2.3. Residuos año 2021

Figura 7.

Residuos sólidos peligrosos generados en el año 2021

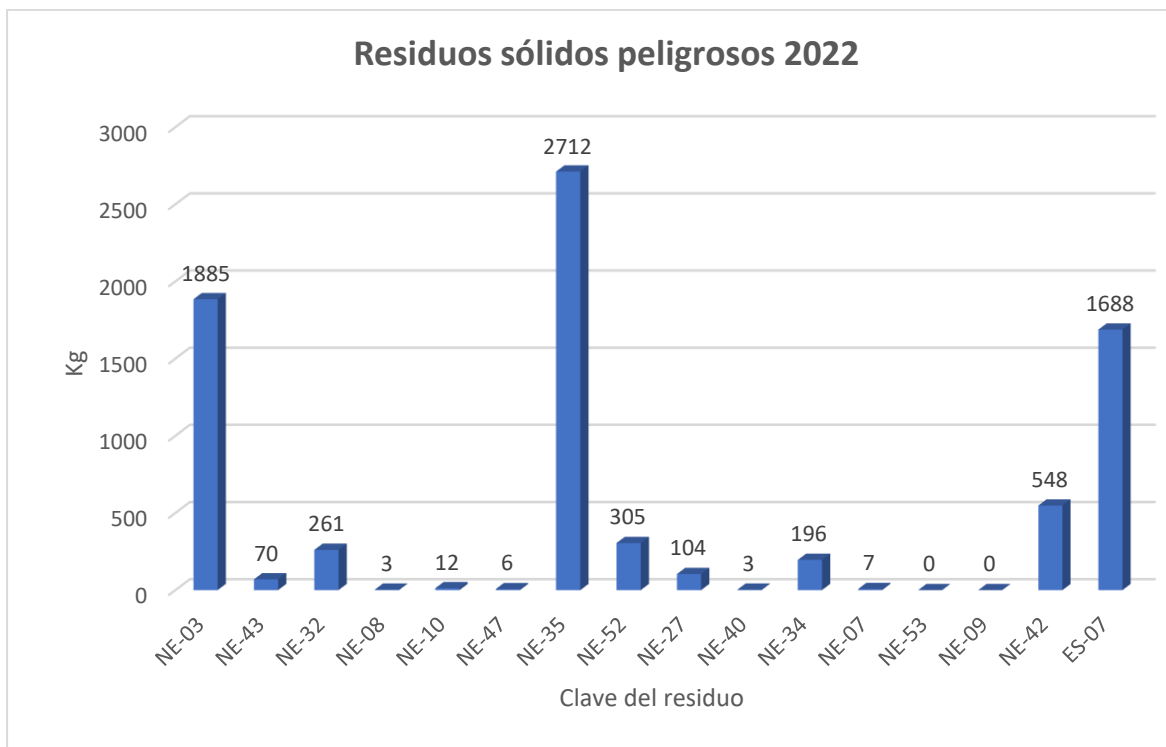


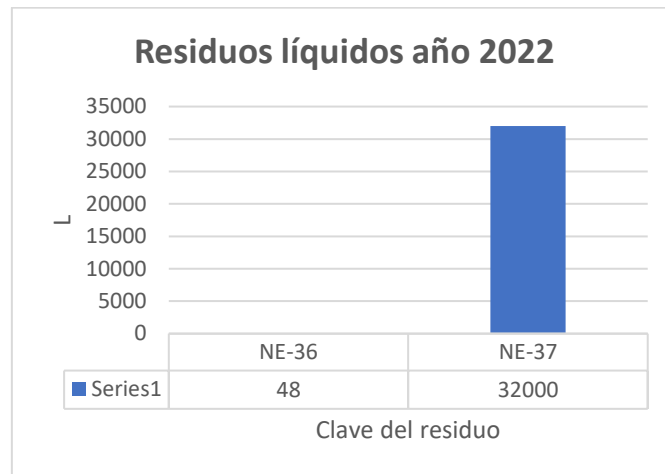
En la figura 6 se puede observar que el residuo NE-03 Aceites minerales usados o gastados 10951 kg, junto con el NE-37 lodos de aceite con una cantidad total anual de 25000 L son los de mayor generación

5.2.4. Residuos año 2022

Figura 8.

Residuos sólidos peligrosos generados en el año 2022



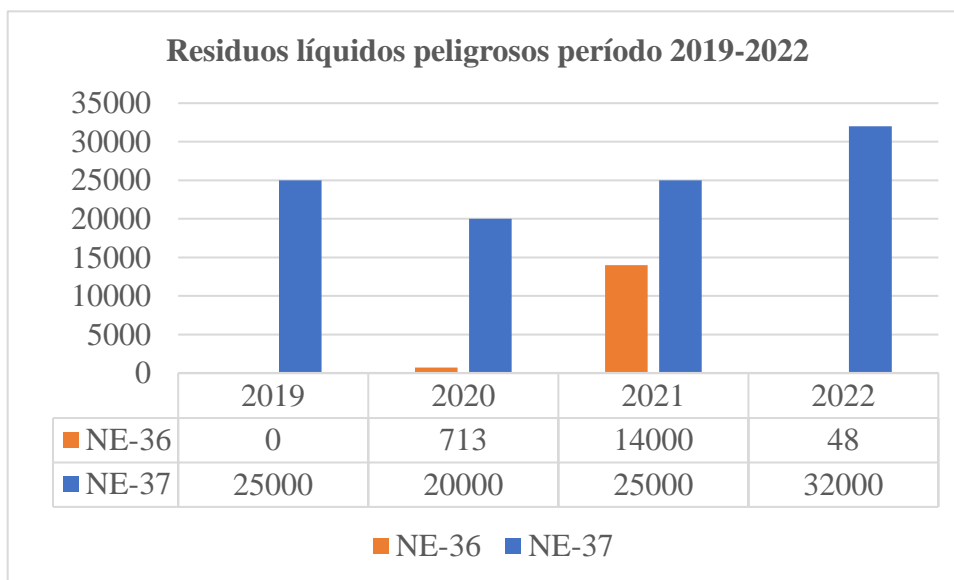


En la figura 7 se puede observar que el residuo NE-35 Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias 2712 kg, junto con el NE-37 lodos de aceite con una cantidad total anual de 32000 L son los de mayor generación.

5.3. Residuos peligrosos líquidos anuales

Figura 9.

Residuos líquidos peligrosos período 2019-2022



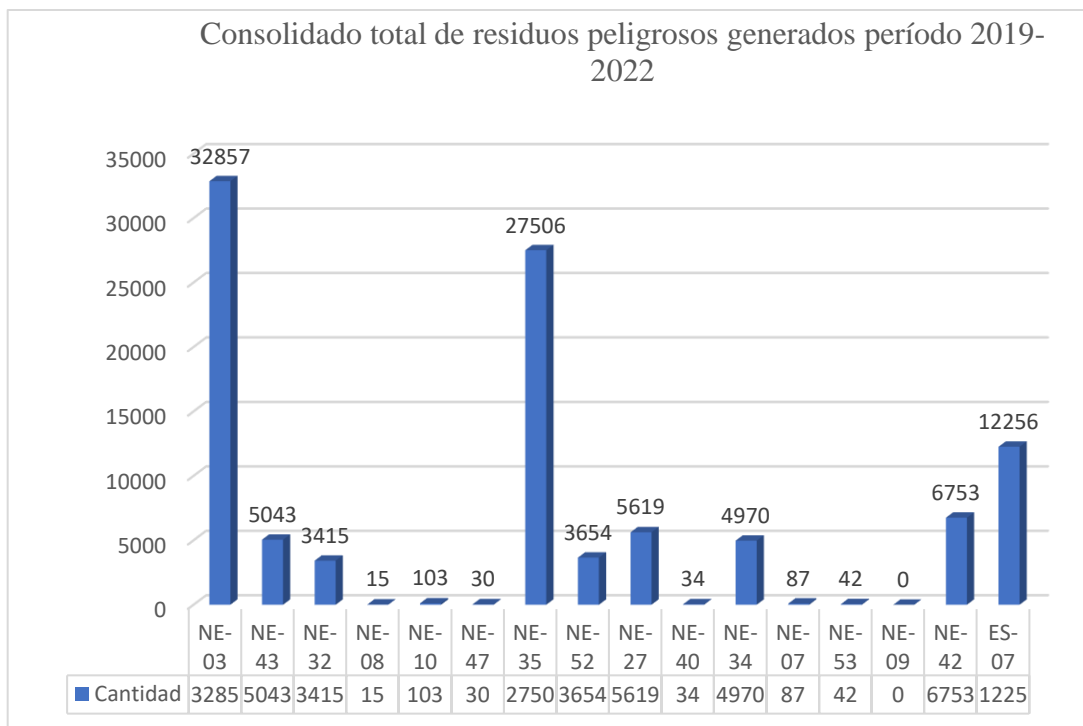
NE-36 Lodos de aceite en 2019, no se generaron lodos de aceite, en 2020, la generación aumentó a 713 litros, en 2021, la cantidad aumentó significativamente a 14,000 litros y en 2022, la generación disminuyó a 48 litros, lo que quiere decir que la generación de lodos de aceite tuvo un aumento considerable en 2021, pero disminuyó significativamente en 2022.

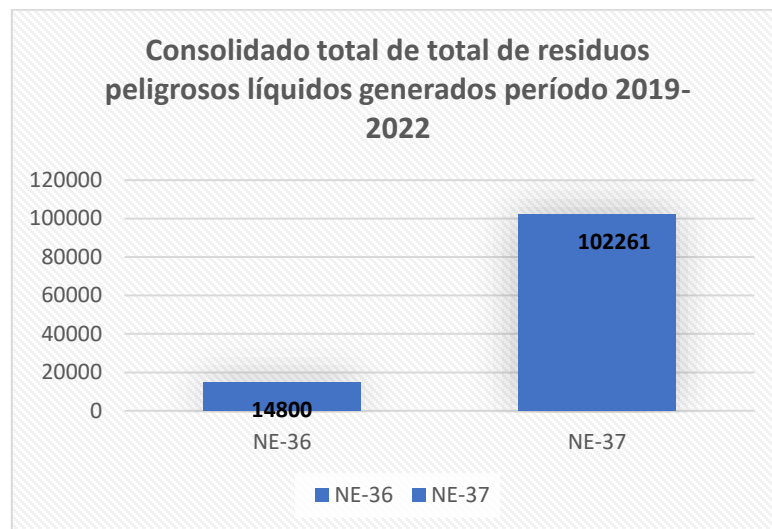
NE-37 Lodos del sistema de agua residuales de tratamiento de las aguas residuales domésticas que contengan materiales peligrosos en 2019, se generaron 25,000 litros de lodos, en 2020, la cantidad disminuyó a 20,000 litros, en 2021, la generación se mantuvo constante en 25,000 litros y para el año 2022, la generación aumentó a 32,000 litros, lo que significa que la generación de lodos del sistema de agua residuales de tratamiento de aguas residuales domésticas mostró una variación a lo largo de los años y el aumento en 2022 indica cambios en la carga contaminante o en el tratamiento de aguas residuales.

5.4. Consolidado total de residuos peligrosos generados período 2019-2022

Figura 10.

Consolidado total de residuos peligrosos generados período 2019-2022





En la figura 9 se puede observar que el residuo NE-03 Aceites minerales usados o gastados 32857 kg, NE-35 hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias 27506 kg, junto con el ES-07 Baterías usadas de plomo ácido son los de mayor generación en unidades de medida de peso; en cuanto al residuo de volumen NE-37 que corresponde a Lodos del sistema de agua residuales de tratamiento posee un valor de 102261 L.

5.5 Discusión

El residuo que más se generó en el año 2019 fue NE-35 Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias, que corresponde al 32% del total de residuos peligrosos generados en el año.

Existe una disminución en la generación de algunos tipos de residuos, como los aceites minerales usados (NE-03), si comparamos pasaron de representar el 29% en el año 2019 al 24% en el año 2022, es decir hubo una reducción. Del mismo modo, el material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas (NE-43) y los filtros usados de aceite mineral (NE-32) también experimentaron reducciones. Si comparamos la cantidad generada de hidrocarburos sucios (NE-35), disminuye con un 32% en 2019, y se registra una disminución en 2020 y 2021, seguida de un aumento al 35% en 2022. Estos residuos han sido producto del mantenimiento de tanques de almacenamiento de combustible para las actividades de exploración avanzada que se realizaron.

En base a los residuos líquidos peligrosos que se han generado dentro del proyecto minero, se puede apreciar que la fluctuación en la generación de residuos se debe a cambios en los procesos de producción, los valores de 2022 para NE-36 que corresponden a Lodos de aceite son inusualmente bajos en comparación con los años anteriores, por lo cual las áreas de perforación de pozos y la obtención de muestras geológicas bajó en un nivel significativo, impidiendo que se genere este tipo de residuo.

Es importante destacar que no existe generación de 3 tipos de desechos, de los cuales 2 no se generan en el año 2019 NE-09 y NE-36. Para el año 2019 se dejó de generar el desecho NE-42.

5.6. Formulación de la propuesta del plan de minimización de residuos peligrosos en el proyecto minero

Para la presente investigación se desarrolló una propuesta de minimización de estos residuos, que permite identificar los riesgos ambientales asociados con la generación de residuos peligrosos en todas las etapas del proyecto minero, desde la exploración hasta la fase de cierre de la mina.

5.6.1. Objetivos

- Establecer lineamientos para minimizar y reducir la generación de desechos peligrosos en las instalaciones donde realiza actividades la empresa.
- Promover que la gestión de residuos se lleve a cabo de manera eficiente y no represente riesgos para el ambiente ni para todo el personal. Al mismo tiempo, proveer a los trabajadores y sus contratistas prácticas útiles para el manejo de residuos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.
- Utilizar alternativas efectivas para reciclar, reusar, reducir o eliminar la generación de residuos en la fuente.

5.6.1.1. Metas del proyecto

Reducir la generación de residuos peligrosos en el proyecto minero durante la fase de exploración avanzada en un 20% para el año 2025, mediante la implementación de prácticas y tecnologías innovadoras en la manipulación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos, así como promoviendo la reutilización de materiales y la adopción de procesos más eficientes en la extracción y procesamiento de minerales metálicos.

Capacitar al 100% del personal involucrado en la fase de exploración avanzada en prácticas de manejo de residuos peligrosos, garantizando la correcta segregación y disposición de los mismos para el año 2025.

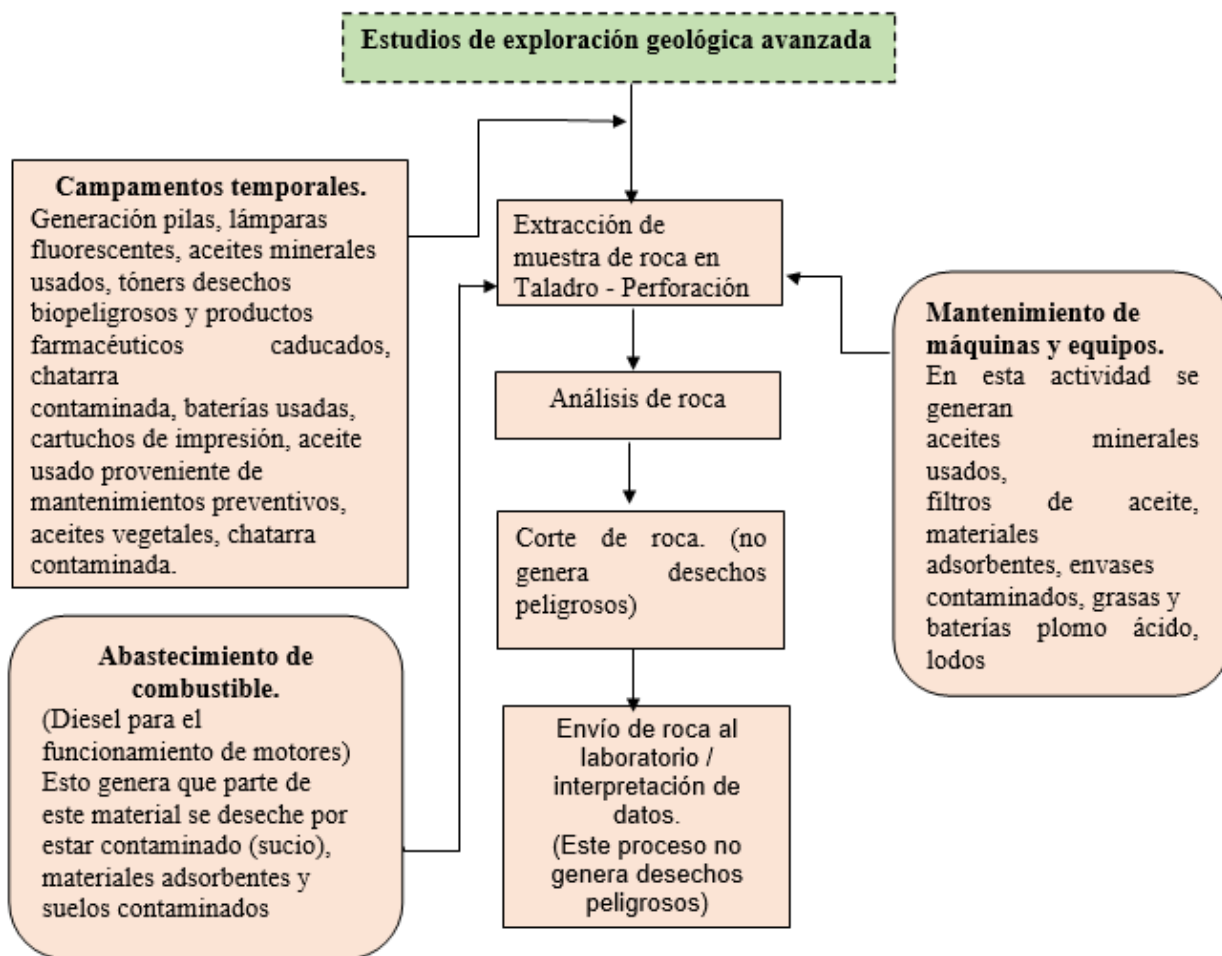
5.7. Descripción del proceso productivo vinculado a la generación de residuos peligrosos

Los procesos de exploración geológica avanzada se realizan con máquinas de perforación, las cuales extraen muestras de rocas del subsuelo, en profundidades que fluctúan entre los 300 m y 2000 m de profundidad.

Producto de la operación del taladro, mantenimiento y limpieza de los diferentes equipos que conforman el taladro de perforación, da lugar a la generación de diferentes tipos de desechos peligrosos. En el siguiente diagrama de flujo se describe el proceso operacional en la fase de exploración avanzada, como se detalla en la figura 10:

Figura 11.

Proceso productivo del proyecto minero



Nota: La figura representa la descripción del proceso productivo del proyecto minero

Fuente: Solgold Ecuador.

5.7.1. Análisis de los procesos exploratorios generadores de residuos peligrosos.

Dentro del proyecto minero se desarrollan diversas actividades productivas, en donde se generan residuos de carácter peligroso, es por ello que se detalla el lugar de generación de los mismos.

5.7.1.1. Implantación y Mantenimiento de Campamentos.

Para los estudios geológicos en la fase de exploración avanzada, es necesario la implantación de campamentos temporales en los sitios cercanos a las áreas de perforación. Estos campamentos cuentan con generadores eléctricos los mismos que sirven para iluminación de las áreas operativas del campamento (dormitorios, cocina, oficina, etc) y demás requerimientos de energía. Para el funcionamiento y mantenimiento de este equipo se utiliza diésel y aceite para motor. Cierta cantidad de diesel es desechado (NE-35), al estar mezclado con partículas indeseables para el funcionamiento del motor. Para asegurar el buen funcionamiento del generador cada cierto tiempo se realiza mantenimientos preventivos: cambio de aceite y filtros. Por lo tanto, también se genera este tipo de desecho (NE-03) y también filtros usados (NE-32), además se genera Chatarra contaminada (NE-09) y Lodos de Aceite (NE-36).

Para la iluminación del campamento se utiliza lámparas fluorescentes (NE-40) para los dormitorios, cocina, áreas recreativas, oficina, bodegas etc. A estas lámparas se las cambia permanentemente debido al término de su vida útil. El uso de linternas para iluminación nocturna requiere pilas, las cuales luego de cumplir su vida útil son desechadas (NE-08).

Las pilas, también son usadas para el funcionamiento de GPS, instrumento de posicionamiento global indispensable para la ubicación de las áreas en donde se requiere explorar geológicamente, para poder minimizar se puede utilizar hacer uso de pilas recargables y energía solar, es decir, en lugar de utilizar pilas desechables, se puede optar por pilas recargables que puedan ser reutilizadas varias veces.

En los campamentos se cuenta también con un centro de salud, en el cual producto de las atenciones médicas a los trabajadores se generan desechos bio-peligrosos (NE-10), y medicamentos caducados (NE-47). Estos medicamentos se caducan debido a que se necesita tenerlos en stock ante alguna emergencia, sin embargo, para reducir este residuo es necesario optar por un monitoreo de patologías comunes entre los trabajadores.

5.7.1.2. Extracción de muestras de roca.

Para la extracción de muestras de roca, para el análisis e interpretación geológicas de las anomalías mineralógicas de las áreas de estudio, se implantan taladros en distintos sitios de interés. Estos taladros están compuestos de motores de combustión interna y equipos giratorios, los cuales para su funcionamiento se requiere se los abastezca de combustible (diesel) desde el campamento base. Una mínima parte de este combustible es desechado por no tener las características necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos. Para el mantenimiento preventivo de los motores de combustión interna se realiza permanentemente cambio de aceites minerales y filtros de aceite. Estos aceites son desechados en su totalidad (NE-03), es decir todo el aceite que ingresa en el primer cambio se desecha en el segundo y así consecutivamente. (Córdova & López, 2020)

Para que los equipos de giro del taladro y rosca de tubería no se desgasten se mantienen constantemente engrasados, esta grasa (NE-34) al cumplir su objetivo pierde las propiedades lubricantes por lo que se desecha, y se engrasa nuevamente todas las partes móviles para que el equipo de perforación trabaje correctamente. Los envases que contienen la grasa, se los considera desechos peligrosos por lo que son desechados luego de ser utilizados (NE-27).

En los mantenimientos preventivos y correctivos que se realizan al equipo de perforación, se utiliza material adsorbente (NE-43) para la limpieza de piezas y herramientas. Estos materiales adsorbentes también son utilizados para la limpieza del área de almacenamiento de combustible en la plataforma de perforación.

Durante el retiro de maquinaria y limpieza de plataformas se generan suelos contaminados (NE-52) por sustancias utilizadas en el proceso de perforación (grasas, hidrocarburos, aditivos, etc.), estos suelos son retirados y almacenados para su disposición final. Lo propio ocurre cuando se presentan rastros de contaminación en el suelo ya sea por liqueo de combustible.

Todo lo anterior constituye la base para la generación de desechos peligrosos, estos desechos resultan fundamentalmente de los procesos de perforación para la extracción de muestras de

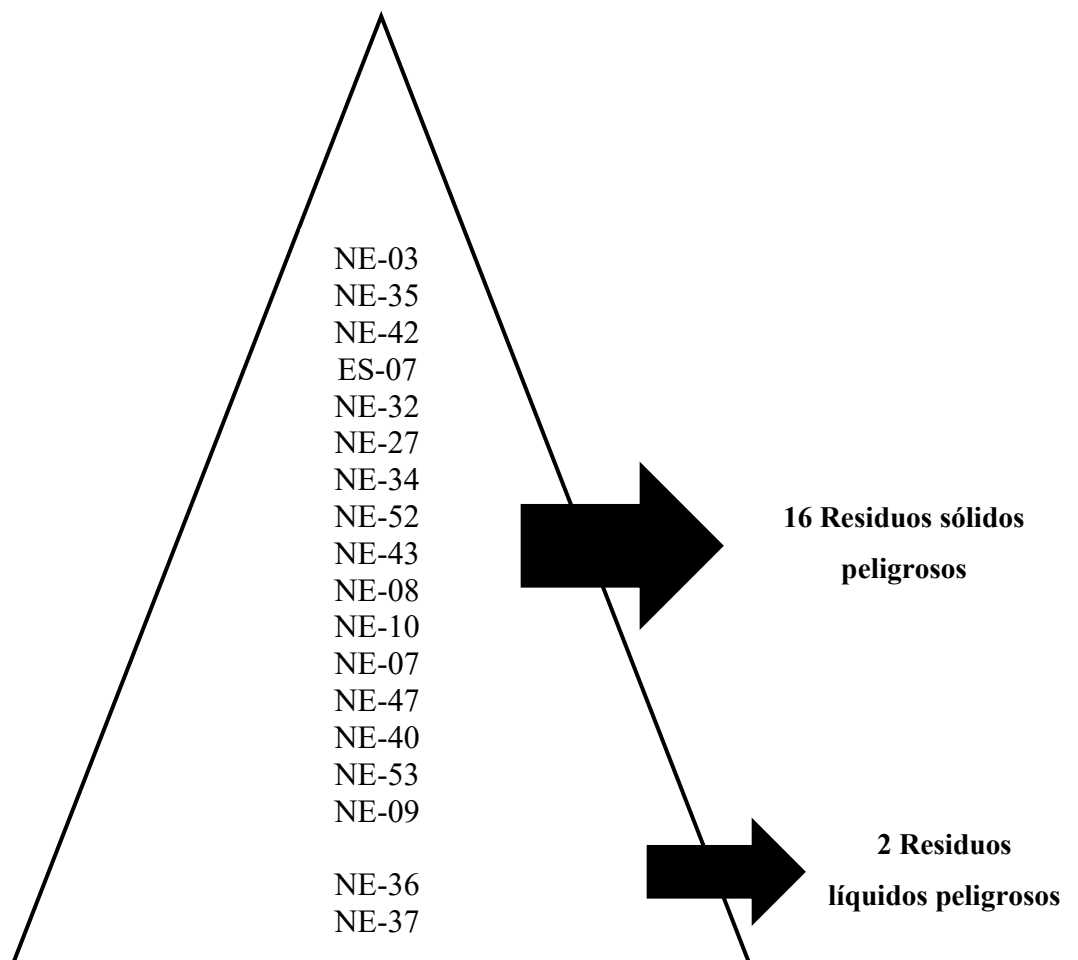
rocas, y de los requerimientos energéticos para la convivencia del personal en los campamentos.

5.8. Jerarquización de desechos peligrosos.

A continuación, se detalla la jerarquización de los desechos peligrosos generados por la Empresa minera de acuerdo a la cantidad generada de 2019-2022

Figura 12.

Jerarquización de residuos peligrosos generados



Nota: La figura representa la jerarquización de residuos peligrosos generados basados en el Acuerdo Ministerial 142, Tomado de Empresa Minera, basados en elaboración propia.

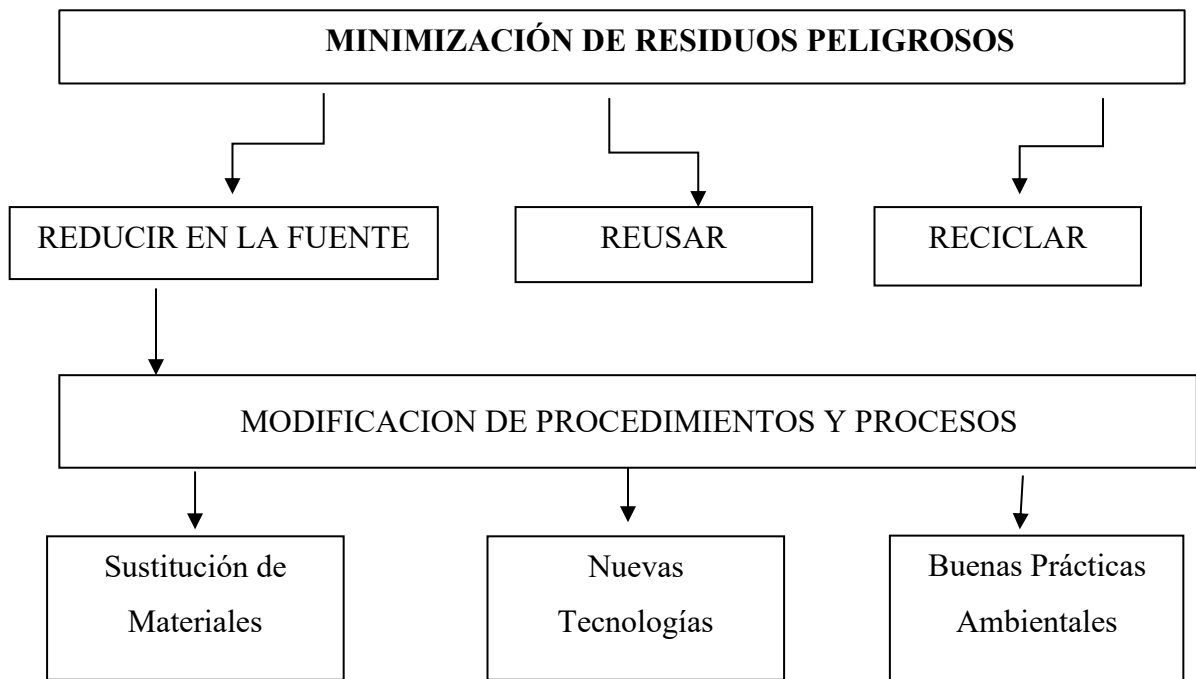
5.8.1. Manejo y gestión para minimizar la generación de desechos peligrosos.

La mayor parte de las medidas para minimizar la generación de residuos peligrosos están enfocadas en la reducción en el uso de materiales o sustancias peligrosas. Para realizar esto, el presente plan se basa en lo siguiente:

- ✓ Manejo de inventario y mejoramiento de operaciones
- ✓ Cambios en los procesos de producción
- ✓ Reducción en origen
- ✓ Reutilización y Reciclaje

Figura 13.

Minimización de los residuos peligrosos



Nota: Elaboración propia

Para reducir la producción de residuos generados será necesario inicialmente crear una cultura de respeto al ambiente, donde se reconozca el resultado del desperdicio o mal

uso de los recursos. Es decir, se fomentará actitudes de participación en la mejora y resolución de los problemas relacionados con la gestión de los residuos.

5.8.1.1. Medidas a implementar para prevenir y minimizar la generación de desechos peligrosos.

Los envases (canecas de 5 gl), impregnados con sustancias peligrosas que son usados en procesos de perforación y que después se constituyen en desechos peligrosos, serán devueltos al proveedor para su reutilización. (Reducción en origen).

Los envases que presenten algún desperfecto servirán como recipientes de otros residuos peligrosos sólidos como filtros, waipes, material adsorbente, etc.

Con la finalidad de reducir la generación de pilas que contengan Hg, Ni, Cd, la empresa realizará adquisición de pilas recargables. (cambio de materiales). Lo que respecta a las lámparas fluorescentes, en la medida de lo posible se reemplazará las lámparas existentes con tipos de iluminación alternativos que no contengan mercurio. (mejoras tecnológicas).

Para reducir la generación de paños adsorbentes impregnados con hidrocarburos y otras sustancias químicas, la empresa realizará mantenimiento preventivo de la maquinaria y capacitaciones permanentes del uso correcto de materiales adsorbentes. Se realizará el cambio de materiales adsorbentes con otro que tenga mayor tiempo de vida útil (cambio de materiales, reducción en origen).

Con la finalidad de reducir la generación de suelos impregnados con combustibles se proporcionará las condiciones necesarias de impermeabilización en los lugares de carga y descarga de combustibles, además que se realiza toma de muestras de suelo en las áreas de almacenamiento de combustible tanto en plataformas de perforación como en los campamentos. (buenas prácticas ambientales)

El área de salud del policlínico realiza medicina preventiva y curativa. La mayor generación de desechos infecciosos son los cortos punzantes, esto debido a las medidas de prevención que se realizan como son: vacunas, medicina intramuscular e intravenosa. Se realizará

capacitaciones permanentes para evitar accidentes, de esta manera prevenir la ocurrencia de acciones de medicina curativa y en definitiva se generen desechos infecciosos.

En las instalaciones del campamento la generación de baterías plomo-ácido es mínima. Las baterías que se generen en las instalaciones de la empresa serán entregadas a empresas especializadas para que realicen el reuso de los componentes de este desecho. (Re-uso).

En las oficinas, para reducir el uso de tóners de impresora se promoverá la compra de impresoras con cartuchos recargables. (mejoras tecnológicas).

5.8.1.2. Plan de acción para la implantación del programa de minimización

5.8.1.3. Buenas Prácticas Ambientales

Una de las mejores prácticas para minimizar la generación de residuos es la capacitación. La empresa realiza permanentemente capacitación a todo el personal, sea directo o indirecto, en temas relacionados con la prevención:

- ✓ Condiciones seguras de trabajo
- ✓ Inspecciones de la maquinaria
- ✓ Inspecciones de mangueras hidráulicas
- ✓ Manejo adecuado de líquidos inflamables
- ✓ Hojas de seguridad (MSDS)
- ✓ Inspecciones de vehículos
- ✓ Inspecciones preventivas
- ✓ Carga de combustible adecuada.
- ✓ Envases para el transporte de sustancias en buenas condiciones.

5.8.1.4. Las medidas de control que debe realizar la empresa para la minimización de desechos peligrosos son:

- ✓ Instalación de cubiertas en todos los cubetos donde se almacena combustibles o sus derivados, trampa de grasa o sumideros en los sitios matriz de almacenamiento de combustible.
- ✓ Clasificación adecuada de los desechos peligrosos

No mezclar desechos peligrosos con desechos no peligro

Tabla 7.

Plan de acción para la implantación del programa de minimización

ALTERNATIVA PROPUESTA	OBJETIVO DE MEJORA	RECURSO NECESARIO
<p>Para reducir la generación de materiales impregnados con hidrocarburos y sustancias químicas, la empresa cumplirá a tiempo las acciones de mantenimiento preventivo de la maquinaria.</p> <p>Se reemplazará el uso de paños adsorbentes por waipes, este último presenta mayores características de retención incluido tiempo de vida útil.</p> <p>Se complementará con capacitación en temas específicos en temas de segregación de desechos en la fuente.</p>	<p>Realizar un cambio en el uso de paños adsorbentes por waipes, que ofrecen una mayor capacidad de retención y vida útil. Esta transición ayudará a minimizar la cantidad de materiales impregnados generados, así reducir aún más la contaminación y promoverá prácticas de gestión de desechos más responsables en toda la empresa.</p>	<p>Material adsorbente waipe</p>
<p>Con la finalidad de reducir la generación de pilas que contengan Hg, Ni, Cd, la empresa realiza adquisición permanente de pilas recargables. (cambio de materiales). Se planificará prohibir el uso de pilas descartables, de tal forma que el uso de pilas recargables sea una política obligatoria.</p>	<p>Prohibición del uso de pilas descartables, como una política obligatoria dentro de la empresa, las pilas recargables suelen tener una vida útil más larga, lo que disminuye la cantidad total de pilas que se producen y desechan, de esta manera evitar la liberación de estos metales pesados cuando se descomponen en los vertederos.</p>	<p>Se mantendrá la requisición y uso obligatorio únicamente de pilas recargables.</p>

<p>La mayor generación de desechos infecciosos son los cortos punzantes, esto debido a las medidas de prevención que se realizan como son: vacunas, medicina intramuscular e intravenosa. Se realizará capacitaciones permanentes para evitar accidentes, de esta manera prevenir la ocurrencia de acciones de medicina curativa y en definitiva se generen desechos infecciosos.</p>	<p>Educar continuamente al personal sobre las prácticas seguras en el manejo de materiales médicos, al aumentar la conciencia y las habilidades del personal en la prevención de accidentes, se reducirá significativamente la probabilidad de lesiones y, por lo tanto, la generación de desechos infecciosos.</p>	<p>Reuniones con el personal de campo</p>
<p>Con la finalidad de reducir la generación de suelos impregnados contaminados se proporcionará las condiciones necesarias de impermeabilización en los lugares de carga y descarga de combustibles, además que se monitoree de suelo de las áreas de almacenamiento de combustible tanto en plataformas de perforación como en los campamentos. (buenas prácticas ambientales)</p>	<p>Impermeabilizar todas las áreas donde se realice almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, así evitar derrames en el suelo y utilizar geomembrana que es amigable con el medio ambiente.</p>	<p>Material impermeabilizante</p>
<p>Los envases, impregnados con sustancias peligrosas que son usados en procesos de perforación y que después se constituyen en desechos peligrosos serán clasificados y almacenados para evitar que contaminen a otros desechos no considerados peligrosos. (Reducción en origen)</p>	<p>No enviar a disposición final canecas vacías de sustancias de productos químicos, constatar que se estén enviado al proveedor.</p>	
<p>Lo que respecta a las lámparas fluorescentes, en la medida de lo posible se reemplazara las lámparas existentes con tipos de iluminación alternativos que no contengan mercurio.</p>	<p>Realizar la adquisición de luminarias, al hacer este cambio, no solo se reducirá el riesgo ambiental asociado con el mercurio, sino que también se promoverá la sostenibilidad y la eficiencia energética en las instalaciones.</p>	<p>Incluir en el presupuesto el costo del cambio que implicaría el cambio.</p>
<p>En las instalaciones del campamento la generación de baterías plomo-ácido es mínima. Las baterías que se generen en las instalaciones de la compañía serán entregadas a empresas especializadas para que realicen el reúso de los componentes de este desecho.</p>	<p>Establecer un protocolo para entregar todas las baterías generadas en las instalaciones de la compañía a empresas especializadas en el reúso de sus componentes, de esta manera se reducirá la cantidad de desechos enviados a vertederos</p>	<p>Personal encargado de mantenimiento</p>
<p>En las oficinas, para reducir el uso de tóners de impresora se promoverá la</p>	<p>Reducir la compra y generación de tóners así se reducirán costos</p>	<p>Impresoras con dispositivo de recarga</p>

compra de impresoras con cartuchos recargables.	operativos y contribuir a la conservación de recursos.	
Para evitar la generación de chatarra contaminada con sustancias peligrosas se verificará que los equipos se encuentren en buenas condiciones y en caso de generarse el desecho se enviará al gestor autorizado para el efecto.	Evitar que existan equipos en mal estado, para evitar la posible contaminación del suelo.	Personal encargado de mantenimiento y adquisiciones
Para reducir la generación de lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales, se mantendrán los mantenimientos periódicos a las plantas de tratamiento de aguas residuales, y de igual manera se capacitará al personal para reducir y optimizar el consumo de agua.	Mantenimientos periódicos a las PTAR para garantizar su eficiencia y funcionamiento, lo que ayudará a minimizar la acumulación de lodos y, por ende, contribuir a la preservación de recursos hídricos.	Personal de Salud, Seguridad y Ambiente
Para reducir la generación de productos farmacéuticos o fuera de especificaciones es necesario prevenir la ocurrencia de acciones de medicina curativa y evitar la necesidad de compra de grandes cantidades de medicamentos	Constatar las enfermedades del personal más frecuentes para así evitar la adquisición de medicamentos no necesarios en la empresa	Reuniones con el personal de campo
Para reducir la generación de aceites minerales usados y filtros de aceite es necesario procurar que estos productos tengan mayor vida útil, lo que minimizará su cambio.	Uso de tecnologías avanzadas de filtración y lubricación que optimicen el rendimiento y la durabilidad de los aceites, así se reducirá la necesidad de cambios frecuentes, lo que a su vez disminuirá la generación de residuos de aceite y filtros, beneficiando tanto al medio ambiente como a la eficiencia operativa de la empresa.	Compra de nuevos productos
Para minimizar el consumo de aceite vegetal y la generación de aceites vegetales usados, es necesario capacitar al personal de cocina para que se evite el consumo de estos productos mediante la modificación de los procesos de preparación de alimentos.	Utilizar técnicas de cocción alternativas, como el horneado o el uso de utensilios antiadherentes, al capacitar al personal de cocina para modificar sus procesos de preparación de alimentos, se reducirá el consumo de aceite vegetal y la generación de aceites, promoviendo así la sostenibilidad ambiental y la eficiencia en el uso de recursos en la cocina.	Preparación de alimentos que requieran fritura con aceite vegetal, mediante la capacitación al personal de cocina

Nota: La tabla presenta las alternativas propuestas para la minimización de residuos peligrosos. Tomado de la Empresa minera. Basados en elaboración propia.

Tabla 8.

Matriz de verificación del cumplimiento de la legislación Nacional Vigente

Acuerdo Ministerial N°026: Registro de generadores de desechos peligrosos

Nota: La tabla muestra la normativa del Registro de generadores de desechos peligrosos.

Tomado de "Acuerdo Ministerial N°026", 2008.

No.	Normativa	Referencia	C	NC	N/A	Observación
1	Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que genere desechos peligrosos deberá registrarse en el Ministerio del Ambiente, de acuerdo al procedimiento de registro de generadores de desechos peligrosos determinado en el Anexo A.	Acuerdo Ministerial No. 026, Art. 1	X			La empresa se encuentra registrada como generadora de desechos peligrosos.

Tabla 9.

Acuerdo Ministerial No. 061: Gestión integral de desechos peligrosos y/o especiales.

No.	Normativa	Referencia	C	NC	Observación
2	Es obligación de todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras que se dediquen a una, varias o todas las fases de la gestión integral de los desechos peligrosos y/o especiales, asegurar que el personal que se encargue del manejo de estos desechos tenga la capacitación necesaria y cuenten con el equipo de protección apropiado, a fin de precautelar su salud.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 81	X		El personal responsable del manejo de residuos peligrosos está debidamente capacitado y equipado con equipos de protección.
3	Obtener obligatoriamente el registro de generador de desechos peligrosos y/o especiales ante la Autoridad Ambiental Nacional o las Autoridades Ambientales de Aplicación responsable.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal b.	X		La empresa se encuentra registrada como generadora de residuos peligrosos
4	Tomar medidas con el fin de reducir o minimizar la generación de desechos peligrosos y/o especiales, para lo cual presentarán ante la Autoridad Ambiental Competente, el Plan de Minimización de Desechos Peligrosos, en el plazo de 90 días, una vez emitido el respectivo registro.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal c.	X		En este proyecto se desarrolló como propuesta un plan de minimización de residuos peligrosos.
5	Almacenar los desechos peligrosos y/o especiales en condiciones técnicas de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente reglamento, normas INEN y/o normas nacionales e internacionales aplicables; evitando su contacto con los recursos agua y suelo y verificando la compatibilidad de los mismos	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal d.	X		Las condiciones de almacenamiento de la empresa cumplen con las normas técnicas del INEN.
6	Disponer de instalaciones adecuadas y técnicamente construidas para realizar el almacenamiento de los desechos peligrosos y/o especiales, con accesibilidad a los vehículos que vayan a realizar el traslado de los mismos.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal e.	X		La empresa cuenta con espacio adecuado para almacenar los residuos peligrosos generados.
7	Identificar y/o caracterizar los desechos peligrosos y/o especiales generados, de acuerdo a la norma técnica aplicable.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de	X		La empresa caracteriza sus residuos, los identifica y clasifica correctamente.

		Legislación Secundaria, Art. 88, literal f.		
8	Realizar la entrega de los desechos peligrosos y/o especiales para su adecuado manejo, únicamente a personas naturales o jurídicas que cuenten con el permiso ambiental correspondiente emitido por la Autoridad Ambiental Nacional o por la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal g.	X	La empresa realiza la entrega de residuos peligrosos especiales a un gestor autorizado que son HAZWAT y PLUSAMBIENTE.
9	Demostrar ante la Autoridad Ambiental Competente que no es posible someter los desechos peligrosos y/o especiales a algún sistema de eliminación y/o disposición final dentro de sus instalaciones, bajo los lineamientos técnicos establecidos en la normativa ambiental emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal h.	X	
10	Completar, formalizar y custodiar el manifiesto único de movimiento de los desechos peligrosos y/o especiales previo a la transferencia; este documento crea la cadena de custodia desde la generación hasta la disposición final; el formulario de dicho documento será entregado por la Autoridad Ambiental Competente una vez obtenido el registro de generador de desechos peligrosos y/o especiales.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal i.	X	La empresa posee el manifiesto único de movimiento
11	Regularizar su actividad conforme lo establece la normativa ambiental ante la Autoridad Ambiental Competente.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal j.	X	La empresa está legalizada por la Autoridad Ambiental Competente.
12	Declarar anualmente ante la Autoridad Ambiental Competente para su aprobación, la generación y manejo de desechos peligrosos y/o especiales realizada durante el año calendario.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal k	X	Se evidencia fe de recepción de los informes presentados cada año en el período evaluado.
13	Mantener un registro de los movimientos de entrada y salida de desechos peligrosos y/o especiales en su área de almacenamiento, en donde se hará constar la fecha de los movimientos que incluya entradas y salidas, nombre del desecho, su origen, cantidad transferida y	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 88, literal l	X	Si existe registro de dichos movimientos, existe técnico responsable y se caracterizaron los residuos.

	almacenada, destino, responsables y firmas de responsabilidad.			
14	Los desechos peligrosos y/o especiales deben permanecer envasados, almacenados y etiquetados, aplicando para el efecto las normas técnicas pertinentes establecidas por la Autoridad Ambiental Nacional y la Autoridad Nacional de Normalización, o en su defecto normas técnicas aceptadas a nivel internacional aplicables en el país.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 91.	X	Los residuos peligrosos se almacenan y etiquetan adecuadamente.
15	El almacenamiento de desechos peligrosos y/o especiales en las instalaciones, no podrá superar los doce (12) meses contados a partir de la fecha del correspondiente permiso ambiental. En casos justificados, mediante informe técnico, se podrá solicitar a la Autoridad Ambiental una extensión de dicho periodo que no excederá de 6 meses.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 92	X	Los desechos peligrosos generados en la empresa son almacenados en el lapso de 12 meses y el evacuado en el tiempo mencionado.
16	Los lugares para almacenamiento deberán ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos peligrosos, así como contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal a.	X	El almacén de la empresa es lo suficientemente amplio como para almacenar residuos peligrosos.
17	El lugar de almacenamiento de desechos peligrosos debe estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal b.	X	El sitio de almacenamiento está separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y almacenamiento de materias primas.
18	No almacenar desechos peligrosos con sustancias químicas peligrosas.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal c.	X	Los productos químicos peligrosos no se almacenan junto con residuos peligrosos.
19	El acceso a estos locales debe ser restringido, únicamente se admitirá el ingreso a personal autorizado provisto de todos los implementos determinados en las normas de seguridad industrial y que cuente con la identificación correspondiente para su ingreso.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal d.	X	Existe una señalética que indica el acceso restringido a personal no autorizado

20	Contar con un equipo de emergencia y personal capacitado en la aplicación de planes de contingencia.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal f.	X	Hay equipo de emergencia disponible y el personal está capacitado para implementar planes de contingencia
21	Las instalaciones deben contar con pisos cuyas superficies sean de acabado liso, continuo e impermeable o se hayan impermeabilizado, resistentes química y estructuralmente a los desechos peligrosos que se almacenen, así como contar con una cubierta (cobertores o techados) a fin de estar protegidos de condiciones ambientales como humedad, temperatura, radiación y evitar la contaminación por escorrentía	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal g	X	Las instalaciones de la empresa cuentan con superficies lisas y permeables que permiten una rápida limpieza en caso de derrames de líquidos o suciedad.
22	Contar con señalización apropiada con letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal i.	X	Las estaciones de los residuos peligrosos cuentan con la señalización.
23	Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, estos deberán mantener una presión mínima de 6kg/cm ² durante 15 minutos.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal j.	X	La empresa cuenta con 5 extintores en sus instalaciones.
24	Contar con un cierre perimetral que impida el libre acceso de personas y animales	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 93, literal k.	X	La empresa no cuenta con un cierre perimetral
25	Todo envase durante el almacenamiento temporal de desechos peligrosos y/o especiales, debe llevar la identificación correspondiente de acuerdo a las normas técnicas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional o la Autoridad Nacional de Normalización y las normas internacionales aplicables al país, principalmente si el destino posterior es la exportación. La identificación será con etiquetas de un material resistente a la intemperie o marcas de tipo indeleble, legible, ubicadas en sitios visibles.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 95.	X	Existe un procedimiento para el etiquetado de envases que contienen residuos peligrosos.
26	El generador que transfiera desechos peligrosos y/o especiales a un gestor autorizado para el almacenamiento de los mismos, debe llevar la cadena de	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de	X	La empresa cuenta con gestores ambientales calificados por la Autoridad

	custodia de estos desechos a través de la consignación de la información correspondiente de cada movimiento en el manifiesto único	Legislación Secundaria, Art. 97.		competente HAZWAT y PLUSAMBIENTE.
27	El transporte de desechos peligrosos y/o especiales, desde su generación hasta su disposición final deberá realizarse acompañado de un manifiesto único de identificación entregado por el generador, requisito indispensable para que el transportista pueda recibir, transportar y entregar dichos desechos.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 109.	X	La empresa cuenta con el manifiesto único para el transporte de desechos peligrosos.
28	En cualquier etapa del manejo de desechos peligrosos, queda expresamente prohibido la mezcla de estos con desechos que no tengan las mismas características o con otras sustancias o materiales, cuando dicha mezcla tenga como fin diluir o disminuir su concentración. En el caso de que esto llegare a ocurrir, la mezcla completa debe manejarse como desecho peligroso, de acuerdo a lo que establece el presente Libro.	Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 126.	X	La empresa no mezcla los residuos peligrosos con otros que no posean las mismas características.

Nota: La siguiente tabla muestra la Gestión integral de desechos peligrosos y/o especiales. Tomado de “Acuerdo Ministerial No. 061”, 2015.

Tabla 10.

Medidas del Plan de minimización de la Propuesta de Gestión integral de desechos peligrosos.

Clave	Medidas de minimización propuestas	Evaluación de cumplimiento		Observación
		(Si)	(No)	
NE-43	Mantenimiento preventivo de la maquinaria y capacitaciones permanentes del uso correcto de materiales absorbentes. Se realizará el cambio de materiales absorbentes con otro que tenga mayor tiempo de vida útil	X		Se realizaron actividades de mantenimiento preventivo a toda maquinaria usada en el proyecto.
NE-08	Reducir la generación de pilas que contengan Hg, Ni, Cd, la compañía	X		Se realiza la adquisición de pilas recargables y entrega al personal técnico en campo.

	realiza adquisición de pilas recargables. (cambio de materiales).		
NE-10	Capacitaciones permanentes para evitar accidentes, de esta manera prevenir la ocurrencia de acciones de medicina curativa y en definitiva se generen desechos infecciosos.		Se han realizado charlas con el personal acerca de la generación de este tipo de desecho su gestión y su disposición final. Adicional se dicta charlas de prevención de accidentes o incidentes.
NE-52	Se proporcionará las condiciones necesarias de impermeabilización los lugares de carga y descarga de combustibles, además que se monitoreo de suelo de las áreas de almacenamiento de combustible tanto en plataformas de perforación como en los campamentos. (buenas prácticas ambientales)	X	Los sitios de almacenamiento de combustibles contienen cubetos impermeabilizados como medidas contención secundaria en caso de derrame. Adicional, en estos sitios se ubican kits de contingencias en caso de presentarse eventualidades.
NE-27	Los envases (canecas de 5 gl), impregnados con sustancias peligrosas que son usados en procesos de perforación y que después se constituyen en desechos peligrosos, serán devueltos al proveedor para su reutilización. (Reducción en origen). Los envases que presenten algún desperfecto servirán como recipientes de otros desechos peligrosos sólidos como filtros, waipes, material absorbente, etc.	X	Los envases vacíos de aditivos de perforación son devueltos al proveedor. Lo propio ocurre para química usada en el tratamiento de agua. Los envases con algún desperfecto son reusados, sirven como recipientes para ubicar otros desechos contaminados como es el caso del desecho NE-43: (materiales absorbentes, waipes, paños, trapos, y otros materiales sólidos absorbentes).
NE-40	En la medida de lo posible se reemplazará las lámparas existentes con tipos de iluminación alternativos que no contengan mercurio	X	Las luminarias utilizadas son LED y focos ahorradores, permitiendo la prolongación de horas de luz artificial y realizando menos cambios de bombillas en el tiempo
NE-07	Las baterías que se generen en las instalaciones de la compañía serán entregadas a empresas especializadas para que realicen el reúso de los componentes de este desecho.	X	Es entregado a Gestor ambiental calificado, quien da un tratamiento químico: neutralización ácido-base más recuperación de materiales.

NE-53	En las oficinas, para reducir el uso de tonners de impresora se promoverá la compra de impresoras con cartuchos recargables.	X	Se ha realizado la adquisición de impresoras a tinta continua (tinta recargable) para el área administrativa, lo cual no genera este tipo de desechos
NE-09	Se dispondrá que los equipos que ingresen estén en buenas condiciones, para evitar refacciones.	X	En referencia a impresoras a láser que usan cartuchos y/o tonners, este tipo de desecho es devuelto al proveedor de la marca HP en el país "HP Inc. Ecuador", quienes desarrollan programas de reciclaje/reuso. Mediante inspecciones de campo se garantiza la capacidad operativa de toda maquinaria o equipos que ingresa al proyecto.
NE-42	Para reducir la generación de paños absorbentes impregnados con hidrocarburos, la compañía realizará mantenimiento preventivo de la maquinaria y capacitaciones permanentes del uso correcto de materiales absorbentes. Se realizará el cambio de materiales absorbentes con otro que tenga mayor tiempo de vida útil (cambio de materiales, reducción en origen).	X	Se han realizado actividades de mantenimiento preventivo a toda maquinaria usada en el proyecto. Se imparte charlas de optimización de material absorbente usado en la operación y la importancia de esta acción en la reducción de desechos peligrosos.
NE-37	Estos de desechos por ser de origen biológico, producto de las necesidades básicas del ser humano. Las medidas de prevención y minimización no aplican.	X	

Nota: La tabla presenta las Medidas Propuestas de Gestión integral de desechos peligrosos.

Tomado de Acuerdo Ministerial No. 026, 2008.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Si bien es cierto los valores consolidados de la generación de residuos peligrosos muestran una significativa reducción, no obstante, luego de realizar un análisis por tipo de desecho se concluye que el residuo peligroso NE-03, identificado como aceites minerales usados o gastados, han emergido como la categoría más prominentemente generada dentro del proyecto, alcanzando una cantidad considerable de 32857 kg, además de NE-35 hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias que fue el desecho que también incrementó con un valor de 27506 kg, siendo estos los residuos más generados por el proyecto en su proceso productivo, esto fue debido a que los tanques de almacenamiento de combustible fueron sometidos a actividades de mantenimiento preventivo como, drenaje de impurezas sedimentadas y lavado interno, actividad que no fue completada en el año 2018.
- Se elaboró una propuesta del Plan de Minimización que consta de medidas preventivas y de mitigación, mismo que permitirán una minimización propuesta en un 20% de reducción mediante estrategias y programas que permitan un control apropiado a los residuos peligrosos con la finalidad de minimizar aquellos posibles impactos negativos hacia el medio ambiente.
- Para el desecho NE-37 que a diferencia de los demás desechos su cuantificación es expresada en unidad de volumen; en el año 2019 se evacuó 25000 L, para el año 2020 se evacuó 20000 L lo que representa una disminución del 20%.
- La empresa cumple con la Normativa Ambiental vigente en un 100%

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Las medidas preventivas y protocolos de manejo de residuos deben ser especialmente reforzados en el mantenimiento para así evitar posibles impactos ambientales en el proyecto minero.
- La empresa implemente medidas específicas y proactivas para gestionar de manera eficiente el residuo peligroso NE-03, referente a Aceites minerales usados o gastados, esta gestión debería centrarse en la reducción de la generación de este tipo de residuo, la aplicación de prácticas de reciclaje y reutilización siempre que sea posible.
- Se menciona que existe la posibilidad de la generación de otros de desechos peligrosos como los desechos electrónicos, por tal razón se recomienda que se actualice el registro generador residuos peligrosos.
- Concientizar acerca de la importante incidencia en la planificación de la minimización de desechos peligrosos frente a los diversos factores ambientales, así como la imagen pública e incluido con la responsabilidad social de la Empresa. Esto hace que sea imprescindible el desarrollo de una gestión ambiental adecuada a las actividades y circunstancias del proyecto minero.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo Ministerial 37. (2016). Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, Ministerio ambiente. Quito. Obtenido de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Reglamento-Ambiental-Actividades-Mineras-MAE.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2022). *Boletín del sector minero*. Banco Central del Ecuador. Quito: Banco Central del Ecuador. Retrieved 18 de enero de 2023.
- CEPAL. (2020). *Efectos de la minería en el desarrollo económico, social y ambiental en el estado plurinacional de Bolivia*. CEPAL. Santiago-Chile: CEPAL - BGR-Cooperación alemana. Retrieved 18 de enero de 2023.
- Consejo Minero Chile. (2002). Acuerdo Marco de Producción Limpia. Obtenido de Biblioteca unmsm: http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/Recursos/archivos/MineriaDesarrolloSostenible/ProduccionLimpia/ampl_residuos_solidos.pdf
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Decreto Legislativo 0. Ecuador: Registro Oficial 449. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-delEcuador.pdf>
- Cottin, I., Vallery, G., & Dahak, S. (01 de 12 de 2016). Uso situado de los EPP. Obtenido de Laboreal: <https://journals.openedition.org/laboreal/2377#authors>
- Debesa, F., Fernández, R., & Pérez, J. (2004). La caducidad de los medicamentos: justificación de una duda. *Revista Cubana de Farmacia*, 38(3).

- Estupiñan, R., Romero, P., García, M., Garcés D & Valverde, P. (2021). La minería en Ecuador. Pasado, presente y futuro, 132. Obtenido de: https://www.igme.es/boletin/2021/132_4/BGM_132-4_Art-10.pdf
- García, L. (2017). Qué es un plan de minimización de residuos peligrosos. Obtenido de sitio web de empresa Leonardo: <https://www.leonardogr.com/es/blog/qu-es-un-plan-de-minimizaci-n-de-residuos-peligrosos>
- González, S., & Sahores, M. (2010). Impacto ambiental debido al uso de cianuro en la minería a cielo abierto. Cianuro, metales pesados y drenaje ácido (Tesis de posgrado). La Patagonia, Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266: Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos. Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.2266.2010#page/n5/mode/2up>
- Instituto Internacional para el Desarrollo sostenible. (2019). Evaluación del marco de políticas mineras del IGF. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep21924.7.pdf>
- Jácome, E. (2017). El Comercio. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/campana-reciclaje-residuos-peligrososquito.html>
- Jung, T. (19 de 03 de 2012). Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Obtenido de https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/artificial-light/es/index.htm#i11
- Ley de Minería (Ley 25) (29 de enero de 2009). Registro Oficial Suplemento N° 517. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_mineria.pdf
- Listado Nacional de Sustancias Peligrosas y desechos peligrosos. (21 de diciembre de 2012). Acuerdo Ministerial 142. Obtenido de Registro Oficial Suplemento 856:

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/249439/AM+142+Listado+nacional+de+sustancias+peligrosas.pdf/ecd7b6e9-37f5-4d9a-a4bbe53015fe7d9f>

Ministerio del Ambiente. (2017). Sistema de gestión de sustancias químicas y desechos peligrosos y especiales. Obtenido de Página web del Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/sistema-de-gestion-dedesechos-peligrosos-y-especiales/>

Ministerio del Ambiente. (2018). Prestadores de servicio (gestores) para el manejo de materiales peligrosos. Obtenido de página web del Ministerio del Ambiente: http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/04/BD_GESTORESDP_30072012-1.pdf

Ministerio de Energía y Minas. (2019). Proyecto Cascabel se proyecta como la mina subterránea más grande de plata, la tercera de oro y la sexta de cobre en el mundo. Obtenido de Página Web del Ministerio de Energía y Minas: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/proyecto-cascabel-se-proyecta-como-la-mina-subterranea-mas-grande-de-plata-la-tercera-de-oro-y-la-sexta-de-cobre-en-el-mundo/>

O'Malley, G., & O'Malley, R. (2019). Intoxicación (envenenamiento) por hidrocarburos. En MSD y los Manuales MSD. Merck, S.; Dohme, C. Obtenido de <https://www.msmanuals.com/es-do/hogar/traumatismos-y-envenenamientos/intoxicaciones-o-envenenamientos/intoxicaci%C3%B3n-envenenamiento-porhidrocarburos>

Organización de las Naciones Unidas. (2016). Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Obtenido de sitio web de la ONU: <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nationsenvironment-programme/>

Organización Mundial de la Salud. (2017). Reciclaje de baterías de plomo-ácidas usadas. Breve reseña para el sector sanitario. Editado por Philip Jenkins. Obtenido de

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259444/WHO-FWCPHE-EPE-17.02-spa.pdf;jsessionid=6AD8451FFBCC20327EC7396432FF9A52?sequence=1>

- París, J. (2004). Riesgos provocados por los tóners de fotocopiadoras e impresoras láser. Obtenido de Prevention World: <https://prevention-world.com/actualidad/articulos/riesgos-provocadostoner-fotocopiadoras-e-impresoras-laser/>
- Ríos, A. (2015). Contaminación ambiental por tóners de fotocopiadoras e impresoras. Obtenido de Gestiópolis: <https://www.gestiopolis.com/contaminacion-ambiental-por-toners-defotocopiadoras-e-impresoras/>
- Rivera, L. (2018). Elaboración e implementación de un plan de manejo integral de residuos sólidos en una unidad minera (Tesis de pregrado). Lima, Perú: Universidad Agraria La Molina.
- Smith, J. (2018). *Gestión de residuos peligrosos en la minería: Prácticas y desafíos*. Editorial Minera, p. 45.
- Tovar M., Losada, G., y García, T. (2015). *Impacto en la salud por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos*. USBMed, (6)2: 46-50
- Pabón, S., Benítez, R., Sarria, R., & Gallo, J. (2020). *Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción*. (E. c. ingeniería, Ed.) *Entre ciencia e ingeniería*, 14(27), 9-18. <https://doi.org/DOI>: <https://doi.org/>
- UNODC. (2022). *Colombia: explotación de oro de aluvión. Evidencias en 2021*. UNODC. Colombia: Retrieved 18 de enero de 2023.
- Viana, R. (2018). *Minería en América Latina y el caribe, un enfoque socioambiental*. UDCA, 617-631. Retrieved 18 de enero de 2023.

ANEXOS

Anexo 1

Registro fotográfico



Figura 1. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos peligrosos, campamento Alpala (enero 2019).



Figura 2. Área de almacenamiento temporal de los residuos sólidos peligrosos, campamento Alpala (enero 2019).



Figura 3. Visita a evacuación de residuos peligrosos en el área de almacenamiento temporal de la empresa (16 de noviembre de 2023).



Figura 4. Evacuación de los residuos peligrosos en el área de almacenamiento temporal de la empresa (16 de noviembre de 2023).



Figura 5. Evacuación de residuos peligrosos (enero de 2021).



Figura 6. Evacuación de residuos peligrosos líquidos, campamento Rocafuerte (enero de 2021).



Figura 7. Área de almacenamiento de combustible, campamento Alpa (enero 2019).



Figura 8. Etiquetas de los residuos peligrosos según su tipo (enero 2020).



Figura 9. Etiquetas de los residuos peligrosos según su tipo (enero 2020).



Figura 10. Etiquetas en residuos peligrosos (enero de 2022).



Figura 11. Estación de desechos biopeligrosos (enero de 2022).