



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS
AMBIENTALES POR ACTIVIDAD ECONÓMICA EN
UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Steiner Rufino Ticona Venegas
Victor Hugo Giampierre Villena Lescano

Asesor:

Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal

ORCID: 000-0001-7674-7125

Trujillo – Perú

2025

JURADO CALIFICADOR

Jurado 1 Presidente(a)	OSCAR ARTURO VASQUEZ MENDOZA	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	DANNY DANIEL VALDERRAMA GUTIERREZ	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	EDUARDO MANUEL NORIEGA VIDAL	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD



Página 2 de 96 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3340732079




20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Exclusiones

▶ N.º de fuentes excluidas

Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedico estas palabras a mi madre, padre y hermanos, quienes a pesar de las numerosas dificultades y retos que la vida me ha presentado a lo largo de mi camino, siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional, acompañándome hasta alcanzar este punto que en ocasiones parecía cada vez más difícil de lograr. A mis familiares cercanos, quiero agradecerles por la energía positiva y el ánimo constante que me han transmitido durante todos estos años. Sus experiencias, tanto en el ámbito laboral como en lo personal, han sido para mí una guía valiosa que me ha servido para tomar decisiones acertadas en mi vida diaria y académica. Gracias ellos, he podido avanzar y crecer en distintos aspectos, logrando que tanto ellos como yo nos sintamos orgullosos y satisfechos del progreso continuo que he alcanzado día tras día.

Ticona Venegas, Steiner Rufino

Quiero reconocer a mis amigos y compañeros, quienes han estado presentes cuando más he necesitado su apoyo, especialmente en los momentos difíciles, que son cuando verdaderamente se valora la amistad. Han comprendido las dificultades que a veces afectaron el cumplimiento de mis responsabilidades y han defendido mi nombre ante comentarios negativos que intentaron entorpecer mi avance, mostrando una lealtad que valoro profundamente.

Villena Lescano, Víctor Hugo Giampierre

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud profunda a toda mi familia, quienes siempre me han dedicado su tiempo y ofrecido valiosos consejos, aun cuando sus propias vidas estaban llenas de ocupaciones y dificultades. Nunca se negaron a ayudarme a superar los retos que enfrenté en momentos complicados a lo largo de este camino. Su apoyo constante y su presencia incondicional me han dado la confianza para acudir a ellos sin importar la situación, sabiendo que siempre podía contar con su respaldo. Agradezco también a mis docentes, tanto dentro como fuera de la universidad, quienes con sus enseñanzas, experiencias y materiales educativos han contribuido de manera significativa a mi formación académica.

Ticona Venegas, Steiner Rufino

Doy gracias a Dios, quien me ha otorgado la fortaleza y la paz necesarias tanto en el ámbito espiritual como físico. En cada instante, me ha recordado que hay límites que el ser humano no puede superar solo, y ha estado dispuesto a guiarme por el camino correcto para no desviarme de mi propósito. Cuando sentí que no podía continuar, cuando la medicina no encontraba solución, Él sanó mis heridas y me escuchó, brindándome la renovación que necesitaba para seguir adelante con esperanza y confianza

Villena Lescano, Víctor Hugo Giampierre

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	26
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	56
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS.....	67

Índice de tablas

Tabla 1	26
<i>Impactos ambientales con potencial alto en la unidad minera, La Libertad – 2025</i>	26
Tabla 2	27
<i>Principales actividades económicas de La Libertad</i>	27
Tabla 3	29
<i>Principales actividades económicas y sus impactos ambientales asociados en La Libertad</i>	29
Tabla 4	30
<i>Lista de verificación para cumplimiento de los requisitos ambientales según ISO 14001:2015</i>	30
Tabla 5	55
<i>Análisis costo–beneficio de la implementación de medidas ambientales en la unidad minera (La Libertad, 2025)</i>	55
Tabla 6	56
<i>Comparación de costos de incumplimiento vs. costos de implementación ambiental</i>	56
<i>Tabla 7 Acciones de Mejora Ambiental Propuestas</i>	57
Tabla 8	58
<i>Costos de Implementación del Plan de Mejora Ambiental (USD)</i>	58
Tabla 9	58
<i>Beneficios Económicos Proyectados (USD)</i>	58
Tabla 10	59
<i>Evaluación Financiera del Plan de Mejora Ambiental</i>	59

Índice de figuras

<i>Figura 1. Principales actividades económicas en la Libertad.</i>	28
<i>Lista de verificación para cumplimiento de los requisitos ambientales según ISO 14001:2015.</i>	30
<i>Figura 2. Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de entendimiento de la organización</i>	50
<i>Figura 3. Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de liderazgo.</i>	51
<i>Figura 4. Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de planificación.</i>	52
<i>Figura 5. Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de apoyo</i>	53
<i>Figura 6. Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de operación.</i>	54
<i>Figura 7. Organigrama</i>	75

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo elaborar un plan de mejora para reducir los impactos ambientales generados por la actividad económica de una unidad minera en La Libertad, 2025. Se adoptó un enfoque cuantitativo, con tipo de investigación básico, nivel descriptivo y diseño no experimental–transversal, que permitió medir y caracterizar los impactos de manera objetiva. Se identificaron como impactos críticos las emisiones de PM₁₀, el ruido en chancado/molienda y la contaminación por combustibles, afectando aire, suelo y agua subterránea. La minería y la agroexportación son las actividades económicas predominantes y responsables de la mayor presión sobre los recursos naturales. Los resultados evidenciaron que la implementación del plan de mejora es económicamente viable, con beneficios superiores a los costos de inversión. Las medidas propuestas permiten mitigar los impactos más significativos, optimizar el uso de recursos y fortalecer la sostenibilidad ambiental de la unidad minera. Además, contribuyen al cumplimiento de la normativa vigente y a la protección de los ecosistemas. La investigación respalda la aplicación de estrategias de gestión ambiental efectivas, integrando beneficios sociales, económicos y ecológicos.

PALABRAS CLAVES: Plan de mejora, Impactos ambientales, Actividad económica, Unidad minera.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En La Libertad, la actividad minera a tajo abierto genera impactos ambientales significativos que afectan tanto al entorno natural como a la salud de los trabajadores y la población cercana. La explotación minera, especialmente actividades como voladura, chancado y procesamiento, ha provocado aumentos en niveles de ruido ambiental, material particulado (PM10) y concentración de metales pesados como el arsénico en cuerpos de agua, superando en algunos casos los estándares de calidad ambiental establecidos por la normativa peruana.

La problemática se agrava por la ausencia de un plan de gestión ambiental integral que mitigue los impactos identificados. La exposición a niveles elevados de ruido y material particulado puede generar efectos adversos en la salud respiratoria y auditiva de los trabajadores y de la comunidad cercana, mientras que la presencia de arsénico en cuerpos de agua representa un riesgo para el consumo humano y la biodiversidad acuática.

En este contexto, la investigación se centra en diseñar un plan de mejora ambiental que contemple acciones concretas, viables y económicamente sostenibles, tales como la implementación de barreras acústicas, supresores de polvo y plantas de tratamiento de aguas ácidas. La adopción de estas medidas permitirá reducir significativamente los impactos negativos de la actividad minera, mejorar la calidad ambiental de la zona y promover un desarrollo minero más responsable y sostenible.

En el contexto nacional, La Rosa Airaldi (2014), señala que se están implementando tecnologías más eficientes y responsables que contribuyen al monitoreo y control ambiental en actividades mineras. Además, se promueve la inversión en programas de desarrollo social

Pág.

para elevar las condiciones de vida de las comunidades involucradas. Por su parte, Schwarz (2011) destaca que la región La Libertad, se adoptan el sistema de gestión especializado, tanto en materia ambiental como en seguridad industrial, lo cual permite optimizar los procesos y garantizar la viabilidad de los proyectos mineros mediante la aplicación de buenas prácticas sostenibles.

La Organización Internacional de Normalización (ISO), mediante un comité especializado en temas ambientales, ha demostrado un fuerte compromiso con la protección del entorno, promoviendo la implementación de sistemas estructurados que permitan a las empresas identificar sus impactos ambientales, establecer controles adecuados, monitorear sus procesos, y fomentar la capacitación continua del personal para asegurar su sostenibilidad. Jabbour & De Sousa (2016) explican que la adopción del Sistema de Gestión Ambiental en el ámbito minero no ocurre de forma automática ni uniforme, ya que está estrechamente vinculada a los niveles de producción y al grado de compromiso que tenga la alta dirección con el cuidado ambiental.

En esta línea, Mosquera (2022) advierte que la implementación del SGA no debe tener como único fin la obtención de una certificación formal. Para que el sistema sea realmente eficiente, se requiere establecer mecanismos de comunicación interna sólidos que garanticen el adecuado control de los aspectos ambientales, así como asignar responsabilidades claras en cuanto al seguimiento y evaluación continua de los indicadores, asegurando así su eficacia y permanencia en el tiempo.

Chavarry y Casquino (2016) indican que la aplicabilidad de la norma ISO 14001 su propósito principal es optimizar la gestión ambiental dentro de una organización, buscando un balance adecuado entre sus operaciones y los efectos que estas generan en el entorno. Este proceso considera tanto los aspectos ambientales directos e indirectos, como la estructuración

institucional y su incidencia en el medio ambiente. En este sentido, Luna (2009) señala que las empresas están en constante búsqueda de alternativas que les permitan mejorar su desempeño, incrementando su productividad, calidad y competitividad en el mercado.

Por otro lado, CEPAL (2024) advierte que el pasivo ambiental —tales como el relave, desmontes, efluentes y el residuo contaminante— provocan el impacto negativo significativos que afectan la salud de las comunidades cercanas y generan problemas sociales. Además, estos pasivos pueden causar filtraciones peligrosas, drenaje ácido y la contaminación de fuentes de agua, afectando gravemente la biodiversidad y los ecosistemas.

Garzón et al. (2017) resaltan que en la pequeña minería aurífera existe una deficiencia notable en la gestión ambiental, especialmente por el uso excesivo e inadecuado del mercurio. Por ello, recomiendan la adopción de tecnologías avanzadas como la adsorción, biorremediación, nanotecnología y electrocoagulación para mitigar estos impactos.

Como bases teóricas tenemos a, Massolo (2017) señala que el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) constituye un mecanismo voluntario diseñada para proteger el medio ambiente durante las operaciones, sustentada en un marco normativo legal que regula su aplicación. De manera complementaria, Cerna et al. (2017) explican que el SGA integra principios y prácticas dirigidas a minimizar los efectos negativos que las empresas generan en el entorno, a través de políticas que optimizan procesos, reducen el consumo energético, disminuyen la generación de residuos y fomentan el uso responsable y sostenible de los recursos naturales.

Asimismo, Chura (2019) destaca la conveniencia de adoptar un SGA, pues además de facilitar el cumplimiento legal y la obtención de certificaciones, contribuye a mejorar la productividad, el desempeño y el clima laboral dentro de las empresas mineras. Estos autores

enfatan la importancia de la participación conjunta entre la organización y sus trabajadores para asegurar una implementación exitosa del sistema. Además, reconocen el valor teórico del SGA, ya que permite investigar la interacción entre variables, identificar obstáculos organizacionales y desarrollar herramientas metodológicas que midan la influencia mutua entre dichas variables, lo cual es clave para evaluar la efectividad del sistema.

Gonzales (2021) afirma que el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) debería ser empleado como una herramienta clave para fortalecer el compromiso de proteger el medio ambiente, integrando la dimensión ambiental en diversos instrumentos de planificación, como planes estratégicos, programas y ordenamiento territorial, entre otros. Por su parte, Pazán (2014) describe al SGA como un mecanismo que permite controlar todos los factores relacionados con las actividades de una organización, con el propósito de minimizar el impacto ambiental negativo. Este sistema se fundamenta en una relación causal, donde cada actividad y proceso constituye la causa o factor que genera el impacto en el entorno.

Según Sepúlveda (2019), la implementación del SGA produce un resultado positivo para la empresa y el medio ambiente, los cuales se clasifican en beneficios primarios y secundarios. Entre los beneficios primarios se encuentran el mejoramiento de las reputaciones corporativa, la transformación de la cultura organizacional minera y la disminución de sucesos ambientales. En cuanto al beneficio secundario, destacan los reconocimientos de la certificación ISO 14001 como una herramienta valiosa para el posicionamiento y marketing empresarial. Además, Enríquez (2021) señala que el diseño de un sistema de administración ambiental facilita la adopción de la práctica que contribuyen a prevenir y controlar efectivamente las contaminaciones.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC (2005) indica que el método conocido como Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) constituye

Pág.

un enfoque centrado en el mejoramiento continuo. Este ciclo, basado en la norma ISO 9001:2000, estructura el proceso de gestión mediante cuatro fases: la planificación, la ejecución, la verificación y la actuación correctiva, asegurando así la optimización constante del sistema.

Orihuela (2019) destaca que la aplicabilidad de la Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA), junto con la interpretación adecuada de sus resultados —en los que se evidencia que la mayoría de los impactos son moderados más que severos—, representa una herramienta valiosa para disminuir los efectos negativos en la pequeña y artesanal minería. Por otro lado, Ramos et al. (2014) señalan que muchas organizaciones cubren sus carencias en la adopción de una cultura ambiental mediante estrategias enfocadas en el control de la contaminación y la prevención, promoviendo el uso racional y eficiente de los recursos para evitar desperdicios.

Naciones Unidas (1992), menciona que, tras la creación de la Carta de Rotterdam, que estableció 16 principios fundamentales para las políticas ambientales empresariales a nivel global, el sector productivo ha mostrado mayor preocupación por los desafíos ambientales. Esta carta promovió la implementación de un marco estructurado que permite sistematizar la gestión ambiental y armonizarla con los objetivos de productividad y calidad.

En el ámbito legal nacional, el Diario Oficial El Peruano indica que los titulares mineros deben cumplir con una serie de normativas ambientales, entre las cuales destacan: la Ley 28245, la cual define el marco del SNGA en el país; así como la Ley N.º 27314, asociada con la administración integral de los residuos sólidos; la Ley N.º 28611, que establece la disposición general para proteger el medio ambiente; la Ley N.º 27446, mediante la cual se implementa el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental; y el Decreto Supremo N.º 040-2014-EM, que regula los aspectos de protección y gestión ambiental de aplicación a

Pág.

las tareas mineras como la explotación, el procesamiento, las labores generales, el transporte y el almacenamiento.

Respecto a los antecedentes, varios investigadores han llevado a cabo estudios significativos en los últimos años. Por ejemplo, Mora (2020) desarrolló una investigación orientada a la “Elaboración de indicadores para evaluar los desempeños ambientales” en la cantera denominada Lomas del Caney y El Níspero, situadas en los departamentos de Valle del Cauca y Atlántico, respectivamente.

En su estudio, se plantea el uso de herramientas de decisión de tipo multiobjetivo, junto con la metodología de jerarquías analíticas y una distribución proporcional de ponderaciones, con el fin de construir indicadores de desempeño ambiental. Como resultado, se establecieron 21 indicadores organizados en tres categorías ambientales, los cuales fueron integrados en un solo índice compuesto, obteniendo puntajes finales de 0.85 para Lomas del Caney y 0.76 para El Níspero. La aplicación de estas metodologías facilita la comparación del estado de la gestión ambiental entre las canteras y proporciona a las autoridades herramientas efectivas para el monitoreo y control de los proyectos mediante tableros de gestión.

En otro estudio, Chura (2019) expone que al aplicar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en base en la norma ISO 14001:2015 en la compañía minera aurífera de exportación Minereicis S.A., localizada en Azuay, Ecuador, se procedió a realizar un análisis exhaustivo del entorno organizacional. Como parte del proceso, se desarrolló un manual del sistema que abarcaba el alcance del SGA, la política ambiental y procedimientos formalizados para su adecuada gestión, además de definir las fases clave para su implementación. Esta iniciativa permitió establecer el sistema de manera efectiva, promoviendo una mayor organización interna y asegurando el cumplimiento de los requerimientos legales ambientales.

Igualmente, se observaron mejoras en la diferenciación de sus productos, en la

Pág.

proyección de la imagen institucional tanto a nivel interno como externo, así como una reducción en los costos asociados al impacto ambiental. Asimismo, se logró una mayor eficiencia en los procesos productivos mediante un control más riguroso en el uso de recursos, el ahorro de materias primas, la disminución del consumo hídrico y la valorización de los residuos.

Los hallazgos mostraron una reducción del 15 % en los impactos ambientales identificados, destacándose deficiencias en la gestión del aire, suelo y recursos hídricos, los cuales podrían ser optimizados a través de una administración ambiental sostenible. Finalmente, el estudio subraya que la participación activa de la alta gerencia y del personal en general es un factor decisivo para lograr la implementación exitosa del SGA.

Según Nicolalde y Guamán (2017), en los procesos de elaboración de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para la empresa minera Agriplaza S.A., que se dedica a labores de prospección, extracción y procesamiento de minerales en la provincia de Azuay, Ecuador, se identificaron múltiples operaciones con potencial de generar impactos ambientales. Durante las etapas de exploración y explotación se registraron prácticas como perforaciones, uso de explosivos, traslado de materiales, desbroce, sistemas de drenaje, ventilación y toma de muestras; mientras que en la fase de procesamiento del mineral se llevaron a cabo actividades como chancado, molienda, separación por gravedad, técnicas específicas de recuperación de oro, fundiciones, refinado y tratamiento de efluentes líquidos. El efecto ambiental más relevante estuvo vinculados a las contaminaciones del aire y del agua, así como a riesgos para la salud de los trabajadores.

En este contexto, el diseño del SGA se plantea como una herramienta clave para mitigar dichos impactos mediante estrategias preventivas y correctivas, tales como un control estricto del uso de explosivos, la entrega del equipo de protección personal adecuados y

Pág.

programas de capacitación enfocados en sensibilizar sobre los peligros del manejo inapropiado de productos químicos.

En una investigación de enfoque similar, Quispe (2021) relata la incorporación de un Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo a la norma ISO 14001:2015 en la cantera Yesera San Sebastián, situada en el departamento de Tarija, Bolivia.

La implementación se inició con una evaluación diagnóstica del estado ambiental en la zona de explotación, seguida por la determinación de los factores e impactos relacionados a la extracción de minerales no metálicos. Para organizar las acciones, se empleó el enfoque del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), dividiendo el proceso en fases operativas. Durante la evaluación, se identificaron componentes físicos, biológicos y sociales, determinándose una condición ambiental general considerada como intermedia. A través de una matriz de análisis, se detectaron el impacto negativo de baja magnitud, con efectos localizados, de corta duración y alta posibilidad de recuperación si se aplicaban adecuadamente las medidas de mitigación y control. La adopción del sistema permitió una gestión más eficaz de los aspectos ambientales, disminuyendo el uso de insumos como agua, energía y materias primas, al mismo tiempo que se avanzaba hacia la certificación ambiental. Esta experiencia aportó beneficios tanto a la dirección como al personal operativo, fortaleciendo la imagen institucional y elevando el rendimiento ambiental de la organización.

A nivel nacional, Salas (2021) señala que en el plan de auditoría ambiental aplicado en 2019 para optimizar la gestión ambiental en la minera Shougang Hierro, ubicada en Ica, Perú, se realizó la recopilación de información a través de encuestas y entrevistas a 98 trabajadores, complementadas con análisis documental. Los resultados indicaron que el proceso de auditorías ambientales internas presentaba debilidades que afectaban al Sistema de Gestión Ambiental (SGA), por lo que se recomendó su revisión y mejora. Se enfatizó que la

Pág.

alta dirección debería considerar la adopción integral de la norma ISO 14001:2015 en todas las áreas de la empresa. Tras la aplicación de la auditoría ambiental, se identificaron medidas de prevención y control que contribuyeron favorablemente a fortalecer el SGA y a reducir la contaminación en los puntos críticos.

Por su parte, Segura (2019) afirma que en la empresa minera CIA Volcán S.A., implementaron el SGA bajo la norma ISO 14001:2015 tuvo como objetivo disminuir los impactos ambientales generados por las labores de extracción mineral. Este sistema representa un compromiso empresarial con la protección ambiental, logrando su aplicación a través del desarrollo del plan, el programa y el procedimiento específico que promueven la prevención de la contaminación y limitan los efectos negativos sobre el entorno. Como resultado, se registró una reducción del 45 % en incidentes ambientales derivados de la actividad minera.

Asimismo, Mamani (2022) resalta que en la compañía Minera Baltimori, localizada en la región de Puno, se llevó a cabo la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental basado en los lineamientos de la norma ISO 14001. El proceso incluyó un análisis del estado ambiental de la empresa y la identificación de los elementos ambientales más relevantes. El diagnóstico inicial reveló que el nivel de cumplimiento estaba por debajo del umbral del 90 %, establecido como requisito mínimo en la lista de verificación correspondiente a la norma ISO 14001:2015, lo cual evidenció falencias en la ejecución del sistema.

Durante esta etapa se identificaron 153 aspectos ambientales, de los cuales 63 fueron clasificados como de mayor importancia. Frente a esta situación, se procedió a implementar procedimientos operativos específicos, se formuló la política ambiental de la empresa y se desarrollaron programas, objetivos, formatos de registro y sesiones de capacitación. Este conjunto de acciones permitió alcanzar la validación y conformidad del sistema de gestión en concordancia con los estándares exigidos por la ISO 14001 dentro de la organización

Baltimori.

Monago (2021) realizó un estudio en la planta concentradora ubicada en Lauricocha, Huánuco, donde se identificó la generación significativa de material particulado principalmente en las etapas de chancado primario, secundario y terciario, debido a la naturaleza mecánica de estos procesos que reducen el tamaño de las rocas hasta aproximadamente 2 pulgadas. En esta investigación se evaluó el efecto que tuvo la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) orientado a la mejora de la calidad del aire respecto a los materiales particulados. Se analizaron valores de monitoreos ambiental desde 2014 hasta 2019, dividiendo los años en dos periodos: antes de la implementación del SGA (2014-2016) y después de su puesta en marcha bajo la norma ISO 14001:2015 (2017-2019). Los resultados mostraron una reducción significativa del material particulado: un 56.4 % para PM 2.5, un 47.8 % para PM 10 y una disminución del 34 % en la concentración de plomo en el aire, evidenciando el impacto positivo del SGA en el control de contaminantes atmosféricos

Por otro lado, Rivera (2018) indica que en la mina San Roque durante el 2017 se implementó un Sistema de Gestión Ambiental basado en la ISO 14001:2015, el cual promovió un ciclo de mejora continua a través del establecimiento de una política ambiental clara, planificación, ejecución, monitoreo y aplicación de actividades de corrección y prevención, con la revisión periódica realizadas por alta dirección. Esta iniciativa permitió desarrollar una mayor conciencia ambiental entre los trabajadores, fomentando la preservación del recurso natural y la disminución de la contaminación a lo largo de todas las etapas operativas.

Finalmente, Bonifacio (2019) reporta que en la empresa minera Centauro, en Pasco, la implementación del SGA conforme a la ISO 14001:2015 incluyó la aplicación de la política ambiental dividida en varias dimensiones específicas, las cuales fueron evaluadas para la

Pág.

medición del nivel de percepción de los trabajadores.

El resultado reveló que el 95 % de los colaboradores comprendía el sistema de gestión, el 90 % reconocía la responsabilidad de la dirección, el 75 % estaba involucrado en la gestión de recursos, y el 100 % participaba en actividades de medición, análisis y mejora. En cuanto a áreas específicas, se observó un 100 % de percepción en el manejo del agua y el origen del efluente, 85 % en el manejo de residuos, 75 % en la seguridad frente a la sustancia nociva, 90 % en el control de fugas del gas y 100 % en el consumo eléctrico. Estos indicadores muestran un alto grado de compromiso y conocimiento ambiental entre los trabajadores, lo que contribuye a la sostenibilidad y mejora continua en la administración ambiental de la empresa Centauro.

La investigación lo enmarcamos en la teoría del Desarrollo Sostenible, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 1992), que menciona que ha dejado de lado al enfoque tradicional del desarrollo económico por ser de una visión estrictamente economicista. Por ello, esta teoría se orienta al crecimiento que no deberá ser la finalización de cada política gubernamental, sino los medios para el logro del desarrollo integral de los seres humanos. Consecuentemente, en este ámbito, el desarrollo sostenible asegura el equilibrio de la necesidad económica, social y ambiental para lograr el bienestar de cada generación presente y futura.

En la región La Libertad se caracteriza por una amplia actividad minera, pero al mismo tiempo genera impactos ambientales significativos. El suelo, el agua y el aire se ve afectados por prácticas extractivas que no siempre cumplen con estándares ambientales adecuados. A pesar de tener un marco normativo, la fiscalización resulta insuficiente, lo que facilita la acumulación de activos ambientales, esta situación incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas locales y limita el desarrollo sostenible en el manejo de residuos sólidos y

líquidos; dichas carencias generan riesgos para salud de la población, pérdida de la biodiversidad y conflictos socioambientales recurrentes. Ello no solo afecta la legitimidad social de la empresa minera, sino también su competitividad frente a exigencias nacionales e internacionales de responsabilidad ambiental, y la desconfianza comunitaria y el riesgo de sanciones legales agravan la problemática. Por ello, se plantea la necesidad de elaborar un plan de mejora en los impactos ambientales que permita reducir daños, garantizar sostenibilidad y fortalecer la relación entre la actividad minera y la sociedad. Este enfoque resulta prioritario para alcanzar un equilibrio entre crecimiento económico y cuidado ambiental en La Libertad.

Por otro lado, con el objetivo del aseguramiento de cumplir los estándares determinados en la norma ISO 14001:2015, buscando obtener la certificación internacional y superar con éxito los procesos de auditoría ambiental. Este estudio ofrece apoyo al auditor como y a la empresa minera responsables de la implementación y mantener el Sistema de Gestión Ambiental, además de servir como referencia para futuras investigaciones relacionadas con la gestión ambiental minera. Aunque muchas compañías cuentan con un SGA, en varios casos su aplicación es insuficiente o incompleta, dejando brechas que dificultan el cumplimiento total de los requisitos auditables. Garantizar el cumplimiento pleno de estos requisitos es fundamental para proteger el medio ambiente, salvaguardar la salud de los trabajadores y las comunidades vecinas, y al mismo tiempo mantener la vigencia de la certificación ISO 14001:2015, así como preservar la productividad y rentabilidad de la unidad minera.

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿De qué manera un plan de mejora puede reducir los impactos ambientales generados

Pág.

por la actividad económica en una unidad minera?

Problemas específicos

¿Qué impactos ambientales con potencial alto se generan por la actividad económica en la unidad minera?

¿Cuáles son las principales actividades económicas que generan impactos ambientales en la zona de influencia de la unidad minera?

¿Cuál es el nivel de cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental de la unidad minera respecto a los criterios de la norma ISO 14001:2015?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar un plan de mejora para reducir los impactos ambientales por actividad económica en una unidad minera.

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar los impactos ambientales con potencial alto en una unidad minera, La Libertad 2025.

Determinar las principales actividades económicas de la zona en la unidad minera, La Libertad 2025.

Identificar el nivel de cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015 de la unidad minera, La Libertad 2025.

Realizar un análisis de costo beneficio con la implementación del Sistema de Gestión

Ambiental de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

La implementación de un plan de mejora contribuirá a la reducción significativa de los impactos ambientales generados por la actividad económica en la unidad minera de La Libertad en el año 2025.

1.4.2. Hipótesis Específicas

Los impactos ambientales con potencial alto generados en la unidad minera pueden ser identificados mediante una evaluación ambiental sistemática.

Las principales actividades económicas de la zona inciden directamente en la generación de impactos ambientales en la unidad minera.

El nivel de cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental de la unidad minera presenta brechas respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015.

La implementación del Sistema de Gestión Ambiental en la unidad minera genera una relación costo-beneficio favorable en función de los criterios de la norma ISO 14001:2015.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, fundamentado en la recopilación y análisis numérico de datos relacionados con el desempeño ambiental de una unidad minera. Este enfoque permitió medir con precisión el nivel de incidencia de los impactos ambientales generados por las actividades económicas, utilizando herramientas estadísticas y representaciones gráficas que facilitaron la interpretación objetiva de los resultados. El empleo de este enfoque fue pertinente dado que el propósito del estudio fue identificar y proponer mejoras, partiendo de evidencias verificables y medibles.

El tipo de investigación es básico, pues se apoya en conocimientos previamente adquiridos y aplicados al campo de la Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Calidad (SSOMAC). Tal como lo plantean Pozo-Puértolas et al. (2024), la investigación básica permite generar aportes teóricos y técnicos aplicables a contextos prácticos, en este caso, orientados al diseño de un plan de mejora para optimizar la gestión de impactos ambientales en la unidad minera.

El nivel de alcance fue descriptivo, dado que se buscó identificar, medir y caracterizar los impactos ambientales generados en la unidad minera. Según Avellaneda et al. (2022), los estudios descriptivos se orientan a detallar fenómenos sin manipular variables, lo que resultó adecuado para este trabajo, ya que se pretendía conocer el estado actual de la gestión ambiental y sustentar la formulación de un plan de mejora.

El diseño metodológico fue no experimental y transversal. En concordancia con Kerlinger (2000), este tipo de diseño se caracteriza porque no permite la manipulación de las variables independientes, limitándose a la observación de hechos ya ocurridos. Asimismo, fue transversal porque los datos se recogieron en un solo momento.

La población estuvo conformada por todos los impactos ambientales generados por la actividad económica de la unidad minera ubicada en La Libertad. Estos impactos incluyen alteraciones observables en los componentes agua, suelo, aire, ruido y biodiversidad.

La muestra se delimitó a aquellos impactos ambientales registrados en los informes de monitoreo ambiental y de cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental durante el año 2025, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico. Es decir, por los registros ambientales de la unidad minera ubicada en La Libertad e incluyeron informes internos de monitoreo, reportes de emisiones, vertimientos, generación de residuos sólidos y consumo de recursos, así como las evaluaciones de impacto ambiental disponibles en la empresa. En total, se recopilaron 48 informes técnicos emitidos mensualmente durante el año, esta selección permitió obtener información precisa y suficiente para analizar los impactos ambientales derivados de la actividad económica y diseñar un plan de mejora viable y alineado con la realidad de la unidad minera.

El procesamiento de datos incluyó la organización de la información en hojas de cálculo, a partir de las cuales se elaboraron tablas y figuras para representar los resultados por cada componente ambiental. Se calcularon porcentajes de cumplimiento y promedios para evaluar el nivel de impacto y el grado de adherencia a la normativa.

Finalmente, en cuanto a las consideraciones éticas, se reconocieron todas las fuentes utilizadas en el proceso de investigación. Los datos empleados fueron oficiales y de acceso público, evitando la manipulación indebida de información. Se garantizó la objetividad, transparencia y confidencialidad en el tratamiento de los resultados, respetando los principios éticos de la investigación científica.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Objetivo específico 1, Identificación de los impactos ambientales con potencial alto

Se analizaron las principales actividades del proceso minero: perforación, voladura, transporte, chancado, molienda, almacenamiento de combustible, disposición de relaves y tránsito nocturno.

A partir de esta evaluación se elaboró la Tabla 1, donde se muestran los impactos identificados, el componente ambiental afectado y su respectivo nivel de significancia.

Tabla 1

Impactos ambientales con potencial alto en la unidad minera, La Libertad – 2025

Nº	Actividad / Aspecto	Impacto ambiental	Componente afectado	Indicador de referencia	Valoración
1	Perforación y voladura	Emisión de material particulado (PM ₁₀)	Aire	140 µg/m ³ vs. ECA 100 µg/m ³	Alto
2	Transporte de mineral	Generación de polvo y gases	Aire	120 µg/m ³ PM ₁₀	Alto
3	Chancado y molienda	Niveles de ruido >88 dB	Ruido	Límite 85 dB	Alto
4	Almacenamiento de combustibles	Riesgo de derrame e infiltración	Suelo / agua	Eventos OEFA 2023	Alto
5	Depósito de relaves	Filtración de metales pesados	Agua superficial/subterránea	0,06 mg/L As (ECA 0,05 mg/L)	Medio-Alto
6	Tránsito nocturno e iluminación	Alteración de fauna	Fauna	Evidencia de desplazamiento	Medio

Según la Tabla 1 evidencia que la mayor cantidad de impactos corresponde al nivel Alto, destacando las emisiones de PM₁₀, el ruido en chancado/molienda y el riesgo de contaminación por combustibles. Estos resultados demuestran que los factores aire, ruido y suelo/agua subterránea son los componentes ambientales más vulnerables en la operación minera evaluada.

Objetivo específico 2, Determinación de las principales actividades económicas de la zona.

Para cumplir con este objetivo, se realizó una revisión documental y estadística de las fuentes oficiales disponibles (INEI, MINEM, Ministerio de la Producción, Ministerio de Agricultura)

Se recopilaron datos actualizados sobre la evolución de la producción, el empleo y el aporte al PBI regional por sector económico, con especial énfasis en minería.

Tabla 2

Principales actividades económicas de La Libertad

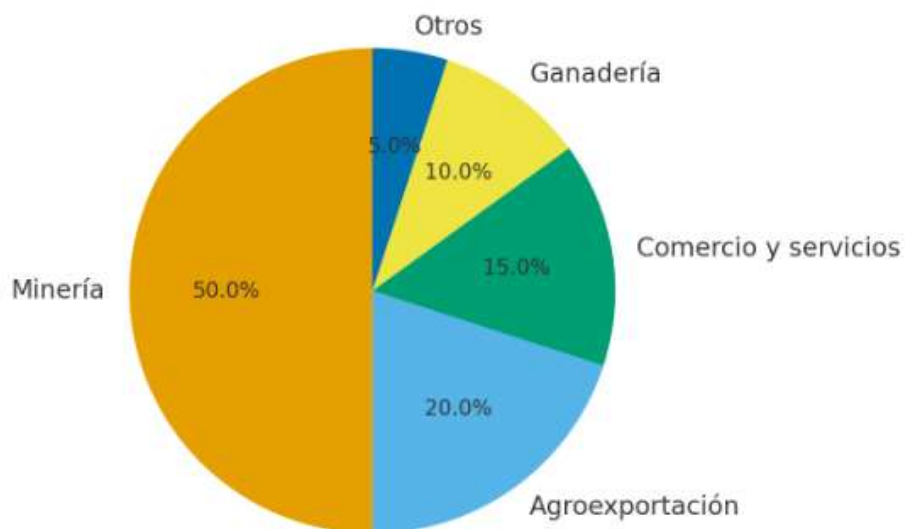
Nº	Actividad económica	Indicador / cifra local relevante	Participación estimada relativa	Importancia principal
1	Minería (producción de oro)	Empleo minero formal: ~ 23,045 personas; aporta ~ 7.6 % del PBI regional; La Libertad es la región líder en producción de oro.	40–45 %	Motor económico, empleo, ingresos por canon y regalías.
2	Agricultura / Agroexportación	Agropecuario creció ~ 11.2 % en 2024; exportaciones de productos como arándano crecieron mucho; agroexportación genera empleo formal relevante.	25–30 %	Diversificación, ocupación, ingresos externos.
3	Pesca industrial	Pesca creció ~ 142 % gracias a temporada de anchoveta y recuperación de condiciones climáticas; impulso a la harina y aceite de pescado.	10–15 %	Contribución fuerte en ciertos periodos; apoyo a la industria manufacturera.
4	Comercio / servicios locales	Empleo formal crece; sector servicios (comercio, transporte, hoteles, restaurantes) tiene actividad significativa.	10–15 %	Sostén del empleo local, infraestructura y demanda interna.
5	Otros sectores (construcción, turismo, etc.)	Crecimiento variable; turismo aún no se recupera a niveles prepandemia; construcción con altibajos.	5–10 %	Importantes en momentos de inversión pública; turismo con potencial.

En la Tabla 2 se muestran las principales actividades económicas de la región La Libertad

. Se observa que la minería y la agroexportación constituyen los sectores de mayor relevancia.

Esta distribución evidencia que la economía regional depende fuertemente de la minería y la agricultura, lo cual es determinante para comprender la relación entre el desarrollo económico y los impactos ambientales generados en la zona de estudio.

Figura 1. Principales actividades económicas en la Libertad.



En la Figura 1 se representa la participación porcentual de las principales actividades económicas de la región La Libertad. Se observa que la minería (50 %) constituye el sector predominante, seguida de la agroexportación (20 %), el comercio y servicios (15 %), la ganadería (10 %) y otros rubros menores (5 %). Esta representación gráfica permite visualizar con claridad la concentración de la economía regional en dos sectores principales —minería y agroexportación—, lo que refuerza la necesidad de enfocar las estrategias de mitigación y planes de mejora ambiental en dichas actividades, dado que son las que ejercen mayor presión sobre los recursos naturales y los ecosistemas de la zona.

Tabla 3

Principales actividades económicas y sus impactos ambientales asociados en La Libertad

Nº	Actividad económica	Importancia económica	Impactos ambientales principales	Recursos / componentes afectados
1	Minería	Alta (50 %)	Emisión de polvo y gases, generación de relaves, riesgo de filtración de metales pesados.	Aire, agua, suelo
2	Agroexportación	Alta (20 %)	Consumo intensivo de agua, uso de fertilizantes y pesticidas.	Agua superficial/subterránea, suelo
3	Comercio y servicios	Media (15 %)	Generación de residuos sólidos y líquidos, emisiones por transporte	Suelo, agua, aire
4	Ganadería	Media-baja (10 %)	Sobrepastoreo, contaminación por estiércol, degradación de suelos.	Suelo, agua
5	Otros (turismo, artesanías, construcción)	Baja (5 %)	Residuos sólidos, ruido, modificación del paisaje.	Suelo, paisaje, fauna

En la tabla 3 se presenta la relación entre las principales actividades económicas de la región La Libertad y los impactos ambientales que generan. Se observa que tanto la minería como la agroexportación, además de ser los motores de la economía regional, son también las actividades que ocasionan mayores presiones sobre el ambiente, especialmente en el uso de agua, la calidad del aire y la integridad de los suelos. El comercio, los servicios y la ganadería presentan impactos de menor escala, aunque su efecto acumulado también contribuye a la degradación ambiental. Esta información complementa el análisis realizado, permitiendo vincular directamente la estructura económica regional con los desafíos ambientales que enfrenta la zona de estudio.

Objetivo específico 3, Precisar el nivel de cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015.

Tabla 4

Lista de verificación para cumplimiento de los requisitos ambientales según ISO 14001:2015.

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Implementación para requisito (%)
1	Comprensión de la organización	1.1. Comprensión de la organización y su contexto	¿La entidad cuenta con un mecanismo para evaluar, monitorear y actualizar su contexto organizacional tanto interno como externo? (44.28%)	SÍ	La organización cuenta con la herramienta de análisis estratégico conocida como FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para evaluar su situación interna y externa.	44.28	77.18	80.34
			¿La unidad minera ha identificado todos los factores ambientales que podrían influir en sus operaciones o verse impactados por ellas? (44.28%)	NO	-Como resultado de sus operaciones, se produjo una descarga involuntaria de aproximadamente 180 m ³ de agua contaminada con residuos de relave cerca de la presa de relaves de la unidad minera, lo que generó la mortandad masiva de truchas en el área afectada. -Actualmente, la empresa enfrenta un conflicto con los pobladores, debido a la presencia de pasivos ambientales no gestionados en la zona, los cuales continúan generando impactos negativos sobre la salud de los habitantes, así como sobre la flora y fauna local.	0		
			¿Se han incorporado las condiciones ambientales al momento de estructurar y organizar el sistema de gestión ambiental? (44.28%)	SÍ	Su sistema de gestión incluye diversos componentes, tales como la administración del recurso hídrico, el uso eficiente de la energía, la adaptación y mitigación frente al cambio climático, el control de la erosión y los sedimentos,	44.28		

Pág.

				la conservación de la biodiversidad, el manejo adecuado de los residuos, así como el monitoreo y control de la calidad del aire, del ruido y de las vibraciones. Además, contempla la preparación ante posibles situaciones de emergencia, entre otros aspectos clave.			
		1.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.	¿La organización posee un procedimiento establecido para identificar y analizar las expectativas y necesidades de sus grupos de interés? (30%)	SÍ	Cuenta con una matriz de partes interesadas que refleja sus expectativas hacia la empresa durante el proceso, así como los requerimientos que consideran necesarios para mantener la confianza depositada en ella.	30	66
			¿Se han reconocido de forma integral los requerimientos relevantes?	SÍ	-	30	

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿Expectativas de las partes interesadas? (30%)					
			¿Existe un control periódico de la información vinculada con las partes interesadas y sus necesidades específicas? (30%)	SÍ	La empresa publica un Reporte Integrado cada año con la finalidad de mantener informados a los grupos de interés sobre su desempeño, así como dar seguimiento a los cambios en requerimientos y prioridades vinculados a ellos.	30		
			¿Se han determinado las obligaciones legales y otros compromisos relacionados con los intereses de las partes externas? (30%)	NO	- Solo se han considerado los requisitos aplicables a las partes interesadas internas, dejando de lado a proveedores, contratistas y clientes. - No se da cumplimiento al inciso c de la norma, ya que no se especifica cuáles de los requisitos identificados corresponden a obligaciones legales u otros compromisos aplicables.	0		
		1.3. Determinación del alcance del SGA.	¿La empresa tiene formalmente definido el alcance del sistema de gestión ambiental? (44.28%)	SÍ	Se sugiere ampliar el alcance del sistema a todas las áreas operativas, incluyendo también la ciudad donde se realiza la recepción del concentrado, como parte del proceso de transporte y entrega.	44.28	95	
			¿Están claramente especificados los límites físicos, operativos y funcionales del sistema? (44.28%)	SÍ	A través de esta información, se detalla el límite de aplicación del sistema de gestión ambiental, así como las responsabilidades asignadas a los distintos miembros de la organización para su cumplimiento.	44.28		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

		¿El alcance establecido se encuentra disponible y accesible para los actores interesados? (44.28%)	SÍ	El contenido se encuentra disponible en el sitio web oficial de la compañía.	44.28	
	1.4. SGA.	¿Han sido reconocidos todos los procesos fundamentales y sus respectivas relaciones, incluyendo entradas, salidas y su secuencia lógica? (30%)	SÍ	-	30	50
		¿Se han establecido actividades de control y métricas específicas para monitorear la gestión de los procesos? (30%)	NO	Se han identificado tres procesos claramente estructurados con sus respectivas actividades, sin embargo, no se han definido indicadores que permitan evaluar su desempeño.	0	

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿Se han determinado los recursos, responsabilidades y funciones necesarias para cada uno de los procesos? (30%)	NO	Se asignan responsables para cada uno de los procesos; sin embargo, no se especifican los recursos requeridos para garantizar su adecuada ejecución.	0		
			¿Se han definido los procesos considerando los posibles riesgos y oportunidades? (30%)	NO	Los procesos están definidos correctamente; sin embargo, al no disponer de un IPERC u otro método de evaluación de riesgos y oportunidades, estos aspectos no han sido considerados dentro del mapa de procesos.	0		
			¿Existen evidencias que demuestren mejoras en el rendimiento de los procesos y del sistema de gestión ambiental? (30%)	Sí	También se conserva como información documentada, lo que permite dar cumplimiento al requisito establecido.	30		
2		2.1. Liderazgo y compromiso.	¿La alta dirección muestra liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión ambiental? (30%)	Sí	-	30		88.55
			¿La dirección asume la responsabilidad y rinde cuentas por la eficacia del sistema ambiental? (30%)	Sí	-	30		
			¿Se asegura la dirección de cumplir y hacer cumplir los requisitos del sistema de gestión ambiental? (30%)	Sí	-	30	98	

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

	Liderazgo	¿La alta dirección garantiza que la política ambiental y los objetivos se alineen con la estrategia y el contexto organizacional? (30%)	SÍ	-	30		
	2.2. Política ambiental.	¿La organización mantiene una política ambiental adecuada a su propósito, considerando su entorno y los impactos que genera? (30%)	NO	La entidad no dispone de una herramienta sistemática o una metodología definida que le permita reconocer previamente los aspectos e impactos ambientales, lo cual limita su consideración durante la formulación de la política ambiental.	0	70	

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿Se consideran las actividades, los productos y los servicios de la organización en la gestión ambiental? (20%)					
			¿La política ambiental incluye compromisos como la protección del entorno, la prevención de la contaminación, el cumplimiento de normativas legales y otros requisitos, así como la mejora continua? (30%)	SÍ	-	30		
			¿Existe coherencia entre lo planteado en la política ambiental y los objetivos definidos por la organización? (30%)	SÍ	-	30		
			¿La política está disponible y accesible para las partes interesadas? (30%)	SÍ	Está accesible a través del portal web de la empresa minera.	30		
			¿Se ha difundido la política dentro de la empresa y se asegura que el personal la comprende? (30%)	SÍ	La información es transmitida a todos los trabajadores, en todos los niveles de la organización, así como a los contratistas y a quienes realizan actividades relacionadas, con el fin de generar conciencia sobre sus responsabilidades individuales en materia de seguridad, salud ocupacional y medio	30		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

				ambiente. Además, dicha información se conserva de forma documentada.			
	5.3. Roles, responsabilidad es y autoridades en la organización.	¿Se han establecido de forma clara las funciones y responsabilidades asignadas a cada puesto dentro de la organización? (44.28%)	SÍ	-	44.28	99	
		¿Estas funciones y responsabilidades han sido comunicadas adecuadamente y son comprendidas por todos los niveles de la empresa? (44.28%)	SÍ	-	44.28		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿La alta dirección ha designado responsables para asegurar el cumplimiento de la norma, el buen desempeño de los procesos y demás obligaciones? (44.28%)	SÍ	-	44.28		
3	Planificación	3.1. Acciones para abordar riesgos y oportunidades. 3.1.1. Generalidades.	¿Se han identificado posibles riesgos y oportunidades considerando el contexto organizacional, los intereses y necesidades de las partes involucradas, así como el análisis de los procesos internos? (25%)	NO	-	0	0	0
			¿Se ha hecho una evaluación de estos riesgos y oportunidades con el fin de definir acciones proporcionales a su posible impacto? (25%)	NO	-	0		
			¿Se han establecido medidas específicas para gestionar los riesgos y oportunidades identificados? (25%)	NO	-	0		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

		3.1.2. Aspectos ambientales	¿Se han reconocido todos los aspectos ambientales relacionados con las actividades, productos y servicios que la organización puede controlar o influir, considerando todo su ciclo de vida? (25%)	NO	-	0		
			¿Se han incluido las condiciones fuera de lo normal y las posibles situaciones de emergencia en la evaluación ambiental? (25%)	NO	-	0		

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿Se ha realizado una evaluación que determine la relevancia de los aspectos ambientales identificados? (25%)	NO	-	0		
			¿Están definidos los criterios utilizados para evaluar los aspectos ambientales? (25%)	NO	-	0		
		3.1.3. Requisitos legales y otros requisitos.	¿Se ha establecido un método claro para acceder a los requisitos legales y otros compromisos aplicables? (25%)	NO	-	0		
			¿Se ha identificado cómo se aplican los requisitos legales dentro de la organización?	NO	-	0		
			¿Se han considerado los requerimientos legales y otros compromisos al implementar, mantener o mejorar el sistema de gestión ambiental? (25%)	NO	-	0		
		3.1.4. Planificación de acciones.	¿Se han definido acciones específicas en función de los aspectos ambientales más significativos, los requisitos legales aplicables y los riesgos u oportunidades identificados?	NO	-	0		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

	(25%)					
3.2. Objetivos ambientales y planificación para lograrlos.	¿Los objetivos definidos están alineados con la política ambiental de la organización? (25%)	NO	-	0	0	
	¿Los objetivos establecidos guardan coherencia con los aspectos ambientales de mayor importancia? (25%)	NO	-	0		
	¿Los objetivos definidos pueden medirse y cuentan con una metodología para su monitoreo? (25%)	NO	-	0		

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿En la planificación de los objetivos se consideran las tareas, recursos, tiempos y responsables para cumplirlos? (15%)	NO	-	0		
			¿Los objetivos han sido comunicados dentro de la organización en los niveles adecuados? (15%)	NO	-	0		
4	Apoyo	4.1. Recursos.	¿La empresa cuenta con los medios necesarios para asegurar el buen funcionamiento del sistema de gestión ambiental? (45%)	SÍ	-	40	95	83
			¿Se ha identificado y asignado al personal requerido para implementar correctamente el sistema ambiental? (45%)	SÍ	-	40		
		4.2. Competencia.	¿Se ha definido qué capacidades deben tener las personas que ejecutan funciones dentro del SGA? (44.28%)	SÍ	Se ha excluido la participación del personal operativo, quienes también deben contar con las competencias necesarias para contribuir de manera efectiva al sistema de gestión ambiental.	44.28	95	
			¿Se han tomado medidas para garantizar o mejorar las habilidades del personal? (44.28%)	SÍ	A través de un programa anual, se establecen directrices ambientales alineadas con las necesidades de la organización, la normativa vigente y los compromisos asumidos.	0		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

		¿Existen registros que demuestren que el personal cumple con las competencias requeridas? (44.28%)	SÍ	Información respaldada en documentos.	44.28		
	4.3. Toma de conciencia.	¿Se han realizado actividades para sensibilizar al personal sobre la política y los objetivos ambientales? (44.28%)	SÍ	Se emplean lineamientos orientados a la gestión del comportamiento, mediante el uso de instrumentos de análisis conductual y el reconocimiento del desempeño relacionado con Seguridad y Salud Ocupacional.	44.28	100	

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿Se ha informado al personal sobre cómo su trabajo contribuye al buen funcionamiento del sistema y a los beneficios de mejorar el desempeño? (33.32%)	SÍ	-	33.32		
			¿Se han tomado medidas para que el personal entienda las consecuencias de no cumplir con los requisitos del sistema de gestión ambiental? (33.34%)	SÍ	Se han establecido directrices para llevar a cabo una adecuada inducción, capacitación y sensibilización sobre el Sistema de Gestión Ambiental (SGA),	33.34		
		4.4. Comunicación.	¿Se han establecido los mecanismos de comunicación, tanto interna como externa, vinculados al sistema de gestión ambiental? (25%)	SÍ	Para cada grupo de interés, se han definido los medios de comunicación y la periodicidad con la que se les contacta.	25	75	
			¿Está establecido qué información se comunica, en qué momento, a quién va dirigida, el medio utilizado y el responsable de dicha comunicación? (25%)	SÍ	La empresa ha desarrollado un sistema de comunicación adaptado a cada parte interesada, que incluye un área específica encargada de recibir quejas y reclamos, con un flujograma de atención y niveles de criticidad previamente definidos.	25		
			¿Está establecido qué información se comunica, en qué momento, a quién va dirigida, el medio utilizado y el responsable de dicha comunicación? (25%)	NO	No se cuenta con un método formal general para asegurar una comunicación efectiva; sin embargo, existen formas específicas detalladas para mantener el contacto entre las distintas partes involucradas.	0		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

		comunicación? (25%)				
		¿La organización da respuesta a los mensajes externos relacionados con temas ambientales? (25%)	SÍ	Se realizan reuniones periódicas que incluyen a todas las áreas operativas, administrativas y empresas contratistas, con responsables asignados y frecuencias previamente establecidas. No obstante, se identificó como limitación la ausencia de comunicación hacia las zonas donde se realiza el desembarque del material.	25	
	4.5. Información documentada	¿Se ha verificado la identificación completa de la documentación requerida tanto por la norma como por el propio Sistema de Gestión? (10%)	SÍ	Se ha identificado toda la documentación exigida por la norma ISO 14001:2015, así como documentos adicionales generados por la propia organización para asegurar su correcto funcionamiento.	10	40

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿La forma en que se identifican y describen los documentos es la adecuada? (10%)		De manera eficiente y acorde a las operaciones que realiza la empresa minera.			
			¿La forma en que se identifican y describen los documentos es la adecuada? (10%)	SÍ	-	10		
			¿Está especificado el formato y medio en el que se guarda cada documento? (10%)	SÍ	La data es suficiente para describir los componentes principales del Sistema Integrado de Gestión (SIG) ha sido definida, implementada y organizada en formato digital dentro de la red interna. También está disponible en el portal web corporativo y mediante publicaciones impresas.	10		
			¿Se aplica un procedimiento claro para revisar y aprobar los documentos? (10%)	SÍ	Se ha desarrollado una matriz que regula la elaboración y aprobación de documentos, en la cual se detalla el tipo de documento, el responsable de su redacción, la revisión correspondiente y su validación final	10		
			¿La información documentada está disponible donde se necesita consultar? (10%)	NO	-	0		
			¿Los documentos están resguardados contra pérdidas o usos incorrectos? (10%)	NO	-	0		
			¿Se han establecido mecanismos para distribuir, acceder y utilizar los documentos correctamente?	NO	-	0		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

		(10%)				
		¿Se han establecido mecanismos para proteger y preservar la documentación, tales como la generación de respaldos? (10%).	NO	-	0	
		¿Se lleva un registro de las modificaciones? (10%)	NO	-	0	

**PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025**

Nº	Requisito según ISO 14001:2015	Sub-requisito según ISO 14001:2015	Preguntas para evidencia	SÍ/NO	Observaciones y/o hallazgos	Porcentaje de cumplimiento por pregunta (%)	Implementación para pre-requisito (%)	Porcentaje implementado para requisito (%)
			¿Se ha determinado la documentación externa que se requiere para el desarrollo de los procesos? (10%)	NO	-	0		
5	Operación	5.1. Planificación y control operacional	¿Están definidos los procesos clave para cumplir con los requerimientos del sistema de gestión ambiental? (20%).	NO	-	0	20	60
			¿Se han fijado parámetros o lineamientos para la ejecución de los procesos? (20%)	SÍ	La organización ha definido esto a través de procedimientos relacionados con la gestión del sistema, el manejo ambiental y el control de riesgos operacionales, los cuales contienen lo necesario para implementar correctamente el SGA.	20		
			¿Se realiza seguimiento y control a los procesos que han sido tercerizados? (20%).	NO	-	0		
			¿Se han establecido criterios ambientales al momento de adquirir bienes o contratar servicios? (20%).	NO	-	0		
			¿Se ha informado a los proveedores sobre los requisitos ambientales aplicables? (20%)	NO	-	0		
		5.2. Preparación	¿Se han implementado procedimientos para actuar ante posibles situaciones de emergencia? (20%)	SÍ	-	20		

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

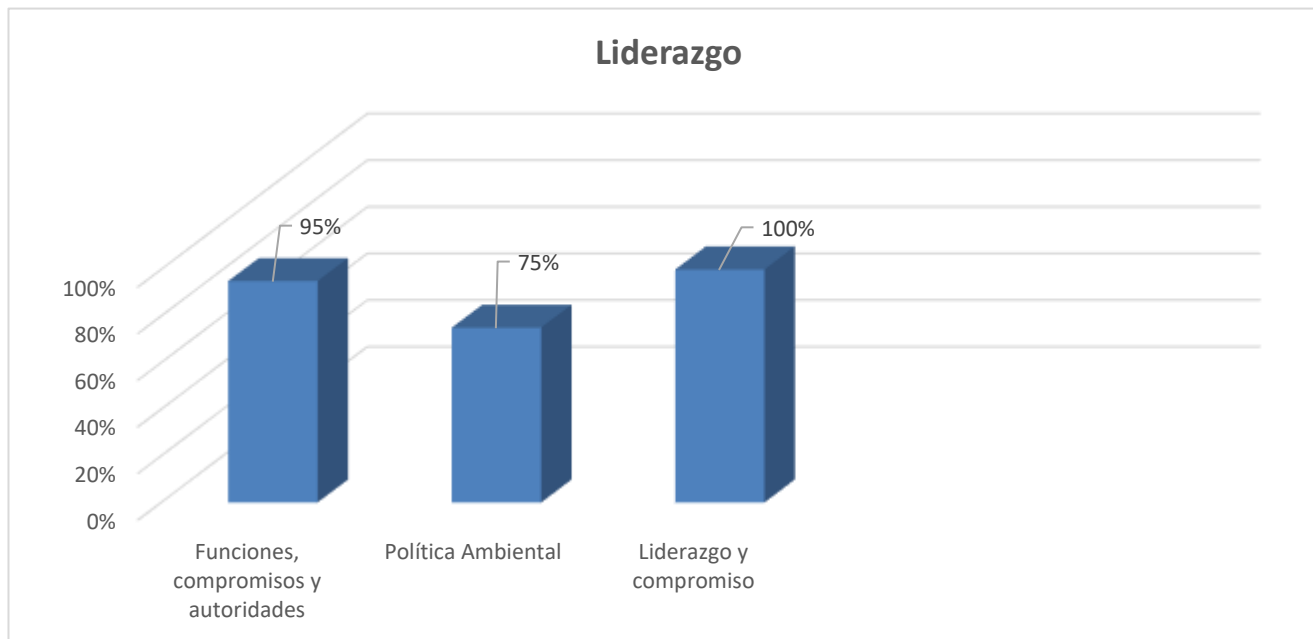
	y respuesta ante emergencias.	¿Existen acciones previstas para prevenir y reducir los efectos negativos al ambiente causados por emergencias? (20%).	SÍ	Se cuenta con personal designado para responder ante emergencias, conformado por un Jefe de Incidentes y un Asesor especializado del área ambiental.	20	100	
--	-------------------------------	--	----	--	----	-----	--

Figura 2. *Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de entendimiento de la organización*



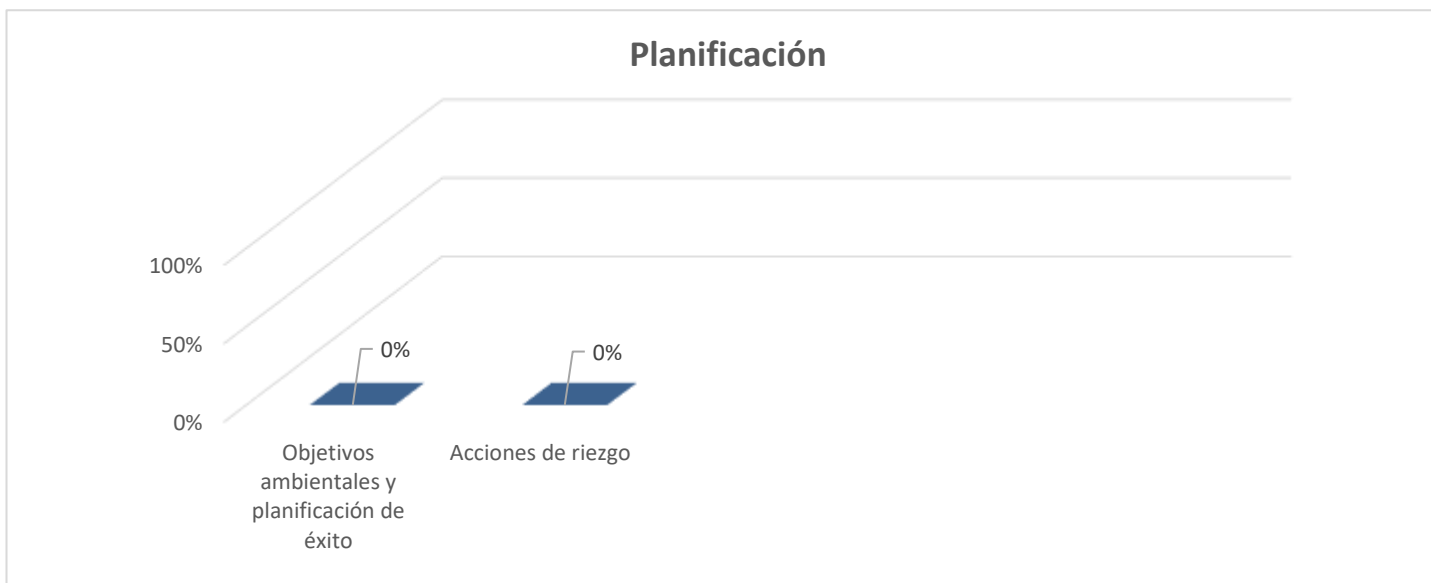
Según la figura 2, se observa los porcentajes de cumplimiento de los subrequisitos del entendimiento de la organización, donde se tiene el 35% de cumplimiento del SGA, el 95% de cumplimiento del alcance del SGA, el 80% de cumplimiento de expectativas interesados y 55.90% de cumplimiento de comprensión de la organización de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015

Figura 3. *Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de liderazgo*



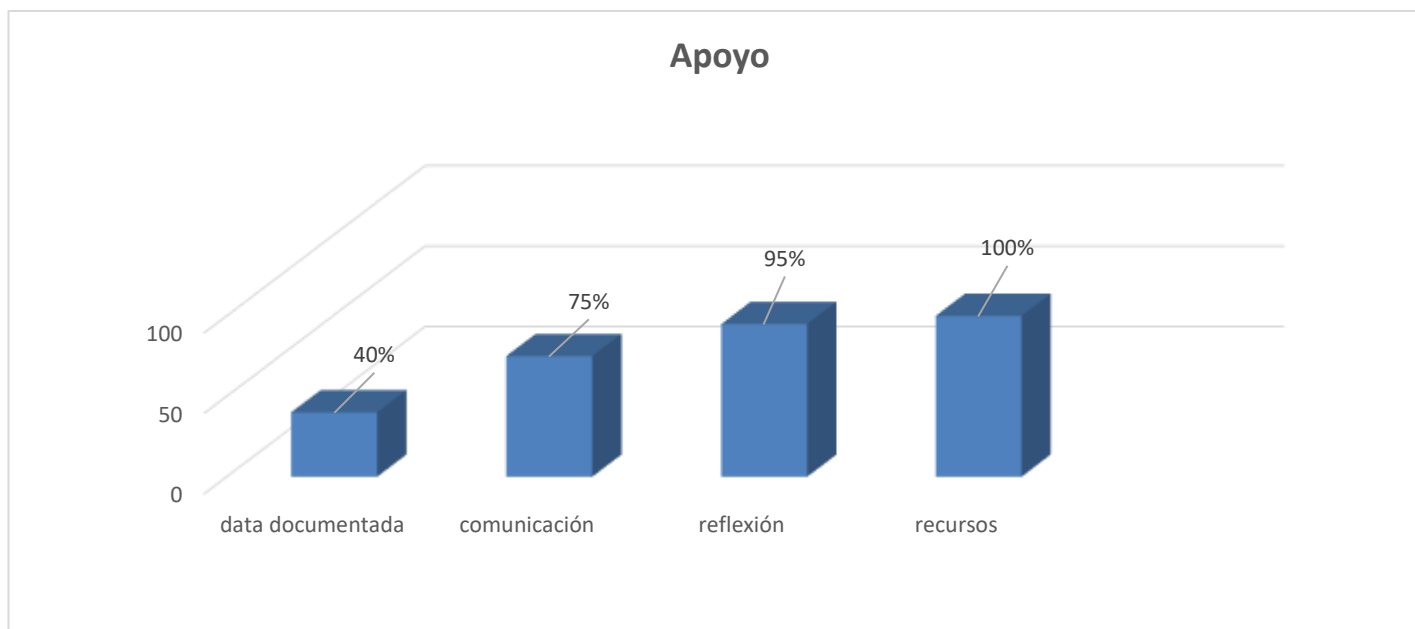
Según la figura 3, se observa los porcentajes de cumplimiento de los subrequisitos del liderazgo, el 95% de cumplimiento de funciones, compromisos y autoridades, el 75% de cumplimiento de política ambiental y el 100% de cumplimiento de liderazgo y compromiso de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015.

Figura 4. *Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de planificación*



Según la figura 4, se observa los porcentajes de cumplimiento de los subrequisitos del requisito planificación, no existe cumplimiento de objetivos ambientales y planificación de éxito, y no existe cumplimiento de acciones de riesgo de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015.

Figura 5. *Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de apoyo*



Según la figura 5, se observa los porcentajes de cumplimiento de los subrequisitos de apoyo, el 40% de cumplimiento de la data documentada, el 75% de cumplimiento de comunicación, el 95% de cumplimiento de reflexión y el 100% de cumplimiento de recursos de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015.

Figura 6. *Porcentajes de cumplimiento de subrequisitos de operación*



Según la figura 6, se observa los porcentajes de cumplimiento de los subrequisitos de operación, el 95% de cumplimiento de preparación y respuesta ante emergencias, y el 15% de cumplimiento de planificación y control operacional de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015

Objetivo específico 4, Análisis costo–beneficio de la implementación del plan de mejora.

Se efectuó un análisis costo–beneficio (B/C) que permitió comparar la inversión requerida frente a los beneficios esperados en la unidad minera ubicada en La Libertad. Para ello, se identificaron las principales medidas ambientales necesarias, tales como el control de emisiones de material particulado, reducción de ruido, impermeabilización de depósitos de relaves, reforestación de áreas intervenidas y tratamiento de aguas residuales.

Tabla 5

Análisis costo–beneficio de la implementación de medidas ambientales en la unidad minera (La Libertad, 2025)

Nº	Medida de mejora ambiental	Costo estimado anual (USD)	Beneficios ambientales y sociales	Beneficio económico estimado (USD)	Relación B/C
1	Sistema de riego de vías para control de polvo	35,000	Reducción de PM ₁₀ en aire → mejora salud respiratoria	60,000 (ahorro en sanciones y salud)	1.7
2	Instalación de coberturas en chancadoras	50,000	Disminución de ruidos (>88 dB a <80 dB)	75,000 (evita multas, mejora clima laboral)	1.5
3	Impermeabilización de depósitos de relaves	120,000	Reducción de infiltración de metales pesados en agua	200,000 (cumplimiento ECA, evita sanciones OEFA)	1.6
4	Programa de reforestación perimetral	25,000	Recuperación de fauna y paisaje	40,000 (imagen social, compensación ambiental)	1.6
5	Planta de tratamiento de aguas residuales	150,000	Eliminación de descargas contaminantes → protección de cuencas	250,000 (ahorro en multas, reutilización de agua)	1.7

En la Tabla 5 se presenta el análisis de costo–beneficio de las principales medidas de mejora ambiental propuestas para la unidad minera en La Libertad. Como se observa, la relación beneficio/costo en todos los casos es mayor a 1, lo cual evidencia la viabilidad económica de las acciones planteadas. Por ejemplo, la instalación de un sistema de riego de vías para el control

Pág.

de polvo, con un costo anual aproximado de 35,000 USD, generaría beneficios superiores a 60,000 USD, reflejados en la reducción de material particulado, la mejora de la salud de los trabajadores y la disminución del riesgo de sanciones ambientales.

Tabla 6

Comparación de costos de incumplimiento vs. costos de implementación ambiental

Impacto ambiental	Posible multa OEFA / MINEM (USD/año)	Costo de implementación de medida (USD/año)	Diferencia (USD)	Justificación
Emisión de material particulado	80,000	35,000	-45,000	Evita sanción y mejora salud
Ruido laboral > 85 dB	50,000	50,000	0	Mitiga conflictos con trabajadores
Filtración de relaves	150,000	120,000	-30,000	Cumple con ECA agua y evita riesgo social
Descarga de aguas residuales	200,000	150,000	-50,000	Reúso del agua tratada y evita sanciones
Daños a flora y fauna	60,000	25,000	-35,000	Mejora relaciones comunitarias

En la Tabla 6 se comparan los costos asociados al incumplimiento de la normativa ambiental con los costos de implementación de medidas de mejora. Los resultados muestran que, en la mayoría de los casos, el costo de invertir en la gestión ambiental es menor que el gasto que supondría una sanción, además de que se suman beneficios sociales y ambientales intangibles. Por ejemplo, el incumplimiento en descargas de aguas residuales podría generar sanciones de hasta 200,000 USD anuales, mientras que la implementación de una planta de tratamiento representa 150,000 USD anuales, generando además un beneficio adicional en la reutilización del recurso hídrico.

Objetivo general, Realizar un plan de mejora para reducir los impactos ambientales por actividad económica en una unidad minera.

1. Objetivo del plan de mejora

Implementar medidas de gestión ambiental que reduzcan los impactos negativos derivados de la actividad económica minera en la unidad ubicada en La Libertad.

Tabla 7

Acciones de Mejora Ambiental Propuestas

Acción de Mejora	Objetivo Ambiental	Indicador de Cumplimiento	Meta
Instalación de sistemas de supresión de polvo	Reducir emisiones de material particulado	Concentración PM ₁₀ en aire	≤ 100 µg/m ³
Planta de tratamiento de aguas residuales	Reducir contaminantes en efluentes	Concentración de metales pesados (As, Pb)	≤ ECA agua
Programa de gestión de residuos sólidos	Minimizar residuos peligrosos y comunes	% de residuos tratados adecuadamente	≥ 95%
Optimización del consumo de agua	Reducir el uso ineficiente de agua	m ³ de agua recirculada	≥ 70%
Programa de control de ruido ocupacional	Mitigar niveles de ruido en operación	dB medidos en puntos críticos	≤ 85 dB

La Tabla 7 presenta las acciones propuestas en el plan de mejora ambiental. Estas medidas buscan atacar los impactos identificados previamente, con indicadores claros de desempeño y metas específicas alineadas con la normativa ambiental peruana.

Tabla 8.

Costos de Implementación del Plan de Mejora Ambiental (USD)

Acción de Mejora	Costo de Inversión (USD)	Costo Operativo Anual (USD)	Horizonte (años)
Supresión de polvo	120,000	15,000	5
Planta de tratamiento de aguas residuales	80,000	20,000	5
Gestión de residuos sólidos	30,000	5,000	5
Optimización del consumo de agua	15,000	3,000	5
Control de ruido ocupacional	10,000	2,000	5
Total	255,000	45,000	

La Tabla 8 detalla los costos de inversión y operación requeridos para implementar las acciones del plan de mejora. La mayor inversión corresponde al control de emisiones de polvo y tratamiento de aguas, lo que responde a los impactos ambientales más críticos.

Tabla 9

Beneficios Económicos Proyectados (USD)

Año	Ahorro en Multas y Sanciones	Optimización de Recursos	Mejora de Productividad	Beneficio Total
2025	40,000	30,000	30,000	100,000
2026	60,000	50,000	70,000	180,000
2027	70,000	60,000	70,000	200,000
2028	80,000	70,000	70,000	220,000
2029	90,000	70,000	70,000	230,000
Total	340,000	280,000	310,000	930,000

La Tabla 9 muestra los beneficios esperados de aplicar el plan. Se evidencia una tendencia creciente en ahorros por evitar sanciones, optimizar el uso de recursos e incrementar la productividad, acumulando USD 930,000 en cinco años.

Tabla 10

Evaluación Financiera del Plan de Mejora Ambiental

Indicador	Resultado	Interpretación
VAN (10% de tasa de descuento)	USD 359,270.13	El VAN positivo confirma la rentabilidad del plan.
TIR (Tasa Interna de Retorno)	41.14%	La TIR es muy superior a la tasa de descuento, lo que refuerza la viabilidad económica.
PRI (Período de Recuperación de la Inversión)	2.6 años	La inversión se recupera en un plazo menor a 3 años, dentro del horizonte de evaluación.

La Tabla 10 valida la factibilidad financiera del plan de mejora ambiental. Los indicadores demuestran que la inversión no solo es recuperable en corto plazo, sino que también asegura rentabilidad sostenida y beneficios ambientales.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En primer lugar, respecto al objetivo específico 1, se identificó que los impactos de mayor significancia corresponden a las emisiones de material particulado (PM₁₀), el ruido industrial y el riesgo de contaminación de suelo y agua subterránea por combustibles (Tabla 1). Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Monago (2021), quien señaló que en unidades mineras de la sierra peruana la contaminación del aire y del agua representan los principales factores de riesgo ambiental. Asimismo, Chura y López (2019) destacan que los contaminantes atmosféricos afectan no solo a la calidad ambiental, sino también a la salud de las poblaciones cercanas, lo cual refuerza la necesidad de priorizar acciones correctivas en este aspecto.

En cuanto al objetivo específico 2, se determinó que la economía regional de La Libertad depende principalmente de la minería (50 %) y la agroexportación (20 %), como se observa en la Figura 1. Esta concentración económica, aunque genera crecimiento regional, también intensifica la presión sobre recursos críticos como el agua y los suelos (Tabla 3). Estos resultados guardan relación con los estudios de la CEPAL (2024), que advierten sobre la tensión entre crecimiento económico basado en extractivismo y sostenibilidad ambiental en América Latina. Además, González (2018) enfatiza que la dependencia de sectores intensivos en recursos naturales incrementa los conflictos socioambientales, lo que también es observable en la región estudiada.

El objetivo específico 4 confirma que la implementación del plan de mejora ambiental es económicamente viable, dado que en todos los casos la relación beneficio/costo (B/C) fue superior a 1 (Tabla 6). La comparación entre costos de incumplimiento y costos de mejora (Tabla 7) demuestra que las sanciones ambientales representan un gasto mayor frente a la inversión en gestión preventiva, hallazgo que coincide con lo planteado por Cerna (2017), quien señala que la prevención resulta más costo-efectiva que la corrección de daños ambientales. Por ejemplo, la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales no solo evita sanciones de hasta 200,000 USD, sino que también posibilita la reutilización de recursos hídricos, alineándose con el enfoque de eficiencia planteado en la ISO 14001 (Massolo, 2016).

Finalmente, respecto al objetivo general, los resultados reflejados en las Tablas 9 y 10 evidencian que el plan de mejora propuesto generará beneficios acumulados cercanos a 930,000 USD en cinco años, validando su factibilidad financiera y sostenibilidad ambiental. Este resultado se vincula con los lineamientos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (1992), que promueven la implementación de estrategias que combinen rentabilidad con responsabilidad ambiental, configurando un modelo de desarrollo sostenible aplicable a la minería en la región.

4.2. Conclusiones

Se identificó que los impactos ambientales de mayor significancia en la unidad minera corresponden a la contaminación atmosférica (PM_{10}), el ruido industrial y el riesgo de contaminación de suelo y agua por combustibles, lo que coincide con antecedentes nacionales e internacionales sobre los principales efectos de la minería.

La economía de la región La Libertad está fuertemente concentrada en la minería y la agroexportación, sectores que, si bien impulsan el crecimiento económico regional, generan los impactos ambientales más severos, principalmente en agua, aire y suelos

El análisis costo–beneficio demostró que las medidas de mejora ambiental son financieramente viables, con relaciones B/C superiores a 1. Además, los costos de prevención resultan menores que las sanciones por incumplimiento, lo cual respalda la adopción temprana de medidas de gestión ambiental.

La implementación del plan de mejora propuesto permitirá alcanzar beneficios acumulados de 930,000 USD en cinco años, asegurando tanto la recuperación de la inversión como la sostenibilidad operativa y ambiental de la unidad minera

En conjunto, los resultados demuestran que es posible compatibilizar el desarrollo económico regional con la protección ambiental, siempre que se apliquen planes de mejora ambiental basados en la gestión preventiva, la eficiencia de recursos y el cumplimiento normativo, en concordancia con los lineamientos del desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

- Avellaneda, L., Morante, P., & Dávila, J. (2022). La investigación científica. Una aventura epistémica, creativa e intelectual. 2da. Edición. Religación Press, Centro de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades desde América Latina (CICSHAL), Quito, Ecuador, <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.7>
- Bonifacio, M. (2019). *Implementación del sistema de gestión ambiental ISO 14001: 2015 en empresa Corporación Minera Centauro – Pasco* [Tesis de grado, Universidad Nacional Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2003>
- Cerna, B., Cerna, P., Cerna, C., Cerna, S. y Olórtegui, Y. (2023). Sistema integrado de gestión para la sostenibilidad de la empresa Bendita S.A.C., Lima. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 3419-3435. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7189
- CEPAL (2024). Guía para priorizar y evaluar proyectos de remediación ambiental: gestión de pasivos mineros [Informe]. <https://minsus.net/mineria-sustentable/wp-content/uploads/2024/10/Guia-para-priorizar-y-evaluar-proyectos-de-remediacion-ambiental-gestion-de-pasivos-mineros.pdf>
- Chavarry, D. y Casquino, B. (2016). *Implementación del sistema ISO 14001:2004 para mejorar la gestión ambiental en la concesión Italo, Empresa minera Phuyu Yuraq II. E.I.R.L., Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/7580>
- Chura, A. (2019). *Implementación del sistema de gestión ambiental en mina San Roque FM – Ancash y sus beneficios*. Repositorio institucional UNAP. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17087>

Chura, A. (2019). *Implementación del sistema de gestión ambiental en la mina Minereicis S.A., Azuay, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano].

<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17087>

Escuela Europea de excelencia (2023). Documentación para el sistema de gestión ambiental: como decidir que procedimientos documentar.

<https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2023/12/documentacion-para-el-sistema-de-gestion-ambiental-como-decidir-que-procedimientos-documentar/>

Enríquez, V. (2021). *Riesgos ambientales establecidos por las empresas mineras de la región Puno* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Altiplano].

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18261/Vitaliano_Enr%C3%ADquez_Mamani.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Garzón, J., Rodríguez, J. & Hernández, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible.

Universidad y Salud, 19(2), 309. <https://doi.org/10.22267/rus.171902.93>

Gonzales, J. (2021). *Planificación de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001* [Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5874/JHONATAN%20JESUS%20GONZALES%20MORENO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, C. (2014). Metodología de la investigación (6ta ed.). McGraw-Hill.

https://www.academia.edu/32697156/Hern%C3%A1ndez_R_2014_Metodologia_d_e_la_Investigacion

ICONTEC (2005). Norma técnica NTC ISO 9001: 2000 – Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos. <https://www.icontec.org/eval-conformidad/certificacion-iso-9001-sistema-de-gestion-de-calidad/>

International Institute for Environment and Development (2010). Minería artesanal y a pequeña escala en Perú: Impactos ambientales, uso del mercurio y características de la extracción de oro [informe].

<https://www.ied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/G00731.pdf>

Jabbour, C & De Sousa Jabbour, A. (2016). Gestión ambiental en recursos verdes y cadena de suministro verde: vinculando dos agendas emergentes. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1824-1833. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.052>

Kerlinger, F. (2000). Fundamentos de la investigación del comportamiento (4ta ed.). Harcourt College Publisher.

https://books.google.com/books/about/Foundations_of_Behavioral_Research.html?id=3QQQAQAIAAJ

La Rosa Airaldi, L. A. (2014). Apuntes sobre aprobación y modificación de los instrumentos de gestión ambiental del sector minero: antecedentes, nuevos criterios y desafíos a partir de novedades normativas. *Derecho & sociedad*, 42, 373-388.

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechosociedad/article/view/12492>

Luna, P. (2009). Factores clave para lograr la competitividad empresarial [Informe]. Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas.

https://www.imef.org.mx/publicaciones/boletinestecnicosorig/BOL_01_09_CTN_C.pdf

Mamani, E. (2022). *Implementación del sistema de gestión ambiental para la empresa minera Baltimori, según la normativa ISO 14001* [Trabajo de titulación, Universidad San Carlos]. <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./90?show=full>

Massolo, S. (2017). Análisis del uso de las herramientas de gestión ambiental en las organizaciones. *Revista de gestión ambiental*, 1-10.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6297482.pdf>

Mora, E. (2020). *Evaluación del desempeño ambiental en proyectos de explotación minera de materiales de construcción: diseño y análisis de un indicador para las canteras Lomas de Caney y el Níspero* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana].
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/50928>

Mosquera, F. (2022). *Propuesta de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001: 2015 para la mejora del desempeño ambiental en una organización* [Tesis de pregrado, Universidad Continental].
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12574/2/IV_FIN_107_TE_Evangelista_Ch%C3%A1vez_2022.pdf

Monago, J. (2021). *Sistema de gestión ambiental en la planta concentradora de la Compañía Minera Raura S. A. para mejorar la calidad de aire referente al material particulado* [Tesis de grado, Universidad Continental].
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9344/4/IV_FIN_107_TE_Monago_Cajahuaman_2021.pdf

Naciones Unidas (1992). Informe de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo.
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

Nicolalde, J. y Guamán, J. (2017). *Diseño de un sistema de gestión ambiental para el proyecto integral minero ubicado en las concesiones mineras Barranco Colorado para la fase de exploración, explotación y beneficio de minerales metálicos de la empresa Agriplaza S.A.* [Tesis de grado, Universidad técnica particular de Loja].
<https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/18098>

- Orihuela, L. (2019). *La responsabilidad social y ambiental de la industria minera en el Perú. Caso: Minera Barrick Misquichilca – Pierina* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://core.ac.uk/download/pdf/323352062.pdf>
- Otero - Ortega, A. (2018). Enfoques de investigación. Métodos para el diseño urbano–Arquitectónico, 1, 9-10. https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf
- Pazán, G. (2014). *Propuesta de un sistema de gestión ambiental basada en la norma ISO 14001:2004 para profrutas Cía. Ltda.* [Tesis de maestría, Universidad de Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7431/1/UPS-GT000730.pdf>
- Pozo - Puértolas, R., Sallés, L., & Taverner, C. (2024). Narrativa científica en la investigación aplicada en diseño. *Gráfica* (Bellaterra), (EP), 1–8, <https://doi.org/10.5565/rev/grafica.389>
- Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (1992). Informe sobre desarrollo humano – PNUD. <https://mapa.do.undp.org/files/publications/Informe%20sobre%20Desarrollo%20Humano%201992.pdf>
- Quispe, Y. (2021). *Propuesta de gestión ambiental en base a la ISO 14001: 2015 para la explotación de aljez en la cantera Yesera San Sebastián, Tarija, Bolivia* [Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17071>
- Ramos, D., Jiménez, J. y Nieto, M. (2014). Proactividad ambiental y desempeño de la empresa bajo el enfoque de los stakeholders. Una propuesta de estudio. Universidad

Nacional Autónoma de México.

<https://repositorios.fca.unam.mx/investigacion/memorias/2014/17.03.pdf>

Rivera, J. (2018). *Implementación del sistema de gestión ambiental ISO 14001: 2015 para minimizar los impactos ambientales de la mina San Roque FM S.A.C.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Antúnez de Mayolo].

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2436>

Rodríguez, M. y Mendivelso, F. (2018). Diseño de investigación de corte transversal. *Revista Médica Sanitas*, 21(3), 141-147.

<https://revistas.unisanitas.edu.co/index.php/rms/article/view/368>

Salas, D. (2021). *Plan de auditoría ambiental para mejorar los procesos de gestión medio ambiental en la minera Shougang Hierro Perú, Marcona - Ica* [Trabajo de titulación, Universidad Señor de Sipán].

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9173>

Salinas, X. (2011). Regulación vs. Desregulación en la gestión socioambiental en Chile: Una batalla constante. *Revista Latinoamericana de Derecho y Políticas Ambientales*.

<https://www.dar.org.pe/wp-content/uploads/2017/12/Revista-Latino-americana-N10.pdf>

Schwarz, M. (2011). Gestión ambiental aplicada al planeamiento de proyectos mineros. *Ingeniería Industrial*, 29, 99-121.

http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/230/205

Segura, F. (2019). *Implementación del sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001: 2015 para reducir el impacto de la contaminación en los procesos de extracción de mineral "Minera CIA Volcán S.A"* [Trabajo de titulación, Universidad

Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/a6a5bbc6-2918-4a96-ae51-54a48ddd0ca3>

Sepúlveda, J. (2019). *Impactos de la gestión ambiental en los indicadores de desempeño de pequeñas y medianas empresas del sector servicios en Baja California, México.*

[Tesis de posgrado, Universidad Autónoma de Baja California].

[https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstreams/6719380a-78cf-487e-a728-](https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstreams/6719380a-78cf-487e-a728-9ebf50607bf3/download)

[9ebf50607bf3/download](https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstreams/6719380a-78cf-487e-a728-9ebf50607bf3/download)

Wong, E. (2022). Evaluación de la contaminación por cianuro de la minería artesanal en el cerro La Bola de Igor – Huarancha. [Tesis doctoral. Universidad Nacional de Trujillo].

[https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/19635/Wong%20Lopez%2c](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/19635/Wong%20Lopez%2c%20Ernesto%20Segundo.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

[%20Ernesto%20Segundo.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/19635/Wong%20Lopez%2c%20Ernesto%20Segundo.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia

TÍTULO: “PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA	POBLACIÓN	
<p>General: ¿De qué manera un plan de mejora puede reducir los impactos ambientales generados por la actividad económica en una unidad minera?</p>	<p>General: Realizar un plan de mejora para reducir los impactos ambientales por actividad económica en una unidad minera.</p>	<p>General: La implementación de un plan de mejora contribuirá a la reducción significativa de los impactos ambientales generados por la actividad económica en la unidad minera de La Libertad en el año 2025.</p>	<p>Variable 01: <i>Actividad Económica Minera</i> * Aire * Ruido *suelo y agua subterránea *Actividades económicas</p>	<p>Tipo de Investigación: Según el propósito del conocimiento: a. Básica. Según el diseño de la Investigación: b. No experimental Según su enfoque: c. Cuantitativo. Según su estudio: d. Descriptiva. Según su corte: e. Transversal.</p>	<p>Instrumentos de recolección de datos: Técnicas de recolección de datos: a. Revisión documental. b. Análisis de registros oficiales Instrumentos de recolección de datos: a. Fichas de registro b. Hojas de cálculo Análisis de datos: a. Estadística descriptiva</p>	<p>Población: Todos los impactos ambientales generados por la actividad económica de la unidad minera ubicada en La Libertad, que afectan componentes como agua, suelo, aire, ruido y biodiversidad Muestra: Impactos ambientales registrados en los informes de monitoreo ambiental y de cumplimiento del Sistema de Gestión</p>
<p>Específico 1: ¿Qué impactos ambientales con potencial alto se generan por la actividad económica en la unidad minera?</p>	<p>Específico 1: Identificar los impactos ambientales con potencial alto en una unidad minera, La Libertad 2025.</p>	<p>Específico 1: Los impactos ambientales con potencial alto generados en la unidad minera pueden ser identificados mediante una evaluación ambiental sistemática.</p>	<p>Variable 02: <i>Impactos Ambientales</i> * Presión ambiental * Plan de mejora *Viabilidad económica ambiental</p>			

<p>Específico 2:</p> <p>¿Cuáles son las principales actividades económicas que generan impactos ambientales en la zona de influencia de la unidad minera?</p>	<p>Específico 2:</p> <p>Determinar las principales actividades económicas de la zona en la unidad minera, La libertad 2025.</p>	<p>Específico 2:</p> <p>Las principales actividades económicas de la zona inciden directamente en la generación de impactos ambientales en la unidad minera.</p>	<p>Ambiental durante el año 2024, seleccionados mediante muestreo no probabilístico. En total, se recopilaron</p>
<p>Específico 3:</p> <p>¿Cuál es el nivel de cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental de la unidad minera respecto a los criterios de la norma ISO 14001:2015?</p>	<p>Específico 3:</p> <p>Realizar un análisis de costo beneficio con la implementación del Sistema de Gestión Ambiental de la unidad minera con respecto a los criterios establecidos por la norma ISO 14001:2015</p>	<p>Específico 3:</p> <p>La implementación del Sistema de Gestión Ambiental en la unidad minera genera una relación costo-beneficio favorable en función de los criterios de la norma ISO 14001:2015.</p>	

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: “PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025”					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<u>VARIABLE 1</u> Actividad económica minera	. La actividad económica minera se entiende como el conjunto de operaciones destinadas a la extracción de recursos minerales para su aprovechamiento y comercialización (Bocco et al., 2021).	. En esta investigación se considerará como actividad económica minera a las labores de explotación y procesamiento de minerales desarrolladas por la unidad minera en estudio durante el periodo 2025.	<ul style="list-style-type: none"> • Principales actividades económicas de la zona 	<ul style="list-style-type: none"> - Participación de la minería en el PBI regional - N° de empleos formales generados por minería - Participación de agricultura y agroexportación - Crecimiento de pesca industrial - Evolución de comercio y servicios 	RAZON
<u>VARIABLE 2</u> Impactos ambientales	Los impactos ambientales son las alteraciones positivas o negativas que resultan de una actividad humana sobre el entorno natural y social (Conesa, 2015)	En esta investigación se considerarán como impactos ambientales las modificaciones identificadas en el aire, agua, suelo y entorno social derivadas de la actividad minera de la unidad en estudio en el año 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de impactos ambientales con potencial alto • Análisis costo–beneficio de la implementación del plan de mejora • Acciones del plan de mejora ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> - Concentración de material particulado (PM₁₀) en aire - Niveles de ruido en chancado y molienda - Concentración de metales pesados en agua (As, Pb) - Costo de inversión de medidas ambientales - Beneficio económico estimado - Relación beneficio/costo (B/C) - Diferencia entre costo de incumplimiento y costo de implementación - N° de acciones de mejora implementadas - Cumplimiento de concentración de PM₁₀ - Cumplimiento de límites de ruido 	RAZON RAZON INTERVALO-CONTINUA

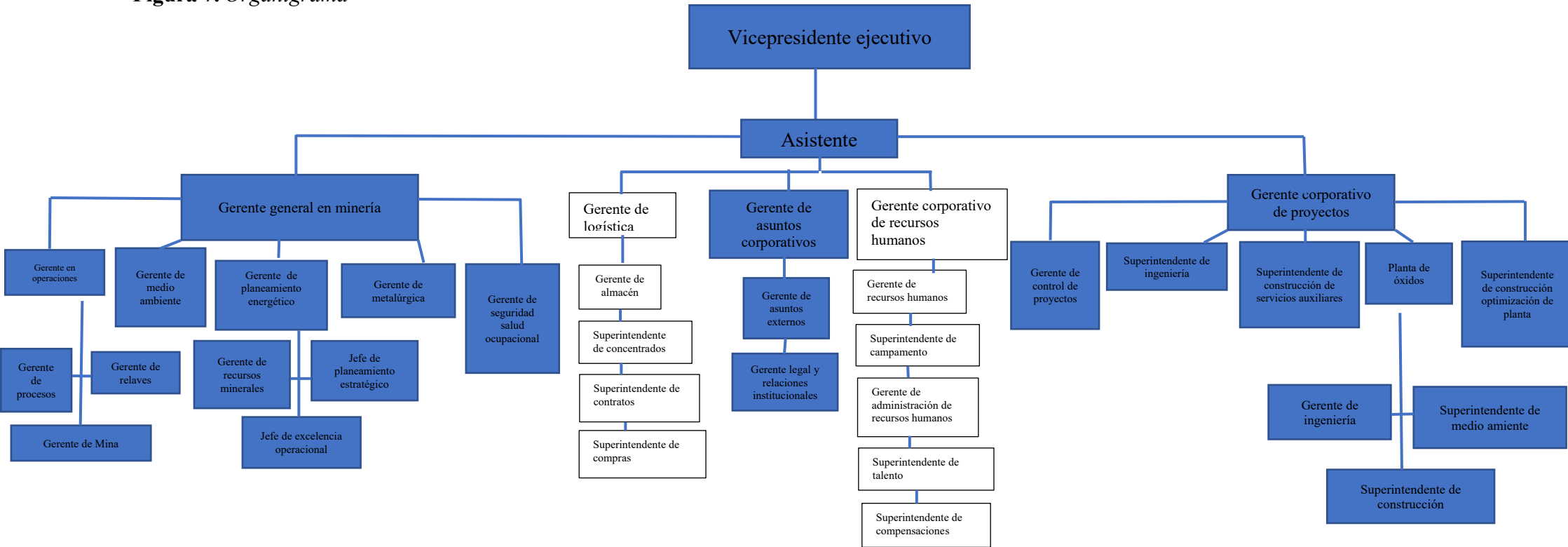
Anexo 3. Documentos presentados por la unidad minera que demuestran el cumplimiento de la normativa ambiental internacional conforme a la ISO 14001:2015

Requisito	Prerrequisito	Documento evidenciado
Ámbito de la organización.	Comprensiones del entorno organización	Analizar el FODA
	Identificación de las partes interesada	Matriz de partes interesadas.
	Alcances.	Identificación del alcance de sistema de gestión.
	Sistema de Gestión Ambiental Liderazgo y compromiso.	Mapa de interacción de áreas y procesos. Disposición integrada de gestión en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente
Liderazgo.	Políticas Ambientales.	Organigrama.
Planificación.	Rol, responsabilidad y 1 a autoridad en la organización.	Documento de responsabilidades y funciones asignadas en la minera
	Actividades para abordar riesgos y oportunidades. Objetivo ambiental y planificación para lograrlo.	Sin registro Sin registro
Apoyos.	Recursos.	Documento sobre recursos y responsabilidades definida
	Competencias. Conciencias.	Plan anual de capacitaciones Estrategias de gestión del comportamiento.
	Comunicaciones.	Registro de comunicaciones con partes interesadas
Operaciones.	Informaciones documentadas.	Procedimiento para gestión de documentos y registros
	Planificaciones y controles operacionales.	Procedimientos relacionados con administración del sistema, gestión ambiental y de riesgos
	Preparación y respuesta ante emergencias. Seguimientos, mediciones, análisis y evaluaciones.	Plan de respuesta y preparación frente a emergencias Sin registro
Evaluaciones del desempeño.	Auditorías internas.	Procedimiento de auditorías internas
	Revisiones ejecutivas	Evidencia no identificada
Mejoras.	Enfoque general	
	Gestión de no conformidades y correcciones	Documento de gestión de no conformidades y medidas correctivas.
	Mejora continua.	Evidencia no identificada

Nota. Los archivos documentarios proporcionados por la unidad minera que respaldan el cumplimiento de cada uno de los requisitos establecidos fueron registrados. En aquellos casos donde no se halló sustento documentado, se consignaron como 'No evidenciado'

Anexo 4. Organigrama

Figura 7. Organigrama



El organigrama presentado por la unidad minera omite ciertas áreas que fueron consideradas poco relevantes, incluyendo únicamente aquellas que, a criterio propio, se estimaron como prioritarias. Sin embargo, en una estructura organizacional adecuada, es fundamental visualizar la totalidad de las áreas que intervienen en el desarrollo de las operaciones, ya que cada una cumple un rol dentro del funcionamiento general.

Anexos 4. Base de datos

Actividad	Ruido_dB	PM10_ugm3	As_mgL
Perforación	78.99342831	113.7573928	0.04171005
Perforación	77.7234714	115.1967231	0.04439819
Perforación	79.29537708	99.79962918	0.057472936
Perforación	81.04605971	113.4838055	0.056103703
Perforación	77.53169325	114.3960871	0.049790984
Perforación	77.53172609	99.28472873	0.051173274
Perforación	81.15842563	137.9866177	0.062776649
Perforación	79.53486946	117.1074938	0.044084286
Perforación	77.06105123	92.13044754	0.055470974
Perforación	79.08512009	119.8483041	0.047978073
Perforación	77.07316461	95.37977495	0.047823188
Perforación	77.06854049	121.8062691	0.060987769
Perforación	78.48392454	127.3789337	0.058254163
Perforación	74.17343951	97.68976522	0.058135096
Perforación	74.55016433	124.4506419	0.063054788
Perforación	76.87542494	116.1917139	0.050210038
Perforación	75.97433776	122.3309024	0.05681953
Perforación	78.62849467	138.4518947	0.046897332
Perforación	76.18395185	106.3191783	0.053241664
Perforación	75.1753926	98.69395753	0.048698569
Perforación	80.93129754	96.65728356	0.05096996
Perforación	77.5484474	97.76284573	0.05595157
Perforación	78.13505641	108.8434744	0.041817793
Perforación	75.15050363	115.1172796	0.070923873
Perforación	76.91123455	114.150362	0.039939826
Perforación	78.22184518	122.4077487	0.037858114

Perforación	75.69801285	110.1950284	0.061581109
Perforación	78.75139604	131.8030112	0.057916627
Perforación	76.79872262	106.0301475	0.056241198
Perforación	77.4166125	150.8025375	0.056283455
Voladura	90.19488016	162.513347	0.089816298
Voladura	97.55683455	132.8568489	0.076541184
Voladura	91.95950833	128.58215	0.091137068
Voladura	88.82686721	159.6494483	0.079842574
Voladura	94.46763474	145.5307443	0.104626796
Voladura	88.33746905	164.2800099	0.087794139
Voladura	92.62659079	159.4647525	0.077617542
Voladura	86.12098963	148.5434217	0.085179212
Voladura	88.01544185	133.0641256	0.096193972
Voladura	92.59058371	119.7030555	0.081544132
Voladura	94.21539974	141.069701	0.077666694
Voladura	92.51410484	167.1279759	0.093655308
Voladura	91.65305515	154.2818749	0.093674499
Voladura	91.09668891	125.0852244	0.082395852
Voladura	87.56443403	153.4636185	0.082934425
Voladura	89.84046737	157.7063476	0.093480749
Voladura	90.61808369	132.3228513	0.068278735
Voladura	95.17136668	153.0745021	0.068888043
Voladura	93.03085487	151.1641744	0.079223337
Voladura	86.71087953	127.140594	0.086798293
Voladura	92.97225191	157.1557472	0.094663613
Voladura	90.84475316	161.2156905	0.112130343
Voladura	89.969234	171.6610249	0.102864894
Voladura	93.83502887	171.076041	0.087600922
Voladura	95.09299857	122.4466126	0.089714757

Voladura	94.79384036	131.2434992	0.07496206
Voladura	89.48234743	160.3007053	0.089722303
Voladura	91.07236287	160.275719	0.08567012
Voladura	92.99379029	160.3009537	0.094840778
Voladura	94.92663538	227.0546298	0.077591536
Acarreo	84.04165152	140.2760292	0.076232158
Acarreo	84.62868205	150.4401815	0.088392867
Acarreo	82.78733005	147.1720317	0.068694878
Acarreo	82.60758675	141.7250425	0.074820541
Acarreo	86.62505164	124.3251536	0.078281728
Acarreo	87.71248006	143.661446	0.065185354
Acarreo	84.85597976	116.0891461	0.07268911
Acarreo	87.0070658	125.7372651	0.070151109
Acarreo	85.72327205	121.2634561	0.071172113
Acarreo	83.70976049	131.4737345	0.060723883
Acarreo	85.72279121	171.6638542	0.070294122
Acarreo	88.07607313	96.38922653	0.075975979
Acarreo	84.92834792	142.3526834	0.087413723
Acarreo	88.12928731	100.9711143	0.08151125
Acarreo	79.76050979	121.5052264	0.095838189
Acarreo	86.64380501	149.6011107	0.060791829
Acarreo	85.17409414	131.1570403	0.080467848
Acarreo	84.4019853	110.600594	0.072200104
Acarreo	85.18352155	117.1245332	0.096277635
Acarreo	81.02486217	142.2327595	0.060300421
Acarreo	84.56065622	116.8534006	0.059923338
Acarreo	85.71422514	133.8962546	0.062807288
Acarreo	87.95578809	130.8202931	0.044513251
Acarreo	83.96345956	118.2711937	0.06369094

Acarreo	83.38301279	168.5909936	0.060890408
Acarreo	83.99648591	141.4105424	0.071804725
Acarreo	86.83080424	93.54743344	0.074101072
Acarreo	85.65750222	133.3561777	0.09251405
Acarreo	83.94047959	118.0878436	0.081405086
Acarreo	86.02653487	145.3438	0.063077156
Chancado	88.29123265	142.5645438	0.082031707
Chancado	90.90593497	157.4757983	0.109838383
Chancado	85.89384072	171.1097201	0.073595336
Chancado	87.01701356	179.0466143	0.136629175
Chancado	86.82367554	133.593479	0.123588802
Chancado	83.60945516	152.6409728	0.090616487
Chancado	88.88836083	149.5512032	0.065737309
Chancado	88.78316582	145.6267569	0.127077447
Chancado	88.01534037	198.8399933	0.097709203
Chancado	87.2962386	168.9095976	0.124756326
Chancado	83.75388777	132.260553	0.068111447
Chancado	86.73806403	180.1929628	0.0880125
Chancado	86.97185645	206.6874363	0.100104874
Chancado	85.59316819	182.7142357	0.100939612
Chancado	87.51614287	126.5738607	0.090998691
Chancado	89.21215257	149.3468504	0.112456999
Chancado	93.6585577	187.8720453	0.078647591
Chancado	88.52373344	144.4312718	0.09715241
Chancado	88.77265117	169.7640274	0.102405913
Chancado	87.7766225	177.0419492	0.110288777
Chancado	82.24368635	139.6075296	0.114232298
Chancado	87.92045837	158.6904422	0.077507158
Chancado	88.18069063	88.69211852	0.069317717

Chancado	95.38972634	137.4634719	0.125553536
Chancado	87.42291711	154.4435007	0.10664628
Chancado	88.90464203	132.54877	0.085030269
Chancado	87.89586469	195.9130487	0.13102304
Chancado	84.49396589	128.5368897	0.102313493
Chancado	91.42846844	150.3190213	0.123585944
Chancado	90.2557991	162.8762927	0.10135037
Planta Beneficio	81.58206389	109.4127329	0.060607479
Planta Beneficio	78.18122509	80.64137849	0.057553408
Planta Beneficio	82.80558862	106.6316375	0.037510359
Planta Beneficio	77.19629787	95.10233061	0.04971571
Planta Beneficio	81.17371419	85.18491349	0.046453759
Planta Beneficio	84.38091125	99.62103474	0.053686316
Planta Beneficio	78.01892735	96.99059696	0.030350765
Planta Beneficio	78.86740454	88.99783123	0.046860515
Planta Beneficio	80.19930273	95.69802085	0.050584245
Planta Beneficio	78.99304869	91.14686403	0.022412605
Planta Beneficio	76.89867314	96.13517345	0.028167415
Planta Beneficio	80.13712595	101.6213067	0.019607678

Planta Beneficio	77.87539257	110.8601682	0.037305932
Planta Beneficio	80.94718486	82.62184501	0.047175423
Planta Beneficio	78.16115153	116.3303337	0.055023571
Planta Beneficio	83.09986881	75.479122	0.040740948
Planta Beneficio	78.43349342	93.48214905	0.056286155
Planta Beneficio	79.35587697	100.8831721	0.026198985
Planta Beneficio	81.62703443	97.80991868	0.022966176
Planta Beneficio	77.53827137	88.7730048	0.039444523
Planta Beneficio	80.45491987	92.9187775	0.043840654
Planta Beneficio	82.61428551	90.06999065	0.039673053
Planta Beneficio	76.78503353	89.10635243	0.019325579
Planta Beneficio	80.36926772	103.496021	0.0391088
Planta Beneficio	80.51976559	98.57015486	0.026955305
Planta Beneficio	81.56364574	88.07090405	0.046696725
Planta Beneficio	77.52609858	103.9959988	0.043665982
Planta Beneficio	77.35908677	98.07299521	0.030601202

PLAN DE MEJORA EN IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD
ECONÓMICA EN UNA UNIDAD MINERA, LA LIBERTAD 2025

Planta Beneficio	81.04388313	103.1286212	0.034861331
Planta Beneficio	80.59396935	101.2962884	0.029407865