

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL
(UTECO)
Universidad Estatal



Facultad de Postgrado y Educación Continuada
Departamento de Postgrado

Trabajo de postgrado para Optar por el Título de Magister en Gestión y
Auditoria Ambiental.

Título

Impacto Ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana

Sustentantes

Juana Josefina Javier
Elvany Sofía Gálvez Sánchez

Asesor

Julio Espaillat, M. A.

Cotuí, Prov. Juan Sánchez Ramírez
República Dominicana
Año Académico 2024

TÍTULO:

**IMPACTO AMBIENTAL DEL TRIÁNGULO MINERO EN REPÚBLICA
DOMINICANA**

HOJA DE EVALUACIÓN

Título: Impacto Ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana.

Por: Juana Josefina Javier y Elvany Sofía Gálvez Sánchez

Trabajo de postgrado sometido a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), como requisito parcial para obtener el título de Maestría Gestión y Auditoria Ambiental.

Profesor asesor:

Julio Espailat, M. A.

Miembro del Comité evaluador

Glenny López, M.A

Rafael Robles, M.A.

Nelson Sánchez, M.A.

Directora de escuela de postgrado

Licda. Yuderka Altagracia Reyes

Decano de la facultad de postgrado y educación continuada

Dr. Dionicio Ripoll Concepción

Calificación:_____

Cotuí, provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana
Año Académico 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los conceptos emitidos en el presente trabajo de investigación titulado: “Impacto Ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana”, son responsabilidad de las sustentantes de éste. Las citas, consultas bibliográficas se han realizado respetando el derecho de autor; por tanto, se libera a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO) de su responsabilidad, sin embargo, para la reproducción total o parcial se requiere su autorización.

Sustentantes:

Juana Josefina Javier

Elvany Sofía Gálvez Sánchez

ÍNDICE CONTENIDO

	Página
Agradecimientos	viii
Resumen.....	ix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 Operacionalización de variables	8
1.6 Definición de términos.....	9
1.7 Marco contextual	10
1.8 Alcances y límites de la investigación	12
CAPÍTULO II: REVISIÓN LITERARIA.....	14
2.1 Contaminación ambiental	14
2.1.1 La concentración de contaminantes	15
2.1.2 Fuentes de contaminación ambiental en la actividad minera.....	16
2.1.3 Transporte y dispersión de contaminantes.....	17
2.1.4 Evaluación de estándares y regulaciones ambientales.....	18
2.1.5 Planes de monitoreo ambiental de la actividad minera.....	20
2.1.6 Caracterización de la calidad del agua.....	21
2.1.7 Estándares y guías de calidad del agua	23
2.1.8 Calidad del aire y su caracterización	24
2.1.9 Calidad del suelo y su caracterización	26
2.1.10 La pérdida de biodiversidad.....	27
2.1.11 Huella de carbono	29
2.1.12 Salud humana.....	30
2.1.13 Participación comunitaria y gobernanza de los recursos medioambientales.	32
2.1.14 Legislación y regulaciones ambientales en República Dominicana	33
2.2.1 Impactos ambientales de la actividad minera a nivel internacional	35
2.2.2 Impactos ambientales de la actividad minera en República Dominicana.....	36
2.2.3 Actividad minera y su impacto en el ecosistema la salud humana	38
2.2.4 Caracterización de los desechos mineros.....	39
2.3.1 Procesos mineros y generación de desechos.....	41
2.3.2 Reciclaje y reutilización de desechos	42

2.3.3 Gestión y tratamiento de residuos mineros	44
2.3.4 Medidas de mitigación para la preservación del medioambiente	45
2.3.5 Tecnologías de tratamiento para la preservación del medioambiente	47
2.3.6 Prácticas de manejo de sedimentos y erosión del suelo.....	49
2.3.7 Procesos de liberación y transporte de contaminantes.....	50
2.3.8 Cambio climático	51
2.3.9 Eficiencia energética.....	53
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	56
3.1 Diseño y tipo de investigación (enfoque, tipo y método)	56
3.2 Población, muestra y muestreo (criterio de inclusión y exclusión).....	57
3.3 Técnica y recolección de datos (Instrumentación).....	57
3.4 Validez y confiabilidad	58
3.5 Procedimiento.....	60
3.6 Análisis de los datos.....	60
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	62
4.1 Presentación de los resultados	62
4.1.1 Entrevista a los encargados departamentales del área de medio ambiente de las diferentes empresas mineras	62
4.1.2 Entrevista a la sociedad civil de la provincia Sánchez Ramírez	84
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	95
5.1 Interpretación de los datos.....	95
5.3. Conclusiones	102
5.4 Recomendaciones.	107
Referencias.....	109
Anexos	115

Lista de cuadros

Cuadro No.	Descripción	Página
Cuadro 1:	Contaminantes que genera la actividad minera.	63
Cuadro 2.	Forma en que la mina de medir los contaminantes emitidos al aire.	63
Cuadro 3.	Forma en que la mina mide los contaminantes que se emiten al agua.	64
Cuadro 4.	Existencia de programa o plan para la reducción de contaminantes en la empresa minera.	64
Cuadro 5.	Monitoreo de la empresa minera a la calidad del suelo.	64
Cuadro 6.	Principal fuente de abastecimiento de agua para las operaciones mineras	65
Cuadro 7.	Pruebas periódicas del agua para evaluar su calidad.	65
Cuadro 8.	Medidas implementadas para reducir el consumo de agua y optimizar su uso.	65
Cuadro 9:	Tratamiento que reciben las aguas residuales en la mina.	66
Cuadro 10.	Principales fuentes de emisión de contaminantes al aire de la empresa minera.	66
Cuadro 11.	Tipos de residuos sólidos generados por la mina.	67
Cuadro 12.	Clasificación y gestión adecuada de los residuos.	67
Cuadro 13.	Reducción, reutilización y reciclaje de residuos en la mina.	67
Cuadro 14.	Acciones realizadas por la mina para la correcta disposición final de los residuos peligrosos.	68
Cuadro 15.	Biodiversidad ubicada alrededor de la mina.	68
Cuadro 16.	Identificación de especies de flora o fauna en peligro de extinción en la zona de influencia de la acción minera.	69
Cuadro 17:	Acciones realizadas por la mina para la correcta disposición final de los residuos peligrosos.	69
Cuadro 18.	Proyectos de restauración de ecosistemas o áreas degradadas implementados por la mina.	70
Cuadro 19.	Acciones realizadas por la mina para la correcta disposición final de los residuos peligrosos.	70
Cuadro 20.	Proyectos implementados por la mina para reducir la huella de carbono.	70
Cuadro 21.	Actividades en que participa la mina para enmendar la emisión de carbono y la deforestación.	71
Cuadro 22.	Participación de la mina en programa de compensación de emisiones, como la reforestación o compra de créditos de carbono.	71
Cuadro 23.	Programas de vigilancia epidemiológica que evalúe posibles impactos en la salud de los trabajadores y comunidades cercanas.	72
Cuadro 24.	Riesgos que tiene la salud humana de la actividad minera.	72
Cuadro 25:	Capacitación y equipo de protección se proporciona al personal que trabaja en la mina.	73

Cuadro 26. Análisis periódicos del aire y agua, y su impacto en la salud de las personas en las cercanías.	73
Cuadro 27. Estudios de calidad del agua potable para las comunidades locales.	73
Cuadro 28. Acciones lleva a cabo una empresa minera para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático.	74
Cuadro 29. Metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir al objetivo de limitar el calentamiento global.	74
Cuadro 30. Acciones concretas se están tomando para reducir la intensidad de carbono en las operaciones mineras.	75
Cuadro 31. Proyectos de adaptación al cambio climático implementado por la mina.	75
Cuadro 32. Caracterización de los desechos para identificar sus componentes y composición.	76
Cuadro 33: Medidas implementadas para reducir la generación de desechos en las actividades mineras.	76
Cuadro 34. Planes o programas para minimizar los desechos desde la fase de diseño o producción.	77
Cuadro 35. Tasa de reciclaje de los materiales generados en la mina.	77
Cuadro 36. Materiales reciclados y reutilizados en el proceso de producción en la mina.	78
Cuadro 37. Política para fomentar el uso de materiales reciclados en los productos finales.	78
Cuadro 38. Campañas de concienciación entre los empleados y la comunidad para promover el reciclaje y la reutilización.	79
Cuadro 39. Enfoque principal para el tratamiento de los desechos generados.	79
Cuadro 40. Tratamiento de los desechos está en línea con las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables.	79
Cuadro 41: Prácticas innovadoras para mejorar el tratamiento de desechos en la mina.	80
Cuadro 42. Método de eliminación final para los desechos que no se pueden reciclar o tratar internamente.	80
Cuadro 43. Servicios de empresas especializadas y certificadas para la disposición de desechos peligrosos.	81
Cuadro 44. Implementación de medidas para prevenir la contaminación del suelo y el agua en las áreas de disposición.	81
Cuadro 45. Cumplimiento de la mina con todas las regulaciones y normativas ambientales vigentes.	81
Cuadro 46. Existencia de un equipo o departamento encargado de supervisar y garantizar el cumplimiento normativo.	82
Cuadro 47. Realización de auditorías internas o externas para verificar el cumplimiento de las normativas ambientales.	82
Cuadro 48. Implementación de planes de acción para corregir y mejorar el cumplimiento en caso de incumplimientos.	82

Cuadro 49: Evaluación de eficiencia energética para identificar oportunidades de mejora llevado a cabo por la mina.	83
Cuadro 50. Medidas se han implementado para reducir el consumo de energía en las operaciones.	83
Cuadro 51. Utilización de fuentes de energía renovable en el proceso de producción o en las instalaciones.	83
Cuadro 52. Promoción de la concienciación sobre el uso responsable de la energía entre los empleados y la comunidad.	84

Lista de figuras

Figura No.	Descripción	Página
Figura 1:	La actividad minera en el triángulo minero de Sánchez Ramírez ha tenido un impacto negativo en la calidad del aire en la provincia	84
Figura 2.	La actividad minera en la provincia Sánchez Ramírez ha causado la contaminación del agua en la región.	85
Figura 3.	La actividad minera ha tenido un impacto negativo en la salud de las comunidades locales en Sánchez Ramírez.	85
Figura 4.	La actividad minera ha provocado la degradación del suelo en la provincia	86
Figura 5.	Las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera.	86
Figura 6.	Las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera.	87
Figura 7.	Si debería reducirse o detenerse la actividad minera en el triángulo minero de Sánchez Ramírez para proteger el medio ambiente y la salud de las comunidades locales.	87
Figura 8	Los desechos generados por la actividad minera en la provincia Sánchez Ramírez han contribuido a la contaminación del agua en la región.	88
Figura 9.	Los desechos mineros han afectado negativamente la biodiversidad en la provincia, causando daño a la fauna y flora local.	88
Figura 10.	La liberación de sustancias químicas tóxicas de los desechos mineros ha dañado la calidad del suelo en la región de Sánchez Ramírez.	89
Figura 11.	Los desechos mineros han aumentado la erosión del suelo en las áreas cercanas a las minas, provocando la degradación del entorno natural.	89
Figura 12.	La actividad minera ha resultado en cambios notables en la calidad del aire, incluyendo la liberación de partículas en suspensión y emisiones de gases nocivos.	90

Figura 13. La sociedad civil en Sánchez Ramírez se siente adecuadamente informada sobre los riesgos ambientales asociados con los desechos mineros generados por la actividad minera.	90
Figura 14. Se deben implementar tecnologías avanzadas para el tratamiento de los desechos mineros con el fin de reducir la liberación de sustancias tóxicas al entorno.	91
Figura 15: Las autoridades locales deberían exigir a las empresas mineras que implementen programas de restauración de áreas afectadas por la minería, como la reforestación y la recuperación de ecosistemas.	91
Figura 16. Se deben establecer regulaciones más estrictas para supervisar y controlar el manejo de los desechos mineros, incluyendo la imposición de sanciones por incumplimiento.	92
Figura 17. La sociedad civil debería participar activamente en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los desechos mineros y la protección del medio ambiente en el triángulo minero.	92
Figura 18. Las empresas mineras deberían contribuir económicamente a un fondo ambiental destinado a la restauración y conservación de la región afectada por la minería.	93
Figura 19. Se deberían promover prácticas de reciclaje y reutilización de los materiales extraídos de las minas como una medida para reducir la generación de desechos mineros.	93
Figura 20. Las autoridades locales deberían realizar un seguimiento constante de los proyectos mineros para asegurarse de que cumplan con las normativas ambientales y las medidas de mitigación acordadas.	94

Agradecimientos

A Dios:

Querido Dios, hoy nos dirigimos a ti llenas de gratitud y alegría. Queremos expresarte nuestro profundo agradecimiento por habernos permitido finalizar exitosamente nuestra maestría. Cada paso de este viaje educativo ha sido una oportunidad para aprender, crecer y superar desafíos, y sabemos que no habría sido posible sin tu amor y guía constante.

Desde el comienzo de este camino, nos iluminaste con sabiduría y fuerza para enfrentar las dificultades y los momentos de incertidumbre. Tus bendiciones nos han acompañado a lo largo de las largas horas de estudio, las presentaciones y los proyectos.

A la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO):

A través de estas palabras, expresamos nuestros más sinceros agradecimientos por brindarnos la oportunidad de formar parte de su comunidad académica. La posibilidad de estudiar en esta prestigiosa institución es un honor que valoramos enormemente.

Queremos agradecer a todo el equipo administrativo, docente y a cada individuo involucrado en hacer posible esta experiencia educativa. La calidad de la educación y el compromiso con la excelencia que esta universidad representa son realmente inspiradores.

Al Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT):

Con humilde agradecimiento y aprecio por otorgamiento de la invaluable oportunidad de recibir una beca para realizar nuestra maestría. Es un honor y un privilegio que no tomamos a la ligera y queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento por su generosidad y confianza en nuestro potencial.

Las autoras

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL
Universidad Estatal



Título: Impacto Ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana.

Sustentado por: Juana Josefina Javier y Elvany Sofía Gálvez Sánchez

Asesor: Julio Espailat, M.A.

Resumen

Tiene como objetivo general evaluar el impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana y cómo afecta los recursos naturales, los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades locales. De la misma manera busca evaluar el impacto ambiental directo de la actividad minera en la región de Sánchez Ramírez; investigar la efectividad de las medidas de control y prevención de la contaminación por parte de las autoridades y empresas mineras; y finalmente, evaluar el involucramiento de la sociedad civil y la participación comunitaria en la gestión ambiental minera. La investigación se realizó con un diseño no experimental. Este estudio se ubica en el descriptivo, porque se utilizan para describir características o fenómenos tal como ocurren en el triángulo minero y su impacto para el medioambiente. Para evaluar el impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana y cómo afecta los recursos naturales, los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades locales; es importante tomar en cuenta a los encargados y administradores de las minas. Para la muestra se tomará el 100% (3) de los encargados mineros y algunos civiles de las comunidades próximo al triángulo minero. Dentro de las técnicas que se emplearán está: La observación, entrevista y la encuesta. El cuestionario fue el instrumento aplicado para la investigación a las empresas mineras Barrick Pueblo Viejo, Cerro Maimón y Falcondo emiten contaminantes al ambiente tanto por agua, aire y suelo, aunque no en grandes cantidades. En tal sentido se puede afirmar que lo hacen en cantidades moderadas. Dentro de los contaminantes está: polvo, metales pesados, relaves, desperdicios de madera y materiales de construcción. Aun así, las mineras tienen estaciones de monitoreo para medir los contaminantes emitidos al aire y agua; también la calidad del suelo. Las empresas mineras hacen uso de aguas superficiales para sus operaciones. También, las minas ejecutan programas de vigilancia epidemiológica para evaluar posibles impactos en la salud de los trabajadores y comunidades cercanas. Se concluye además que para la población civil la actividad minera ha causado contaminación del agua y ha tenido impacto negativo en la salud. Se determinó que la población civil está de acuerdo en que las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera pero que debería reducirse dicha actividad para proteger el medio ambiente y la salud. Es importante notar que el presente trabajo no se especifica detalles sobre estos programas. Sin embargo, dentro de los riesgos que tiene la salud humana y que pueden estar relacionados con están: exposición a polvo y

partículas; exposición a sustancias químicas; derrames y contaminación del agua; Drenaje Acido de Mina (DAM); riesgos laborales; ruido y vibraciones; radiación; e impactos psicosociales. En cuanto al cumplimiento normativo, las empresas mineras estudiadas en esta investigación cumplen con todas las regulaciones y normativas ambientales vigentes. En ellas también, existen equipos o departamentos encargados de supervisar y garantizar el cumplimiento normativo. Además, realizan auditorías internas o externas para verificar el cumplimiento de las normativas ambientales. Por consiguiente, implementan planes de acción para corregir y mejorar el cumplimiento en caso de incumplimientos.

Palabras claves: Triángulo minero; Impacto; Ambiental.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En éste capítulo se muestran los aspectos introductorios del trabajo de investigación, los cuales están conformados por antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivos, variables, marco contextual y alcance de la misma.

1.1 Antecedentes

Existen numerosos estudios relacionados con el impacto ambiental causado por la actividad minera. Estos estudios tienen como objetivo comprender los impactos ambientales y desarrollar estrategias de mitigación para proteger la calidad del agua. A continuación, se presentan estudios relevantes en el impacto ambiental de la acción minera:

León Serrano (2020) en su estudio titulado: “Análisis y propuestas para impulsar la descarbonización en la industria minera”, la situación de la industria minera frente a la problemática medioambiental actual, por medio de una revisión extensa de la literatura de las que se incluyeron a lo largo del trabajo citas relevantes de informes, revistas y otros documentos de interés. Se identificaron factores impulsores y alternativas que las empresas pueden implementar para la reducción de emisiones de CO² y otras sustancias o para mitigar los daños producidos, tales como, mejoras en sus procesos, electrificación de vehículos y otras innovaciones de transporte, compensaciones y captura de carbono, o el uso de hidrógeno. También se identificaron obstáculos técnicos, de experiencia y financiación que van a influir en la velocidad de la integración de tecnologías de descarbonización. Una vez hecho este trabajo de investigación, se seleccionan datos bibliográficos y analíticos de la producción de oro en la República Dominicana y por medio de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), utilizando el software SimaPro como herramienta, se evaluaron las cargas del uso de combustibles fósiles en equipos móviles y electricidad en otros equipos de procesamiento de minerales. A partir del análisis realizado se planteron recomendaciones en forma de propuestas viables que ayuden la reducción del dióxido de carbono de las fuentes de energía, y, por tanto, a mitigar los impactos identificados. A su vez, se persigue estas propuestas puedan servir de guía a otras empresas mineras, productores de energía independientes e instituciones

de desarrollo sobre cómo acelerar la integración de las energías renovables en el sector minero.

Brousett-Minaya et al (2021) en su estudio: “Impacto de la Minería en Aguas Superficiales de la Región Puno – Perú”, buscó evaluar las condiciones físicas y químicas de las aguas superficiales derivadas de los deshielos del nevado Riticucho en la Rinconada- Puno, los cuales son afectados por la actividad minera informal desarrollada en esa localidad. El trabajo evalúa el efecto de esta actividad en sedimentos y agua de las lagunas Lunar y Cumunni, las cuales fueron realizados como parte del trabajo de campo evaluadas en temporada seca y temporada de lluvias en 2018. El análisis físico-químico incluyó los siguientes: pH, conductividad, OD, DBO5, DQO, dureza, cloruros y sólidos en suspensión. También incluyó metales (As, Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb y Zn) en agua y sedimentos. La metodología desarrollada fue Métodos Estandarizados para el Agua: APHA, AWWA 2012, que incluyó técnicas nefelométricas, fotométricas y colorimétricas. Los resultados fueron comparados con normas de calidad ambiental peruanas, canadienses y niveles de referencia para los Estados Unidos de América. Los resultados muestran valores fuera de las normas establecidas, principalmente el pH ácido y aguas duras. Los metales Cd, Ni, Pb, Fe y Zn también exceden los límites de los estándares. La concentración de Hg en sedimentos alcanzó valores altos de 20.13 y 33.32 mg/Kg en época de lluvias y seca respectivamente.

Arias Moronta (2021) determinó el comportamiento espacial de calidad de agua vinculada a actividades mineras en la subcuenta del río Maguaca, Municipio de Cotuí, República Dominicana, con el objetivo de determinar el comportamiento espacial de calidad de agua vinculada a actividades mineras. Para ello, realizaron un muestreo no probabilístico por conveniencia, definiendo siete puntos de muestreo en el río Maguaca y dos en el río Yuna, con una distancia aproximada de 4.4 km entre puntos. Se tomaron muestras de agua en dos tiempos: T1 (diciembre 2020, época lluviosa) y T2 (febrero 2021, época seca), para analizar presencia y concentración de metales pesados en el agua mediante espectrofotometría de absorción atómica. Se determinó la calidad del agua con macroinvertebrados bentónicos, utilizando el método BMWP-Cub, el resultado obtenido arrojó que el agua de calidad crítica (muy contaminada) en la parte alta y muy crítica

(fuertemente contaminada) en la parte baja, en ambos tiempos. De igual modo, se realizaron encuestas a actores locales para conocer la perspectiva de las autoridades sobre el impacto de la minería en la zona de estudio; se encuentra que todos los encuestados conocen el río y afirman que la calidad de agua del río Maguaca afecta el desarrollo local. Asimismo, se determinó el comportamiento espacial de la calidad del agua, utilizando el programa ArcMap 10.5, método IDW para los parámetros: DBO, Fe y O₂ D, y Kriging ordinario para los parámetros restantes. Por lo que se recomienda fortalecer las políticas de seguimiento a los efectos ambientales, socioeconómicos y de salud generados por la minería.

1.2 Planteamiento del problema

La emisión de desechos mineros producto del procesamiento y extracción de materiales que se llevan a cabo en las empresas de minería son un factor preocupante para la población que les rodea y es por esto que el equipo investigador se plantea la siguiente situación:

Según FOMISAR (2017) el triángulo minero en República Dominicana, conformado por las provincias de Sánchez Ramírez, Monseñor Nouel y La Vega, se caracteriza por ser una región rica en recursos minerales, especialmente en minerales metálicos como el oro, la plata, níquel y el cobre.

En las provincias antes mencionadas, la emisión de desechos mineros, producto de la extracción y procesamiento por parte de las empresas mineras, genera preocupación en lo que respecta al impacto ambiental que desencadena. En ese sentido se necesita verificar las consecuencias negativas significativas para los ecosistemas naturales, la biodiversidad y la salud humana específicamente en la provincia Sánchez Ramírez. Algunos de los principales efectos del impacto ambiental “incluyen la degradación del suelo, la contaminación del aire y del agua, la pérdida de hábitats naturales, la extinción de especies, el cambio climático y la disminución de los recursos naturales” (Uribe Botero, 2015, p. 33). El estudio implica la necesidad de comprender y evaluar de manera integral los efectos negativos que la actividad minera ha tenido sobre los diferentes medios físicos y biológicos en el triángulo minero, específicamente considerando los

aspectos como la contaminación considerando los aspectos ya mencionados en la provincia Sánchez Ramírez FOMISAR (2017)

La comprensión del impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana es fundamental para identificar las problemáticas existentes y promover medidas de mitigación y gestión ambiental efectivas. Además, permitirá generar información relevante para la toma de decisiones, tanto a nivel gubernamental como por parte de las empresas mineras, con el objetivo de buscar un equilibrio entre el desarrollo económico y social, así como la preservación del medio ambiente en esta importante zona minera del país.

Para Fernández (2022) “la actividad del triángulo minero está generando una importante contaminación hídrica, debido a la emisión de desechos tóxicos y sustancias químicas a las fuentes hídricas de la región”. (p. 59). Por consiguiente, esta contaminación tiene un impacto negativo en la calidad del agua, poniendo en riesgo la salud de las comunidades locales y afectando los ecosistemas acuáticos. A pesar de la existencia de regulaciones y normativas ambientales, se requiere una evaluación exhaustiva del problema y la implementación de medidas de mitigación efectivas para minimizar los efectos de la contaminación hídrica y proteger las fuentes acuosas.

Este trabajo pretende abordar el problema del impacto ambiental de la actividad minera en las provincias antes mencionadas por varias razones:

Conservación del medio ambiente: la actividad minera a menudo implica la extracción y procesamiento de recursos naturales, lo que puede resultar en la destrucción o alteración significativa de los ecosistemas locales. La pérdida de hábitats naturales, la deforestación, la contaminación del suelo y del agua, y la generación de residuos tóxicos son algunos de los impactos ambientales negativos asociados con la minería. Al abordar estos problemas, se busca proteger y conservar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras.

Protección de la salud humana: la actividad minera puede tener efectos perjudiciales para la salud humana. La exposición a sustancias tóxicas y contaminantes

presentes en el aire, el agua y el suelo puede provocar enfermedades respiratorias, problemas de salud a largo plazo e incluso riesgos para la vida. Abordar el impacto ambiental de la minería es esencial para proteger la salud y el bienestar de las comunidades locales que dependen de esos recursos naturales.

Sostenibilidad económica: aunque la minería puede proporcionar beneficios económicos a corto plazo, si no se gestiona adecuadamente, puede tener consecuencias negativas a largo plazo para las comunidades locales. La sobreexplotación de los recursos minerales puede agotarlos, lo que lleva a la disminución de la actividad minera y la pérdida de empleos. Además, los impactos ambientales adversos pueden afectar otros sectores económicos, como la agricultura o el turismo, que dependen de un entorno saludable. Abordar el impacto ambiental de la minería es esencial para garantizar la sostenibilidad económica a largo plazo de la comunidad.

Participación y bienestar comunitario: las comunidades locales a menudo son las más afectadas por la actividad minera y sus impactos ambientales. Abordar estos problemas permite garantizar que las comunidades tengan voz en las decisiones que afectan su entorno y su calidad de vida. Promover la participación comunitaria en la planificación y gestión de la actividad minera contribuye a fortalecer el bienestar y la cohesión social.

Por lo tanto, es esencial promover la educación ambiental y la participación ciudadana, brindando información clara y accesible sobre los impactos de la contaminación hídrica en el distrito minero. Esto permitirá empoderar a las comunidades para que exijan una gestión responsable con el medio ambiente y participen activamente en la implementación de medidas de mitigación, promoviendo así una cultura de cuidado y protección del ecosistema y la biodiversidad. Sin embargo, en vista de lo expresado por Larota Torres & Torres Tovar (2017), cuando dicen que la explotación minera en esta zona ha generado preocupaciones significativas en cuanto a su impacto ambiental, se plantea el siguiente problema:

1. ¿Cuál es el impacto ambiental directo de la actividad minera en la región de Sánchez Ramírez?

2. ¿Cuál es el grado de efectividad de las medidas de control y prevención de la contaminación por parte de las autoridades y empresas mineras?
3. ¿Cómo es el involucramiento de la sociedad civil y la participación comunitaria en la gestión ambiental minera?

1.3 Justificación

El impacto al medio ambiente es uno de los tópicos más atendidos actualmente, esto vinculado al desarrollo sostenible y la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (González et al, 2022, p. 53). En tal sentido, investigar el impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana trae consigo; importancia de la preservación del medio ambiente. En tal sentido, el medio ambiente es un recurso invaluable que sustenta la vida de las personas y los ecosistemas. Es crucial investigar el impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana para comprender los efectos negativos y positivos que la actividad minera ha tenido en la región y tomar medidas adecuadas para preservar los recursos naturales y los ecosistemas.

Además, la protección de la biodiversidad, ya que, la región del triángulo minero alberga una diversidad de flora y fauna, incluyendo especies endémicas y en peligro de extinción. La investigación del impacto ambiental permitirá evaluar los efectos de la actividad minera en la biodiversidad y tomar medidas para proteger y conservar las especies y los hábitats afectados. Por consiguiente, se prevé garantía de la salud humana, ya que, la explotación minera puede tener consecuencias negativas para la salud humana, como la contaminación del agua y del aire con sustancias tóxicas. Es así como, investigar el impacto ambiental del triángulo minero permitirá evaluar los riesgos para la salud de las comunidades locales y tomar medidas para prevenir y mitigar los efectos perjudiciales.

Por otro lado, se fomenta el desarrollo sostenible; ya que, la investigación del impacto ambiental de la actividad minera en el triángulo minero es fundamental para

fomentar un enfoque de desarrollo sostenible en la región. Esto implica, equilibrar la explotación de los recursos minerales con la protección del medio ambiente y la promoción del bienestar de las comunidades locales, asegurando que los beneficios económicos generados por la minería sean sostenibles a largo plazo. De esta manera, se fomenta el cumplimiento de normativas y estándares internacionales. En ese tenor, se considera fundamental para asegurar que la actividad minera en el triángulo minero se realice de manera responsable y se minimice el impacto negativo en el entorno natural, en línea con las regulaciones nacionales e internacionales.

La investigación del impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana es esencial para proteger el medio ambiente, conservar la biodiversidad, salvaguardar la salud humana, promover el desarrollo sostenible y cumplir con los estándares ambientales. Proporcionará información clave para la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de mitigación efectivas, garantizando una gestión responsable de la actividad minera en la región. Además, promover el cumplimiento adecuado de los monitoreos ambientales que presentas las diferentes mineras.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana y cómo afecta los recursos naturales, los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades locales.

1.4.2 Objetivos específicos

Evaluar el impacto ambiental directo de la actividad minera en la región de Sánchez Ramírez.

Investigar la efectividad de las medidas de control y prevención de la contaminación por parte de las autoridades y empresas mineras.

Evaluar el involucramiento de la sociedad civil y la participación comunitaria en la gestión ambiental minera.

1.5 Operacionalización de variables

A continuación se muestra el cuadro de las variables en el cual se plasman los indicadores, objetivos y definición para mejor comprensión de dicha investigación.

Cuadro 1

Objetivo	Variable	Definición	Indicadores
Objetivo No. 1: Evaluar el impacto ambiental directo de la actividad minera en la región de Sánchez Ramírez.	Impacto ambiental directo.	La contaminación ambiental se refiere a la introducción de sustancias o condiciones dañinas al medio ambiente, que tienen efectos negativos en los seres vivos, los ecosistemas y los recursos naturales. Estas sustancias o condiciones pueden provenir de actividades humanas, como la industria, el transporte, la agricultura, la minería, la generación de energía y el manejo inadecuado de residuos.	Concentración de contaminantes. Calidad el agua. Calidad del aire. Generación de residuos. Pérdida de biodiversidad. Huella de carbono.
Objetivo No. 2: Investigar la efectividad de las medidas de control y prevención de la contaminación por parte de las autoridades y empresas mineras	Medidas de control y prevención.	El control de las fuentes emisoras conlleva el riesgo de transferir la contaminación de un medio a otro, donde pueden causar problemas ambientales igual de graves, o incluso acabar actuando como fuente indirecta de contaminación para el mismo medio.	Calidad del agua. Calidad del suelo. Biodiversidad y hábitats. Salud humana. Cambio climático.
Objetivo No. 3: Evaluar el involucramiento de la sociedad civil y la participación comunitaria en la gestión ambiental minera.	Involucramiento de la sociedad civil.	La participación por desarrollo social son prácticas definidas de manera particular por la población local, el Estado, las organizaciones ambientalistas o las empresas mineras.	Generación de desechos. Reciclaje y reutilización. Tratamiento adecuado. Eliminación segura. Cumplimiento normativo. Eficiencia energética.

Fuente: (Elaboración propia, 2023)

1.6 Definición de términos

Biodiversidad: se refiere a la variedad de formas de vida existentes en la Tierra, incluyendo la diversidad de especies de plantas, animales y microorganismos, así como la diversidad genética dentro de cada especie. Esta diversidad biológica abarca todos los niveles de organización de los seres vivos, desde los ecosistemas y las comunidades hasta los genes y las moléculas (Jiménez, 2016).

Contaminantes orgánicos: son sustancias químicas que contienen carbono y que pueden tener un origen natural o ser producidas por actividades humanas. Estos compuestos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, y son considerados contaminantes cuando se encuentran en concentraciones perjudiciales para el medio ambiente, la salud humana o los organismos vivos (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2022).

Contaminantes inorgánicos: son sustancias químicas que no contienen carbono en su estructura y que pueden tener un origen natural o ser generadas por actividades humanas. Estos compuestos inorgánicos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, y pueden ser considerados contaminantes cuando se encuentran en concentraciones perjudiciales para el medio ambiente, la salud humana o los organismos vivos (Carbotecnia, 2023).

Eficiencia energética: se refiere a la utilización y aprovechamiento óptimo de la energía para realizar una determinada actividad o proceso, minimizando el consumo de energía y maximizando los resultados obtenidos. Consiste en obtener los mismos o mejores resultados con menos energía, evitando desperdicios y reduciendo las pérdidas energéticas (factor energía, 2021).

Hábitat: se refiere al lugar o entorno físico en el que vive una especie particular. Es el espacio natural donde una especie encuentra los recursos necesarios para su supervivencia, reproducción y desarrollo. El hábitat proporciona las condiciones físicas, químicas y biológicas adecuadas para que una especie pueda sobrevivir y prosperar (Pérez y Gardey, 2021).

Huella de carbono: es una medida que se utiliza para cuantificar la cantidad total de gases de efecto invernadero (principalmente dióxido de carbono, CO₂) liberados a la atmósfera como resultado directo o indirecto de las actividades humanas. Se expresa generalmente en toneladas de CO₂ equivalente (Maxipet, 2022).

Nivel de PH: es una medida que indica la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. El término pH proviene del potencial de hidrógeno y se basa en la concentración de iones de hidrógeno (H⁺) presentes en una solución (Ondarse, 2021).

1.7 Marco contextual

Este estudio se desarrolla en las provincias afectadas por el triángulo minero como son: Sánchez Ramírez, Monseñor Nouel y La Vega, ya que en ellas se encuentran las operaciones mineras objeto de este estudio. Las operaciones mineras son Falcondo (níquel) Barrick Pueblo Viejo (oro y plata) y Cerro Maimón (cobre, zinc, oro y plata). A continuación se presenta el mapa de recursos mineros de la República Dominicana.



Figura 1

Mapa de recursos mineros de la República Dominicana

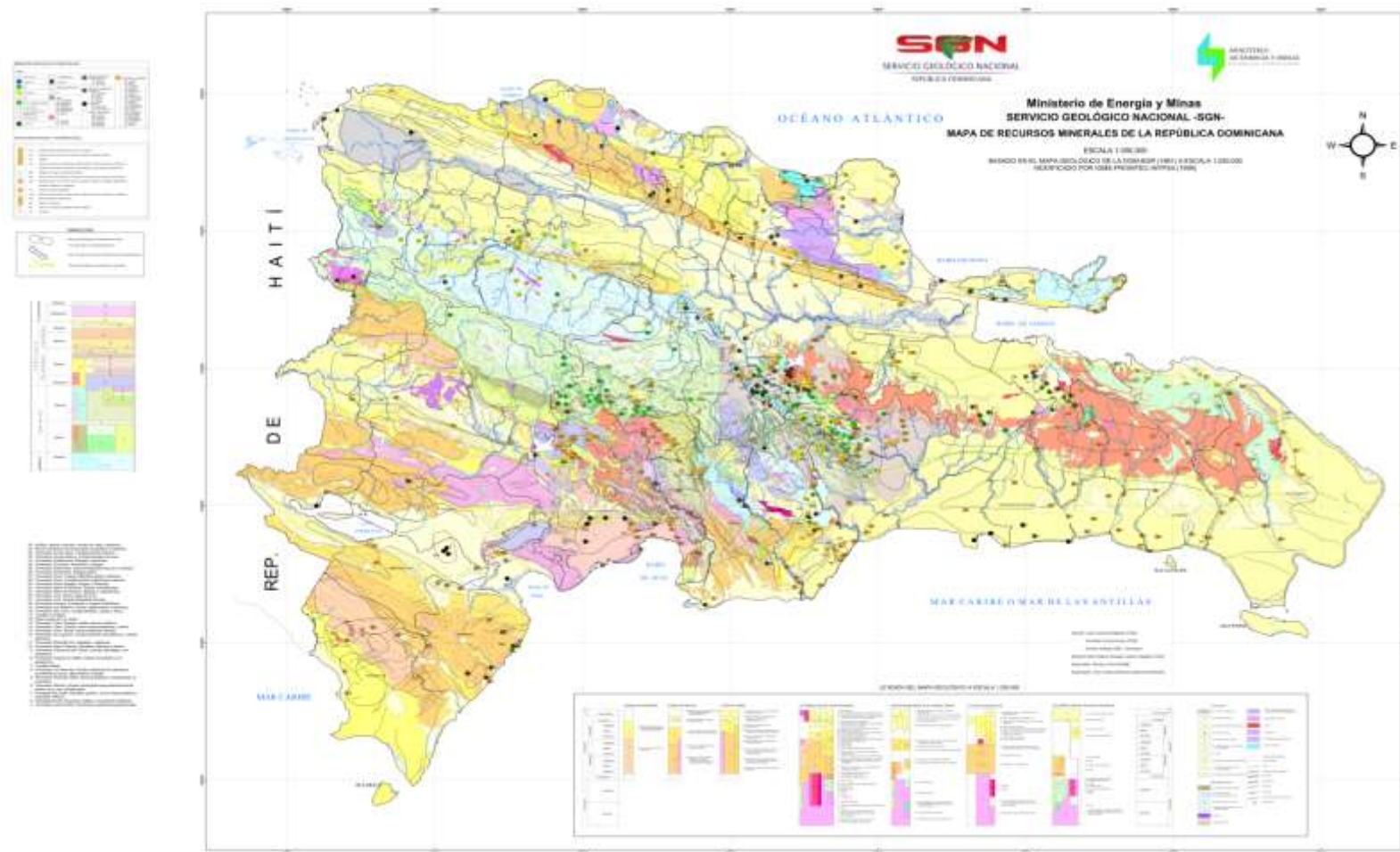


Figura 2

1.8 Alcances y límites de la investigación

Los alcances y límites de la investigación sobre el impacto ambiental causada por la actividad minera en las provincia Sánchez Ramírez, si bien ha habido avances significativos en este ámbito, también existen ciertos alcances y límites que es importante considerar. A continuación, se presentan algunos de ellos:

Alcance

Evaluación de la calidad del agua: la investigación incluye el muestreo y análisis de muestras de agua de las fuentes hídricas afectadas por la actividad minera para determinar los niveles de contaminantes y evaluar su impacto en la calidad del agua. Con esta investigación no se hare ningún tipo de muestro, solo se compara atreves de los informe de cumplimiento ambiental de las diferentes mieras.

Caracterización de los desechos mineros: se realizará una caracterización detallada de los desechos generados por la actividad minera, incluyendo su composición, volumen y métodos de disposición utilizados.

Evaluación de impacto en los ecosistemas acuáticos: se tomarán en cuenta los efectos de la contaminación hídrica en los organismos acuáticos, la biodiversidad y los ecosistemas locales, a través de la realización de estudios de campo y análisis de datos.

Identificación de medidas de mitigación: la investigación implica la revisión de tecnologías y prácticas existentes para mitigar la contaminación ambiental en la actividad minera, así como la identificación de posibles medidas de mitigación y control que puedan ser implementadas.

Límite

Dentro de los límites se encuentra el acceso a datos y recursos limitados: la disponibilidad de datos y recursos es limitada, lo que puede restringir la amplitud y profundidad de la investigación. Esto incluye limitaciones en la recopilación de muestras de agua, acceso a información sobre las operaciones mineras y disponibilidad de equipos y laboratorios para el análisis de muestras.

Restricciones de tiempo: el tiempo asignado para la investigación es limitado, esto influye en la extensión de la recopilación de datos, el análisis y la elaboración de conclusiones. Por lo que requiere una selección cuidadosa de las áreas y períodos.

Complejidad de los factores causales: la actividad minera parece estar influenciada por una serie de factores interrelacionados, como los métodos de extracción utilizados, la geología del área, las condiciones climáticas y las prácticas de gestión. La investigación prevé enfrentar desafíos para separar y evaluar el impacto específico de los desechos mineros en la contaminación hídrica.

Limitaciones en la generalización de los resultados: los hallazgos y conclusiones de la investigación son específicos de la provincia Sánchez Ramírez, Monseñor Nouel y La Vega y no se pueden generalizar directamente a otras regiones o contextos mineros. Las condiciones locales, las regulaciones y las prácticas pueden variar, lo que limita la aplicabilidad de los resultados a otros lugares.

Estos alcances y límites varían dependiendo del enfoque y los recursos disponibles para la investigación. Es importante tener en cuenta estas consideraciones al diseñar y llevar a cabo el estudio, y comunicar claramente los alcances y las limitaciones en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO II: REVISIÓN LITERARIA

El capítulo II contiene los aspectos teóricos que fundamentaron el estudio, respecto a las variables que lo sustentan. Dichas teorías permitieron comprobar los resultados de la investigación para analizar y llegar a las conclusiones pertinentes.

2.1 Contaminación ambiental

La contaminación ambiental representa uno de los problemas más críticos y graves en todo el mundo. En consecuencia, es necesario tomar conciencia, así como la búsqueda de alternativas para su pronta solución. Se denomina contaminación atmosférica o contaminación ambiental a la presencia de cualquier agente (físico, químico o biológico) o una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean nocivos para la salud, para la seguridad y el bienestar de la población, o puedan ser perjudiciales para los seres vivos en general. Se puede afirmar que la contaminación del aire y del agua, el ruido, las emisiones químicas, la contaminación alimentaria, el agotamiento del ozono y las consecuencias del cambio climático seguirán siendo los principales problemas relacionados con la salud humana en el mundo y que sus efectos serán cada vez más notorios (Moreno, 2022).

Los diferentes agentes contaminantes del ambiente son capaces de causar múltiples enfermedades en las personas que deterioran su calidad de vida, ocasionan un daño generalizado a la familia, al aparato productivo de una nación, al gasto público e incluso es responsable de una alta tasa de mortalidad, sobre todo en las poblaciones más vulnerables como lo son los pobres y los niños. Es fundamental educar, crear conciencia y unir esfuerzos, incrementar la colaboración entre los gobiernos de los diferentes países, de las organizaciones no gubernamentales y entes nacionales e internacionales, de cada una de las personas, así como la aportación de los estudios llevados a cabo en materia de contaminación del ambiente y la salud con la finalidad de conservar el planeta y mejorar nuestra calidad de vida y la de nuestro medio ambiente (Moreno, 2022).

2.1.1 La concentración de contaminantes

La concentración de contaminantes se refiere a la cantidad de sustancias nocivas presentes en un medio ambiente específico, como el aire, el agua, el suelo o incluso en organismos vivos. Estos contaminantes pueden ser productos químicos tóxicos, partículas en suspensión, gases peligrosos u otros compuestos que pueden tener efectos perjudiciales en la salud humana, la vida silvestre y el ecosistema en general (Universidad EAFIT, 2020).

La medición de la concentración de contaminantes es esencial para evaluar la calidad del aire, el agua y otros recursos naturales, y para tomar decisiones informadas sobre la gestión ambiental y la salud pública. Las unidades de medida varían según el tipo de contaminante y el medio ambiente en cuestión. Por ejemplo, en la medición del aire, los contaminantes atmosféricos se expresan a menudo en partes por millón (ppm) o microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras que, en el agua, las concentraciones pueden estar en partes por billón (ppb) o miligramos por litro (mg/L) (Universidad EAFIT, 2020).

Cabe señalar que el monitoreo constante de la concentración de contaminantes es importante para identificar tendencias a lo largo del tiempo, establecer límites seguros y tomar medidas correctivas si los niveles de contaminantes exceden los estándares aceptables. Las fuentes de contaminación pueden incluir actividades industriales, vehículos, procesos agrícolas y otras actividades humanas, por lo que se observa que no solo las actividades mineras pueden contaminar el ambiente, la flora y la fauna.

Es fundamental abordar y controlar la concentración de contaminantes para proteger la salud humana, preservar la biodiversidad y mantener la sostenibilidad ambiental. Esto implica la implementación de políticas regulatorias, tecnologías más limpias y prácticas de gestión adecuadas para reducir la emisión de contaminantes y minimizar su impacto negativo (Universidad EAFIT, 2020).

2.1.2 Fuentes de contaminación ambiental en la actividad minera

La actividad minera puede ser una fuente significativa de contaminación ambiental. A continuación, se presentan algunas de las principales fuentes de contaminación asociadas con la actividad minera:

Emisiones de gases y partículas: durante la extracción y procesamiento de minerales, se pueden emitir diversos gases y partículas a la atmósfera. Estas emisiones pueden incluir dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) provenientes de la combustión de combustibles fósiles, así como partículas finas (PM₁₀ y PM_{2.5}) generadas por la actividad minera y el transporte de materiales (Torres y González, 2020).

Drenaje ácido de minas: el drenaje ácido de minas (DAM) es un fenómeno común en muchas operaciones mineras, especialmente en minas de sulfuros metálicos. Ocurre cuando los minerales expuestos al aire y al agua reaccionan, liberando ácidos y metales pesados en las aguas superficiales y subterráneas. El DAM puede causar la acidificación de cuerpos de agua, dañando la vida acuática y afectando la calidad del agua potable (Torres y González, 2020).

Liberación de sustancias químicas tóxicas: durante el procesamiento de minerales, se utilizan sustancias químicas como cianuro, mercurio, ácido sulfúrico y otros reactivos que pueden ser tóxicos para los seres vivos y contaminar el suelo y el agua. Si no se manejan adecuadamente, estas sustancias pueden filtrarse al medio ambiente, causando daños a los ecosistemas y representando riesgos para la salud humana (Torres y González, 2020).

Generación de residuos mineros: la minería produce grandes cantidades de residuos, como desechos de roca, relaves y escorias. Estos residuos pueden contener sustancias tóxicas y metales pesados, que, si no se manejan adecuadamente, pueden filtrarse al suelo y al agua, contaminando los ecosistemas y representando riesgos para la salud humana (Torres & González (2020).

Contaminación del agua: la actividad minera puede resultar en la contaminación del agua debido a la liberación de sustancias químicas tóxicas, el drenaje ácido de minas y la sedimentación de partículas. Esta contaminación puede afectar tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas, causando daños a los ecosistemas acuáticos y representando riesgos para la salud humana, especialmente si el agua contaminada se utiliza para consumo humano o riego de cultivos (Torres y González, 2020).

Es importante destacar que la magnitud y el tipo de contaminación ambiental varían según el tipo de mineral extraído, las prácticas de gestión utilizadas y las regulaciones ambientales aplicadas en cada país o región. Para mitigar la contaminación ambiental en la actividad minera, se requiere una gestión adecuada de los residuos, la implementación de tecnologías más limpias, la adopción de prácticas responsables y el cumplimiento de regulaciones ambientales rigurosas (Torres y González, 2020).

2.1.3 Transporte y dispersión de contaminantes

El transporte y dispersión de contaminantes “es un proceso fundamental en la contaminación hídrica relacionada con la actividad minera” (Sánchez y López, 2021, p. 159). Una vez que los contaminantes ingresan al agua, pueden moverse a través de diferentes mecanismos y dispersarse en el medio acuático. A continuación, se presentan algunos de los principales mecanismos de transporte y dispersión de contaminantes:

Transporte advección: el transporte advección se refiere al movimiento de los contaminantes a través del flujo del agua. Los contaminantes pueden ser arrastrados por las corrientes de agua y transportados a lo largo de ríos, arroyos y cuerpos de agua. La velocidad y dirección del flujo de agua determinan la dirección y la distancia de transporte de los contaminantes (Sánchez y López, 2021).

Transporte difusión: El transporte difusión ocurre debido a la difusión molecular de los contaminantes en el agua. Los contaminantes se mueven de áreas de alta concentración a áreas de baja concentración a través de gradientes de concentración. La difusión puede ocurrir tanto verticalmente en el agua como horizontalmente a lo largo de un cuerpo de agua (Sánchez y López, 2021).

Sedimentación: Los contaminantes pueden adherirse a partículas de sedimento suspendidas en el agua. A medida que estas partículas se depositan en el fondo de los cuerpos de agua, los contaminantes asociados también se depositan y pueden acumularse en el lecho del agua. La sedimentación puede ser un mecanismo de transporte importante para contaminantes particulados y aquellos que se adhieren a partículas finas (Sánchez y López, 2021).

Bioacumulación: Algunos contaminantes pueden ser absorbidos y acumulados en organismos acuáticos a través de procesos de bioacumulación. Estos contaminantes se incorporan en la cadena alimentaria, donde pueden acumularse en niveles cada vez más altos a medida que los organismos se alimentan de otros organismos contaminados. La bioacumulación puede ser especialmente preocupante en los niveles tróficos superiores, donde los organismos depredadores pueden acumular concentraciones significativas de contaminantes (Sánchez y López, 2021).

Es importante tener en cuenta que la capacidad de transporte y dispersión de los contaminantes puede variar dependiendo de la naturaleza de los contaminantes, las características físicas y químicas del agua, y las condiciones ambientales locales. Además, la topografía, la vegetación y las estructuras físicas presentes en el entorno también pueden influir en el transporte y dispersión de contaminantes (Sánchez y López, 2021).

La comprensión de los mecanismos de transporte y dispersión de contaminantes es esencial para evaluar los impactos ambientales de la actividad minera y para diseñar estrategias de gestión y mitigación efectivas. El monitoreo regular de los cuerpos de agua cercanos a las operaciones mineras y la implementación de medidas de control adecuadas son fundamentales para prevenir y minimizar la contaminación hídrica relacionada con la actividad minera (Sánchez y López, 2021).

2.1.4 Evaluación de estándares y regulaciones ambientales

Se deben llevar a cabo algunas evaluaciones y regulaciones ambientales de las cuales, García y López (2022) afirman que “la evaluación de estándares y regulaciones ambientales es un proceso mediante el cual se analiza y evalúa la efectividad,

aplicabilidad y cumplimiento de las normas y regulaciones establecidas para proteger el medio ambiente” (p. 115). De acuerdo con esto se entiende que su objetivo principal es determinar si estas normas y regulaciones son adecuadas para abordar los problemas ambientales existentes y lograr los objetivos de conservación y sostenibilidad.

La evaluación de estándares y regulaciones ambientales implica varios aspectos, entre ellos:

Análisis de la efectividad: se evalúa si las normas y regulaciones ambientales establecidas están logrando los resultados deseados en términos de protección y conservación del medio ambiente. Esto implica analizar los indicadores y resultados ambientales para determinar si los estándares establecidos están ayudando a reducir la contaminación, proteger los recursos naturales y conservar la biodiversidad (García y López, 2022).

Evaluación de la aplicabilidad: se examina la viabilidad y practicidad de implementar las normas y regulaciones en diferentes contextos, teniendo en cuenta factores como la tecnología disponible, los recursos económicos, la capacidad de cumplimiento y las condiciones específicas del entorno natural y social. Esto implica considerar si las normas y regulaciones son realistas y factibles de implementar en la práctica (García y López, 2022).

Cumplimiento y aplicación: se evalúa el grado de cumplimiento de las normas y regulaciones ambientales por parte de los actores involucrados, como las empresas, las industrias y los individuos. Esto implica analizar si se están tomando las medidas necesarias para cumplir con los estándares establecidos, si se están implementando los controles adecuados y si se están aplicando las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento (García y López, 2022).

Mejora continua: la evaluación de estándares y regulaciones ambientales también busca identificar áreas de mejora y oportunidades para fortalecer las normas existentes. Esto puede incluir la revisión y actualización de los estándares para adaptarse a los avances científicos y tecnológicos, así como a los nuevos desafíos ambientales. También

se pueden identificar lagunas o brechas en la legislación existente y proponer medidas adicionales para fortalecer la protección ambiental (García y López, 2022).

En fin, la evaluación de estándares y regulaciones ambientales es un proceso clave para garantizar que las normas establecidas sean efectivas, aplicables y se cumplan, con el fin de proteger y conservar el medio ambiente de manera sostenible (García y López, 2022).

2.1.5 Planes de monitoreo ambiental de la actividad minera

Los planes de monitoreo ambiental de la actividad minera son instrumentos específicos diseñados para evaluar y controlar los impactos ambientales generados por las operaciones mineras. Estos planes se desarrollan con el objetivo de garantizar el cumplimiento de las regulaciones ambientales, minimizar los efectos negativos en el medio ambiente y tomar medidas de mitigación cuando sea necesario (Rodríguez et al., 2022)

Los planes de monitoreo ambiental de la actividad minera generalmente incluyen los siguientes aspectos:

Calidad del agua: el monitoreo de la calidad del agua es fundamental, ya que la minería puede generar contaminación hídrica debido a la liberación de sustancias químicas y metales pesados en los cuerpos de agua cercanos. Los parámetros que se suelen monitorear incluyen pH, turbidez, oxígeno disuelto, metales pesados, nutrientes y otros contaminantes Rodríguez et al., 2022)

Calidad del aire: el monitoreo de la calidad del aire se centra en la evaluación de emisiones atmosféricas generadas por las operaciones mineras, como polvo, gases tóxicos y partículas en suspensión. Se miden parámetros como la concentración de gases contaminantes y la calidad del aire en general en áreas cercanas a la mina Rodríguez et al., 2022)

Calidad del suelo: el monitoreo de la calidad del suelo se enfoca en evaluar la contaminación del suelo causada por las actividades mineras, como la deposición de residuos y la alteración de la composición química del suelo. Se realizan análisis de

muestras de suelo para detectar la presencia de contaminantes y evaluar su impacto en la calidad y fertilidad del suelo Rodríguez et al., 2022)

Flora y fauna: el monitoreo de la flora y fauna tiene como objetivo evaluar los impactos de la actividad minera en la biodiversidad local. Se realiza un inventario de especies presentes en el área y se monitorea su estado de conservación, así como los cambios en los patrones de distribución y abundancia de especies debido a la actividad minera Rodríguez et al., 2022)

Aspectos socioeconómicos y salud humana: Además de los aspectos ambientales, los planes de monitoreo también pueden incluir la evaluación de los impactos socioeconómicos y en la salud humana causados por la actividad minera. Esto implica evaluar el impacto en las comunidades locales, la disponibilidad y calidad de los recursos naturales para la población y la salud de las personas expuestas a los efectos de la actividad minera Rodríguez et al., 2022)

Es importante destacar que los planes de monitoreo ambiental de la actividad minera deben ser diseñados de acuerdo con las regulaciones ambientales vigentes en el país o región específica. Además, deben ser realizados por personal capacitado y utilizar metodologías estandarizadas y reconocidas para garantizar la validez y confiabilidad de los datos recopilados. La información obtenida a través del monitoreo ambiental permite tomar decisiones informadas, implementar medidas de mitigación adecuadas y promover la gestión sostenible de las operaciones mineras Rodríguez et al., 2022)

2.1.6 Caracterización de la calidad del agua

La caracterización de la calidad del agua es un proceso fundamental para evaluar el estado de los cuerpos de agua y determinar si cumplen con los estándares y criterios establecidos para su uso y protección. La caracterización implica la medición y evaluación de una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos que indican la composición y las propiedades del agua (Herrera et al., 2023)

A continuación, presentan algunos de los parámetros comunes utilizados en la caracterización de la calidad del agua:

Parámetros físicos: Los parámetros físicos describen las características físicas del agua, como la temperatura, la conductividad eléctrica, el pH, la turbidez y la transparencia. Estos parámetros proporcionan información sobre las condiciones físicas del agua y pueden influir en la disponibilidad de nutrientes, la vida acuática y otros procesos (Herrera et al., 2023)

Parámetros químicos: Los parámetros químicos incluyen la concentración de sustancias químicas y compuestos en el agua, como los metales pesados, los nutrientes (nitrógeno y fósforo), los compuestos orgánicos, los pesticidas y los productos químicos industriales. Estos parámetros ayudan a evaluar la presencia de contaminantes y sustancias que pueden tener un impacto negativo en la calidad del agua y en los organismos acuáticos (Herrera et al., 2023)

Parámetros biológicos: Los parámetros biológicos se refieren a la vida acuática presente en el agua y pueden incluir la diversidad y abundancia de organismos, la presencia de indicadores biológicos de la calidad del agua (por ejemplo, bacterias indicadoras de contaminación fecal) y la salud de los organismos acuáticos a través de indicadores biológicos, como la tasa de supervivencia o la respuesta a estímulos (Herrera et al., 2023)

Parámetros microbiológicos: Los parámetros microbiológicos se utilizan para evaluar la presencia de microorganismos patógenos en el agua, como bacterias, virus y protozoos. Estos microorganismos pueden representar un riesgo para la salud humana si el agua se utiliza para consumo humano o recreación (Herrera et al., 2023)

Parámetros de oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto es un parámetro importante para evaluar la capacidad del agua para sostener la vida acuática. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua puede influir en la respiración de los organismos acuáticos y en la disponibilidad de nutrientes (Herrera et al., 2023)

Parámetros de toxicidad: Estos parámetros se utilizan para evaluar la presencia y el impacto de sustancias tóxicas en el agua. Se pueden realizar pruebas de toxicidad en organismos acuáticos para determinar la respuesta de los organismos expuestos a muestras de agua (Herrera et al., 2023)

La caracterización de la calidad del agua se realiza mediante muestreos y análisis de muestras de agua tomadas en diferentes puntos y momentos. Estos datos se comparan con los estándares y criterios establecidos por las regulaciones ambientales y se utilizan para evaluar el cumplimiento de los objetivos de calidad del agua, identificar problemas de contaminación y orientar la toma de decisiones en la gestión y protección de los recursos hídricos (Herrera, et al., 2023).

Es importante destacar que la caracterización de la calidad del agua debe ser realizada por personal capacitado y utilizando métodos y equipos adecuados para garantizar resultados confiables y representativos. Además, la caracterización de la calidad del agua debe ser un proceso continuo, con monitoreo regular y actualización de la información para evaluar los cambios en la calidad del agua a lo largo del tiempo (Herrera, et al., 2023).

2.1.7 Estándares y guías de calidad del agua

Los estándares y guías de calidad del agua son conjuntos de normas y criterios establecidos por diferentes organismos y entidades para evaluar y regular la calidad del agua. Estos estándares y guías proporcionan criterios cuantitativos y cualitativos para determinar la calidad del agua y proteger la salud humana y el medio ambiente. Algunos de los estándares y guías de calidad del agua más reconocidos a nivel internacional según incluyen:

Organización Mundial de la Salud (OMS): La OMS establece directrices para la calidad del agua potable, que definen los límites máximos permitidos para diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA): La EPA establece criterios de calidad del agua para proteger la vida acuática y la salud humana. Estos criterios incluyen límites de contaminantes específicos y parámetros de calidad del agua (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (DMA): La DMA establece objetivos y normas para la protección y gestión de las aguas superficiales y subterráneas en los países miembros de la Unión Europea (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Directrices de Calidad del Agua para el Consumo Humano de la Unión Europea: Estas directrices establecen límites de calidad para diferentes parámetros químicos y microbiológicos en el agua potable (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Normas Nacionales: Cada país tiene sus propias normas y estándares nacionales de calidad del agua, que varían según las características y necesidades específicas de cada región. Estos estándares y guías de calidad del agua se basan en investigaciones científicas, evaluaciones de riesgos y consideraciones de salud pública y ambiental. Son utilizados por las autoridades regulatorias y los profesionales del agua para monitorear y evaluar la calidad del agua, tomar decisiones en la gestión de recursos hídricos y establecer medidas de control y protección adecuadas. Es importante tener en cuenta que los estándares y guías pueden variar de un país a otro, y es responsabilidad de cada país establecer y aplicar los estándares más adecuados para garantizar la calidad del agua y la protección de los recursos hídricos (Organización Mundial de la Salud, 2023).

2.1.8 Calidad del aire y su caracterización

La calidad del aire se refiere a la pureza y composición del aire en un determinado entorno. Es un indicador crucial de la salud ambiental y humana, ya que el aire contaminado puede tener efectos adversos en la salud de las personas, los ecosistemas y el clima. La caracterización de la calidad del aire implica el análisis y la evaluación de diversos componentes presentes en el aire, así como su comparación con estándares y directrices establecidos (Fundación Aquea, 2022).

Algunos de los componentes clave que se monitorean y caracterizan en relación con la calidad del aire son:

Contaminantes primarios: Estos son contaminantes emitidos directamente desde fuentes específicas, como vehículos, fábricas y plantas de energía. Algunos ejemplos incluyen dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y partículas suspendidas en el aire (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$) (Fundación Aquae, 2022).

Contaminantes secundarios: Estos se forman a partir de reacciones químicas en la atmósfera a partir de contaminantes primarios. Por ejemplo, el ozono troposférico (O_3) es un contaminante secundario que se forma cuando los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles reaccionan en presencia de la luz solar (Fundación Aquae, 2022).

Compuestos orgánicos volátiles (COVs): Estos son compuestos químicos que pueden evaporarse fácilmente y contribuir a la formación de contaminantes secundarios, como el ozono. Los COVs provienen de fuentes como la evaporación de productos químicos y la combustión incompleta de combustibles fósiles (Fundación Aquae, 2022).

Material particulado: Se refiere a partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire. Las partículas pueden variar en tamaño y composición. Las partículas finas, como $\text{PM}_{2.5}$, son particularmente preocupantes ya que pueden penetrar profundamente en los pulmones y estar asociadas con problemas respiratorios y cardiovasculares (Fundación Aquae, 2022).

Metales pesados: Elementos químicos como el plomo, el mercurio y el cadmio pueden liberarse en el aire debido a actividades industriales y otras fuentes antropogénicas (Fundación Aquae, 2022).

La caracterización de la calidad del aire implica la recopilación y el análisis de datos a través de redes de monitoreo, sensores y modelos atmosféricos. Estos datos se comparan con estándares y pautas establecidos por agencias regulatorias y organizaciones

de salud para determinar si la calidad del aire cumple con criterios seguros. Cuando los niveles de contaminantes exceden los límites aceptables, se pueden implementar medidas de control y regulación para mejorar la calidad del aire y proteger la salud pública (Fundación Aquae, 2022).

Es importante realizar un seguimiento continuo de la calidad del aire en diferentes áreas urbanas y rurales para comprender mejor los patrones de contaminación, identificar fuentes problemáticas y tomar medidas efectivas para reducir la emisión de contaminantes y mejorar la calidad del aire (Fundación Aquae, 2022).

2.1.9 Calidad del suelo y su caracterización

La calidad del suelo se refiere a la capacidad de un suelo para realizar sus funciones naturales y mantener su productividad a lo largo del tiempo. Un suelo de alta calidad es capaz de proporcionar nutrientes a las plantas, filtrar y purificar el agua, almacenar carbono, promover la biodiversidad y apoyar diversas actividades humanas, como la agricultura y la construcción. La caracterización de la calidad del suelo implica evaluar diversas propiedades y características del suelo para comprender su estado y su capacidad para desempeñar estas funciones (García et al., 2012).

Algunas de las propiedades y características que se consideran en la caracterización de la calidad del suelo incluyen:

Textura: Se refiere a la proporción relativa de partículas de diferentes tamaños en el suelo, como arena, limo y arcilla. La textura influye en la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes (García et al., 2012).

Estructura: Se refiere a cómo se agrupan las partículas del suelo en agregados. Una buena estructura favorece la aireación y la penetración de raíces (García et al., 2012).

Porosidad: La cantidad y distribución de espacios porosos en el suelo, que afecta la infiltración de agua y la aireación (García et al., 2012).

Capacidad de retención de agua: La capacidad del suelo para retener agua y liberarla gradualmente para su uso por las plantas (García et al., 2012).

Fertilidad: La disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes (García et al., 2012).

PH: El nivel de acidez o alcalinidad del suelo, que afecta la disponibilidad de nutrientes para las plantas (García et al., 2012).

Materia orgánica: La cantidad de material orgánico en el suelo, que influye en su estructura, retención de agua y capacidad de almacenar carbono (García et al., 2012).

Erosión: La pérdida de suelo debido a la acción del viento, el agua u otras fuerzas naturales o humanas (García et al., 2012).

Contaminación: La presencia de sustancias tóxicas o contaminantes en el suelo, que pueden afectar la salud de las plantas, la calidad del agua subterránea y la seguridad alimentaria (García et al., 2012).

La caracterización de la calidad del suelo implica técnicas de muestreo y análisis para evaluar estas propiedades y características. Esta información puede utilizarse para tomar decisiones informadas sobre prácticas agrícolas sostenibles, restauración de suelos degradados, planificación urbana y conservación de ecosistemas naturales. Mantener y mejorar la calidad del suelo es esencial para la sostenibilidad de la producción de alimentos, la salud ambiental y la mitigación del cambio climático (García et al., 2012).

2.1.10 La pérdida de biodiversidad

La pérdida de biodiversidad se refiere a la disminución gradual o acelerada de la variedad de formas de vida en la Tierra, tanto en términos de diversidad de especies como de diversidad genética. Esta pérdida puede ser el resultado de diversos factores, muchos de los cuales son causados por actividades humanas. La biodiversidad es esencial para el

funcionamiento saludable de los ecosistemas y tiene un impacto directo en la estabilidad de los sistemas naturales y en el bienestar humano. Algunas de las principales causas de la pérdida de biodiversidad incluyen:

Pérdida de hábitat: la conversión de tierras naturales en áreas urbanas, agrícolas o industriales degrada y destruye los hábitats naturales, lo que lleva a la pérdida de especies que dependen de ellos (Biodiversidad mexicana 2022).

Fragmentación del hábitat: la fragmentación de hábitats naturales en pequeñas áreas aisladas reduce la viabilidad de poblaciones y puede llevar a la extinción local de especies.

Cambio climático: los cambios en los patrones climáticos pueden alterar los hábitats y las pautas de migración, afectando la supervivencia y reproducción de las especies (Biodiversidad mexicana 2022).

Contaminación: la contaminación del aire, agua y suelo puede afectar directamente a las especies y degradar sus hábitats (Biodiversidad mexicana 2022).

Sobreexplotación: la caza, pesca y recolección excesiva de especies puede agotar las poblaciones y llevar a la extinción (Biodiversidad mexicana 2022).

Especies invasoras: la introducción de especies no nativas en nuevos hábitats puede competir con las especies autóctonas y desplazarlas (Biodiversidad mexicana 2022).

Uso insostenible de recursos naturales: la explotación insostenible de recursos como la madera, el agua y los minerales puede dañar los ecosistemas y llevar a la pérdida de biodiversidad (Biodiversidad mexicana 2022).

Pérdida de conectividad: la falta de corredores ecológicos y la degradación de ríos y corrientes pueden dificultar el movimiento y la dispersión de las especies (Biodiversidad mexicana 2022).

La pérdida de biodiversidad tiene implicaciones significativas para el funcionamiento de los ecosistemas y la prestación de servicios ambientales clave, como la polinización de cultivos, la purificación del agua y la regulación del clima. También afecta la seguridad alimentaria, la salud humana y la economía. La conservación de la biodiversidad implica la protección y restauración de hábitats, la implementación de estrategias de manejo sostenible, la regulación de actividades humanas y la educación pública sobre la importancia de la biodiversidad (Biodiversidad mexicana 2022).

Los esfuerzos para abordar la pérdida de biodiversidad a menudo requieren colaboración internacional, políticas de conservación efectivas y una comprensión más profunda de las interacciones entre las especies y su entorno (Biodiversidad mexicana 2022).

2.1.11 Huella de carbono

La huella de carbono es una medida que se utiliza para evaluar la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos directa o indirectamente por un individuo, organización, evento, producto o proceso en particular. Los gases de efecto invernadero más comunes incluyen dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático (Blanco, 2020).

La huella de carbono se expresa generalmente en términos de unidades de CO_2 equivalente (CO_2e), que permite comparar y sumar diferentes tipos de emisiones de GEI. Por ejemplo, si se emiten ciertas cantidades de metano y óxido nitroso, se convierten en su equivalente en CO_2 para representar el impacto total en el calentamiento global. (Blanco, 2020).

La huella de carbono puede ser dividida en dos categorías principales: Huella de carbono directa (alcance 1): Incluye las emisiones directas de GEI que provienen de fuentes controladas directamente por la entidad en cuestión. Esto puede incluir la quema de combustibles fósiles en vehículos propiedad de la entidad, la calefacción de edificios y otras actividades internas (Esturirafi, 2018).

Huella de carbono indirecta (alcance 2 y 3): Incluye las emisiones indirectas que provienen de actividades relacionadas con la entidad, pero que están fuera de su control directo. Esto puede incluir la generación de electricidad comprada, la producción de materias primas utilizadas en productos, el transporte de productos y otras actividades a lo largo de la cadena de suministro (Esturirafi, 2018).

La huella de carbono es una herramienta importante para evaluar la contribución de diferentes actividades y entidades al cambio climático. Las organizaciones pueden utilizar esta información para establecer objetivos de reducción de emisiones, identificar áreas de mejora y tomar medidas para mitigar su impacto ambiental. Los individuos también pueden calcular su huella de carbono personal y tomar decisiones informadas para reducir su contribución a las emisiones de GEI, como reducir el consumo de energía, utilizar el transporte público o adoptar prácticas más sostenibles (Esturirafi, 2018).

La medición y gestión de la huella de carbono son componentes clave de los esfuerzos globales para abordar el cambio climático y trabajar hacia una economía más sostenible y baja en carbono (Blanco, 2020).

2.1.12 Salud humana

La salud humana se refiere al estado general de bienestar físico, mental y social de las personas. Es un estado dinámico que abarca aspectos físicos, emocionales, sociales y psicológicos, y está influenciado por una variedad de factores internos y externos. Mantener y promover la salud humana es esencial para una vida de calidad y para el funcionamiento efectivo de las sociedades. Algunos aspectos clave de la salud humana incluyen:

Salud física: esto implica tener un cuerpo en buen estado de funcionamiento, libre de enfermedades y condiciones médicas graves. Incluye factores como una dieta equilibrada, actividad física regular, sueño adecuado y la prevención de enfermedades. (Villar, 2011).

Salud mental: la salud mental se refiere al bienestar emocional y psicológico. Implica manejar el estrés, la ansiedad y las emociones de manera saludable, y tener una percepción positiva de sí mismo y de la vida en general (Villar, 2011).

Salud social: la salud social se relaciona con las relaciones interpersonales y la interacción con la sociedad en general. Incluye tener conexiones sociales sólidas, participar en actividades comunitarias y sentirse conectado con otros (Villar, 2011).

Acceso a la atención médica: tener acceso a atención médica de calidad es fundamental para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y lesiones. El acceso a servicios de atención médica adecuados y asequibles es un componente esencial de la salud humana (Villar, 2011).

Hábitat y entorno: un entorno limpio y saludable es esencial para la salud humana. La calidad del aire, el agua y el suelo, así como la exposición a sustancias tóxicas y contaminantes, pueden afectar la salud de las personas (Villar, 2011).

Estilos de vida saludables: adoptar hábitos de vida saludables, como evitar el tabaco, el consumo moderado de alcohol, la dieta equilibrada y la actividad física regular, puede tener un impacto significativo en la salud a lo largo del tiempo (Villar, 2011).

Educación y empoderamiento: la educación y la capacidad de tomar decisiones informadas sobre la propia salud son fundamentales. Las personas empoderadas tienen más probabilidades de cuidar su salud y tomar medidas preventivas (Villar, 2011).

Equidad en la salud: la equidad en la salud implica garantizar que todas las personas tengan la oportunidad de alcanzar su máximo potencial de salud, independientemente de su origen étnico, género, situación económica u otros factores sociales (Villar, 2011).

La promoción de la salud humana implica esfuerzos individuales, comunitarios y gubernamentales para crear entornos saludables, proporcionar acceso a atención médica de calidad, educar sobre prácticas saludables y abordar desafíos de salud específicos. La investigación médica, la prevención de enfermedades y la promoción de estilos de vida saludables son áreas clave para garantizar el bienestar humano a lo largo de la vida (Villar, 2011).

2.1.13 Participación comunitaria y gobernanza de los recursos medioambientales.

Para la participación comunitaria y la gobernanza de los recursos medioambientales se refieren a:

La implicación activa de las comunidades locales y la gestión efectiva de los recursos naturales y el medio ambiente. Ambos conceptos están estrechamente relacionados y se basan en la premisa de que las comunidades locales y los actores relevantes deben tener un papel activo en la toma de decisiones, la planificación y la implementación de acciones relacionadas con la gestión y conservación de los recursos medioambientales (Rivera, 2019).

Aquí se detallan cada uno de los conceptos:

Participación comunitaria: La participación comunitaria implica la inclusión activa de las comunidades locales y los grupos de interés en los procesos de toma de decisiones y la planificación de actividades relacionadas con los recursos medioambientales. Esto implica el reconocimiento y respeto de los conocimientos, experiencias y perspectivas de las comunidades locales, así como la promoción de la participación activa en la identificación de problemas, la búsqueda de soluciones, la implementación de proyectos y la evaluación de resultados. La participación comunitaria fomenta la apropiación y responsabilidad de los recursos naturales por parte de las comunidades, lo que puede conducir a una gestión más sostenible y equitativa de los mismos (Rivera, 2019).

Gobernanza de los recursos medioambientales: La gobernanza de los recursos medioambientales se refiere al conjunto de procesos, instituciones, leyes, normas y

políticas que regulan y gestionan los recursos naturales y el medio ambiente. La gobernanza eficaz implica la participación y colaboración de múltiples actores, como gobiernos, comunidades locales, organizaciones no gubernamentales, empresas y expertos, en la toma de decisiones y la implementación de políticas y acciones relacionadas con la gestión de los recursos medioambientales. La gobernanza de los recursos medioambientales busca promover la transparencia, la responsabilidad, la equidad, la sostenibilidad y la participación efectiva de los diferentes actores involucrados, con el objetivo de lograr una gestión más eficiente y equitativa de los recursos naturales (Rivera, 2019).

Tanto la participación comunitaria como la gobernanza de los recursos medioambientales son fundamentales para lograr una gestión sostenible y equitativa de los recursos naturales y el medio ambiente. Al incluir a las comunidades locales y los actores relevantes en los procesos de toma de decisiones, se promueve la conservación de los recursos, se evita la sobreexplotación y se protegen los derechos de las comunidades locales. Además, se fomenta la generación de soluciones innovadoras y contextualizadas a los desafíos medioambientales, y se fortalece la capacidad de las comunidades para adaptarse y enfrentar los cambios ambientales (Rivera, 2019).

2.1.14 Legislación y regulaciones ambientales en República Dominicana

En República Dominicana, la legislación y las regulaciones ambientales están diseñadas para proteger y conservar el medio ambiente, incluyendo los recursos naturales, la biodiversidad y la calidad del aire y agua. Algunas de las leyes y regulaciones ambientales más importantes en el país son las siguientes:

Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley No. 64-00): la misma establece el marco legal para la protección y conservación del medio ambiente en República Dominicana. Regula la evaluación y control ambiental, el uso sostenible de los recursos naturales, la protección de los ecosistemas y la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales (De León y Martínez, 2022).

Ley de Residuos Sólidos (Ley No. 225-07): esta ley establece el marco legal para la gestión integral de los residuos sólidos en el país. Regula la generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, y promueve la reducción, reutilización y reciclaje como estrategias prioritarias (De León y Martínez, 2022).

Ley de Áreas Protegidas y Vida Silvestre (Ley No. 67-17): establece disposiciones especiales para la conservación de la vida silvestre y la protección de las áreas protegidas marinas y terrestres. Regula la caza, captura y comercio de especies de fauna y flora silvestres, y establece sanciones por la violación de las normas de conservación (De León y Martínez, 2022).

Ley de Contaminación Atmosférica (Ley No. 163-01): tiene como objetivo prevenir, controlar y reducir la contaminación atmosférica en República Dominicana. Regula las emisiones contaminantes provenientes de fuentes fijas y móviles, establece estándares de calidad del aire y promueve la implementación de medidas de control y mitigación de la contaminación atmosférica (De León y Martínez, 2022).

Ley de Agua (Ley No. 585-07): establece el marco legal para la gestión integral y sostenible de los recursos hídricos en República Dominicana. Regula la protección de las fuentes de agua, el acceso y uso del agua, la calidad del agua y la planificación y gestión de los recursos hídricos (De León y Martínez, 2022).

Ley Sectorial de Áreas Protegidas (Ley No. 202-04): establece el régimen jurídico para la creación, administración y conservación de las áreas protegidas en República Dominicana. Define las categorías de áreas protegidas, los objetivos de conservación y las regulaciones para su uso y manejo sostenible (De León y Martínez, 2022).

Es importante tener en cuenta que estos son solo algunos ejemplos de la legislación y regulaciones ambientales en República Dominicana. Existen otras leyes y regulaciones específicas para diferentes sectores y actividades, como la minería, la

energía, la agricultura y el turismo, que también abordan aspectos ambientales (De León y Martínez, 2022).

2.2 Impacto de los desechos

2.2.1 Impactos ambientales de la actividad minera a nivel internacional

La actividad minera a nivel internacional puede tener diversos impactos ambientales significativos. Estos impactos pueden variar dependiendo del tipo de minería (por ejemplo, minería a cielo abierto, minería subterránea, minería de metales preciosos, minería de carbón, etc.) y de las prácticas utilizadas en cada operación minera (López (2021)

A continuación, Asociación Geoinnova (2016) presenta algunos de los impactos ambientales comunes asociados con la actividad minera a nivel internacional:

Dstrucción del hábitat y pérdida de biodiversidad: la minería puede implicar la eliminación de grandes áreas de vegetación y la alteración del paisaje natural. Esto puede resultar en la pérdida de hábitats terrestres y acuáticos, así como en la disminución de la biodiversidad y la extinción de especies. Además, la remoción de vegetación puede contribuir a la erosión del suelo y la degradación de los ecosistemas (Asociación Geoinnova, 2016).

Contaminación del agua: la actividad minera puede generar contaminación hídrica a través de la liberación de sustancias químicas tóxicas y metales pesados en los cuerpos de agua circundantes. Estos contaminantes pueden provenir de los desechos mineros, como los relaves y las aguas de drenaje ácido de mina. La contaminación del agua puede tener efectos perjudiciales en los ecosistemas acuáticos y en la calidad del agua potable (Asociación Geoinnova, 2016).

Contaminación del suelo: La minería puede causar la alteración y contaminación del suelo debido a la deposición de residuos mineros y la liberación de sustancias químicas. Esto puede afectar la fertilidad del suelo y su capacidad para sostener la vegetación y la vida microbiana. La contaminación del suelo también puede tener impactos en la calidad de los alimentos y en la salud humana, especialmente en las comunidades cercanas a las operaciones mineras (Asociación Geoinnova, 2016).

Emisiones de gases de efecto invernadero: la actividad minera puede contribuir a las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄). Estas emisiones pueden ocurrir durante las etapas de extracción, procesamiento y transporte de minerales. El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero contribuye al cambio climático y sus impactos asociados, como el aumento de las temperaturas, los cambios en los patrones de precipitación y la pérdida de hielo y nieve (Asociación Geoinnova, 2016).

Alteración de ecosistemas acuáticos: la actividad minera puede alterar los ecosistemas acuáticos, especialmente en el caso de la minería a cielo abierto, donde se remueve la capa superficial del suelo para acceder a los minerales. Esto puede resultar en la destrucción de arroyos y ríos, la sedimentación de los cuerpos de agua y la modificación de los patrones de flujo. Estos cambios pueden afectar negativamente a la fauna y flora acuáticas, incluyendo la interrupción de las rutas migratorias y la disminución de las poblaciones de peces y otras especies acuáticas. (Asociación Geoinnova, 2016).

Es importante destacar que los impactos ambientales de la actividad minera pueden mitigarse o prevenirse mediante buenas prácticas de gestión ambiental, regulaciones efectivas y el cumplimiento estricto de estándares ambientales. La adopción de tecnologías más limpias y sostenibles, así como la participación y consulta de las comunidades locales y los grupos interesados, también desempeñan un papel crucial en la reducción de los impactos negativos de la actividad minera (Asociación Geoinnova, 2016).

2.2.2 Impactos ambientales de la actividad minera en República Dominicana

La actividad minera en República Dominicana ha generado diversos impactos ambientales significativos. A continuación, se presentan algunos de los impactos más comunes asociados con la actividad minera en el país:

Contaminación del agua: La minería puede causar la contaminación del agua debido a la liberación de sustancias químicas y metales pesados en los cuerpos de agua cercanos a las operaciones mineras. Esto puede ocurrir a través de la descarga de

efluentes mineros, la filtración de lixiviados de relaves y la generación de drenaje ácido de mina. La contaminación del agua puede tener efectos adversos en la calidad del agua potable, la vida y los ecosistemas acuáticos en general (Gómez, 2022).

Contaminación del suelo: La actividad minera también puede resultar en la contaminación del suelo debido a la deposición de residuos mineros y la liberación de productos químicos tóxicos. Esta contaminación puede afectar la calidad del suelo, su capacidad para sostener la vegetación y su biodiversidad. Además, la contaminación del suelo puede tener implicaciones para la agricultura y la salud humana, especialmente en las comunidades cercanas a las operaciones mineras (Gómez, 2022).

Deforestación y pérdida de biodiversidad: La minería a gran escala, como la minería a cielo abierto, a menudo implica la deforestación de áreas extensas para acceder a los yacimientos minerales. Esto resulta en la pérdida de hábitats naturales y la destrucción de ecosistemas forestales, lo que a su vez conduce a la pérdida de biodiversidad y la disminución de las poblaciones de especies vegetales y animales (Gómez, 2022).

Erosión y sedimentación: Las operaciones mineras pueden contribuir a la erosión del suelo y la sedimentación de los cuerpos de agua debido a la remoción de la capa vegetal y la exposición del suelo a la acción de las lluvias y los movimientos de tierra. Esto puede resultar en la acumulación de sedimentos en los ríos y arroyos, lo que afecta negativamente a la vida acuática y puede causar problemas de inundaciones aguas abajo (Gómez, 2022).

Impactos en las comunidades locales: La actividad minera puede tener impactos socioeconómicos en las comunidades locales, como la reubicación forzada de comunidades enteras para dar paso a las operaciones mineras, la pérdida de tierras y recursos naturales, y los cambios en las actividades económicas tradicionales. Además, la contaminación del agua y el suelo puede afectar la salud de las personas que dependen de esos recursos para su subsistencia (Gómez, 2022).

Es importante destacar que los impactos ambientales de la actividad minera en República Dominicana han sido objeto de debate y preocupación por parte de las comunidades locales y las organizaciones ambientales. En respuesta a estos desafíos, el gobierno dominicano ha implementado regulaciones y estándares ambientales más estrictos para la industria minera y ha promovido la participación ciudadana y la evaluación ambiental para mitigar los impactos negativos y garantizar una minería más sostenible (Gómez, 2022).

2.2.3 Actividad minera y su impacto en el ecosistema la salud humana

La actividad minera puede tener diversos impactos en el ecosistema y la salud humana, especialmente si no se lleva a cabo de manera responsable y sostenible. Para Estrella et al (2019) algunos de los principales impactos son:

Destrucción de ecosistemas y pérdida de biodiversidad: la minería a menudo implica la remoción de grandes cantidades de tierra y vegetación, lo que resulta en la destrucción y fragmentación de ecosistemas naturales. Esto puede llevar a la pérdida de hábitats, la extinción de especies y la alteración de los ciclos ecológicos (Estrella et al., 2019).

Contaminación del agua y del suelo: durante la extracción y procesamiento de minerales, se utilizan productos químicos como cianuro, mercurio y ácido sulfúrico, que pueden filtrarse y contaminar las fuentes de agua cercanas. Esto afecta tanto a la calidad del agua potable como a los ecosistemas acuáticos, causando daños a la flora y fauna, e incluso a la salud humana si se consume agua contaminada (Estrella et al., 2019).

Emisiones de gases de efecto invernadero y cambio climático: algunas actividades mineras, como la quema de carbón, liberan grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera. Estas emisiones contribuyen al cambio climático y sus consecuencias, como el aumento de la temperatura global, el derretimiento de los glaciares y los eventos climáticos extremos (Estrella et al., 2019).

Generación de residuos tóxicos: la minería produce grandes volúmenes de residuos, como desechos de roca, relaves y escorias, que pueden contener sustancias tóxicas y metales pesados. Estos residuos pueden filtrarse al suelo y al agua, causando contaminación y daños ambientales duraderos (Estrella et al., 2019).

Riesgos para la salud humana: los trabajadores de la industria minera están expuestos a diversos riesgos ocupacionales, como inhalación de polvo, exposición a sustancias químicas tóxicas y peligros asociados con la maquinaria y los accidentes en el lugar de trabajo. Además, las comunidades cercanas a las minas pueden enfrentar problemas de salud relacionados con la contaminación del agua y la exposición a sustancias químicas peligrosas (Estrella et al., 2019).

Es importante destacar que no todas las actividades mineras tienen los mismos impactos, y que la adopción de prácticas responsables y tecnologías más limpias puede mitigar algunos de los impactos negativos mencionados. Sin embargo, es crucial evaluar y monitorear continuamente el impacto de la actividad minera en el ecosistema y la salud humana, y promover la adopción de enfoques sostenibles que minimicen estos impactos y protejan los recursos naturales y la salud de las comunidades afectadas (Estrella et al., 2019).

2.2.4 Caracterización de los desechos mineros

La caracterización de los desechos mineros “es un proceso que tiene como objetivo identificar y describir las propiedades y características de los materiales residuales generados durante las actividades mineras”. Esta caracterización es fundamental para comprender la composición, la cantidad y el potencial impacto ambiental de los desechos mineros, lo que a su vez permite tomar decisiones informadas sobre su manejo y disposición adecuada. Según Villanueva (2019) Algunos aspectos clave que se consideran en la caracterización de los desechos mineros son los siguientes:

Composición química: Se analiza la composición química de los desechos mineros para identificar los elementos y compuestos presentes. Esto incluye la

determinación de metales pesados, sustancias tóxicas, minerales y otros compuestos químicos que pueden ser liberados al medio ambiente (Villanueva, 2019).

Características físicas: Se evalúan las propiedades físicas de los desechos mineros, como el tamaño de las partículas, la densidad, la porosidad y la humedad. Estos datos son importantes para comprender la estabilidad de los desechos, su capacidad de retención de agua y su comportamiento durante el almacenamiento y transporte (Villanueva, 2019).

Toxicidad y lixiviación: se realizan pruebas para evaluar la toxicidad de los desechos mineros y su potencial de lixiviación. Estas pruebas determinan si los materiales pueden liberar sustancias tóxicas al medio ambiente, especialmente cuando están expuestos a condiciones como la lluvia o el contacto con el agua (Villanueva, 2019).

Caracterización mineralógica: Se estudia la mineralogía de los desechos mineros para identificar los minerales presentes y sus propiedades. Esto es importante para comprender la reactividad de los desechos y su potencial para generar productos de drenaje ácido de mina (DAM) o liberar sustancias químicas que puedan afectar la calidad del agua (Villanueva, 2019).

Potencial de recuperación: Se evalúa el potencial de recuperación de los desechos mineros, es decir, la posibilidad de extraer y utilizar los materiales valiosos presentes en los residuos. Esto puede incluir la recuperación de minerales o metales que pueden tener un valor económico (Villanueva, 2019).

La caracterización de los desechos mineros proporciona información crucial para el diseño de estrategias de manejo y disposición adecuadas. Permite identificar los riesgos potenciales para el medio ambiente y la salud humana, así como desarrollar medidas de mitigación y prevención de impactos negativos. Además, la caracterización también puede ayudar a optimizar los procesos mineros para reducir la generación de desechos y promover la economía circular en la industria minera (Villanueva, 2019).

2.3 Manejo de desechos

2.3.1 Procesos mineros y generación de desechos

Los procesos mineros implican una serie de etapas para la extracción y procesamiento de minerales, y estos procesos pueden generar diferentes tipos de desechos. Según Rodríguez y Martínez, (2023), a continuación, se describen algunos de los procesos mineros comunes y los desechos asociados a ellos:

Minería a cielo abierto: en este tipo de minería, se remueve la capa superficial del suelo para acceder a los depósitos minerales. Durante este proceso, se generan grandes cantidades de desechos conocidos como estériles, que son los materiales no valiosos que se extraen junto con el mineral. Estos estériles se depositan en áreas designadas, conocidas como escombreras, y pueden ocupar grandes extensiones de terreno (Rodríguez y Martínez, 2023).

Minería subterránea: en la minería subterránea, se accede a los yacimientos minerales a través de túneles y galerías subterráneas. Los desechos generados en este proceso suelen ser rocas y materiales removidos durante la excavación de los túneles. Estos desechos se conocen como escombros o estériles de minería subterránea y también se disponen en áreas designadas (Rodríguez y Martínez, 2023).

Procesamiento de minerales: una vez que los minerales son extraídos, se someten a procesos de trituración, molienda y concentración para obtener el mineral de interés. Durante estos procesos, se generan desechos conocidos como relaves o colas de mineral. Los relaves son residuos de la separación del mineral de la ganga y suelen contener una mezcla de agua, rocas molidas y sustancias químicas utilizadas en el proceso de concentración (Rodríguez y Martínez, 2023).

Drenaje ácido de mina: en algunas operaciones mineras, los desechos y rocas expuestas a la oxidación pueden generar drenaje ácido de mina (DAM). El DAM se produce cuando los minerales sulfurados, como la pirita, reaccionan con el aire y el agua, generando ácido sulfúrico. Este ácido puede contaminar las aguas superficiales y subterráneas, causando una grave contaminación hídrica (Rodríguez y Martínez, 2023).

Además de estos desechos principales, la actividad minera puede generar otros desechos secundarios, como residuos sólidos y líquidos, emisiones de polvo y gases, y efluentes contaminados. Estos desechos pueden contener sustancias tóxicas, metales pesados y productos químicos utilizados en los procesos mineros, lo que representa un riesgo para el medio ambiente y la salud humana si no se manejan adecuadamente (Rodríguez y Martínez, 2023).

Es importante destacar que la gestión adecuada de los desechos mineros es esencial para minimizar los impactos ambientales negativos. Esto implica implementar medidas de mitigación y control, como la construcción de instalaciones de disposición adecuadas, el tratamiento de aguas residuales y la adopción de tecnologías más limpias en los procesos mineros. Además, las regulaciones y estándares ambientales establecidos por los gobiernos y las autoridades mineras también juegan un papel crucial en la gestión de los desechos mineros y la protección del medio ambiente (Rodríguez y Martínez, 2023).

2.3.2 Reciclaje y reutilización de desechos

El reciclaje y la reutilización de desechos son prácticas fundamentales en la gestión sostenible de los residuos y en la reducción del impacto ambiental. Estas acciones contribuyen a la conservación de recursos naturales, la disminución de la contaminación y la mitigación del cambio climático al reducir la necesidad de producción de materiales nuevos y la energía requerida para ello. Es así como Fortich (2022) orienta sobre ambas prácticas:

Reciclaje: implica recolectar, procesar y convertir materiales previamente utilizados en nuevos productos o materias primas. Este proceso puede involucrar diferentes tipos de materiales, como papel, plástico, vidrio, metal y textiles. A través del reciclaje, los materiales que de otra manera se descartarían se convierten en recursos valiosos que pueden tener una segunda vida útil. El reciclaje ayuda a reducir la cantidad de desechos que se envían a vertederos y ahorra energía en comparación con la producción de nuevos materiales (Fortich, 2022).

Reutilización: implica utilizar un artículo o producto nuevamente en su forma original o para un propósito similar, en lugar de desecharlo después de un solo uso. Esto puede involucrar el uso de envases retornables, como botellas de vidrio, o la donación de ropa y muebles a organizaciones benéficas en lugar de desecharlos. La reutilización prolonga la vida útil de los objetos y disminuye la necesidad de fabricar nuevos productos (Fortich, 2022).

Beneficios y desafíos: algunos de los beneficios y desafíos se muestran a continuación:

- **Conservación de recursos:** El reciclaje y la reutilización reducen la extracción de materias primas y la energía necesaria para producir nuevos productos.
- **Reducción de residuos:** Al reciclar y reutilizar, se reduce la cantidad de desechos que terminan en vertederos o incineradoras.
- **Menor contaminación:** Al reducir la producción de nuevos materiales, se disminuye la contaminación del aire, agua y suelo asociada con la extracción y fabricación.
- **Generación de empleo:** La industria del reciclaje crea empleos en la recolección, clasificación y procesamiento de materiales reciclables.
- **Contribución al cambio climático:** La disminución de la demanda de nuevos materiales y la reducción de la energía utilizada en la producción contribuyen a la mitigación del cambio climático.

Desafíos:

- **Educación y concienciación:** Muchas personas aún no comprenden completamente la importancia del reciclaje y la reutilización.
- **Infraestructura adecuada:** Se requiere infraestructura de reciclaje y programas de recolección eficientes para hacer que estas prácticas sean efectivas.
- **Contaminación en el reciclaje:** La contaminación de materiales reciclables puede dificultar su procesamiento y limitar su reutilización.
- **Economía circular:** La transición hacia una economía circular, en la que los productos se diseñan para ser más reciclables y reutilizables, es un desafío en sí mismo.
- **El reciclaje y la reutilización son esenciales para reducir la presión sobre los recursos naturales y disminuir el impacto ambiental de la producción y el desecho de**

productos. Participar en estas prácticas puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad ambiental y en la reducción de la generación de residuos.

2.3.3 Gestión y tratamiento de residuos mineros

La gestión de residuos mineros es un aspecto fundamental en la actividad minera para minimizar los impactos ambientales y proteger la salud de las comunidades locales. A continuación García (2022), presenta algunos aspectos clave relacionados con la gestión de residuos mineros:

Caracterización de los residuos: antes de implementar medidas de gestión, es necesario realizar una caracterización detallada de los residuos mineros. Esto implica analizar su composición química, física y mineralógica, así como determinar su potencial de toxicidad y el riesgo que representan para el medio ambiente y la salud humana (García, 2022).

Diseño de instalaciones de almacenamiento: los residuos mineros deben ser almacenados de manera segura en instalaciones adecuadas para prevenir la contaminación del suelo y el agua. Algunas de las opciones comunes son las escombreras, las presas de relaves y las balsas de lixiviación. Estas instalaciones deben diseñarse considerando factores como la estabilidad geotécnica, la impermeabilización, la captura y tratamiento de efluentes, y la revegetación para minimizar los riesgos ambientales (García, 2022).

Control de drenaje ácido de mina (DAM): el DAM es uno de los problemas más importantes asociados con la gestión de residuos mineros. Para controlarlo, se pueden implementar medidas como la encapsulación de materiales sulfurados, el uso de coberturas impermeables, el control del ingreso de oxígeno y la neutralización del agua ácida generada. También es fundamental monitorear regularmente la calidad del agua y aplicar técnicas de remediación si es necesario (García, 2022).

Recuperación y reciclaje de residuos: en algunos casos, es posible recuperar y reciclar ciertos componentes de los residuos mineros. Por ejemplo, algunos metales

pueden ser recuperados a través de procesos de extracción y reciclaje, lo que reduce la cantidad de residuos generados y contribuye a una gestión más sostenible (García, 2022).

Cierre y rehabilitación de áreas mineras: al finalizar las operaciones mineras, es necesario realizar un cierre adecuado de las áreas mineras y su rehabilitación ambiental. Esto implica la estabilización de las áreas afectadas, la restauración de la vegetación, la rehabilitación de las aguas superficiales y subterráneas, y la implementación de medidas de monitoreo a largo plazo para garantizar la efectividad de las acciones de cierre (García, 2022).

Cumplimiento de regulaciones y estándares: es esencial cumplir con las regulaciones y estándares ambientales establecidos por las autoridades competentes. Esto incluye la obtención de permisos y licencias pertinentes, el seguimiento de los límites y requisitos establecidos para la gestión de residuos, y la presentación de informes periódicos sobre el manejo de los residuos (García, 2022).

La gestión adecuada de los residuos mineros requiere una planificación cuidadosa, el uso de tecnologías apropiadas y el compromiso de las empresas mineras para minimizar los impactos ambientales. Además, la participación de las comunidades locales y la transparencia en la información relacionada con la gestión de residuos son aspectos clave para asegurar una gestión responsable y sostenible de los residuos mineros (García, 2022).

2.3.4 Medidas de mitigación para la preservación del medioambiente

Existen diversas medidas de mitigación que se implementan para preservar el medioambiente y reducir los impactos negativos causados por las actividades humanas. Estas medidas abarcan diferentes áreas y se aplican en distintos sectores. A continuación, De León y Martínez (2022) presentan algunas de las medidas de mitigación más comunes:

Conservación y protección de ecosistemas: esta medida se enfoca en la conservación y protección de ecosistemas naturales, como bosques, manglares, humedales y áreas protegidas. Esto implica establecer políticas y prácticas que limiten la

deforestación, promover la reforestación y restauración de áreas degradadas, y proteger la biodiversidad y los hábitats naturales (De León y Martínez, 2022).

Eficiencia energética: la eficiencia energética se basa en el uso más eficiente de la energía para reducir la demanda energética y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto implica adoptar tecnologías y prácticas que optimicen el consumo de energía, como el uso de equipos eficientes, la mejora de la aislación térmica de edificios, la implementación de sistemas de iluminación eficientes y la promoción de prácticas de consumo responsable (De León y Martínez, 2022).

Energías renovables: la promoción y el uso de energías renovables, como la energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y biomasa, contribuyen a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto implica la inversión en infraestructuras y tecnologías para la generación de energía limpia y sostenible (De León y Martínez, 2022).

Gestión adecuada de residuos: la gestión adecuada de residuos incluye la reducción en la fuente, la reutilización, el reciclaje y la disposición final adecuada de los residuos. Esto implica implementar programas de reciclaje, fomentar la separación de residuos en origen, promover la economía circular y aplicar tecnologías de tratamiento de residuos, como la compostaje y la incineración controlada (De León y Martínez, 2022).

Uso sostenible de recursos naturales: el uso sostenible de los recursos naturales busca equilibrar la satisfacción de las necesidades humanas con la conservación y regeneración de los recursos naturales. Esto implica implementar prácticas de agricultura sostenible, manejo forestal responsable, pesca sostenible, gestión adecuada del agua y promoción de prácticas de turismo sostenible (De León y Martínez, 2022).

Educación ambiental y concienciación pública: la educación ambiental y la concienciación pública desempeñan un papel fundamental en la mitigación del impacto ambiental. Esto implica educar y sensibilizar a la población sobre la importancia de la conservación del medioambiente, promover cambios de comportamiento, impulsar la

participación ciudadana y fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en la vida cotidiana (De León y Martínez, 2022).

Estas son solo algunas medidas de mitigación existentes que se aplican para preservar el medioambiente. La implementación efectiva de estas medidas requiere la colaboración y participación de diversos actores, como gobiernos, empresas, organizaciones no gubernamentales y la sociedad en general. Además, es fundamental promover políticas y marcos legales adecuados que respalden estas medidas y fomenten la transición hacia una economía y sociedad más sostenible (De León y Martínez, 2022).

2.3.5 Tecnologías de tratamiento para la preservación del medioambiente

La tecnología y el tratamiento de aguas residuales son fundamentales para abordar el problema de la contaminación hídrica y proteger la calidad del agua. Existen diversas tecnologías y procesos de tratamiento que se utilizan para tratar las aguas residuales y eliminar los contaminantes antes de su descarga al medio ambiente. Para Contreras Del Valle (2019) algunas de las tecnologías y procesos más comunes son los siguientes:

Tratamiento físico: Involucra procesos como la filtración, sedimentación y separación por gravedad para eliminar partículas sólidas suspendidas y materiales flotantes en el agua residual. Estos procesos ayudan a reducir la carga de contaminantes en el agua (Contreras Del Valle, 2019).

Tratamiento químico: Se utilizan productos químicos como coagulantes y floculantes para facilitar la sedimentación y la separación de sólidos suspendidos en el agua. También se pueden utilizar procesos de neutralización para ajustar el pH del agua residual (Contreras Del Valle, 2019).

Tratamiento biológico: Los procesos biológicos utilizan microorganismos para descomponer y metabolizar los contaminantes orgánicos presentes en el agua residual. Los sistemas más comunes son los reactores biológicos aerobios, como los lodos activados y los sistemas de lecho móvil. Estos sistemas proporcionan un ambiente favorable para el crecimiento de bacterias y otros microorganismos que descomponen los contaminantes (Contreras Del Valle (2019).

Tratamiento avanzado: En algunos casos, es necesario aplicar tecnologías más avanzadas para eliminar contaminantes específicos o tratar aguas residuales altamente contaminadas. Algunas tecnologías avanzadas incluyen la adsorción con carbón activado, la oxidación avanzada (por ejemplo, ozonización) y la desinfección con cloro o ultravioleta (Contreras Del Valle (2019)).

Tratamiento de lodos: En el proceso de tratamiento de aguas residuales, también se generan lodos residuales, que deben ser tratados adecuadamente. Los lodos se pueden espesar, deshidratar y estabilizar para reducir su volumen y contenido de materia orgánica antes de su disposición final, ya sea mediante su uso como fertilizantes agrícolas o su disposición en rellenos sanitarios (Contreras Del Valle (2019)).

Es importante destacar que el tipo de tecnología y proceso de tratamiento utilizado depende de las características específicas del agua residual, los contaminantes presentes y los requisitos regulatorios locales. Además, la gestión adecuada de las aguas residuales también implica la implementación de prácticas de gestión sostenible del agua, como la reducción en la fuente, el reúso y la conservación del agua (Contreras Del Valle (2019)).

La tecnología y el tratamiento de aguas residuales desempeñan un papel crucial en la protección del medio ambiente y la salud pública al reducir la carga de contaminantes en el agua y garantizar la disponibilidad de agua limpia y segura para diversos usos (Contreras Del Valle (2019)).

Estas son solo algunos ejemplos de tecnologías de tratamiento utilizadas para preservar el medioambiente. La elección de la tecnología adecuada dependerá del tipo de contaminante o desafío ambiental a abordar, así como de las condiciones específicas del lugar y los recursos disponibles. Es importante destacar que las tecnologías de tratamiento deben integrarse con enfoques de gestión adecuados y prácticas sostenibles para lograr resultados efectivos en la preservación del medioambiente (Contreras Del Valle (2019)).

2.3.6 Prácticas de manejo de sedimentos y erosión del suelo

Las prácticas de manejo de sedimentos y erosión del suelo son medidas que se implementan con el objetivo de prevenir o minimizar la erosión del suelo y la sedimentación en áreas afectadas por actividades humanas, como la agricultura, la construcción o la minería. De acuerdo con esto se puede decir que estas prácticas son fundamentales para proteger la calidad del suelo, prevenir la pérdida de nutrientes y sedimentos, y conservar los recursos hídricos. Algunas de las prácticas comunes de manejo de sedimentos y erosión del suelo incluyen:

a) Conservación de suelos: esto implica la implementación de prácticas que ayuden a mantener la integridad del suelo, como la rotación de cultivos, la cobertura vegetal permanente, la siembra directa, el control de la compactación del suelo y la construcción de terrazas (Smith y Jonson, 2022).

b) Control de la erosión hídrica: se utilizan técnicas para reducir la erosión causada por la escorrentía del agua, como la construcción de barreras físicas, como terrazas, zanjas de infiltración y canales de desviación, así como la implementación de prácticas de manejo de agua, como la construcción de estanques de retención y sistemas de riego adecuados (Smith y Jonson, 2022).

c) Control de la erosión eólica: se implementan medidas para reducir la erosión causada por el viento, como la siembra de cultivos de cobertura, la implementación de barreras vegetales, la construcción de cortavientos y el riego para humedecer el suelo y evitar su erosión (Smith y Jonson, 2022).

d) Control de la sedimentación: se aplican medidas para prevenir la sedimentación en cuerpos de agua, como la construcción de diques y embalses, la implementación de prácticas de conservación del suelo en áreas cercanas a ríos y lagos, y la creación de zonas de amortiguamiento con vegetación nativa (Smith y Jonson, 2022).

e) Manejo adecuado de los desechos: se promueve la gestión adecuada de los desechos generados por las actividades humanas, como la implementación de sistemas de

tratamiento de aguas residuales y la disposición adecuada de residuos sólidos, para evitar la contaminación del suelo y el agua (Smith y Jonson, 2022).

Estas prácticas de manejo de sedimentos y erosión del suelo son clave para mantener la productividad de los suelos, prevenir la degradación del medio ambiente y proteger los recursos hídricos. Su implementación requiere la colaboración y participación activa de los actores involucrados, incluidos los agricultores, constructores, autoridades ambientales y comunidades locales, para garantizar su efectividad a largo plazo (Smith y Jonson, 2022).

2.3.7 Procesos de liberación y transporte de contaminantes

Los procesos de liberación y transporte de contaminantes son fenómenos que ocurren cuando sustancias contaminantes son liberadas al medio ambiente y se desplazan a través de diferentes medios, como el agua, el aire o el suelo. Estos procesos son de suma importancia para comprender cómo los contaminantes se dispersan y pueden afectar los ecosistemas y la salud humana. Para Johnson y Smith (2022) algunos de los principales procesos de liberación y transporte de contaminantes son los siguientes:

Lixiviación: este proceso ocurre cuando los contaminantes presentes en el suelo o en los desechos se disuelven en el agua y se desplazan hacia las capas más profundas del suelo o hacia las fuentes hídricas subterráneas. La lixiviación puede ocurrir debido a la acción de la lluvia, la infiltración del agua o la aplicación de riego (Johnson y Smith, 2022).

Escorrentía: la escorrentía es el flujo de agua que se desplaza sobre la superficie del suelo. Durante este proceso, los contaminantes presentes en la superficie del suelo, como fertilizantes, pesticidas o sedimentos pueden ser arrastrados por el agua y transportados a través de arroyos, ríos y cuerpos de agua (Johnson y Smith, 2022).

Volatilización: algunos contaminantes pueden pasar del estado líquido o sólido al estado gaseoso, en un proceso conocido como volatilización. Estos gases pueden ser liberados al aire y transportados a distancias variables, pudiendo afectar áreas cercanas o

incluso ser dispersados a grandes distancias por corrientes de aire (Johnson y Smith, 2022).

Adsorción y desorción: algunos contaminantes pueden unirse a las partículas del suelo o a otros materiales presentes en el ambiente, en un proceso conocido como adsorción. Sin embargo, bajo ciertas condiciones, estos contaminantes pueden liberarse o disolverse en partículas y ser transportados por el agua o el aire (Johnson y Smith, 2022).

Bioacumulación y biomagnificación: algunos contaminantes tienen la capacidad de acumularse en organismos vivos a lo largo de la cadena alimentaria, en un proceso conocido como bioacumulación. A medida que los organismos se alimentan de otros organismos, los contaminantes pueden aumentar en concentración a través de la biomagnificación (Johnson y Smith, 2022).

Estos procesos de liberación y transporte de contaminantes son influenciados por diferentes factores, como las características del contaminante, las propiedades del medio ambiente, la topografía del área y las condiciones climáticas. Comprender estos procesos es esencial para implementar medidas de control y mitigación adecuadas, así como para la toma de decisiones informadas en la gestión ambiental (Johnson y Smith, 2022).

2.3.8 Cambio climático

El cambio climático se refiere a los patrones a largo plazo de temperatura y condiciones climáticas en la Tierra que han experimentado alteraciones significativas debido a actividades humanas y factores naturales. El fenómeno más destacado dentro del cambio climático es el calentamiento global, que se refiere al aumento continuo y generalizado de la temperatura promedio de la superficie terrestre y de los océanos (Barchilón, 2020)

Las principales causas del cambio climático son las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), que se liberan en la atmósfera debido a actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), la deforestación y la agricultura

intensiva. Estos gases atrapan el calor en la atmósfera, creando un efecto invernadero que resulta en un aumento de las temperaturas globales (Barchilón, 2020)

Algunos impactos clave del cambio climático incluyen:

Aumento de la temperatura: Las temperaturas globales están aumentando, lo que puede dar lugar a olas de calor más frecuentes e intensas (Barchilón, 2020).

Cambio en los patrones de precipitación: Puede haber alteraciones en los patrones de lluvia y sequía, lo que afecta la disponibilidad de agua dulce y puede llevar a problemas de escasez (Barchilón, 2020).

Nivel del mar en aumento: El derretimiento de glaciares y casquetes polares, junto con la expansión térmica del agua marina, está contribuyendo al aumento del nivel del mar (Barchilón, 2020).

Eventos climáticos extremos: Se espera que los fenómenos climáticos extremos, como huracanes, sequías e inundaciones, se vuelvan más frecuentes y graves (Barchilón, 2020).

Impacto en la biodiversidad: El cambio climático puede amenazar la supervivencia de muchas especies y alterar los ecosistemas (Barchilón, 2020).

Cambio en los patrones de migración de especies: Las especies pueden moverse hacia regiones más frías o altas debido al calentamiento, alterando las dinámicas de los ecosistemas (Barchilón, 2020).

Impacto en la seguridad alimentaria: Cambios en los patrones climáticos pueden afectar la producción agrícola y la disponibilidad de alimentos (Barchilón, 2020).

Riesgos para la salud humana: El aumento de las temperaturas puede aumentar la propagación de enfermedades transmitidas por vectores y tener efectos en la salud respiratoria. (Barchilón, 2020).

La mitigación y la adaptación son dos estrategias clave para abordar el cambio climático. La mitigación implica reducir las emisiones de GEI y adoptar fuentes de energía más limpias y sostenibles. La adaptación se centra en ajustarse a los cambios climáticos inevitables, como la implementación de medidas para proteger las infraestructuras costeras, desarrollar sistemas de riego más eficientes y mejorar la gestión de los recursos naturales (Barchilón, 2020).

Los esfuerzos internacionales, como el Acuerdo de París, buscan coordinar acciones globales para limitar el calentamiento global y reducir los impactos del cambio climático. La concienciación pública, la educación y la toma de decisiones informadas también desempeñan un papel esencial en la lucha contra el cambio climático (Barchilón, 2020).

2.3.9 Eficiencia energética

La eficiencia energética se refiere a la optimización y uso responsable de la energía para lograr la misma cantidad de trabajo o resultados con menos consumo de recursos energéticos. Es un enfoque clave para reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental de la producción y el uso de recursos energéticos, al mismo tiempo que se busca mejorar la productividad y la calidad de vida (Repsol, 2022).

La eficiencia energética se aplica en diversos sectores, como la industria, el transporte, la construcción y el hogar. Algunas de las formas en que se puede lograr la eficiencia energética incluyen:

Tecnologías eficientes: la adopción de tecnologías y equipos más eficientes en términos de energía, como electrodomésticos con calificación energética, bombillas LED, sistemas de climatización y vehículos de mayor eficiencia (Repsol, 2022).

Gestión y control: la implementación de sistemas de gestión energética y controles automáticos para optimizar el uso de energía en edificios e instalaciones industriales (Repsol, 2022).

Aislamiento y diseño: el diseño y la construcción de edificios con mejor aislamiento térmico, ventanas eficientes y sistemas de ventilación que reduzcan la necesidad de calefacción y refrigeración (Repsol, 2022).

Transporte sostenible: fomentar el uso de medios de transporte público, compartir vehículos, usar bicicletas o caminar en lugar de depender de vehículos privados altamente consumidores de energía (Repsol, 2022).

Recuperación de calor: aprovechar el calor residual de procesos industriales para calefacción o generación de energía adicional (Repsol, 2022).

Reducción de pérdidas: mejorar la infraestructura para reducir las pérdidas de energía durante la transmisión y distribución (Repsol, 2022).

Educación y concienciación: sensibilizar a las personas sobre la importancia de usar la energía de manera eficiente y adoptar prácticas de ahorro (Repsol, 2022).

Los beneficios de la eficiencia energética son significativos:

Reducción de costos: el uso eficiente de la energía puede reducir los costos de energía tanto para individuos como para empresas (Repsol, 2022).

Sostenibilidad ambiental: Al reducir el consumo de energía, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero y la dependencia de combustibles fósiles, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático (Repsol, 2022).

Seguridad energética: Una mayor eficiencia puede reducir la dependencia de importaciones de energía y mejorar la seguridad energética de una nación (Repsol, 2022).

Generación de empleo: La industria de la eficiencia energética puede generar empleos en áreas como la construcción, la fabricación y la consultoría en tecnologías y prácticas eficientes (Repsol, 2022).

Mejora de la calidad del aire: Al reducir la quema de combustibles fósiles, se reduce la contaminación del aire y sus impactos en la salud humana (Repsol, 2022).

La eficiencia energética desempeña un papel fundamental en la transición hacia un futuro más sostenible y en la mitigación de los efectos negativos del cambio climático. Es una herramienta esencial para reducir nuestra huella ambiental y mejorar la resiliencia de la sociedad frente a los desafíos energéticos y ambientales (Repsol, 2022).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

La extracción de minerales desempeña un papel fundamental en la economía de muchos países, incluyendo la República Dominicana, donde el Triángulo Minero se ha convertido en una región de gran importancia para la industria minera. Sin embargo, esta actividad no está exenta de impactos ambientales significativos que requieren una cuidadosa consideración y gestión.

Este estudio buscó evaluar el impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana y cómo afecta los recursos naturales, los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades locales. La metodología empleada para evaluar el impacto ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana se basó en un enfoque multidisciplinario que combina estudios científicos, técnicos y sociales.

Este capítulo trata del diseño y tipo de investigación, además de la población y muestra estudiada. Además, se aprecian las técnicas de recolección de datos en conjunto con su instrumentalización. Por consiguiente, la validez y confiabilidad de los datos obtenidos, su procedimiento y análisis correspondiente.

3.1 Diseño y tipo de investigación (enfoque, tipo y método)

La investigación se realizó con un diseño no experimental. Según Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018) una investigación no experimental es un tipo de estudio los investigadores recolectan datos a través de observaciones, encuestas, entrevistas u otras técnicas de recopilación de información. Se utiliza cuando no es posible o ético manipular directamente las variables de estudio o cuando se busca describir fenómenos tal como ocurren naturalmente. A diferencia de los diseños experimentales, en los que se controlan y manipulan las variables independientes, en los diseños no experimentales los investigadores simplemente observan y recopilan datos sin intervenir en el entorno o situación estudiada.

Entre los tipos de diseños no experimentales, este estudio se ubica en el descriptivo, porque se utilizan para describir características o fenómenos tal como

ocurren en el triángulo minero y su impacto para el medioambiente. No hay manipulación de variables ni control sobre las condiciones del estudio.

3.2 Población, muestra y muestreo (criterio de inclusión y exclusión)

Para evaluar el impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana y cómo afecta los recursos naturales, los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades locales; se tomó en cuenta a los encargados del departamento de medio ambiente y administradores de las minas, así como también a la población civil de las comunidades de la zona.

El muestreo que ha servido para la obtención de los datos analizados en este trabajo de investigación se basa en tres entrevistas realizadas a los encargados de medio ambiente de las siguientes tres empresas mineras, Barrick Pueblo Viejo, Falcondo y Corporación Minera Dominicana; así como también, una encuesta a los civiles de las comunidades próximo al triángulo minero. La muestra por ser pequeña se utilizó la técnica censal o sea el 100% de la totalidad.

3.3 Técnica y recolección de datos (Instrumentación)

Las técnicas de recolección de datos “se refieren a los métodos y herramientas utilizadas para recopilar información relevante y necesaria para el estudio” (Cegarra, 2011, p. 249). Las técnicas son fundamentales para obtener datos fiables y válidos que permitan responder a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos del estudio. Dentro de las técnicas que se emplearán está: La observación, entrevista y la encuesta.

La observación es un proceso de observar sistemática y cuidadosamente cómo se desarrolla la vida social, no para manipularla, no para cambiarla, es decir, debe funcionar por sí sola. En la observación se intentará describir, explicar y comprender y descubrir patrones que intervienen en el impacto ambiental del triángulo minero.

Partiendo de que las entrevistas son conversaciones estructuradas o semi-estructuradas con los participantes del estudio, pueden ser individuales o grupales, y “se utilizan para obtener información detallada y en profundidad sobre las experiencias, opiniones y conocimientos de los participantes” (Muñoz Rocha, 2015, p. 191). La

entrevista se utiliza porque le permite al investigador hacer una valoración personal y permite un análisis objetivo de las respuestas de los encuestados. Según Oberti & Bacci (2019), la entrevista es una poderosa herramienta para obtener una descripción del mundo de vida del entrevistado. La capacidad de comprender, comprender e interpretar las experiencias de los participantes desde la perspectiva de los entrevistados deriva de los métodos del entrevistador y del entrevistado.

El cuestionario como instrumento es conjuntos de preguntas diseñadas para recopilar información de manera estandarizada. Pueden ser administrados en formato impreso o electrónico, y se utilizan para recopilar datos de una muestra más grande de participantes de manera eficiente.

3.4 Validez y confiabilidad

Validez y confiabilidad según (Bisquerra, 2017)) son dos conceptos básicos para evaluar la calidad de los instrumentos de investigación. Estas características se refieren a la precisión y consistencia con la que un instrumento mide el propósito para el cual fue diseñado. Aquí tienes una explicación de cada uno:

La validez de un instrumento de investigación se refiere a la capacidad del instrumento para medir de manera precisa y adecuada el constructo o fenómeno que se pretende evaluar. En otras palabras, se refiere a si el instrumento mide realmente lo que se supone que debe medir. En tal sentido, la validez es una consideración crítica en la investigación, ya que, si un instrumento no es válido, los resultados obtenidos a través de su uso pueden ser poco confiables o no representar con precisión la realidad que se está estudiando.

En el instrumento aplicado para este estudio se procedió a verificar su validez en estos seis pasos:

Paso 1: Prueba del instrumento: Se aplicó a un grupo familiar encuestados el cual mostró con éxito que captó las preguntas que contenía el mismo. Luego se presentó a un experto en el área de construcción de instrumentos el cual adaptó algunos detalles y le dio el visto bueno.

Paso 2: Ejecución de una prueba piloto: Se aplicó una prueba piloto a cinco personas, las cuales la llenaron para verificar su efectividad.

Paso 3: Limpieza de los datos recopilados: Después de realizar el proceso de recolección de datos, se exportaron los datos en bruto para curarlos. Esto redujo en gran medida el riesgo de error. Luego se revirtió el código de las preguntas formuladas negativamente. Se aplicó nueva vez el instrumento con las preguntas reformuladas.

Paso 4: Análisis de componentes: Se procedió a analizar los componentes del instrumento, en lo que respecta a las tendencias de las preguntas y su relación con los objetivos.

Paso 5: Verificación de la consistencia de las preguntas: Se revisaron la consistencia de las preguntas que se cargan en los mismos elementos. También, se verificó la correlación entre las preguntas mide la confiabilidad de las preguntas al garantizar que las respuestas de la encuesta sean consistentes.

Paso 6: Revisión final del instrumento: El último de los pasos a aplicar para validar el instrumento de investigación, fue la revisión final del mismo con base en la información obtenida del análisis de datos.

Para Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018) la confiabilidad se refiere a la consistencia y estabilidad de las mediciones realizadas por el instrumento. Indica la capacidad del instrumento para producir resultados consistentes y reproducibles en diferentes situaciones o momentos de aplicación. Es fundamental contar con instrumentos confiables, ya que, si un instrumento no es confiable, los resultados obtenidos pueden ser inconsistentes, poco fiables o no reflejar de manera precisa el fenómeno que se está estudiando. En este caso, los instrumentos son de índole objetivos. Los cuales no fueron afectados ni sesgados por la subjetividad de quienes apliquen los mismos.

La confiabilidad del instrumento aplicado se determinó usando el Alfa de Cronbach el cual es un coeficiente que toma valores entre 0 y 1. Cuanto más se aproxime al número 1, mayor será la fiabilidad del instrumento subyacente.

3.5 Procedimiento.

Para desarrollar la presente investigación se ejecutaron los siguientes pasos:

- a. Solicitud de la carta que otorga el permiso para visitar las minas.
- b. Visita las minas objeto de este estudio.
- c. Reuniones del equipo de investigación para organizar el trabajo.
- d. Se consultaron informaciones en diferentes fuentes en la web sobre las herramientas digitales para la recolección de datos que permitieron realizar los antecedentes.
- e. Elaboración de un cuestionario que se le dio respuesta por medio a la entrevista.
- f. Visita a las minas para realizar la entrevista a los encargados y sociedad civil. Así como a las empresas afectadas.
- g. Validación de los cuestionarios realizados.
- h. Se realizó una socialización con encargados de minas sobre las estrategias y metodologías implementadas para integrar herramientas digitales.
- i. Se observaron diferentes momentos de las actividades en las minas.

3.6 Análisis de los datos

Una vez que se completado el proceso de recopilación de información, se realizó un trabajo administrativo para organizar los datos utilizando observaciones y cuestionarios especialmente diseñados y aplicarlos a los elementos que componen la muestra de operadores y administradores de minas y estanques de relaves. Recopilación manual por tipo de pregunta y temas en cada pregunta, cada uno por separado.

Luego de tabulados los datos de forma manual se utilizaron gráficos de frecuencias para su presentación de porcentajes, las primeras en Microsoft Office Excel 365 y la segunda en Microsoft Office Word 365; dichos gráficos se agruparon en función a las variables y se manejaron las alternativas de respuestas a las preguntas, la frecuencia

y los porcentajes de esas respuestas representan, con su correspondiente interpretación, lo que permitió llegar a los resultados que presentamos y poniendo en relevancia la interpretación literal de cada uno de los elementos que constituyen el presente estudio en esta investigación. Asimismo, se hizo la triangulación con los datos debidamente analizados y con las variables, y finalmente se hicieron las recomendaciones de lugar y las conclusiones.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

El siguiente capítulo, muestra los resultados producto de la aplicación del cuestionario aplicado a la población objeto de estudio. El mismo se expresó en tablas de frecuencias y porcentajes y gráficos.

4.1 Presentación de los resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación titulada Impacto Ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana. Los mismos aparecen organizados de acuerdo con el orden de los objetivos y variables que orientan el estudio. Para evaluar el impacto ambiental del triángulo minero en República Dominicana y cómo afecta los recursos naturales, los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades locales; es importante tomar en cuenta a las opiniones y conocimiento que tienen los supervisores y colaboradores del área del área de medio ambiente de las diferentes empresas, los cuales son los que poseen los conocimiento y manejo de las normas y procedimientos ambientales.

4.1.1 Entrevista a los encargados departamentales del área de medio ambiente de las diferentes empresas mineras

Variable No 1: Contaminación ambiental

Para verificar esta variable se tomó en cuenta, las opiniones del departamento de medio ambiente de las empresas mineras (Barrick Pueblo Viejo, Falcondo y Cerro Maimón). En tal sentido se aplicó el cuestionario a los encargados departamentales del área de medio ambiente de las diferentes empresas.

Indicador: Concentración de contaminantes.

El Cuadro No. 1 presenta la cantidad de contaminantes que genera la actividad minera del triángulo minero.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Polvo	1	33
Drenaje Acido de Minas (DAM)	0	0
Metales pesados	1	33
Sustancias químicas	0	0
Sedimentos	0	0
Ruidos	1	34
Deforestación y pérdida de hábitat.	0	0
Todas las anteriores.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 1 muestra que el 33% (Barrick Pueblo Viejo) de los encuestados sostiene que entre los contaminantes que genera la actividad minera está el polvo, otro 33 % (Falcondo) dice que son metales pesados y el otro 34 % ruidos (Cerro Maimón).

Cuadro No. 2 Forma en que la mina de medir los contaminantes emitidos al aire.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Estaciones de monitoreos.	2	67
Analizadores de gases.	0	0
Medidores de partículas.	1	33
Muestreo pasivo.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 2 muestra que el 67 % (Barrick Pueblo Viejo y Cerro Maimón) de los encuestados afirma que las minas tienen estaciones de monitoreo para medir los contaminantes emitidos al aire, el otro 33 % (Falcondo) dice que usan un medidor de partículas.

En el Cuadro No. 3 se presenta la forma en que la mina mide los contaminantes que se emiten al agua.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Estaciones de monitoreo del agua.	2	67
Muestreo de agua.	1	33
Sensores y medidores in Situ.	0	0
Muestreo automático.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 3 muestra que el 67 % (Cerro Maimón y Falcondo) de los encuestados afirma que en la mina existen estaciones de monitoreo del agua para medir los contaminantes emitidos a la misma; el otro 33 % (Barrick Pueblo Viejo) sostiene que se realiza un monitoreo al agua.

El Cuadro No. 4 presenta la existencia de programa o plan para la reducción de contaminantes en la empresa minera.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Está en elaboración	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 4 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados sostiene que en la empresa minera existe un programa o plan para la reducción de contaminantes.

Cuadro No. 5 Monitoreo de la empresa minera a la calidad del suelo.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 5 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los consultados afirma que la empresa minera realiza monitoreo de la calidad del suelo.

Indicador: Calidad del agua

Cuadro No. 6 Principal fuente de abastecimiento de agua para las operaciones mineras.

Fuente	Frecuencia	Porcentaje (%)
Agua superficial.	3	100
Agua subterránea	0	0
Reciclaje y reutilización	0	0
Agua de mar	0	0
Agua lluvia	0	0
Otras.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 6 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados sostiene que el agua superficial es la principal fuente de abastecimiento de agua para las operaciones mineras.

El Cuadro No. 7 presenta las pruebas periódicas del agua para evaluar su calidad.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 7 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la empresa minera realiza pruebas periódicas del agua para evaluar su calidad. Sin embargo, no dicen cuáles parámetros utilizan para ello.

Cuadro No. 8 Medidas implementadas para reducir el consumo de agua y optimizar su uso.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Monitoreo y análisis.	0	0
Reutilización y reciclaje.	1	33
Mejorar la eficiencia en procesos.	1	33
Tecnología de punta.	0	0
Captación de agua lluvia.	0	0
Gestión de pérdidas y fuga.	0	0
Programas de concientización.	1	34
Desalinización y tratamiento de agua.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 8 muestra que el 33 % (Barrick Pueblo Viejo) de los encuestados afirma que la reutilización y el reciclaje son las medidas implementadas para reducir el consumo de agua y optimizar su uso; el 33 % (Falcondo) también afirma que se mejora la eficiencia en procesos y el otro 34 % (Cerro Maimón) dice que se implementan programas de concientización.

Cuadro No. 9 Tratamiento que reciben las aguas residuales en la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Tratamiento físico.	0	0
Tratamiento químico.	1	33
Tratamiento biológico.	0	0
Tratamiento avanzado.	0	0
Reutilización de aguas.	2	67
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 9 muestra que el 67 % (Falcondo y Cerro Maimón) de los encuestados afirma que el agua residual se reutiliza como tratamiento dentro de las minas, el otro 33 % (Barrick Pueblo Viejo) afirma que se realiza un tratamiento químico.

Indicador: Calidad del aire

El cuadro No. 10 muestra las principales fuentes de emisión de contaminantes al aire de la empresa minera.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Voladura y perforación.	2	67
Maquinaria y equipos.	0	0
Fundición y refinación.	1	33
Combustión	0	0
Polvo y partículas suspendidas.	0	0
Fugas y escapes.	0	0
Ventilación de minas.	0	0
Emisiones de procesos químicos.	0	0
Tratamientos de aguas residuales.	0	0
Otras actividades	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 10 muestra que el 67 % (Barrick Pueblo Viejo y Falcondo) de los encuestados sostiene que la voladura y perforación son las principales fuentes de emisión

de contaminantes al aire de la empresa minera; mientras que el otro 33 % (Cerro Maimón) dice que es la fundición y refinería.

Indicador: Generación de residuos sólidos

El cuadro No. 11 presenta los tipos de residuos sólidos generados por la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Material estéril.	0	0
Relaves	1	33
Desechos de construcción y demolición.	0	0
Otros residuos generales.	2	67
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 11 muestra que el 67 % (Cerro Maimón y Falcondo) de los encuestados afirma que la mina genera residuos generales y el 33 % (Barrick Pueblo Viejo) dice que son relaves.

El cuadro No. 12 muestra la clasificación y gestión adecuada de los residuos.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 12 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que las minas clasifican y realizan un gestión adecuada de los residuos; sin embargo, no muestran los método empleados:

Cuadro No. 13 Reducción, reutilización y reciclaje de residuos en la mina

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro 13 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina realiza la reducción y reciclaje de residuos, sin embargo, no dice cómo se fomenta.

Cuadro No. 14 Acciones realizadas por la mina para la correcta disposición final de los residuos peligrosos.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Identificación y clasificación.	0	0
Almacenamiento temporal.	0	0
Tratamiento y acondicionamiento.	0	0
Disposición en relleno de seguridad.	0	0
Control de lixiviados y gases.	0	0
Monitoreo y seguimiento.	0	0
Todas las anteriores.	3	100
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 14 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que, para la correcta disposición final de los residuos peligrosos, la mina realiza acciones como: Identificación y clasificación; almacenamiento temporal; tratamiento y acondicionamiento; disposición en relleno de seguridad; control de lixiviados y gases; y monitoreo y seguimiento.

Indicador: Pérdida de biodiversidad

Cuadro No. 15 Biodiversidad ubicada alrededor de la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy alta	1	33
Alta	2	67
Media	0	0
Baja	0	0
Muy baja	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 15 muestra que el 67 % (Barrick Pueblo Viejo y Cerro Maimón) de los encuestados afirma que la biodiversidad en donde se ubica la mina es alta y el 33 % (Falcondo) dice que es alta.

Cuadro No. 16 Identificación de especies de flora o fauna en peligro de extinción en la zona de influencia de la acción minera.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	2	67
No	1	33
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 16 muestra que el 67 % (Cerro Maimón y Barrick Pueblo Viejo) de los encuestados afirma que están identificadas las especies de flora y fauna en peligro de extinción en la zona influenciada por la acción minera; además, el otro 33 % (Falcondo) sostiene que no.

Cuadro No. 17 Acciones realizadas por la mina para la correcta disposición final de los residuos peligrosos.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Evaluación del Impacto Ambiental (EIA).	0	0
Restauración y rehabilitación de áreas impactadas.	0	0
Conservación de hábitats crítico.	0	0
Protección de corredores biológicos.	0	0
Manejo responsable de agua.	0	0
Cumplimiento de regulaciones ambientales.	0	0
Todas las anteriores	3	100
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 17 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que para realizar la correcta disposición de los residuos peligrosos la mina realiza Evaluación del Impacto Ambiental (EIA); restauración y rehabilitación de áreas impactadas; conservación de hábitats crítico; protección de corredores biológicos; manejo responsable de agua; y cumplimiento de regulaciones ambientales.

Cuadro No. 18 Proyectos de restauración de ecosistemas o áreas degradadas implementadas por la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 18 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que existen proyectos de restauración de ecosistemas o áreas degradadas implementados por la mina; sin embargo, no se especificó cuáles.

Indicador: Huellas del carbono

Cuadro No. 19 Acciones realizadas por la mina para la correcta disposición final de los residuos peligrosos.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Recopilación de datos.	0	0
Cálculo de emisiones.	0	0
Conversión a CO2 equivalente.	0	0
Análisis de resultados.	0	0
Establecimiento de objetivos y medidas de reducción.	3	100
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 19 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina establece objetivos y medidas de reducción como acciones para la correcta disposición final de los residuos peligrosos.

Cuadro No. 20 Proyectos implementados por la mina para reducir la huella de carbono.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 20 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina implementa proyectos para reducir la huella de carbono. Sin embargo, no menciona los resultados obtenidos.

Cuadro No. 21 Actividades en que participa la mina para enmendar la emisión de carbono y la deforestación.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Uso de energías renovables.	0	0
Eficiencia energética.	0	0
Reforestación y restauración.	2	67
Conservación de áreas naturales.	0	0
Implementación de prácticas de manejo sostenible.	1	33
Monitoreo y reporte de emisiones.	0	0
Participación en programas de carbono neutralidad.	0	0
Colaboración con la comunidad y actores locales.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 21 muestra que el 67 % (Cerro Maimón y Barrick Pueblo Viejo) de los encuestados afirma que, para enmendar la emisión de carbono y la deforestación, la mina participa en actividades como reforestación y restauración; mientras que el 33 % (Falcondo) implementa prácticas de manejo sostenible.

Cuadro No. 22 Participación de la mina en programa de compensación de emisiones, como la reforestación o compra de créditos de carbono.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	1	33
No	2	67
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 22 muestra que el 67 % (Cerro Maimón y Falcondo) de los encuestados sostiene que la mina no participa en programas de compensación de emisiones, como la reforestación o compra de créditos de carbono; mientras que el otro 33 % (Barrick Pueblo Viejo) dice que sí.

Variable No. 2: Impacto de los desechos

Para verificar esta variable se tomó en cuenta, las opiniones de los encargados de las empresas mineras (Barrick Pueblo Viejo, Falcondo y Cerro Maimón). En tal sentido se aplicó el cuestionario a tres personas.

Indicador: Salud humana

Cuadro No. 23 Programas de vigilancia epidemiológica que evalúe posibles impactos en la salud de los trabajadores y comunidades cercanas.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 23 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina ejecuta programas de vigilancia epidemiológica para evaluar posibles impactos en la salud de los trabajadores y comunidades cercanas. Sin embargo, no se especifica cuáles.

Cuadro No. 24 Riesgos que tiene la salud humana de la actividad minera.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Exposición a polvo y partículas.	0	0
Exposición a sustancias químicas.	0	0
Derrames y contaminación del agua.	0	0
Drenaje Acido de Mina (DAM).	0	0
Riesgos laborales.	0	0
Ruido y vibraciones.	0	0
Radiación	0	0
Impactos psicosociales.	0	0
Todas la anteriores	3	100
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 24 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que dentro de los riesgos que tiene la salud humana de la actividad minera están: exposición a polvo y partículas; exposición a sustancias químicas; derrames y contaminación del agua; drenaje Acido de Mina (DAM); riesgos laborales; ruido y vibraciones; radiación; e impactos psicosociales.

El cuadro No. 25 presenta la capacitación y equipo de protección que se proporciona al personal que trabaja en la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Inducción	0	0
Seguridad en el trabajo.	0	0
Manejo de sustancias peligrosas.	0	0
Prevención de riesgos específicos.	0	0
Todas las anteriores	3	100
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

EL cuadro No. 25 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) afirma que dentro de la capacitación y equipos para la protección al personal que trabaja en la mina se proporciona: inducción; seguridad en el trabajo; manejo de sustancias peligrosas; y prevención de riesgos específicos.

Cuadro No. 26 Análisis periódicos del aire y agua, y su impacto en la salud de las personas en las cercanías.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 26 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina realiza análisis periódicos del aire y agua, y su impacto en la salud de las personas en las cercanías.

Cuadro No. 27 Estudios de calidad del agua potable para las comunidades locales.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 27 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina realiza estudios de calidad del agua potable para las comunidades locales.

Indicador: Cambio climático

Cuadro No. 28 Acciones lleva a cabo una empresa minera para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Evaluación de riesgos climáticos.	1	33
Identificación de zonas vulnerables.	1	33
Evaluación de impacto a la biodiversidad.	0	0
Evaluación de riesgos a la comunidad.	1	34
Desarrollo de estrategias de adaptación.	0	0
Establecimiento de escenarios climáticos futuros.	0	0
Integración de consideraciones climáticas en la planificación.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 28 muestra que el 33 % (Barrick Pueblo Viejo) de los encuestados afirma que dentro de las acciones que lleva a cabo la empresa minera para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático está la evaluación de riesgos; el 33 % (Cerro Maimón) considera la identificación de zonas vulnerables y el otro 34 % (Falcondo) evaluación de riesgos a la comunidad

Cuadro No. 29 Metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir al objetivo de limitar el calentamiento global.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 29 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la empresa minera cuenta con metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir al objetivo de limitar el calentamiento global

Cuadro No. 30 Acciones concretas se están tomando para reducir la intensidad de carbono en las operaciones mineras.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Uso de energías renovables.	0	0
Eficiencia energética.	0	0
Uso de transporte sostenible.	0	0
Electrificación de equipos móviles.	0	0
Captura y almacenamiento de carbono.	0	0
Reforestación y restauración.	3	100
Planificación y gestión ambiental.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 30 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la reforestación y restauración es la acción concreta que la empresa minera está tomando para reducir la intensidad de carbono en las operaciones mineras.

Cuadro No. 31 Proyectos de adaptación al cambio climático implementado por la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	0	0
No	3	100
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 31 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina implementa proyectos de adaptación al cambio climático; sin embargo, no se evidencian los resultados esperados de dichos proyectos.

Variable No. 3: Manejo de desechos

Para verificar esta variable se tomó en cuenta, las opiniones de los encargados de las empresas mineras (Barrick Pueblo Viejo, Falcondo y Cerro Maimón). En tal sentido se aplicó el cuestionario a tres personas.

Indicador: Gestión de desechos

Cuadro No. 32 Caracterización de los desechos para identificar sus componentes y composición.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muestreo	0	0
Análisis de laboratorio.	0	0
Caracterización de riesgos.	0	0
Identificación de desechos peligrosos.	0	0
Plan de manejo de desechos	3	100
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 32 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados sostiene que, para la caracterización de los desechos para identificar sus componentes y composición, la mina cuenta con un plan de manejo de desechos.

Cuadro No. 33 Medidas implementadas para reducir la generación de desechos en las actividades mineras.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Diseño y planificación.	0	0
Reutilización y reciclaje.	3	100
Gestión de residuos peligrosos.	0	0
Gestión de recursos hídricos.	0	0
Control de polvo y partículas.	0	0
Buenas prácticas de voladura.	0	0
Gestión de estériles y relaves.	0	0
Programas de concientización y capacitación.	0	0
Establecimiento de metas y seguimiento.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 33 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que dentro de las medidas implementadas para reducir la generación de desechos en las actividades mineras está la reutilización y reciclaje.

Cuadro No. 34 Planes o programas para minimizar los desechos desde la fase de diseño o producción.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 34 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados manifiesta que en la mina existen planes o programas para minimizar los desechos desde la fase de diseño o producción.

Indicador: Reciclaje y reutilización.

Cuadro No. 35 Tasa de reciclaje de los materiales generados en la mina.

Tasa	Frecuencia	Porcentaje (%)
10%	0	0
25%	0	0
50%	0	0
75%	2	67
100%	1	33
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 35 muestra que el 67 % (Cerro Maimón y Falcondo) de los encuestados afirma que la tasa de reciclaje de los materiales generados en la mina es de y el 33 % (Barrick Pueblo Viejo) afirma que es del 100 %.

Cuadro No. 36 Materiales reciclados y reutilizados en el proceso de producción en la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Agua	1	33
Metales y minerales.	1	33
Papel y cartón.	0	0
Plástico.	0	0
Neumáticos	0	0
Residuos de madera.	1	34
Residuos de construcción y demolición.	0	0
Otros	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 36 muestra que el 33 % (Barrick Pueblo Viejo) de los encuestados afirma que dentro de los materiales reciclados y reutilizados en el proceso de producción en la mina está el agua; el 33 % (Cerro Maimón) afirma que son metales y materiales y el otro 34 % (Falcondo) residuos de madera.

Cuadro No. 37 Política para fomentar el uso de materiales reciclados en los productos finales.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 37 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que dentro de la mina hay una política para fomentar el uso de materiales reciclados en los productos finales.

Cuadro No. 38 Campañas de concienciación entre los empleados y la comunidad para promover el reciclaje y la reutilización.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que en la mina se hacen campañas de concienciación entre los empleados y la comunidad para promover el reciclaje y la reutilización.

Indicador: Tratamiento adecuado

Cuadro No. 39 Enfoque principal para el tratamiento de los desechos generados.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Reciclaje	0	0
Compostaje	2	67
Tratamiento biológico.	0	0
Uso de tecnología para tratar desechos.	0	0
Ninguno	1	33
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 39 muestra que el 67 % de los encuestados afirma que el enfoque principal para el tratamiento de los desechos generados por parte de la empresa minera es el compostaje, mientras que el 33% afirma que ninguno.

Cuadro No. 40 Tratamiento de los desechos está en línea con las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 40 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que el tratamiento de los desechos está en línea con las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables en la mina.

Cuadro No. 41 Prácticas innovadoras para mejorar el tratamiento de desechos en la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Tecnologías de reciclaje avanzadas.	0	0
Gestión de residuos en circuito cerrado.	0	0
Biorremediación	3	100
Desarrollo de materiales compuestos.	0	0
Tratamiento de aguas residuales con energía renovable.	0	0
Uso de inteligencia artificial y sensores.	0	0
Tratamiento con energía geotérmica.	0	0
Nanotecnología para el tratamiento de efluentes	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 41 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que se ejecuta la biorremediación como prácticas innovadoras para mejorar el tratamiento de desechos en la mina.

Indicador: Eliminación segura

Cuadro No. 42 Método de eliminación final para los desechos que no se pueden reciclar o tratar internamente.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Rellenos sanitarios.	3	100
Rellenos de residuos mineros.	0	0
Tratamiento externo y disposición en instalaciones especializadas.	0	0
Exportación de desechos.	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 42 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que el relleno sanitario es el método de eliminación final para los desechos que no se pueden reciclar o tratar internamente.

Cuadro No. 43 Servicios de empresas especializadas y certificadas para la disposición de desechos peligrosos.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 43 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina utiliza servicios de empresas especializadas y certificadas para la disposición de desechos peligrosos.

Cuadro No. 44 Implementación de medidas para prevenir la contaminación del suelo y el agua en las áreas de disposición.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 44 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina implementa medidas para prevenir la contaminación del suelo y el agua en las áreas de disposición.

Indicador: Cumplimiento normativo.

Cuadro No. 45 Cumplimiento de la mina con todas las regulaciones y normativas ambientales vigentes.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 45 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina cumple con todas las regulaciones y normativas ambientales vigentes.

Cuadro No. 46 Existencia de un equipo o departamento encargado de supervisar y garantizar el cumplimiento normativo.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 46 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que existe un equipo o departamento encargado de supervisar y garantizar el cumplimiento normativo.

Cuadro No. 47 Realización de auditorías internas o externas para verificar el cumplimiento de las normativas ambientales.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 47 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina Realiza auditorías internas o externas para verificar el cumplimiento de las normativas ambientales.

Cuadro No. 48 Implementación de planes de acción para corregir y mejorar el cumplimiento en caso de incumplimientos.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 48 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina implementa planes de acción para corregir y mejorar el cumplimiento en caso de incumplimientos.

Indicador: Eficiencia energética

Cuadro No. 49 Evaluación de eficiencia energética para identificar oportunidades de mejora llevado a cabo por la mina.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 49 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina realiza una evaluación de eficiencia energética para identificar oportunidades de mejora llevado a cabo por la mina.

Cuadro No. 50 Medidas se han implementado para reducir el consumo de energía en las operaciones.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Planes de acción energética.	0	0
Socializaciones	0	0
Acuerdos energéticos	3	100
Otros	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 50 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) afirma que la mina implementa acuerdos energéticos como medidas para reducir el consumo de energía en las operaciones.

Cuadro No. 51 Utilización de fuentes de energía renovable en el proceso de producción o en las instalaciones.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	0	0
No	3	100
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 51 muestra que el 100 % de los encuestados afirma que la mina usa fuentes de energía renovable en el proceso de producción o en las instalaciones.

Cuadro No. 52 Promoción de la concienciación sobre el uso responsable de la energía entre los empleados y la comunidad.

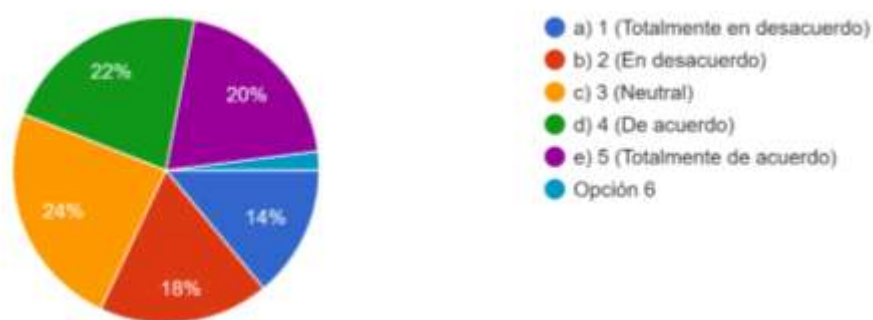
Descripción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Elaboración propia, 2023

El cuadro No. 52 muestra que el 100 % (Las tres empresas mineras) de los encuestados afirma que la mina realiza promoción de la concienciación sobre el uso responsable de la energía entre los empleados y la comunidad.

4.1.2 Entrevista a la sociedad civil de la provincia Sánchez Ramírez

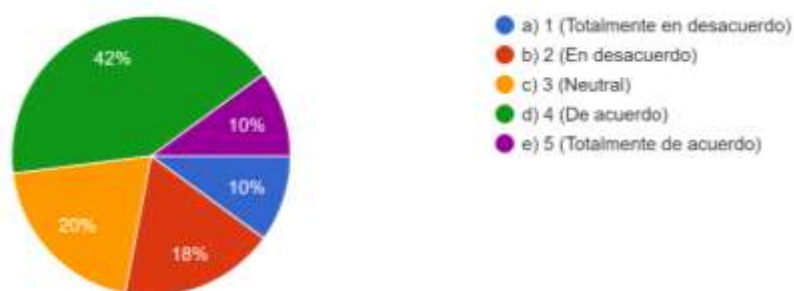
Figura 1. La actividad minera en el triángulo minero ha tenido un impacto en la calidad del aire en la provincia.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Se evidencia que el 24 % de la población civil encuestada se mostró neutral en cuanto a si la actividad minera ha tenido un impacto negativo en la del aire en la provincia, en tanto que el 22 % manifestó que está de acuerdo, el 20 % está totalmente de acuerdo, el 18 % está en desacuerdo y el 14 % está totalmente en desacuerdo.

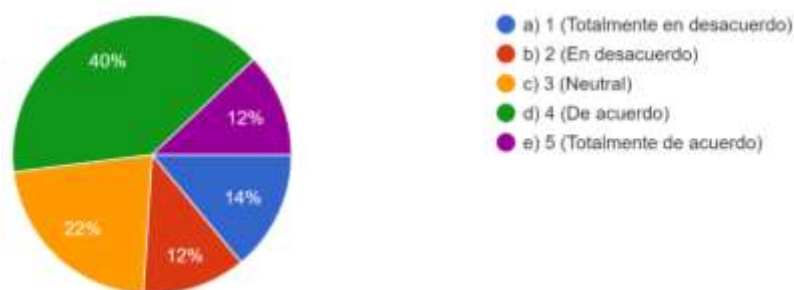
Figura 2. La actividad minera ha causado la contaminación del agua en la región.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Se puede observar que el 42 % de la población encuestada está de acuerdo en que la actividad minera ha causado contaminación del agua en la provincia, el 20 % se mostró neutral, el 18 % están en desacuerdo, un 10 % dijo que está totalmente desacuerdo y el otro 10 % está totalmente de acuerdo.

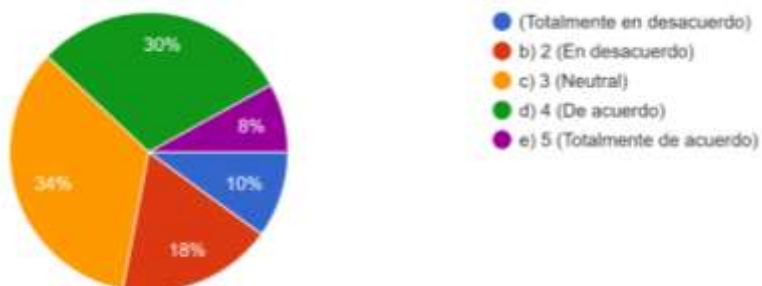
Figura 3. La actividad minera ha tenido un impacto negativo en la salud de las comunidades locales en Sánchez Ramírez.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Se puede visualizar que el 40 % de la población objeto de estudio está de acuerdo en que la actividad minera ha tenido un impacto negativo en la salud de las comunidades locales en Sánchez Ramírez, el 22 % está neutral, el 14 % está totalmente de acuerdo, un 12 % está en desacuerdo y el otro 12 % totalmente de acuerdo.

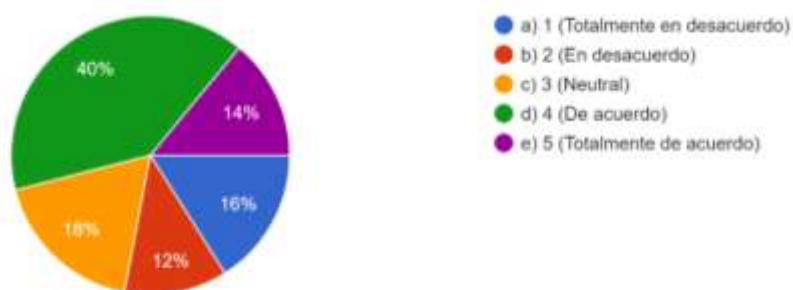
Figura 4. La actividad minera ha provocado la degradación del suelo en la provincia.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Se puede observar que el 34 % de la población entrevistada se mostró neutral en cuanto a si la actividad minera ha provocado la degradación del suelo en la provincia, el 30 % está de acuerdo, el 18 % en desacuerdo, el 10 % totalmente en desacuerdo y el 8 % totalmente de acuerdo.

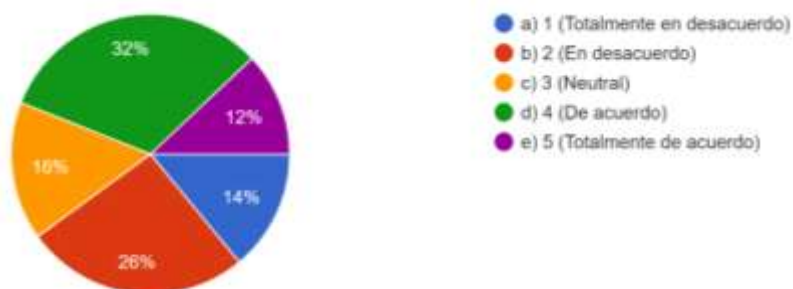
Figura 5. Las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

En cuanto a la figura 5 muestra que el 40 % de la población encuestada está de acuerdo en que las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera, el 18 % dijo estar neutral, el 16 % totalmente en desacuerdo, el 14 % totalmente de acuerdo y el 12 % en desacuerdo.

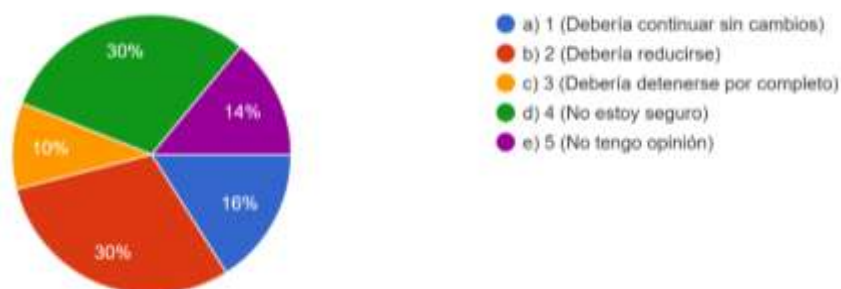
Figura 6. Las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

El 32 % de la población civil que está de acuerdo en que se encuentra informada sobre los riesgos ambientales asociados con la actividad minera en la región, el 26 % está en desacuerdo, el 16% neutral, el 14 % totalmente de acuerdo y el 12 % totalmente de acuerdo.

Figura 7. Si debería reducirse o detenerse la actividad minera en el triángulo minero de Sánchez Ramírez para proteger el medio ambiente y la salud de las comunidades locales.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

La población encuestada en un 30 % afirma que debería reducirse la actividad minera para proteger el medio ambiente y la salud de las comunidades locales, el otro 30 % dijo que no estaba seguro, el 16 % dice que debería continuar sin cambios, el 14 % no tiene opinión y el 10 % debería detenerse por completo.

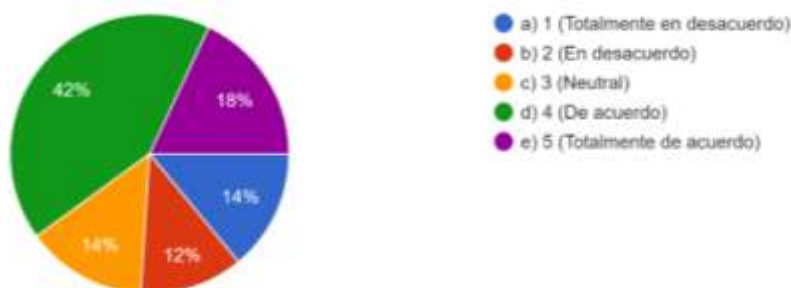
Figura 8. Los desechos generados por la actividad minera en la provincia Sánchez Ramírez han contribuido a la contaminación del agua en la región.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Se puede observar que el 32 % de la población civil está de acuerdo en que los desechos generados por la actividad minera han contribuido a la contaminación del agua en la región, el 24 % se mostró neutral, el 16 % está en desacuerdo, un 14 % está totalmente en desacuerdo y el otro 14 % está totalmente de acuerdo.

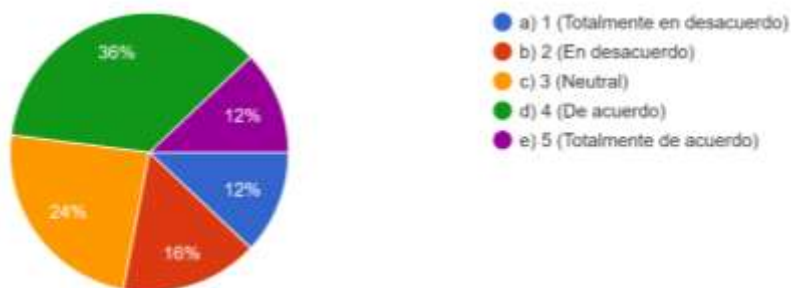
Figura 9. Los desechos mineros han afectado negativamente la biodiversidad en la provincia, causando daño a la fauna y flora local.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Según la figura 9 el 42 % de la población civil dijo que está de acuerdo en que los desechos mineros han afectado negativamente la biodiversidad en la provincia, causando daño a la fauna y flora local, el 18 % está totalmente de acuerdo, un 14 % está neutral, otro 14 % está totalmente en desacuerdo y el 12 % está en desacuerdo.

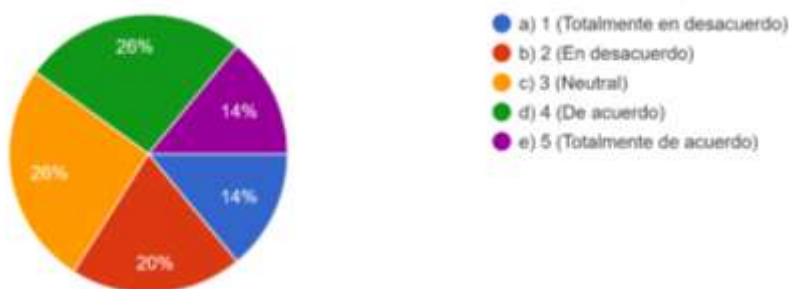
Figura 10. La liberación de sustancias químicas tóxicas de los desechos mineros ha dañado la calidad del suelo en la región de Sánchez Ramírez.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Como se evidencia en la figura 10 el 36 % de la población objeto de estudio dijo que está de acuerdo con que la liberación de sustancias químicas tóxicas de los desechos mineros ha dañado la calidad del suelo en la región, el 24 % se mostró neutral, el 16 % está en desacuerdo, un 12 % está totalmente de acuerdo y el otro 12 % está totalmente en desacuerdo.

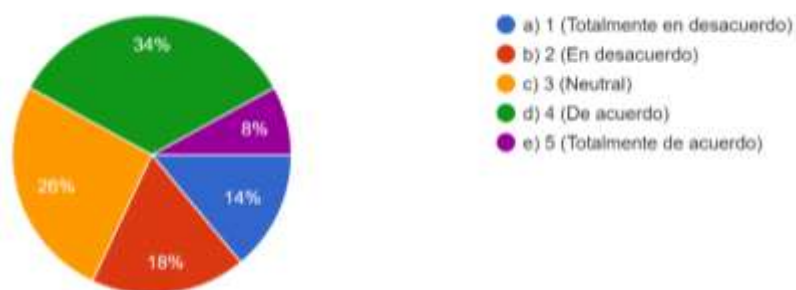
Figura 11. Los desechos mineros han aumentado la erosión del suelo en las áreas cercanas a las minas, provocando la degradación del entorno natural.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Según el 26 % de la población civil están de acuerdo en que los desechos mineros han aumentado la erosión del suelo en las áreas cercanas a las minas, provocando la degradación del entorno natural, en tanto que el otro 26 % dijo que está neutral, el 20 % está en desacuerdo, un 14 % está totalmente en desacuerdo y el otro 14 % está totalmente de acuerdo.

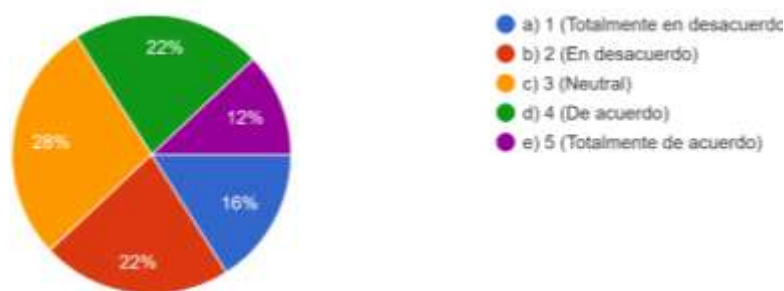
Figura 12. La actividad minera ha resultado en cambios notables en la calidad del aire, incluyendo la liberación de partículas en suspensión y emisiones de gases nocivos.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

La figura 12 muestra que el 34 % de los encuestados afirman que están de acuerdo en que la actividad minera ha resultado en cambios notables en la calidad del aire, incluyendo la liberación de partículas en suspensión y emisiones de gases nocivos, el 26 % se mostró neutral, el 18 % dijo que está en desacuerdo, el 14 % está totalmente en desacuerdo y el 8 % está totalmente de acuerdo.

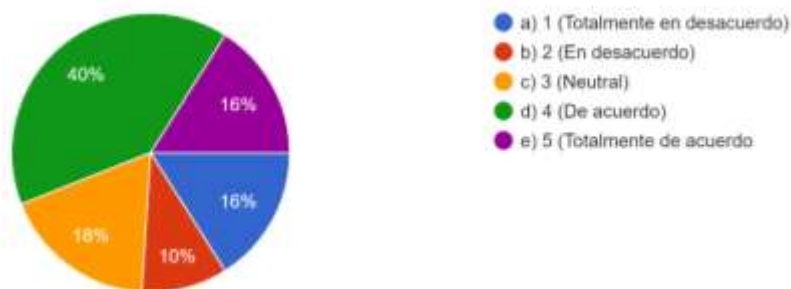
Figura 13. La sociedad civil en Sánchez Ramírez se siente adecuadamente informada sobre los riesgos ambientales asociados con los desechos mineros generados por la actividad minera.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Según se evidencia en la figura 13 el 28 % de la población civil está neutral en cuanto si se siente adecuadamente informada sobre los riesgos ambientales asociados con los desechos mineros generados por la actividad minera, un 22 % dijo que está en desacuerdo, otro 22 % está de acuerdo, el 16 % está totalmente en desacuerdo y el 12 % está totalmente de acuerdo.

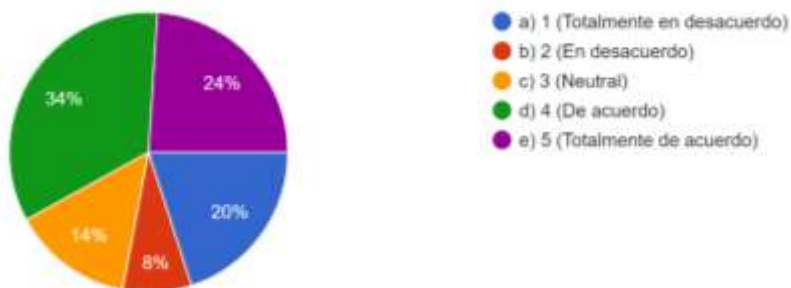
Figura 14. Se deben implementar tecnologías avanzadas para el tratamiento de los desechos mineros con el fin de reducir la liberación de sustancias tóxicas al entorno.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

El 40 % de la población encuestada dijo que está de acuerdo en que se deben implementar tecnologías avanzadas para el tratamiento de los desechos mineros con el fin de reducir la liberación de sustancias tóxicas al entorno, el 18 % está neutral, un 16 % está totalmente de acuerdo, otro 16 % está totalmente en desacuerdo y el 10 % dijo que está en desacuerdo.

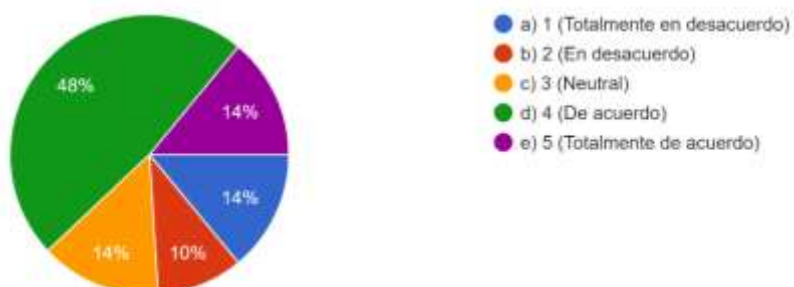
Figura 15. Las autoridades locales deberían exigir a las empresas mineras que implementen programas de restauración de áreas afectadas por la minería, como la reforestación y la recuperación de ecosistemas.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

El 34 % de la población civil está de acuerdo en que las autoridades locales deberían exigir a las empresas mineras que implementen programas de restauración de áreas afectadas por la minería, como la reforestación y la recuperación de ecosistemas, el 24 % está totalmente de acuerdo, el 20 % dijo que está totalmente en desacuerdo, el 14 % neutral y el 8 % está en desacuerdo.

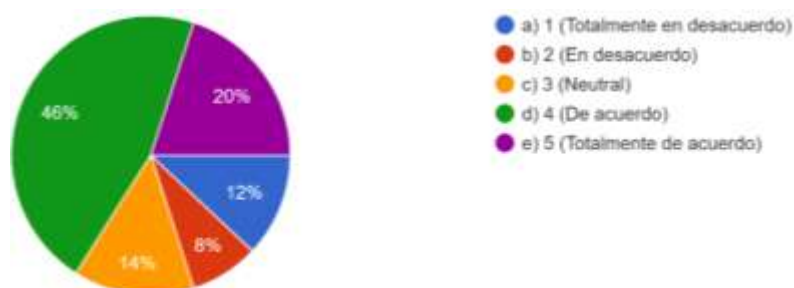
Figura 16. Se deben establecer regulaciones más estrictas para supervisar y controlar el manejo de los desechos mineros, incluyendo la imposición de sanciones por incumplimiento.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Según la población civil encuestada en su 48 % está de acuerdo en que se deben establecer regulaciones más estrictas para supervisar y controlar el manejo de los desechos mineros, incluyendo la imposición de sanciones por incumplimiento, un 14 % está neutral, otro 14 % totalmente de acuerdo, otro 14 % totalmente en desacuerdo y el 10 % en desacuerdo.

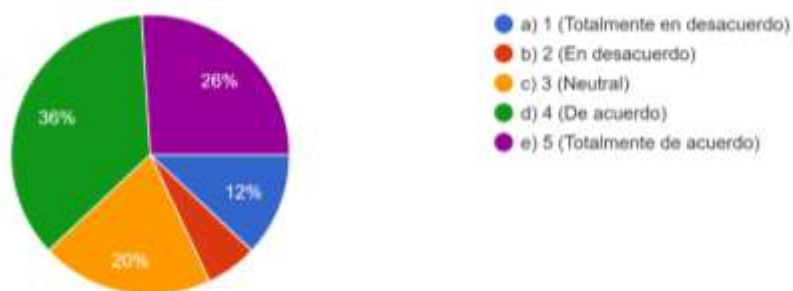
Figura 17. La sociedad civil debería participar activamente en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los desechos mineros y la protección del medio ambiente en el triángulo minero.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

El 46 % está de acuerdo en que la sociedad civil debería participar activamente en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los desechos mineros y la protección del medio ambiente en el triángulo minero, el 20 % está totalmente de acuerdo, el 14 % neutral, el 12 % está totalmente en desacuerdo y el 8 % está en desacuerdo.

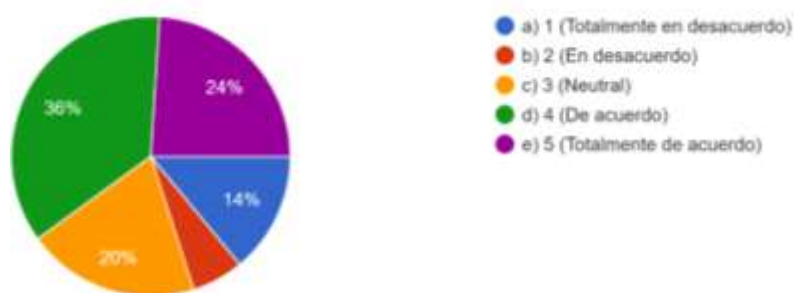
Figura 18. Las empresas mineras deberían contribuir económicamente a un fondo ambiental destinado a la restauración y conservación de la región afectada por la minería.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Según el gráfico 18 el 36 % de la población civil está de acuerdo en que las empresas mineras deberían contribuir económicamente a un fondo ambiental destinado a la restauración y conservación de la región afectada por la minería, el 26 % está totalmente de acuerdo, el 20 % neutral, el 12 % está totalmente en desacuerdo y el 6% está en desacuerdo.

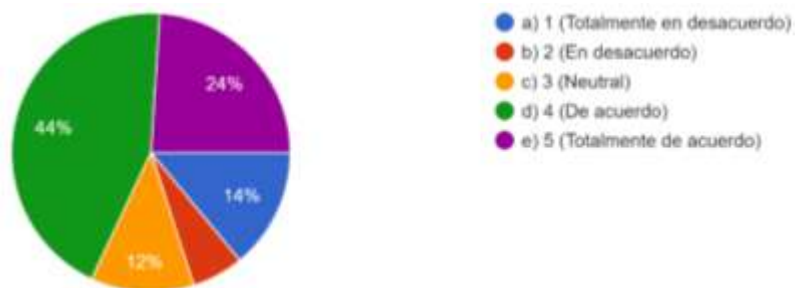
Figura 19. Se deberían promover prácticas de reciclaje y reutilización de los materiales extraídos de las minas como una medida para reducir la generación de desechos mineros.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

El 36 % de la población objeto de estudio está de acuerdo en que se deberían promover prácticas de reciclaje y reutilización de los materiales extraídos de las minas como una medida para reducir la generación de desechos mineros, el 24 % está totalmente de acuerdo, el 20 % neutral, el 14% totalmente en desacuerdo y el 6 % en desacuerdo.

Figura 20. Las autoridades locales deberían realizar un seguimiento constante de los proyectos mineros para asegurarse de que cumplan con las normativas ambientales y las medidas de mitigación acordadas.



Fuente: Cuestionario aplicado, 2023

Según la figura 20 el 44 % de la población encuestada dijo que está de acuerdo en que las autoridades locales deberían realizar un seguimiento constante de los proyectos mineros para asegurarse de que cumplan con las normativas ambientales y las medidas de mitigación acordadas, el 24 % está totalmente de acuerdo, el 14 % está totalmente en desacuerdo, el 12 % neutral y el 6 % está en desacuerdo.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Interpretación de los datos

Tomando en cuenta la variable: Impacto ambiental directo; sale a relucir que el 33 % de los encuestados sostiene que entre los contaminantes que genera la actividad minera está el polvo, otro 33 % dijeron que son metales pesados y el otro 34 % ruidos. Esto concuerda con lo planteado por la Universidad EAFIT (2020), cuando dice que la concentración de contaminantes se refiere a la cantidad de sustancias nocivas presentes en un medio ambiente específico, como el aire, el agua, el suelo o incluso en organismos vivos.

Por otro lado, el 67 % de los encuestados afirma que la mina tiene estaciones de monitoreo para medir los contaminantes emitidos al aire, el otro 33 % dice que usan un medidor de partículas. Además, el 67 % de los encuestados afirma que en la mina existen estaciones de monitoreo del agua para medir los contaminantes emitidos a la misma; el otro 33 % sostiene que se realiza un monitoreo al agua.

A su vez los civiles en un 24% se mostraron neutrales en cuanto a si la actividad minera ha tenido un impacto negativo en el aire de la provincia, en tanto que el 22% manifestó que está de acuerdo. Pero además, el 42% de los civiles dijo estar de acuerdo en que la actividad minera ha causado contaminación del agua en la provincia.

Hay que resaltar que el 100 % de los encuestados sostiene que en la empresa minera existe un programa o plan para la reducción de contaminantes. Además, el 100 % de los consultados afirma que la empresa minera realiza monitoreo de la calidad del suelo. Aunque se evidencia que existen programas para la reducción de los contaminantes los civiles en un 40 % afirman que están de acuerdo que la actividad minera ha tenido un impacto negativo en la salud de las comunidades locales. Pero también el 34 % de los civiles dijo mostrarse neutral en cuanto a si la actividad minear ha provocado la degradación del suelo en la provincia, aunque el 30 % está de acuerdo en que sí lo degrada.

Cabe destacar que los civiles de la provincia concuerdan en un 40 % en que las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera y el 32 % afirma que está de acuerdo en que se encuentra informada sobre los riesgos ambientales asociados a dicha actividad minera en la región.

A su vez la población entiende en un 30 % que debe reducirse la actividad minera para proteger el medio ambiente y la salud de las comunidades locales, aunque un 30 % dijo que no estaba seguro de eso. Pero en lo que si concuerdan es que el 32 % afirma estar de acuerdo en que los desechos generados por la actividad minera han contribuido a la contaminación del agua en la región.

A tratar aspectos relacionados a la calidad del agua, el 67 % de los encuestados sostiene que el agua superficial es la principal fuente de abastecimiento de agua para las operaciones mineras. También, el 100 % de los encuestados afirma que la empresa minera realiza pruebas periódicas del agua para evaluar su calidad. Sin embargo, no dicen cuáles parámetros utilizan para ello.

Es importante señalar que el 33 % de los encuestados afirma que la reutilización y el reciclaje son las medidas implementadas para reducir el consumo de agua y optimizar su uso; el 33 % también afirma que se mejora la eficiencia en procesos y el otro 33% dice que se implementan programas de concientización. Así, el 67 % de los encuestados afirma que el agua residual se reutiliza como tratamiento dentro de las minas, el otro 33 % afirma que se realiza un tratamiento químico.

Respecto a la calidad del aire se Según Torres & González (2020) “la actividad minera puede ser una fuente significativa de contaminación ambiental”. Tiene que el 67 % de los encuestados sostiene que la voladura y perforación son las principales fuentes de emisión de contaminantes al aire de la empresa minera; mientras que el otro 33 % dice que es la fundición y refinería. Es por ello por lo que, Según Torres & González (2020) “la actividad minera puede ser una fuente significativa de contaminación ambiental” (p. 58). Los civiles concuerdan en un 34 % en que la actividad minera ha resultado en cambios notables en la calidad del aire, incluyendo la liberación de partículas en

suspensión y emisiones de gases nocivos; pero en un 28 % dijeron estar neutral en cuanto si se sienten adecuadamente informados sobre los riesgos ambientales asociados a los desechos mineros.

Tomando en cuenta lo planteado por Rodríguez & Martínez (2023) “los procesos mineros implican una serie de etapas para la extracción y procesamiento de minerales, y estos procesos pueden generar diferentes tipos de desechos” (p. 328). En ese sentido, en la generación de residuos sólidos, resultó que, el 67 % de los encuestados afirma que la mina genera residuos generales y el 33 % dice que son relaves. Además, el 100% de los encuestados afirma que las minas clasifican y realizan una gestión adecuada de los residuos; sin embargo, no muestran los métodos empleados. En ese sentido, el 100 % de los encuestados afirma que la mina realiza la reducción y reciclaje de residuos, sin embargo, no dice cómo se fomenta. Y también, el 100 % de los encuestados afirma que, para la correcta disposición final de los residuos peligrosos, la mina realiza acciones como: Identificación y clasificación; almacenamiento temporal; tratamiento y acondicionamiento; disposición en relleno de seguridad; control de lixiviados y gases; y monitoreo y seguimiento.

Para la pérdida de biodiversidad, según Biodiversidad mexicana (2022) esto incluyen pérdida y fragmentación del hábitat, cambio climático, contaminación, sobreexplotación, entre otros. Por lo que se halló que el 67 % de los encuestados afirma que la biodiversidad en donde se ubica la mina es alta y el 33 % dice que es muy alta. En ese orden el 67 % de los encuestados afirma que están identificadas las especies de flora y fauna en peligro de extinción en la zona influenciada por la acción minera; además, el otro 33 % sostiene que no. En tanto que los civiles afirmaron en un 42 % que están de acuerdo en que los desechos mineros han afectado negativamente la biodiversidad en la provincia causando daño a la fauna y la flora.

A su vez la población civil concuerda en un 36 % en que la liberación de sustancias tóxicas de los desechos mineros ha dañado la calidad del suelo en la región y que estos a su vez según el 26 % han aumentado la erosión del suelo en las áreas cercanas a la mina, aunque otro 26 % de la población dijo estar neutral.

En este estudio se destaca que el 100 % de los encuestados afirma que para realizar la correcta disposición de los residuos peligrosos la mina realiza Evaluación del Impacto Ambiental (EIA); restauración y rehabilitación de áreas impactadas; conservación de hábitats crítico; protección de corredores biológicos; manejo responsable de agua; y cumplimiento de regulaciones ambientales. También, el 100 % de los encuestados afirma que existen proyectos de restauración de ecosistemas o áreas degradadas implementados por la mina; sin embargo, no se especificó cuáles.

Para la Huellas del carbono, el 100 % de los encuestados afirma que la mina establece objetivos y medidas de reducción como acciones para la correcta disposición final de los residuos peligrosos. También, el 100 % de los encuestados afirma que la mina implementa proyectos para reducir la huella de carbono. Sin embargo, no menciona los resultados obtenidos. Además, el 67 % de los encuestados afirma que, para enmendar la emisión de carbono y la deforestación, la mina participa en actividades como reforestación y restauración; mientras que el 33 % implementa prácticas de manejo sostenible. Esto se relaciona con lo establecido por el sitio Biodiversidad mexicana (2022), en donde establece que la minería genera huella de carbono directa e indirecta.

Cabe señalar que según el 40 % de la población civil se deben implementar tecnologías avanzadas para el tratamiento de los desechos mineros con el fin de reducir la liberación de sustancias tóxicas al entorno y en un 34 % dijeron estar de acuerdo en que se deben exigir que las empresas mineras implementen programas de restauración de áreas afectadas por la minería, como la reforestación y la recuperación de ecosistemas.

Finalmente, el 67 % de los encuestados sostiene que la mina no participa en programas de compensación de emisiones, como la reforestación o compra de créditos de carbono; mientras que el otro 33 % dice que sí. Lo que se relaciona con lo planteado por Maya Rivera (2019) cuando orienta a la participación comunitaria para la gobernanza de los recursos naturales, con un papel activo en la toma de decisiones, la planificación y la implementación de acciones relacionadas con la gestión y conservación de los recursos medioambientales.

En la variable medida de control y prevención; resultó de la investigación: al referirse a la salud humana, el 100 % de los encuestados afirma que la mina ejecuta programas de vigilancia epidemiológica para evaluar posibles impactos en la salud de los trabajadores y comunidades cercanas. Sin embargo, no se especifica cuáles. El 100 % de los encuestados afirma que dentro de los riesgos que tiene la salud humana de la actividad minera están: exposición a polvo y partículas; exposición a sustancias químicas; derrames y contaminación del agua; drenaje Acido de Mina (DAM); riesgos laborales; ruido y vibraciones; radiación; e impactos psicosociales. Es por ello por lo que Villar Aguirre (2011) sostuvo que, algunos aspectos clave de la salud humana incluyen lo físico, mental y social.

Por otro lado, el 100 % afirma que dentro de la capacitación y equipos para la protección al personal que trabaja en la mina se proporciona: inducción; seguridad en el trabajo; manejo de sustancias peligrosas; y prevención de riesgos específicos. También, el 100 % de los encuestados afirma que la mina realiza análisis periódicos del aire y agua, y su impacto en la salud de las personas en las cercanías. Además, el 100 % de los encuestados afirma que la mina realiza estudios de calidad del agua potable para las comunidades locales. Por tales motivos, Estrella et al (2019) menciona que dentro de los principales impactos generados por la mina está el riesgos para la salud humana en donde los trabajadores de la industria minera están expuestos a diversos riesgos ocupacionales, como inhalación de polvo, exposición a sustancias químicas tóxicas y peligros asociados con la maquinaria y los accidentes en el lugar de trabajo.

Sobre el cambio climático, el 33 % de los encuestados afirma que dentro de las acciones que lleva a cabo la empresa minera para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático está la evaluación de riesgos; el 33 % considera la identificación de zonas vulnerables y el otro 33 % evaluación de riesgos a la comunidad. También, el 100 % de los encuestados afirma que la empresa minera cuenta con metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir al objetivo de limitar el calentamiento global. Además, el 100 % de los encuestados afirma que la reforestación y restauración es la acción concreta que la empresa minera está tomando para reducir la intensidad de carbono en las operaciones mineras.

El 100 % de los encuestados afirma que la mina implementa proyectos de adaptación al cambio climático; sin embargo, no se evidencian los resultados esperados de dichos proyectos.

Respecto a la variable: involucramiento de la sociedad civil, se obtuvo que:

Al ver la gestión de desechos, el 100 % de los encuestados sostiene que, para la caracterización de los desechos para identificar sus componentes y composición, la mina cuenta con un plan de manejo de desechos. También, el 100 % de los encuestados afirma que dentro de las medidas implementadas para reducir la generación de desechos en las actividades mineras está la reutilización y reciclaje. De la misma forma, el 100 % de los encuestados manifiesta que en la mina existen planes o programas para minimizar los desechos desde la fase de diseño o producción.

En lo que respecta al reciclaje y reutilización, el 67 % de los encuestados afirma que la tasa de reciclaje de los materiales generados en la mina es de un 75 % y el 33 % afirma que es del 100 %. También, el 33 % de los encuestados afirma que dentro de los materiales reciclados y reutilizados en el proceso de producción en la mina está el agua; el 33 % afirma que son metales y materiales y el otro 33 % residuos de madera.

Es importante destacar que el 100 % de los encuestados afirma que dentro de la mina hay una política para fomentar el uso de materiales reciclados en los productos finales. De igual manera, el 100 % de los encuestados afirma que en la mina se hacen campañas de concienciación entre los empleados y la comunidad para promover el reciclaje y la reutilización. Esto concuerda con lo dicho por Villanueva Escobar (2019) sobre la caracterización de los desechos mineros “es un proceso que tiene como objetivo identificar y describir las propiedades y características de los materiales residuales generados durante las actividades mineras” (p. 30). Cabe señalar aquí que el 36% de los civiles concuerda en que se deben promover prácticas de reciclaje y reutilización de los materiales extraídos de las minas como una medida para reducir la generación de desechos.

Sobre el tratamiento adecuado, el 67 % de los encuestados afirma que el enfoque principal para el tratamiento de los desechos generados por parte de la empresa minera es el compostaje, mientras que, el 33 % afirma que ninguno. Además, el 100 % de los encuestados afirma que el tratamiento de los desechos está en línea con las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables en la mina. Así, el 100 % de los encuestados afirma que se ejecuta la biorremediación como prácticas innovadoras para mejorar el tratamiento de desechos en la mina.

Cabe señalar que según el 48 % de los civiles están de acuerdo en que se deben establecer regulaciones más estrictas para supervisar y controlar el manejo de los desechos mineros, incluyendo la imposición de sanciones por incumplimiento; también el 46 % está de acuerdo en que la sociedad civil debería participar activamente en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los desechos mineros y la protección del medio ambiente. Pero a su vez concuerdan en un 36 % de que las empresas mineras deberían contribuir con un fondo ambiental destinado a la restauración y conservación de la región afectada por la minería.

Respecto a la eliminación segura, el 100 % de los encuestados afirma que el relleno sanitario es el método de eliminación final para los desechos que no se pueden reciclar o tratar internamente. También, el 100 % de los encuestados afirma que la mina utiliza servicios de empresas especializadas y certificadas para la disposición de desechos peligrosos. De igual manera el 100 % de los encuestados afirma que la mina implementa medidas para prevenir la contaminación del suelo y el agua en las áreas de disposición. Esto concuerda con lo establecido por Villanueva Escobar (2019, cuando dice que la caracterización de los desechos mineros proporciona información crucial para el diseño de estrategias de manejo y disposición adecuadas.

En el cumplimiento normativo, el 100 % de los encuestados afirma que la mina cumple con todas las regulaciones y normativas ambientales vigentes. También, el 100 % de los encuestados afirma que existe un equipo o departamento encargado de supervisar y garantizar el cumplimiento normativo. Además, el 100 % de los encuestados afirma que la mina realiza auditorías internas o externas para verificar el cumplimiento de las

normativas ambientales. Por consiguiente, el 100 % de los encuestados afirma que la mina implementa planes de acción para corregir y mejorar el cumplimiento en caso de incumplimientos. Esto concuerda con García & López (2022) cuando afirman que “la evaluación de estándares y regulaciones ambientales es un proceso mediante el cual se analiza y evalúa la efectividad, aplicabilidad y cumplimiento de las normas y regulaciones establecidas para proteger el medio ambiente” (p. 115).

En lo que respecta a la eficiencia energética, el 100 % de los encuestados afirma que la mina realiza una evaluación de eficiencia energética para identificar oportunidades de mejora llevado a cabo por la mina. Así, el 100 % afirma que la mina implementa medidas para reducir el consumo de energía en las operaciones. También, el 100% de los encuestados afirma que la mina usa fuentes de energía renovable en el proceso de producción o en las instalaciones. Además, el 100 % de los encuestados afirma que la mina realiza promoción de la concienciación sobre el uso responsable de la energía entre los empleados y la comunidad. Esto corresponde con lo planteado por De León & Martínez (2022) cuando dicen que la eficiencia energética se basa en el uso más eficiente de la energía para reducir la demanda energética y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Aunque estos proyectos son relevantes la población civil afirma en un 44 % que las autoridades locales deberían realizar un seguimiento constante de los proyectos mineros para asegurarse de que cumplan con las normativas ambientales y las medidas de mitigación acordadas.

5.3. Conclusiones

A continuación, se emiten las conclusiones a las que arribó esta investigación titulada: Impacto Ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana. En ese sentido, se realizan por objetivos propuestos.

Objetivo No. 1: Evaluar el impacto ambiental directo de la actividad minera en la región de Sánchez Ramírez.

Las empresas mineras Barrick Pueblo Viejo, Cerro Maimón y Falcondo emiten contaminantes al ambiente tanto por agua, aire y suelo, aunque no en grandes cantidades. En tal sentido se puede afirmar que lo hacen en cantidades moderadas. Dentro de los contaminantes está: polvo, metales pesados, relaves, desperdicios de madera y materiales de construcción. Aun así, las mineras tienen estaciones de monitoreo para medir los contaminantes emitidos al aire y agua; también la calidad del suelo. Las Minas hacen uso de aguas superficiales para sus operaciones. Pero además, es evidente que la población civil en su mayoría dijo estar neutral en cuanto las respuestas dadas lo que evidencia que algo no está muy claro en cuanto a si la actividad minera ha tenido un impacto negativo en el aire de la provincia y si ha tenido degradación del suelo.

Se concluye además que para la población civil la actividad minera ha causado contaminación del agua y ha tenido impacto negativo en la salud.

Las empresas mineras estudiadas usan el reciclaje y para la correcta disposición final de los residuos peligrosos, realizan acciones como: Identificación y clasificación; almacenamiento temporal; tratamiento y acondicionamiento; disposición en relleno de seguridad; control de lixiviados y gases; y monitoreo y seguimiento.

Se determinó que la población civil está de acuerdo en que las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera pero que debería reducirse dicha actividad para proteger el medio ambiente y la salud, aunque ésta se encuentra informada sobre los riesgos ambientales asociados y dentro de ellos se identificó que los desechos generados han contribuido a la contaminación del agua. Sin embargo la sociedad civil concluye que la liberación de sustancias químicas tóxicas ha dañado la calidad del suelo y aumentado la erosión del mismo en la región, provocando la degradación del entorno natural.

Pese a que las mineras se encuentran muy próximas a zonas donde la biodiversidad es alta, las minas tienen identificadas las especies de flora y fauna en

peligro de extinción que pueden ser afectadas. Para la población civil los desechos mineros han afectado negativamente la biodiversidad causando daños a la flora y la fauna local, así como también la calidad del aire, incluyendo la liberación de partículas en suspensión y emisiones de gases nocivos.

Las empresas mineras realizan la correcta disposición de los residuos peligrosos la mina realiza Evaluación del Impacto Ambiental (EIA); restauración y rehabilitación de áreas impactadas; conservación de hábitats crítico; protección de corredores biológicos; manejo responsable de agua; y cumplimiento de regulaciones ambientales. También, existen proyectos de restauración de ecosistemas o áreas degradadas implementados por la mina.

Al hablar de la huella de carbono, se concluye que las minas establecen objetivos y medidas de reducción como acciones para la correcta disposición final de los residuos peligrosos. También, implementan proyectos para reducir la huella de carbono. Sin embargo, para enmendar la emisión de carbono y la deforestación, la mina participa en actividades como reforestación y restauración. Finalmente, se concluye que las minas no participan en programas de compensación de emisiones, como la reforestación o compra de créditos de carbono.

Objetivo No. 2: Investigar la efectividad de las medidas de control y prevención de la contaminación por parte de las autoridades y empresas mineras.

Las minas ejecutan programas de vigilancia epidemiológica para evaluar posibles impactos en la salud de los trabajadores y comunidades cercanas. Sin embargo, no se especifica cuáles. Sin embargo, dentro de los riesgos que tiene la salud humana de la actividad minera están: exposición a polvo y partículas; exposición a sustancias químicas; derrames y contaminación del agua; Drenaje Acido de Mina (DAM); riesgos laborales; ruido y vibraciones; radiación; e impactos psicosociales. Aunque la población civil dijo estar neutral en cuando si s siente adecuadamente informada sobre estos riesgos ambientales.

Se concluye que, dentro de la capacitación y equipos para la protección al personal que trabaja en la mina se proporciona: inducción; seguridad en el trabajo; manejo de sustancias peligrosas; y prevención de riesgos específicos. También, las minas realizan análisis periódicos del aire y agua, y su impacto en la salud de las personas en las cercanías. Además, Las mina realiza estudios de calidad del agua potable para las comunidades locales.

Sobre el cambio climático, el 33% de los encuestados afirma que dentro de las acciones que lleva a cabo la empresa minera para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático está la evaluación de riesgos; el 33% considera la identificación de zonas vulnerables y el otro 33% evaluación de riesgos a la comunidad. También, el 100% de los encuestados afirma que la empresa minera cuenta con metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir al objetivo de limitar el calentamiento global. Además, el 100% de los encuestados afirma que la reforestación y restauración es la acción concreta que la empresa minera está tomando para reducir la intensidad de carbono en las operaciones mineras. Finalmente, las minas implementan proyectos de adaptación al cambio climático.

Objetivo No. 3: Evaluar el involucramiento de la sociedad civil y la participación comunitaria en la gestión ambiental minera.

Al ver la gestión de desechos, se concluye que, para la caracterización de los desechos para identificar sus componentes y composición, la mina cuenta con un plan de manejo de desechos. También, dentro de las medidas implementadas para reducir la generación de desechos en las actividades mineras está la reutilización y reciclaje. De la misma forma, en las minas existen planes o programas para minimizar los desechos desde la fase de diseño o producción.

Pero además se concluye que la población civil entiende que se deben implementar tecnologías avanzadas para el tratamiento de los desechos mineros con el fin de reducir la liberación de sustancias tóxicas al entorno y a su vez que implemente

programas de restauración para las áreas afectadas por la minería, dentro de ellas reforestación y recuperación de ecosistemas.

En lo que respecta al reciclaje y reutilización, la tasa de reciclaje de los materiales generados en la mina es de un 75% y el 33% afirma que es del 100%. Dentro de los materiales reciclados y reutilizados en el proceso de producción en la mina está el agua. Es importante destacar que dentro de las minas hay una política para fomentar el uso de materiales reciclados en los productos finales. De igual manera, se hacen campañas de concienciación entre los empleados y la comunidad para promover el reciclaje y la reutilización.

Sobre el tratamiento adecuado, el enfoque principal para el tratamiento de los desechos generados por parte de las empresas mineras es el compostaje. Además, el tratamiento de los desechos está en línea con las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables en la mina. Así, se ejecuta la biorremediación como prácticas innovadoras para mejorar el tratamiento de desechos en la mina.

Respecto a la eliminación segura, el relleno sanitario es el método de eliminación final para los desechos que no se pueden reciclar o tratar internamente. También, las minas utilizan servicios de empresas especializadas y certificadas para la disposición de desechos peligrosos. De igual manera las minas implementan medidas para prevenir la contaminación del suelo y el agua en las áreas de disposición

En el cumplimiento normativo, las minas cumplen con todas las regulaciones y normativas ambientales vigentes. También, existen equipos o departamentos encargados de supervisar y garantizar el cumplimiento normativo. Además, realizan auditorías internas o externas para verificar el cumplimiento de las normativas ambientales. Por consiguiente, implementan planes de acción para corregir y mejorar el cumplimiento en caso de incumplimientos.

En lo que respecta a la eficiencia energética, las minas realizan una evaluación de eficiencia energética para identificar oportunidades de mejora llevado a cabo por la mina. Así, implementan medidas para reducir el consumo de energía en las operaciones.

También, usan fuentes de energía renovable en el proceso de producción o en las instalaciones. Además, realizan promoción de la concienciación sobre el uso responsable de la energía entre los empleados y la comunidad.

Se concluye además, que la población civil entiende que deben establecerse regulaciones más estrictas para supervisar y controlar el manejo de los desechos mineros, incluyendo sanciones por incumplimiento, pero también que la sociedad debe participar activamente en las toma de decisiones relacionadas con la gestión de desechos mineros, que debe crearse un fondo ambiental económico para la restauración y conservación de la región afectada por la minería, promover prácticas de reciclaje y reutilización de los materiales extraídos y que las autoridades locales deben realizar un seguimiento constante de los proyectos mineros para asegurarse de que cumplan con las normativas ambientales.

5.4 Recomendaciones.

A pesar de que las empresas mineras implementan estaciones de monitoreo para medir los contaminantes emitidos al aire, agua y suelo, se recomienda que se realice un monitoreo continuo y detallado de estos contaminantes para asegurar la precisión de los datos y la detección temprana de cualquier desviación de los estándares ambientales.

Las empresas mineras deben considerar una mayor diversificación de medidas para reducir el impacto ambiental. Si bien el reciclaje y reutilización son estrategias efectivas, también deberían explorar otras opciones como la utilización de tecnologías más limpias en los procesos de extracción y producción.

Dado que las minas se encuentran cerca de zonas con alta biodiversidad, es recomendable que las acciones de restauración y rehabilitación de ecosistemas se enfoquen en recuperar y preservar la biodiversidad local. Además, la implementación de proyectos de reforestación y restauración debe ser acompañada por la monitorización constante de su efectividad.

Las minas deberían ser más transparentes en cuanto a las pruebas periódicas que realizan para evaluar la calidad del agua y del aire, así como en la divulgación de los resultados de estas pruebas. Esto contribuiría a generar confianza en las comunidades y a mantener un diálogo abierto sobre el estado ambiental.

Las empresas mineras deberían involucrar activamente a las comunidades locales en la toma de decisiones relacionadas con el manejo de desechos, la mitigación del impacto ambiental y la adaptación al cambio climático. La participación comunitaria puede enriquecer las soluciones propuestas y garantizar que se aborden las preocupaciones locales.

REFERENCIAS

- Andrés Blanco, T. (2020). *Qué es la huella de carbono y cómo entender este indicador ambiental*, Recuperado de la Url: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-cambio-climatico-causas-y-como-nos-afecta/>
- Arias Moronta, J. M. (2021). *Determinación del comportamiento espacial de calidad de agua vinculada a actividades mineras en la subcuenca del río Maguaca, Municipio de Cotuí, República Dominicana*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Asociación Geoinnova. (10 de junio de 2016). *Minería y medio ambiente: 3 casos de contaminación ambiental*. <https://geoinnova.org/blog-territorio/mineria-medio-ambiente-casos-contaminacion/>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación. Serie integral por competencia*. México: PATRIA.
- Barchilón, M. (11 de noviembre de 2020). *ODS 13 Acción por el clima. ¿Cuáles son los principales gases de efecto invernadero?:* <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20201127/49742882886/cuales-son-los-principales-gases-de-efecto-invernadero.html>
- Biodiversidad mexicana. (08 de octubre de 2022). *¿Por qué se pierde la biodiversidad?* <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque>
- Bisquerra, R. (2017). *Metodología de la investigación educativa (3ra ed.)*. Madrid: LA MURALLA.
- Brousett-Minaya, M. A., Rondan-Sanabria, G. G., Chirinos-Marroquín, M., & Biamont-Rojas, I. (2021). Impacto de la Minería en Aguas Superficiales de la Región Puno - Perú. *Fides Et Ratio Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 21(21), 187-208.
- Carbotecnia (2023). *¿Qué son los contaminantes inorgánicos?*, Recuperado de la Url: <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/contaminantes-inorganicos-en-el-agua/#:~:text=Los%20contaminantes%20inorg%C3%A1nicos%20son%20aquellos,pueden%20ser%20naturales%20o%20antropog%C3%A9nicos.>

- Cegarra, J. (2011). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Barcelona, España: DIAZ SANTOS.
- Contreras Del Valle, J. E. (2019). *Tecnologías de tratamiento para la preservación del medioambiente*. NARCEA.
- De León, J., & Martínez, A. (2022). Legislación y regulaciones ambientales en la República Dominicana: Un análisis de su efectividad y desafíos. *Derecho y medio ambiente*, 10(2), 78-95. <https://doi.org/10.789/dma.2021.10.2.78>
- Estrella, F., Colón, A. F., Méndez, J., & Aquino, A. (2019). Impacto de la actividad minera en el ecosistema y la salud humana: Un enfoque integrado. *Salud ambiental*, 14(2), 132-160. <https://doi.org/10.789/sam.2022.25.3.150>
- Esturirafi. (05 de febrero de 2018). *Conceptos básicos: Huella de carbono*. <https://www.esturirafi.com/2018/02/que-es-la-huella-de-carbono.html>
- Factor energía (2021). *¿Qué es la eficiencia energética?*, recuperado de la url: <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/>
- Fernández, M. (2022). Impacto de la actividad minera en la República Dominicana: Análisis de los efectos ambientales y socioeconómicos. *Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente*, 10(2), 45-62.
- FOMISAR. (19 de septiembre de 2017). *Consejo provincial para la administración de los fondos mineros Sánchez Ramíres*. Impacto que han tenido las comunidades con los recursos provenientes de la explotación minera: <https://fomisar.gob.do/index.php/noticias/item/457-impacto-que-han-tenido-las-comunidades-con-los-recursos-proveniente-de-la-explotacion-minera>
- Fortich Fraija, M. A. (24 de febrero de 2022). *Saving the amazon*. Reciclar salvar el planeta: https://savingtheamazon.org/blogs/news/reciclar-salva-al-planeta-tierra?utm_source=GoogleAds&utm_medium=DeforestacionColombia&utm_campaign=Blog-Traffic&gclid=CjwKCAjw_aemBhBLEiwAT98FMrSDdqV--YPTV71UvrlODkpqN0ANPOt-twNx7ZOEJjc2kdm3oTWRUBoCUOUQAvD_BwE
- Fundación Aquae. (11 de noviembre de 2022). *¿Cómo se mide la calidad del aire?* <https://www.fundacionaquae.org/wiki/como-se-mide-calidad-aire/>

- García, M. (2022). Gestión de los recursos mineros: Estrategias para una explotación sostenible. *Recursos Naturales y Medio Ambiente*, 29(3), 210-225. <https://doi.org/10.789/rnma.2022.29.3.210>
- García, M., & López, R. (2022). Evaluación de estándares y regulaciones ambientales: Métodos y perspectivas. *Gestión Ambiental*, 15(2), 102-120. <https://doi.org/10.789/ga.2020.15.2.102>
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso*, 35(2), 125-138.
- Gómez, A. (2022). Evaluación de los impactos ambientales de la actividad minera en la República Dominicana: Un enfoque integrado. *Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 18(2), 45-60. <https://doi.org/10.789/ays.2020.18.2.45>
- González, R., Del Río, C., & Ferreiras, M. L. (2022). Impacto del medioambiente: Evidencia científica y perspectivas de gestión. *Ecología y Conservación Ambiental*, 25(3), 145-162. <https://doi.org/10.789/eca.2022.25.3.145>
- Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas*. México: Mc Graw Hill Education.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ta ed.)*. México: McGrawHill Interamericana.
- Herrera, J. F., López, M., & Ferreiras, J. A. (2023). Caracterización de la calidad del agua en cuencas fluviales: Enfoques y métodos de evaluación. *Recursos hídricos y medio ambiente*, 40(2), 80-95. <https://doi.org/10.789/rhma.2023.40.2.80>
- Jiménez Sierra, C. et al., (2016). *Biodiversidad, una alerta*, recuperado de la Url: https://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/36_iv_oct_2010/casa_del_tiempo_e_IV_num36_09_16.pdf
- Johnson, A., & Smith, B. (2022). Procesos de liberación y transporte de contaminantes en ecosistemas acuáticos. *Investigación en Ciencias Ambientales y Contaminación*, 29(5), 45-78.
- Larota Torres, Á. M., & Torres Tovar, M. H. (2017). Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí Bogotá. *Saúde em Debate*, 41(1), 77-91. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711207>

- León Serrano, L. L. (2020). *Análisis y propuestas para impulsar la descarbonización en la industria minera*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH.
- López Juvinao, D. D., Torres Ustate, L. M., & Moya Camacho, F. O. (2020). Tecnologías, procesos y problemática ambiental en la Minería de arcilla. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 8(2), 20-43. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3857>
- López, M., Estrada, P., & Báez, J. M. (2021). Impactos ambientales de la actividad minera a nivel internacional: Una revisión de la literatura reciente. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(15), 18463-18478. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-1476-3>
- Maya Rivera, J. (2019). Conflictos ambientales en sistemas socio-ecológicos. Los dilemas de la gobernanza y la participación comunitaria en la gestión del recurso hídrico en las microcuencas Motilón y Carrizo, Laguna de la Cocha. Nariño. *Revista Ecológica himanista*, 2(1), 141-168.
- Maxipet, (2022). *¿Qué es la huella de carbono y cómo reducirla?*, recuperado de la Url: https://maxipet.net/en/?view=article&id=233:que-es-la-huella-de-carbono-y-como-mitigarla&catid=8&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAv8SsBhC7ARIsALIkVT1FfozwsMPMU911aToKYpLynQJaPo6IvW6Az0JkdzNEYs1fLo-EumEaAu4VEALw_wcB
- Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, (2022). *Contaminantes orgánicos persistentes*, recuperado de la Url: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/contaminantes-organicos-persistentes/>
- Moreno Castro, D. (2022). *Contaminación ambiental*, vol. 6 núm. 2, recuperado de la Url: [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
- Muñoz Rocha, C. (2015). *Metodología de la investigación*. México: OXFORD UNIVERSITY PRESS MÉXICO.
- Ondarse Alvarez, D. (2021). *Ph*, Disponible en: <https://concepto.de/ph/>.
- Pérez Porto, J. y Gardey, A. (2021). *Hábitat - Qué es, influencia, definición y concepto*, Recuperado de la Url: <https://definicion.de/habitat/>

- Pimentel Rivera, A. M. (2021). Estándares y guías de calidad del agua: Una revisión de las regulaciones internacionales. *Reservas de agua*, 3(1), 23-41.
- Repsol Global. (25 de enero de 2022). *Repsol Global*. ¿Qué es la eficiencia energética?: <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/cambio-climatico/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/index.cshtml>
- Rodríguez , E., & Martínez, J. (2023). Procesos mineros y generación de desechos: Evaluación de impactos ambientales y gestión de residuos. *Recursos naturales y medio ambiente*, 30(4), 321-338. <https://doi.org/10.789/rnma.2023.30.4.321>
- Rodríguez, J., Estrella, P., & Julieta, M. A. (2022). Planes de monitoreo ambiental en la actividad minera: Revisión de enfoques y prácticas actuales. *Recursos Naturales y Medio Ambiente*, 28(3), 150-165. <https://doi.org/10.789/rnma.2022.28.3.150>
- Sánchez, J., & López, M. (2021). Transporte y dispersión de contaminantes en el medio ambiente: Estudio de casos en la industria minera. *Contaminación ambiental*, 45(3), 151-164. <https://doi.org/10.789/ca.2021.45.3.150>
- Smith, J., & Jonson , A. (2022). Best Management Practices for Sediment and Soil Erosion Control. *Environmental Management*, 45(3), 456-467. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9432-2>
- Torres, M., & González, R. (2020). Fuentes de contaminación ambiental en la actividad minera: Análisis de los principales contaminantes y sus impactos. *Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 25(1), 45-60. <https://doi.org/10.789/marn.2020.25.1.45>
- Universidad EAFIT. (18 de noviembre de 2020). ¿Qué es la contaminación? <https://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/que-es-la-contaminacion.aspx>
- Uribe Botero, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Naciones Unidas.
- Vilela-Pincay, W., Espinosa-Encarnación, M., & Bravo-González, A. (2020). La contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro. *Revista internacional de administración*, 8(1), 210-228. <https://doi.org/https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.8>

- Villanueva Escobar, D. E. (2019). Metodología de caracterización geoquímica de residuos mineros aplicable en faena. *Métrica Ecológica*, 13(2), 25-39.
- Villar Aguirre, M. (2011). Factores determinantes de la salud: Importancia de la prevención. *Acta médica peruana*, 28(4), 237-241.

ANEXOS

INSTRUMENTOS APLICADOS

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL
Universidad Patrimonio de la Comunidad



Instrumentos de recolección de datos aplicado a empresas mineras

Apreciado/a informante, te agradecemos ofrecer las informaciones requeridas en este instrumento, las mismas servirán para nuestra tesis de maestría titulada: Impacto Ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana.

Variable: Contaminación ambiental

Concentración de contaminantes.

1. ¿Cuáles contaminantes que genera la actividad minera?
 - a) Polvo
 - b) Drenaje Acido de Minas (DAM)
 - c) Metales pesados
 - d) Sustancias químicas
 - e) Sedimentos
 - f) Ruidos
 - g) Deforestación y pérdida de hábitat.
 - h) Todas las anteriores.
2. ¿Cómo se miden los contaminantes emitidos al aire?
 - a) Estaciones de monitoreos.
 - b) Analizadores de gases.
 - c) Medidores de partículas.
 - d) Muestreo pasivo.

3. ¿Cómo se miden los contaminantes emitidos al agua?
- a) Estaciones de monitoreo del agua.
 - b) Muestreo de agua.
 - c) Sensores y medidores in Situ.
 - d) Muestreo automático.
4. ¿Cuenta la empresa minera con un programa o plan para la reducción de contaminantes?
- a) Si
 - b) No
 - c) Está en elaboración
5. ¿La empresa minera monitorea periódicamente la calidad del suelo? En caso afirmativo, ¿qué acciones se toman para minimizar la contaminación del suelo?
- a) Sí
 - b) No
 - c) En caso afirmativo: acciones
-

Calidad del agua

6. ¿Cuál es la fuente principal de abastecimiento de agua para las operaciones mineras?
- a) Agua superficial.
 - b) Agua subterránea
 - c) Reciclaje y reutilización
 - d) Agua de mar
 - e) Agua lluvia
 - f) Otras.
7. ¿Se realizan pruebas periódicas del agua para evaluar su calidad?
- a) Sí
 - b) No
 - c) ¿En caso afirmativo qué parámetros se analizan?
-

8. ¿Cuáles medidas se implementan medidas para reducir el consumo de agua y optimizar su uso?
- a) Monitoreo y análisis.
 - b) Reutilización y reciclaje.
 - c) Mejorar la eficiencia en procesos.
 - d) Tecnología de punta.
 - e) Captación de agua lluvia.
 - f) Gestión de pérdidas y fuga.
 - g) Programas de concientización.
 - h) Desalinización y tratamiento de agua.
9. ¿Qué tratamiento reciben las aguas residuales en la mina?
- a) Tratamiento físico.
 - b) Tratamiento químico.
 - c) Tratamiento biológico.
 - d) Tratamiento avanzado.
 - e) Reutilización de aguas.
10. ¿Cuáles son las principales fuentes de emisión de contaminantes al aire de la empresa minera?
- a) Voladura y perforación.
 - b) Maquinaria y equipos.
 - c) Fundición y refinación.
 - d) Combustión
 - e) Polvo y partículas suspendidas.
 - f) Fugas y escapes.
 - g) Ventilación de minas.
 - h) Emisiones de procesos químicos.
 - i) Tratamientos de aguas residuales.
 - j) Otras actividades
-

Generación de residuos

11. ¿Cuáles son los tipos de residuos sólidos generados en la mina?
- a) Material estéril.
 - b) Relaves
 - c) Desechos de construcción y demolición.
 - d) Otros residuos generales.
12. ¿Se clasifican y gestionan adecuadamente los residuos?
- a) Sí
 - b) No
 - c) Describir brevemente el método empleado _____
13. ¿Se promueve la reducción, reutilización y reciclaje de residuos en la mina?
- a) Si
 - b) No
 - c) ¿Cómo se fomenta esta práctica? _____
14. ¿Cuáles acciones realiza la mina para la correcta disposición final de los residuos peligrosos?
- a) Identificación y clasificación.
 - b) Almacenamiento temporal.
 - c) Tratamiento y acondicionamiento.
 - d) Disposición en relleno de seguridad.
 - e) Control de lixiviados y gases.
 - f) Monitoreo y seguimiento.
 - g) Otras acciones.

Pérdida de biodiversidad

15. ¿Como es la biodiversidad ubicada en los alrededores de la mina?
- a) Muy alta
 - b) Alta
 - c) Media
 - d) Baja
 - e) Muy baja

16. ¿Se han identificado especies de flora o fauna en peligro de extinción en la zona de influencia de la acción minera?
- a) Si
 - b) No
17. ¿Cuáles medidas toma la mina para preservar la biodiversidad?
- a) Evaluación del Impacto Ambiental (EIA).
 - b) Restauración y rehabilitación de áreas impactadas.
 - c) Conservación de hábitats crítico.
 - d) Protección de corredores biológicos.
 - e) Manejo responsable de agua.
 - f) Cumplimiento de regulaciones ambientales.
18. ¿La mina ha realizado proyectos de restauración de ecosistemas o áreas degradadas?
- a) Si, ¿cuáles? _____
 - b) No

Huella de carbono

19. ¿Qué hace la mina para medir la huella de carbono?
- a) Recopilación de datos.
 - b) Cálculo de emisiones.
 - c) Conversión a CO2 equivalente.
 - d) Análisis de resultados.
 - e) Establecimiento de objetivos y medidas de reducción.
20. ¿Se han implementado proyectos para reducir la huella de carbono?
- a) Si, ¿Qué resultados se han obtenido? _____
 - b) No
21. ¿En cuáles actividades participa la mina para enmendar la emisión de carbono y la deforestación?
- a) Uso de energías renovables.
 - b) Eficiencia energética.
 - c) Reforestación y restauración.
 - d) Conservación de áreas naturales.

- e) Implementación de prácticas de manejo sostenible.
- f) Monitoreo y reporte de emisiones.
- g) Participación en programas de carbono neutralidad.
- h) Colaboración con la comunidad y actores locales.

22. ¿La mina participa en programas de compensación de emisiones, como la reforestación o compra de créditos de carbono?

- a) Si
- b) No

Salud humana

23. ¿Existe un programa de vigilancia epidemiológica que evalúe posibles impactos en la salud de los trabajadores y comunidades cercanas?

- a) Si, ¿Cuáles? _____
- b) No

24. ¿Cuáles riesgos tiene la salud humana de la actividad minera?

- a) Exposición a polvo y partículas.
- b) Exposición a sustancias químicas.
- c) Derrames y contaminación del agua.
- d) Drenaje Acido de Mina (DAM).
- e) Riesgos laborales.
- f) Ruido y vibraciones.
- g) Radiación
- h) Impactos psicosociales.

25. ¿Qué capacitación y equipo de protección se proporciona al personal que trabaja en la mina?

- a) Inducción
- b) Seguridad en el trabajo.
- c) Manejo de sustancias peligrosas.
- d) Prevención de riesgos específicos.

26. ¿La empresa minera realiza análisis periódicos del aire y agua, y su impacto en la salud de las personas en las cercanías?

Si

No

27. ¿Se han realizado estudios de calidad del agua potable para las comunidades locales?

a) Si

b) No

Cambio climático.

28. ¿Cuáles acciones lleva a cabo una empresa minera para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático?

a) Evaluación de riesgos climáticos.

b) Identificación de zonas vulnerables.

c) Evaluación de impacto a la biodiversidad.

d) Evaluación de riesgos a la comunidad.

e) Desarrollo de estrategias de adaptación.

f) Establecimiento de escenarios climáticos futuros.

g) Integración de consideraciones climáticas en la planificación.

29. ¿Se han establecido metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir al objetivo de limitar el calentamiento global?

a) Si

b) No

30. ¿Qué acciones concretas se están tomando para reducir la intensidad de carbono en las operaciones mineras?

a) Uso de energías renovables.

b) Eficiencia energética.

c) Uso de transporte sostenible.

d) Electrificación de equipos móviles.

e) Captura y almacenamiento de carbono.

f) Reforestación y restauración.

g) Planificación y gestión ambiental.

31. ¿La mina ha implementado proyectos de adaptación al cambio climático?

- a) Si
- b) No
- c) ¿Cuáles son esos proyectos y qué resultados se esperan? _____

Gestión de desechos.

32. ¿Cómo realiza la empresa minera la caracterización de los desechos para identificar sus componentes y composición?

- a) Muestreo
- b) Análisis de laboratorio.
- c) Caracterización de riesgos.
- d) Identificación de desechos peligrosos.
- e) Plan de manejo de desechos.

33. ¿Qué medidas se implementan para reducir la generación de desechos en las actividades mineras?

- a) Diseño y planificación.
- b) Reutilización y reciclaje.
- c) Gestión de residuos peligrosos.
- d) Gestión de recursos hídricos.
- e) Control de polvo y partículas.
- f) Buenas prácticas de voladura.
- g) Gestión de estériles y relaves.
- h) Programas de concientización y capacitación.
- i) Establecimiento de metas y seguimiento.

34. ¿Existen planes o programas para minimizar los desechos desde la fase de diseño o producción?

- a) Si
- b) No

Reciclaje y reutilización.

35. ¿Cuál es la tasa de reciclaje de los materiales generados en la mina?

- a) 10%
- b) 25%

- c) 50%
- d) 75%
- e) 100%

36. ¿Qué materiales se reciclan y cuáles se reutilizan en el proceso de producción en la mina?

- a) Agua
- b) Metales y minerales.
- c) Papel y cartón.
- d) Plástico.
- e) Neumáticos
- f) Residuos de madera.
- g) Residuos de construcción y demolición.
- h) Otros

37. ¿Existe una política para fomentar el uso de materiales reciclados en los productos finales?

- a) Si
- b) No

38. ¿Se llevan a cabo campañas de concienciación entre los empleados y la comunidad para promover el reciclaje y la reutilización?

- a) Si
- b) No

Tratamiento adecuado

39. ¿Cuál es el enfoque principal para el tratamiento de los desechos generados?

- a) Reciclaje
- b) Compostaje
- c) Tratamiento biológico.
- d) Uso de tecnología para tratar desechos.
- e) Ninguno

40. ¿El tratamiento de los desechos está en línea con las regulaciones ambientales y sanitarias aplicables?
- a) Si
 - b) No
41. ¿Cuáles son las prácticas innovadoras para mejorar el tratamiento de desechos en la mina?
- a) Tecnologías de reciclaje avanzadas.
 - b) Gestión de residuos en circuito cerrado.
 - c) Biorremediación
 - d) Desarrollo de materiales compuestos.
 - e) Tratamiento de aguas residuales con energía renovable.
 - f) Uso de inteligencia artificial y sensores.
 - g) Tratamiento con energía geotérmica.
 - h) Nanotecnología para el tratamiento de efluentes

Eliminación segura

42. ¿Cuál es el método de eliminación final para los desechos que no se pueden reciclar o tratar internamente?
- a) Rellenos sanitarios.
 - b) Rellenos de residuos mineros.
 - c) Tratamiento externo y disposición en instalaciones especializadas.
 - d) Exportación de desechos.
43. ¿Se utilizan servicios de empresas especializadas y certificadas para la disposición de desechos peligrosos?
- a) Si
 - b) No
44. ¿La mina ha implementado medidas para prevenir la contaminación del suelo y el agua en las áreas de disposición?
- a) Si
 - b) No

Cumplimiento normativo.

45. ¿La mina cumple con todas las regulaciones y normativas ambientales vigentes?
- a) Si
 - b) No
46. ¿Existe un equipo o departamento encargado de supervisar y garantizar el cumplimiento normativo?
- a) Si
 - b) No
47. ¿Se realizan auditorías internas o externas para verificar el cumplimiento de las normativas ambientales?
- a) Si
 - b) No
48. ¿Se han implementado planes de acción para corregir y mejorar el cumplimiento en caso de incumplimientos?
- a) Si
 - b) No

Eficiencia energética.

49. ¿La mina ha llevado a cabo una evaluación de eficiencia energética para identificar oportunidades de mejora?
- a) Si
 - b) No
50. ¿Qué medidas se han implementado para reducir el consumo de energía en las operaciones?
- a) Planes de acción energética.
 - b) Socializaciones
 - c) Acuerdos energéticos
 - d) Otros
51. ¿Se utilizan fuentes de energía renovable en el proceso de producción o en las instalaciones?
- a) Si
 - b) No

52. ¿Se promueve la concienciación sobre el uso responsable de la energía entre los empleados y la comunidad?

a) Si

b) No

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL
Universidad Patrimonio de la Comunidad



Instrumentos de recolección de datos aplicado a civiles

Apreciado/a informante, te agradecemos ofrecer las informaciones requeridas en este instrumento, las mismas servirán para nuestra tesis de maestría titulada: Impacto Ambiental del Triángulo Minero en República Dominicana.

1) La actividad minera en el triángulo minero de Sánchez Ramírez ha tenido un impacto negativo en la calidad del aire en la provincia.

- a) 1 Totalmente en desacuerdo
- b) 2 En desacuerdo
- c) 3 Neutral
- d) 4 De acuerdo
- e) 5 Totalmente de acuerdo

2) La actividad minera en la provincia Sánchez Ramírez ha causado la contaminación del agua en la región.

- a) 1 Totalmente en desacuerdo
- b) 2 En desacuerdo
- c) 3 Neutral
- d) 4 De acuerdo
- e) 5 Totalmente de acuerdo

3) La actividad minera ha tenido un impacto negativo en la salud de las comunidades locales en Sánchez Ramírez.

- a) 1 Totalmente en desacuerdo
- b) 2 En desacuerdo
- c) 3 Neutral
- d) 4 De acuerdo
- e) 5 Totalmente de acuerdo

- 4) La actividad minera ha provocado la degradación del suelo en la provincia.
- a) 1 Totalmente en desacuerdo
 - b) 2 En desacuerdo
 - c) 3 Neutral
 - d) 4 De acuerdo
 - e) 5 Totalmente de acuerdo
- 5) Las autoridades locales han implementado medidas efectivas para controlar la contaminación causada por la actividad minera.
- a) 1 Totalmente en desacuerdo
 - b) 2 En desacuerdo
 - c) 3 Neutral
 - d) 4 De acuerdo
 - e) 5 Totalmente de acuerdo
- 6) La sociedad civil en Sánchez Ramírez está adecuadamente informada sobre los riesgos ambientales asociados con la actividad minera en la región.
- a) 1 Totalmente en desacuerdo
 - b) 2 En desacuerdo
 - c) 3 Neutral
 - d) 4 De acuerdo
 - e) 5 Totalmente de acuerdo
- 7) En su opinión, ¿debería reducirse o detenerse la actividad minera en el triángulo minero de Sánchez Ramírez para proteger el medio ambiente y la salud de las comunidades locales?
- a) 1 Debería continuar sin cambios
 - b) 2 Debería reducirse
 - c) 3 Debería detenerse por completo
 - d) 4 No estoy seguro
 - e) 5 No tengo opinión
- 8) Los desechos generados por la actividad minera en la provincia Sánchez Ramírez han contribuido a la contaminación del agua en la región.
- a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

9) Los desechos mineros han afectado negativamente la biodiversidad en la provincia, causando daño a la fauna y flora local.

a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

10) La liberación de sustancias químicas tóxicas de los desechos mineros ha dañado la calidad del suelo en la región de Sánchez Ramírez.

a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

11) Los desechos mineros han aumentado la erosión del suelo en las áreas cercanas a las minas, provocando la degradación del entorno natural.

a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

12) La actividad minera ha resultado en cambios notables en la calidad del aire, incluyendo la liberación de partículas en suspensión y emisiones de gases nocivos.

a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

13) La sociedad civil en Sánchez Ramírez se siente adecuadamente informada sobre los riesgos ambientales asociados con los desechos mineros generados por la actividad minera.

a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

14) Se deben implementar tecnologías avanzadas para el tratamiento de los desechos mineros con el fin de reducir la liberación de sustancias tóxicas al entorno.

a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

15) Las autoridades locales deberían exigir a las empresas mineras que implementen programas de restauración de áreas afectadas por la minería, como la reforestación y la recuperación de ecosistemas.

a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

16) Se deben establecer regulaciones más estrictas para supervisar y controlar el manejo de los desechos mineros, incluyendo la imposición de sanciones por incumplimiento.

a) 1 Totalmente en desacuerdo

b) 2 En desacuerdo

c) 3 Neutral

d) 4 De acuerdo

e) 5 Totalmente de acuerdo

17) La sociedad civil debería participar activamente en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los desechos mineros y la protección del medio ambiente en el triángulo minero.

- a) 1 Totalmente en desacuerdo
- b) 2 En desacuerdo
- c) 3 Neutral
- d) 4 De acuerdo
- e) 5 Totalmente de acuerdo

18) Las empresas mineras deberían contribuir económicamente a un fondo ambiental destinado a la restauración y conservación de la región afectada por la minería.

- a) 1 Totalmente en desacuerdo
- b) 2 En desacuerdo
- c) 3 Neutral
- d) 4 De acuerdo
- e) 5 Totalmente de acuerdo

19) Se deberían promover prácticas de reciclaje y reutilización de los materiales extraídos de las minas como una medida para reducir la generación de desechos mineros.

- a) 1 Totalmente en desacuerdo
- b) 2 En desacuerdo
- c) 3 Neutral
- d) 4 De acuerdo
- e) 5 Totalmente de acuerdo

20) Las autoridades locales deberían realizar un seguimiento constante de los proyectos mineros para asegurarse de que cumplan con las normativas ambientales y las medidas de mitigación acordadas.

- a) 1 Totalmente en desacuerdo
- b) 2 En desacuerdo
- c) 3 Neutral
- d) 4 De acuerdo
- e) 5 Totalmente de acuerdo