

Impacto

de las actividades mineras en la calidad del suelo y la agricultura en Ecuador

Impact of Mining activities on soil quality and agriculture in Ecuador

Recibido: 22/04/25

Aceptado: 08/05/25

Publicado: 12/06/25

Santiago Fernando Fiallos Bonilla^{1*}

E-mail: ua.santiagofiallos@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7188-7423>

Pablo Miguel Vaca Acosta¹

E-mail: ua.pablovaca@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0806-8929>

Wilmer Fernando Rosales Pilamonta¹

E-mail: wilmerrp55@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3737-0457>

María Celeste Rodríguez Silva¹

E-mail: mariars43@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6608-5876>

¹Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Ambato. Ecuador.

*Autor para correspondencia:

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Fiallos Bonilla, S. F., Vaca Acosta, P. M., Rosales Pilamonta, W. F. y Rodríguez Silva, M. C. (2025). Impacto de las actividades mineras en la calidad del suelo y la agricultura en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 13, e775. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/775>

RESUMEN

El estudio analizó el impacto de la minería a gran escala en la calidad de los suelos y la agricultura en Ecuador, con énfasis en territorios habitados por comunidades indígenas. Se identificaron efectos negativos como la contaminación del suelo y el agua con metales pesados, la reducción de la fertilidad y la degradación de ecosistemas esenciales para la producción agrícola. La investigación utilizó un enfoque cuantitativo mediante encuestas a estudiantes y docentes de la Universidad Regional Autónoma de los Andes. Los resultados revelaron que la mayoría de los encuestados perciben la minería como un factor perjudicial para la calidad del suelo y la agricultura, además de evidenciar un escepticismo generalizado sobre la efectividad del marco jurídico para proteger los suelos agrícolas. También se destacó la insuficiencia de medidas de restauración ecológica y la necesidad de mejorar la fiscalización ambiental. Como conclusión, se recomendó fortalecer la regulación y el monitoreo ambiental, garantizar una consulta previa efectiva a las comunidades afectadas y desarrollar estrategias de restauración ecológica para mitigar los impactos de la actividad minera.

Palabras clave:

Minería, Calidad del suelo, Impacto ambiental, Agricultura sostenible, Comunidades indígenas.

ABSTRACT

This study analyzed the impact of large-scale mining on soil quality and agriculture in Ecuador, with a focus on territories inhabited by indigenous communities. Negative effects such as soil and water contamination with heavy metals, reduced fertility, and degradation of ecosystems essential for agricultural production were identified. The research employed a quantitative approach using surveys conducted with students and faculty at the Universidad Regional Autónoma de los Andes. The results revealed that most respondents perceive mining as detrimental to soil quality and agriculture, while also showing widespread skepticism regarding the effectiveness of the legal framework in protecting agricultural soils. Additionally, the study highlighted the insufficiency of ecological restoration measures and the need to improve environmental oversight. In conclusion, it is recommended to strengthen environmental regulation and monitoring, ensure an effective prior consultation with affected communities, and develop ecological restoration strategies to mitigate the impact of mining activities.

Keywords:

Mining, Soil quality, Environmental impact, Agricultural development, Indigenous communities.

INTRODUCCIÓN

La minería en Ecuador, especialmente en territorios habitados por comunidades indígenas, representa una amenaza significativa para la agricultura, que es la base del sustento de estas poblaciones. La extracción de minerales conlleva la remoción de grandes extensiones de tierra, lo que provoca la pérdida de suelos fértiles y la alteración de ecosistemas esenciales para la producción agrícola (Herrera-Feijoo, 2024). Al destruir la capa vegetal y contaminar los suelos con desechos tóxicos, se reducen drásticamente las posibilidades de cultivar alimentos, impactando la seguridad alimentaria de estas comunidades (Drenkhan & Castro-Salvador, 2023).

Uno de los principales problemas derivados de la actividad minera es la contaminación del agua, ya que los metales pesados utilizados en la extracción pueden filtrarse en los ríos y fuentes hídricas que riegan los cultivos (Valladares Pasquel & Boelens, 2019). El agua contaminada no solo afecta el crecimiento de las plantas, sino que también representa un riesgo para la salud de las personas y los animales que dependen de estas fuentes. La reducción de agua limpia limita el riego, lo que disminuye la productividad agrícola y pone en riesgo la subsistencia de las familias que dependen de la venta de sus cosechas (Loreto-Muñoz et al., 2021).

Además de la contaminación del suelo y el agua, la minería genera desplazamientos forzados de comunidades indígenas debido a la expansión de los proyectos extractivos. Muchas familias se ven obligadas a abandonar sus tierras ancestrales, perdiendo su principal medio de vida y enfrentándose a la inseguridad económica. La ruptura del tejido social y la pérdida de conocimientos agrícolas tradicionales debilitan la identidad cultural y la soberanía alimentaria de estos pueblos, haciéndolos más dependientes de recursos externos (Zagaceta, 2023).

El impacto económico de la degradación de los suelos agrícolas se traduce en un aumento de la pobreza en estas comunidades. La falta de tierras cultivables obliga a muchas personas a buscar empleo en sectores informales o en la propia minería, donde las condiciones de trabajo suelen ser precarias y peligrosas. Esto perpetúa un ciclo de explotación en el que las comunidades pierden su autonomía económica y dependen de actividades que, a largo plazo, erosionan aún más sus recursos naturales y medios de vida (Chengot et al., 2024).

El deterioro del medio ambiente por la minería también provoca cambios climáticos locales que afectan el desarrollo agrícola. La deforestación, la alteración de los ciclos hídricos y la contaminación del aire modifican los patrones climáticos, reduciendo la disponibilidad de lluvias y aumentando la incidencia de sequías o inundaciones. Estos cambios dificultan el crecimiento de cultivos tradicionales, disminuyendo la producción y la diversidad de alimentos, lo que agrava la inseguridad alimentaria en las comunidades indígenas (Guamán-Rivera & Flores-Mancheno, 2023).

Objetivo General:

Analizar el impacto de la minería a gran escala en la calidad de los suelos y el desarrollo agrícola en Ecuador,

identificando sus efectos ambientales, sociales y económicos.

Objetivos específicos:

Evaluar la eficacia del marco jurídico vigente y proponer estrategias para mitigar sus repercusiones en las comunidades afectadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, con el objetivo de obtener datos objetivos y medibles sobre la percepción del impacto de la minería en los suelos agrícolas y la sostenibilidad de la producción agropecuaria. Se diseñó y aplicó una encuesta estructurada a estudiantes y docentes de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, una población académica con conocimientos en ciencias ambientales y agropecuarias. El cuestionario constó de nueve preguntas cerradas.

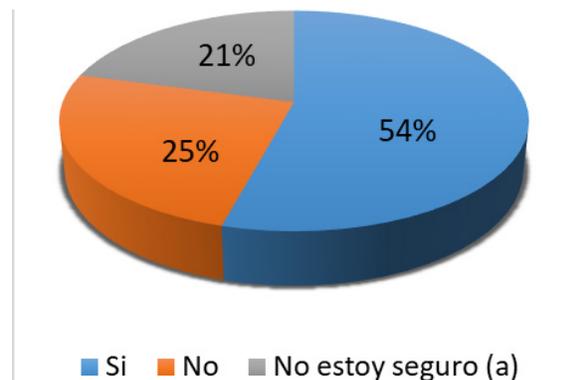
La recolección de datos se realizó mediante un muestreo no probabilístico, seleccionando participantes con acceso y conocimiento sobre el tema. Los datos obtenidos fueron analizados de manera estadística, presentando los resultados en gráficos que reflejan la distribución de respuestas de los encuestados. El análisis de los resultados permitió identificar tendencias en la percepción de los impactos mineros y evaluar la necesidad de mejoras en la regulación y monitoreo ambiental. Se consideraron además estudios previos sobre el tema, lo que permitió contextualizar los hallazgos y formular recomendaciones basadas en la evidencia científica existente.

RESULTADOS-DISCUSIÓN

Desarrollo de la Encuesta:

1. ¿Considera que la minería a gran escala en Ecuador afecta negativamente la calidad de los suelos y, en consecuencia, el desarrollo de la agricultura en las zonas afectadas?. (Gráfico 1.)

Gráfico 1. Respuesta a la pregunta 1 de la encuesta.



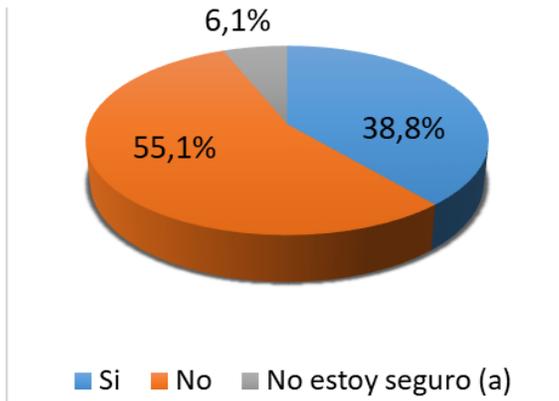
Fuente: encuesta. Nota: elaboración propia.

Los resultados reflejaron una percepción mayoritaria de que la minería a gran escala tiene un impacto negativo en la calidad de los suelos y, en consecuencia, en la agricultura. Esto se debe a la contaminación con metales pesados, la compactación del suelo y la alteración de su estructura, lo que reduce su fertilidad y capacidad de retención de agua. Sin embargo, el hecho de que un cuarto de los encuestados no comparta esta visión sugiere que existe una

diversidad de experiencias y niveles de exposición a los efectos de la minería. La porción que se muestra indecisa podría indicar una falta de información clara sobre los efectos de la minería en los suelos agrícolas.

2. ¿Cree que el marco jurídico actual en Ecuador es suficiente para proteger los suelos agrícolas y garantizar la sostenibilidad de la producción agropecuaria frente a las actividades mineras?. (Gráfico 2.)

Gráfico 2. Respuesta a la pregunta 2 de la encuesta.

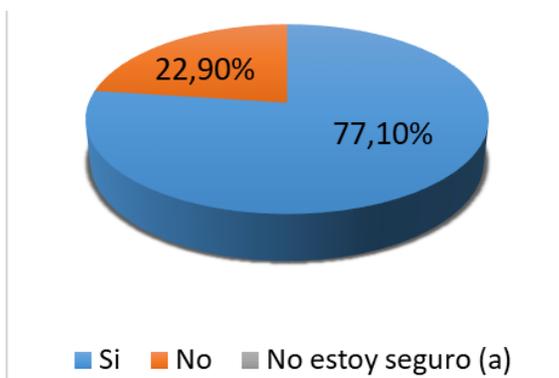


Fuente: encuesta. Nota: elaboración propia.

Entre los encuestados existió un escepticismo generalizado respecto a la capacidad del marco jurídico para proteger los suelos agrícolas. Más de la mitad de los encuestados consideró insuficientes las normativas existentes, lo que podría deberse a la falta de implementación efectiva de regulaciones ambientales o a deficiencias en la supervisión estatal. No obstante, un porcentaje significativo cree que la legislación es adecuada, lo que sugiere que algunos sectores confían en las normativas actuales o consideran que su aplicación es suficiente. Es necesario evaluar la efectividad de las regulaciones y fortalecer los mecanismos de cumplimiento para disminuir los impactos de la minería en la agricultura.

3. ¿Ha escuchado hablar de los derechos de la naturaleza consagrados en la Constitución de Ecuador?. (Gráfico 3.)

Gráfico 3. Respuesta a la pregunta 3 de la encuesta.



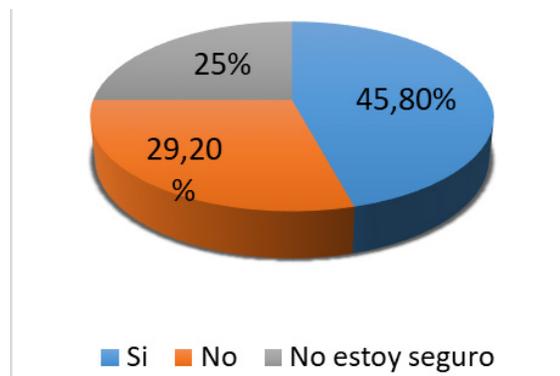
Fuente: respuesta a la encuesta. Nota: elaboración propia.

Una mayoría significativa, el 77.10% de la población encuestada está informada sobre los derechos de la

naturaleza consagrados en la Constitución, lo que reflejó un alto nivel de concienciación ambiental. Sin embargo, la aplicación práctica de estos derechos sigue siendo un desafío, ya que la minería sigue generando impactos negativos en el ambiente. El conocimiento sobre estos derechos es un primer paso hacia una mejor defensa del entorno natural, pero es fundamental que la ciudadanía y las autoridades trabajen en conjunto para garantizar su cumplimiento.

4. En su opinión, ¿la consulta previa a las comunidades indígenas afectadas por proyectos mineros es realizada de manera adecuada y efectiva?. (Gráfico 4.)

Gráfico 4. Respuesta a la pregunta 4 de la encuesta.



Fuente: respuesta de la encuesta. Nota: elaboración propia.

Los resultados mostraron una división en la percepción sobre la consulta previa, con una mayoría relativa que la considera adecuada, en un 45.8%, pero una proporción significativa que la cuestiona. Esto sugiere que, aunque la consulta existe como mecanismo de participación, su implementación podría no estar siendo suficientemente inclusiva o transparente. Para mejorar este proceso, sería necesario fortalecer la representación de las comunidades y garantizar que sus preocupaciones sobre el impacto ambiental sean debidamente consideradas en la toma de decisiones.

5. ¿Cree que las actividades mineras han generado conflictos socio-ambientales que han afectado la producción agrícola y la seguridad alimentaria en las comunidades cercanas a los proyectos?. (Gráfico 5.)

Gráfico 5. Respuesta a la pregunta 5 de la encuesta.

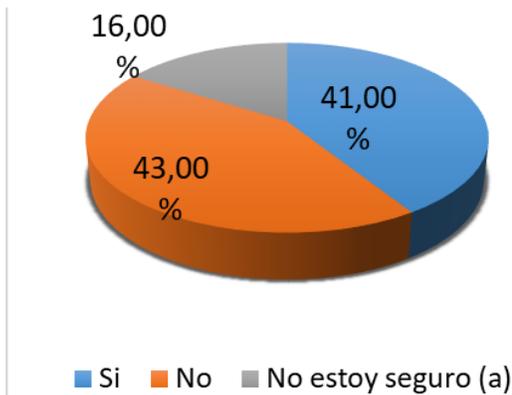


Fuente: respuesta a la encuesta. Nota: elaboración propia.

El 83.3% de la población tiene la percepción de que la minería genera conflictos socioambientales evidencia una preocupación extendida por los efectos adversos de esta actividad. La contaminación del agua, el desplazamiento de comunidades y la reducción de tierras cultivables pueden generar tensiones entre pobladores, empresas y el Estado. Esto pone en evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos de resolución de conflictos y de establecer regulaciones más estrictas para mitigar los impactos en la agricultura y la seguridad alimentaria.

6. ¿Considera que las medidas de restauración ecológica post minería en Ecuador son suficientes para recuperar la fertilidad de los suelos y permitir el desarrollo agrícola sostenible en las zonas afectadas?. (Gráfico 6.)

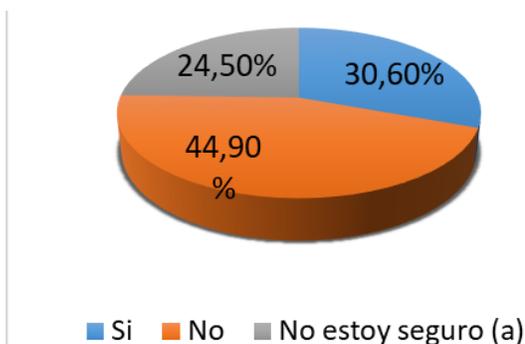
Gráfico 6. Respuesta a la pregunta 6.



Fuente: respuesta a la encuesta. Nota: elaboración propia.

Existió una opinión dividida sobre la efectividad de las medidas de restauración ecológica, con una ligera mayoría que considera que no son suficientes. Esto podría deberse a la falta de recursos, supervisión y estrategias efectivas para la rehabilitación del suelo. La recuperación de áreas degradadas por la minería es un proceso complejo que requiere inversiones a largo plazo y técnicas innovadoras para restaurar la fertilidad del suelo y permitir la reactivación de la agricultura.

7. En su opinión, ¿la fiscalización y el monitoreo ambiental por parte del Estado garantizan la protección de los suelos agrícolas y la viabilidad de la agricultura en las zonas con actividad minera?. (Gráfico 7.)



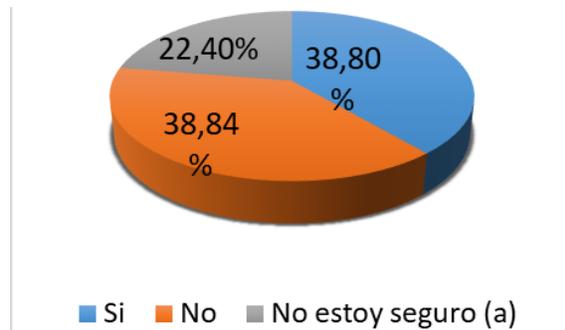
Fuente: respuesta a la encuesta. Nota: elaboración propia.

Los resultados expuestos en el gráfico 7 reflejaron una preocupación predominante sobre la efectividad de la fiscalización estatal en proyectos mineros. Si bien existen

regulaciones, la falta de cumplimiento estricto y de sanciones efectivas podría estar generando una percepción de insuficiencia en la supervisión ambiental. Es necesario fortalecer la capacidad del Estado para fiscalizar de manera efectiva las actividades mineras, garantizando que se cumplan los estándares ambientales y protegiendo los suelos agrícolas de la degradación.

8. ¿Cree que la transparencia y el acceso a la información sobre los impactos ambientales de los proyectos mineros incluyen datos claros sobre la degradación de los suelos y la afectación a la agricultura?. (Gráfico 8.)

Gráfico 8. Respuesta a la pregunta 8.

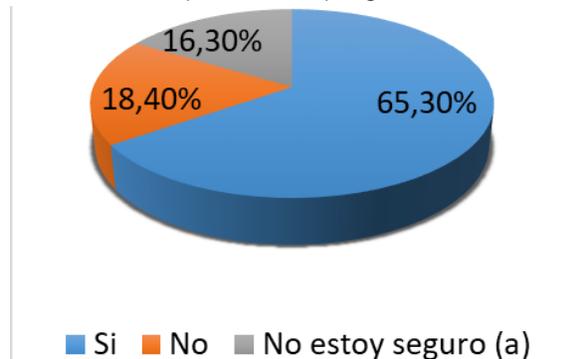


Fuente: respuesta a la encuesta. Nota: elaboración propia.

En el gráfico 8 se pudo apreciar que la falta de transparencia en la información ambiental es un factor que contribuye a la desconfianza en la población. Los resultados mostraron la necesidad de mejorar la comunicación entre las autoridades, las empresas y las comunidades afectadas, asegurando que los datos sobre el impacto de la minería en los suelos y la agricultura sean accesibles, comprensibles y verificables. La implementación de plataformas públicas de información y auditorías independientes podría contribuir a mejorar la confianza de la ciudadanía en la supervisión ambiental.

9. ¿Considera que es posible alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico a través de la minería y la preservación de los suelos agrícolas para garantizar la seguridad alimentaria en Ecuador?. (Gráfico 9.)

Gráfico 9. Respuesta a la pregunta 9.



Fuente: respuesta a la encuesta. Nota: elaboración propia.

Los resultados del gráfico 9 mostraron que, si bien hay una apertura hacia la posibilidad de equilibrar el desarrollo minero y la preservación de los suelos agrícolas, es fundamental diseñar políticas públicas que logren armonizar ambos objetivos. Para ello, se requiere una regulación

efectiva, tecnologías sostenibles y un enfoque de desarrollo que priorice la protección ambiental sin sacrificar el crecimiento económico. Esto implica una planificación estratégica que integre la minería responsable con prácticas de conservación de suelos y apoyo a la producción agropecuaria.

El análisis de las encuestas reveló una serie de desafíos jurídicos y ambientales significativos relacionados con la minería a gran escala en Ecuador. Los principales resultados se presentan a continuación:

Marco Jurídico y Tensiones Constitucionales

Se identificaron tensiones significativas entre diferentes niveles del ordenamiento jurídico ecuatoriano. Por un lado, la Constitución de 2008 establece un marco sólido para la protección ambiental, incluyendo los derechos de la naturaleza (Art. 71-74) reconocen a la naturaleza como sujeto de derechos, estableciendo que tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. (p.35-36) y el derecho a vivir en un ambiente sano (Art. 14) consagra el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, declarando de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad (p.13)(Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Por otro lado, la Ley de Minería de 2009 y sus posteriores reformas han sido criticadas por priorizar el desarrollo minero sobre la protección ambiental (Estupiñán et al., 2021).

Ley de Minería y sus reformas:

La Ley de Minería de 2009 fue impugnada ante la Corte Constitucional por organizaciones indígenas y ambientalistas, argumentando que violaba los derechos de la naturaleza y el derecho a la consulta previa de las comunidades afectadas (Sentencia No. 001-10-SIN-CC, 2010)(Corte Constitucional del, 2010). Aunque la Corte Constitucional declaró la constitucionalidad condicionada de la Ley de Minería en 2010, varios expertos han señalado que la ley y sus posteriores reformas no se ajustan plenamente a los principios constitucionales de protección ambiental.

Contradicciones y tensiones:

Las principales contradicciones y tensiones entre la Constitución y la legislación minera se evidencian en:

- Consulta previa: mientras la Constitución establece el derecho a la consulta previa, libre e informada (Art. 57.7)(p. 27)(Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), la Ley de Minería ha sido criticada por no garantizar adecuadamente este derecho en la práctica.
- Áreas protegidas: la Constitución prohíbe la actividad extractiva en áreas protegidas (Art. 407)(p. 146) (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), pero la Ley de Minería ha permitido, bajo ciertas condiciones, la minería en estas áreas.
- Principio de precaución: aunque la Constitución consagra el principio de precaución en materia ambiental (Art. 396)(p. 146)(Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), la Ley de Minería ha sido criticada por no aplicar este principio de manera efectiva en la regulación de la actividad minera.

Sentencia No. 1149-19-JP/21 (Corte Constitucional del, 2020):

Esta sentencia más reciente marca un cambio significativo en la interpretación constitucional de los derechos de la naturaleza. Los aspectos más relevantes son:

- Reconoció los derechos de la naturaleza del Bosque Protector Los Cedros.
- Estableció que los derechos de la naturaleza son exigibles por sí mismos, sin necesidad de estar vinculados a la afectación de derechos humanos.
- Limitó las actividades extractivas en áreas protegidas, fortaleciendo la interpretación del artículo 407 de la Constitución.
- Ordenó la revocatoria de las concesiones mineras que afectaban al Bosque Protector Los Cedros.

Esta sentencia representa un fortalecimiento significativo de la interpretación de los derechos de la naturaleza y establece precedentes importantes para limitar actividades extractivas en áreas protegidas.

Análisis de la contradicción:

Las contradicciones entre estas sentencias reflejan una evolución en la interpretación constitucional de los derechos de la naturaleza y la protección ambiental en Ecuador:

- Cambio de enfoque: De una interpretación que priorizaba el desarrollo económico y la actividad extractiva (2010) a una que da mayor peso a los derechos de la naturaleza y la protección de áreas sensibles (2021).
- Fortalecimiento de los derechos de la naturaleza: La sentencia de Los Cedros establece una interpretación más robusta y autónoma de estos derechos, alejándose de la visión más instrumental presente en la sentencia de 2010.
- Limitación de actividades extractivas: Mientras la sentencia de 2010 permitía la minería en áreas protegidas bajo ciertas condiciones, la de 2021 establece restricciones más estrictas, alineándose más con el espíritu del artículo 407 de la Constitución.

Se identifican brechas importantes en la regulación de aspectos críticos como la gestión de pasivos ambientales, la restauración ecológica post-minería, y los mecanismos de compensación ambiental (Caamaño et al., 2019).

Gestión de pasivos ambientales:

El Código Orgánico del Ambiente (COA) menciona los pasivos ambientales en varios artículos, principalmente en el contexto de la responsabilidad ambiental y la reparación integral de daños (Ecuador Asamblea Nacional Constituyente, 2017). Sin embargo, no proporciona un marco detallado específico para la gestión de pasivos ambientales mineros, lo cual sigue siendo una brecha importante en la regulación ambiental ecuatoriana. Esta falta de regulación específica dificulta la asignación de responsabilidades y la implementación de medidas efectivas para remediar los daños ambientales acumulados.

Restauración ecológica post-minería:

Aunque el COA establece principios generales sobre la restauración de ecosistemas degradados (Artículos 118-120) (p.40), no existe una regulación detallada y específica para

la restauración ecológica post-minería (Ecuador Asamblea Nacional Constituyente, 2017).

Mecanismos de compensación ambiental:

El marco legal ecuatoriano carece de una regulación clara y detallada sobre los mecanismos de compensación ambiental en el contexto de la actividad minera. Aunque el COA menciona la compensación como parte de la reparación integral de daños ambientales (Artículo 292)(p. 75), no proporciona lineamientos específicos para su implementación en el sector minero. Los documentos analizados revelaron un incremento en la frecuencia e intensidad de conflictos socio-ambientales relacionados con proyectos mineros. Casos emblemáticos como Mirador, Fruta del Norte, y Loma Larga generaron protestas significativas y litigios prolongados (Alvarado Vélez, 2019).

Se identificaron preocupaciones recurrentes sobre los impactos de la minería en las fuentes de agua, tanto en términos de cantidad como de calidad. El caso de Quimsacocha es particularmente ilustrativo de estos conflictos (David Tarazona, 2023). Los estudios sobre el cambio de uso del suelo evidenciaron una relación directa entre la expansión de las concesiones mineras y el aumento de la deforestación en diversas regiones del país. Este fenómeno sugiere que el crecimiento de la actividad minera ha impulsado la degradación de los ecosistemas, contribuyendo a la pérdida de cobertura forestal y afectando la biodiversidad local (Valencia & Freslon, 2023).

Los resultados obtenidos en este estudio revelan la complejidad y las múltiples dimensiones de los desafíos jurídicos y ambientales que enfrenta Ecuador en relación con la minería a gran escala. Las inversiones extranjeras en el sector minero ecuatoriano han desempeñado un papel significativo en el desarrollo de infraestructura en las regiones mineras, generando tanto beneficios económicos como desafíos socio-ambientales. Proyectos clave como Mirador y Fruta del Norte ejemplifican esta dinámica, ilustrando cómo la minería a gran escala puede impulsar el desarrollo local, al tiempo que suscita preocupaciones sobre sus impactos a largo plazo.

Conflictos Socio-ambientales y Derechos Colectivos:

La escalada de conflictos socio-ambientales en torno a proyectos mineros refleja deficiencias en los procesos de participación y consulta comunitaria. La implementación inadecuada del derecho a la consulta previa, libre e informada no solo viola derechos constitucionales e internacionales, sino que también mina la legitimidad social de los proyectos mineros y aumenta los riesgos de conflicto a largo plazo. La criminalización de defensores ambientales es particularmente preocupante, ya que contradice los compromisos internacionales de Ecuador en materia de derechos humanos y puede tener un efecto inhibitorio en la participación ciudadana en decisiones ambientales.

Impactos Ambientales y Biodiversidad:

La ubicación de proyectos mineros en áreas de alta biodiversidad plantea serios desafíos para el cumplimiento de los compromisos internacionales de Ecuador en materia de conservación, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica. La pérdida de biodiversidad y la degradación de ecosistemas no solo tienen implicaciones ecológicas, sino

también económicas a largo plazo. Los impactos sobre los recursos hídricos son particularmente críticos, dada la importancia de los ecosistemas andinos como fuentes de agua para grandes poblaciones. El caso de Quimsacocha ilustra la necesidad de enfoques más integrales en la gestión de cuencas hidrográficas.

Desarrollo Económico vs. Protección Ambiental:

La tensión entre la visión de la minería como motor de desarrollo y las preocupaciones ambientales refleja un debate más amplio sobre modelos de desarrollo en América Latina. La creciente dependencia fiscal de los ingresos mineros crea un ciclo difícil de romper, donde las presiones económicas a corto plazo pueden socavar los objetivos de sostenibilidad a largo plazo. Las propuestas emergentes de modelos alternativos de desarrollo, como las iniciativas de economía post-extractivista, merecen una consideración seria.

Con el objetivo de mitigar los impactos negativos de la minería a gran escala y fomentar un desarrollo equilibrado que proteja los suelos agrícolas, garantice la seguridad alimentaria y respete los derechos de las comunidades indígenas en Ecuador se realizó la siguiente propuesta:

1. Se recomienda actualizar y reforzar las normativas ambientales para garantizar una protección efectiva de los suelos agrícolas frente a la minería. Es fundamental establecer mecanismos de control más estrictos y sanciones para las empresas que incumplan con la normativa ambiental.
2. Es necesario fortalecer los sistemas de supervisión del impacto minero en los suelos y cuerpos de agua. Se sugiere implementar auditorías ambientales independientes y promover la participación de comunidades locales en el monitoreo ambiental para garantizar mayor transparencia y confiabilidad en los datos.
3. Se deben desarrollar planes efectivos de restauración post-minería para recuperar la fertilidad del suelo y permitir la reactivación de la agricultura en las zonas afectadas. Estas estrategias deben incluir la reforestación, la remediación de suelos contaminados y la rehabilitación de ecosistemas degradados.
4. Es esencial fortalecer los mecanismos de consulta previa para asegurar que las comunidades indígenas tengan un rol activo en la toma de decisiones sobre proyectos mineros en sus territorios. La consulta debe ser transparente, accesible y con información detallada sobre los impactos ambientales y sociales de la minería.
5. Se recomienda fomentar actividades económicas alternativas a la minería que permitan a las comunidades desarrollar medios de vida sostenibles. Esto incluye el impulso a la agricultura ecológica, el ecoturismo y la producción agroindustrial sostenible como estrategias para diversificar la economía local.
6. Se sugiere desarrollar programas educativos dirigidos a comunidades, estudiantes y tomadores de decisiones para aumentar la conciencia sobre los efectos de la minería y la importancia de la conservación de los recursos naturales.

CONCLUSIONES

La minería a gran escala ha generado una afectación significativa en la calidad del suelo y la producción agrícola, limitando la sostenibilidad de las comunidades rurales y poniendo en riesgo su seguridad alimentaria.

La legislación vigente en Ecuador ha sido insuficiente para mitigar los impactos ambientales de la minería, evidenciándose deficiencias en la aplicación de normativas y en los mecanismos de fiscalización y monitoreo.

La falta de medidas efectivas de restauración ecológica ha dificultado la recuperación de los suelos degradados, lo que compromete la viabilidad de la agricultura en las zonas afectadas.

Se requiere fortalecer la consulta previa con las comunidades indígenas, garantizando su participación en la toma de decisiones sobre proyectos mineros y promoviendo alternativas sostenibles que equilibren el desarrollo económico con la conservación ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Vélez, J. A. (2019). *Minería y conflictos de contenido ambiental en Ecuador: el big bang de los movimientos sociales antimineros en la provincia del Azuay* [Tesis Doctoral, Buenos Aires : FLACSO. Sede Académica Argentina. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/17170>
- Caamaño, N., Palacios, S. J. M., & Páez, S. D. (2019). El impacto ambiental de la explotación minera en Ecuador desde una perspectiva jurídica. *Negotium: Revista de ciencias gerenciales*, 15(44), 35-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7382733>
- Corte Constitucional del, E. (2010). *Sentencia No. 001-10-SIN-CC, 2010*. Quito, Ecuador Retrieved from https://www.inredh.org/archivos/casos/mineria/mineria_sentencia.pdf
- Chengot, R., Zylberman, R., Momblanch, A., Salazar, O. V., Hess, T., Knox, J. W., & Rey, D. (2024). Evaluating the impacts of agricultural development and climate change on the water-energy nexus in Santa Elena (Ecuador). *Environmental Science & Policy*, 152, 103656. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.103656>
- David Tarazona. (2023). *Ecuador: la lucha judicial para proteger de la minería al páramo de Quimsacocha*. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2023/11/ecuador-lucha-judicial-protoger-de-mineria-paramo-quimsacocha/>
- Drenkhan, F., & Castro-Salvador, S. (2023). Una aproximación hacia la seguridad hídrica en los Andes tropicales: desafíos y perspectivas. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*(12). <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/Kawsaypacha/article/view/26854/25620>
- Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Ley 0. Registro Oficial Suplemento 983 92. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449*. Quito Retrieved from https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Estupiñan, R., Romero, P., García, M., Garcés, D., & Valverde, P. (2021). La minería en Ecuador. Pasado, presente y futuro. *Boletín geológico y minero*, 132(4), 533-549. <https://bgm.revistas.csic.es/index.php/bgm/article/download/117/121/336>
- Guamán-Rivera, S. A., & Flores-Manchano, C. I. (2023). Seguridad Alimentaria y Producción Agrícola Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 2(1), 1-20. <https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec/index.php/home/article/view/35>
- Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 33-56. <https://economicsocialresearch.com/index.php/home/article/view/85>
- Loreto-Muñoz, C., Almendariz-Tapia, F., Martín-García, A., Sierra-Alvarez, R., Ochoa-Herrera, V., & Monge-Amaya, O. (2021). Tratamiento de aguas residuales con alto contenido de sulfatos empleando un sistema biológico integrado anaerobio/aerobio. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(2), 1005-1017. <https://investigadores.unison.mx/es/publications/tratamiento-de-aguas-residuales-con-alto-contenido-de-sulfatos-em/fingerprints/>
- Valencia, C. G., & Freslon, W. S. (2023). Análisis dogmático de la tensión entre derechos de la naturaleza y megaminería, en el marco de la constitución ecuatoriana. *Ius Humani. Revista de Derecho*, 12(2), 12-28. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/iush/v12n2/1390-7794-iush-12-02-00012.pdf>
- Valladares Pasquel, A. C., & Boelens, R. (2019). (Re) territorializaciones en tiempos de 'revolución ciudadana': petróleo, minerales y Derechos de la Naturaleza en el Ecuador. *Estudios atacameños*(63), 301-313. <https://www.scielo.cl/pdf/eatacam/n63/0718-1043-eatacam-issn-0718-1043-2019-0030.pdf>
- Zagaceta, A. T. (2023). Minería ilegal en la zona de frontera Perú-Ecuador y su impacto en la seguridad nacional. *Revista Cuadernos de Trabajo*(23), 65-78. <https://revistas.caen.edu.pe/index.php/cuadernodetrabajo/article/view/61/74>