



Universidad **César Vallejo**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Título:

Minería y Contaminación: El Impacto de los Gases Tóxicos en la
Sostenibilidad

Autores:

Moran Benites, Samuel Sebastián (<https://orcid.org/0009-0006-0238-0238>)

samoranbe@ucvvirtual.edu.pe, Ingeniero de minas, I ciclo

Jacinto Paeza, Jimmy Alexandro (<https://orcid.org/0009-0007-6138-7551>)

jjacintopa@ucvvirtual.edu.pe, Ingeniero de minas, I ciclo

Leon Miñan, Branddy Yulehisi (<https://orcid.org/0009-0007-6138-7551>)

brleonmi@ucvvirtual.edu.pe, Ingeniero de minas, I ciclo

Pacherres Calle Yorvi Anderson (<https://orcid.org/0009-0005-6392-7465>)

ypacherresc@ucvvirtual.edu.pe, Ingeniero de minas, I ciclo

Brayan Alonso, Juárez peña (<https://orcid.org/0009-0000-4548-350X>)

brjuarezpe@ucvvirtual.edu.pe, Ingeniero de minas, I ciclo

Hidalgo Reyes, Rolando Hilter (<https://orcid.org/0009-0006-7670-4487>)

rohidalgore@ucvvirtual.edu.pe, Ingeniero de minas, I ciclo

Asesora:

Dra. Morales Rodriguez Mariela (<https://orcid.org/0000-0001-6402-6970>)

Piura – 2025

Generalidades:	
• Nivel:	1
• Objetivo de Desarrollo Sostenible y Meta:	ODS 13: Acción por el clima. Tomar acciones que se dediquen únicamente para combatir el cambio climático y sus posibles consecuencias. ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres. Proteger, restaurar y promover el ecosistema de la tierra dentro la localización de las minas en la lucha contra el uso sostenible, la degradación invertida del suelo y dejar de perder la biodiversidad.
• Línea de Investigación:	Ciudades y comunidades sostenibles.
• Línea de Responsabilidad Social Universitaria:	Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático.

Índice

Carátula

Resumen

Abstract

Índice

I. Introducción

II. Resultados y discusión

Referencias

Anexos

Resumen

La presente investigación, titulada “Minería y Contaminación: El Impacto de los Gases Tóxicos en la Sostenibilidad”, explora el contradictorio papel de la minería como motor económico y amenaza ambiental. Mientras se celebra su aporte al crecimiento del país, se minimiza el silencio con el que los gases tóxicos SO₂, NO₂ y CO₂ se infiltran en el aire, en los cuerpos y en la memoria de los ecosistemas. El propósito del estudio es examinar los efectos de estos compuestos nocivos liberados por la actividad minera sobre la sostenibilidad ambiental, identificando los riesgos invisibles y proponiendo medidas que no solo reparen, sino que prevengan; A partir de casos en Perú y Colombia, se revela que tanto el Estado como las empresas oscilan entre la inacción y el descuido en la aplicación ambiental. Mientras se predica sostenibilidad, se explota la tierra como si el mañana no existiera. Lo que se presenta como progreso deja suelos heridos y comunidades asfixiadas. Frente a ello, los ODS 13 y 15 recuerdan que ningún beneficio económico justifica el lento envenenamiento de la vida. Este trabajo, por tanto, no solo describe un problema, sino que propone caminos para reconciliar la productividad con el derecho a respirar.

Palabras clave: Minería, contaminación, gases tóxicos.

Abstract

This research, titled "Mining and Pollution: The Impact of Toxic Gases on Sustainability," explores the contradictory role of mining as an economic driver and environmental threat. While its contribution to the country's growth is celebrated, the silence with which toxic gases SO₂, NO₂, and CO₂ infiltrate the air, bodies, and the memory of ecosystems is minimized. The purpose of this study is to examine the effects of these harmful compounds released by mining activity on environmental sustainability, identifying invisible risks and proposing measures that not only repair but also prevent them. Drawing on cases in Peru and Colombia, it reveals that both the State and companies oscillate between inaction and neglect in environmental enforcement. While sustainability is preached, the land is exploited as if there were no tomorrow. What is presented as progress leaves wounded soils and suffocated communities. In response, ODS 13 and 15 remind us that no economic benefit justifies the slow poisoning of life. This work, therefore, not only describes a problem, but also proposes ways to reconcile productivity with the right to breathe

.Keywords: Mining, pollution, toxic gases.

I. Introducción

La explotación minera en Perú se manifiesta como una de las actividades económicas más significativas y esenciales de la nación, contribuyendo de manera considerable a las exportaciones del país y al Producto Interno Bruto. Esta actividad de extracción ha sido vista a lo largo de la historia como un impulso para el crecimiento y la mejora. No obstante, sus efectos sobre el medio ambiente generan importantes retos, especialmente en relación con la liberación de vapores nocivos que impactan tanto el entorno como el bienestar de las personas, ya que el propósito dado para la investigación es examinar y entender cómo estos gases nocivos afectan el medio ambiente, emitidos en el proceso minero, con el fin de comprender sus efectos, visibilizar los riesgos que representan para las comunidades y los ecosistemas, y proponer medidas técnicas y preventivas para su mitigación.

En este sentido, entre los principales contaminantes generados por la actividad minera se encuentran el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO₂), el monóxido de carbono (CO) y las diminutas partículas. Estas liberaciones se propagan en la atmósfera, impactando no solo a los empleados del área, sino también a las comunidades cercanas y al balance ecológico del medioambiente.

Por consiguiente, tratar esta situación es fundamental en la actualidad, dado que resalta un conflicto entre la expansión económica y la sostenibilidad del medio ambiente, y requiere respuestas que combinen el progreso con la responsabilidad ambiental.

Irónicamente, en tiempos donde se habla tanto de sostenibilidad, se da a entender que se excava la tierra sin preocuparse por el cielo. Sin embargo, aún queda esperanza: si se alinean las acciones con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el ODS 13 llama a frenar un crecimiento que calienta la Tierra, y el ODS 15 exige cuidar una biodiversidad que no entiende de cifras ni utilidades. En contraposición al extractivismo desenfrenado, estos objetivos proponen una ruta donde producir no sea sinónimo de destruir.

Aquí se presenta lo siguiente: una actividad que promete vida económica, pero que a menudo siembra muerte ambiental. Como un árbol frondoso que por dentro está hueco, la minería avanza con fuerza, pero deja tras de sí huellas profundas de deterioro. Afirma el impulso del país, pero ¿a qué costo?

Es así como este estudio, cual detective ambiental, se propone desenmascarar los efectos de estos gases: identificar al enemigo invisible, medir sus respectivas consecuencias en la salud de la humanidad y en la naturaleza misma, y sugerir estrategias que, con algo de suerte, logren equilibrar el desarrollo económico con la respiración de las personas.

Porque, al fin y al cabo, no se trata de elegir entre progreso o planeta. El verdadero desarrollo no debería ser una elección entre riqueza y salud, entre exportaciones y pulmones. Una minería moderna debería ser como un puente, no como una barrera: que conecte al país con el futuro sin destruir el presente.

A partir de esta premisa, se identifican casos similares en el contexto mundial, como los que se presentan a continuación. De acuerdo con el análisis realizado por Lozada, Ruiz y López (2025), la adopción de prácticas medioambientales adecuadas en la minería es crucial para asegurar una utilización equilibrada y sostenible de los recursos naturales, garantizando su preservación para las generaciones futuras. La tecnología ambiental en la minería de yeso en La Guajira, Colombia, busca facilitar una gestión que sea sosteniblemente ambiental.

De igual forma, en el año 2023, el investigador Zenteno llevó a cabo un análisis enfocado en las comunidades ubicadas en el corredor minero que abarca Cusco y Arequipa. Su propósito era examinar cómo las estrategias de adaptación ante la contaminación ambiental se relacionan con la percepción que tienen los habitantes sobre su calidad de vida. Para lograr esto, la investigación empleó un enfoque numérico con un diseño no experimental de correlación, fundamentado en cuestionarios distribuidos a un conjunto de 50 personas que han sido impactadas por la minería. Los hallazgos indicaron una conexión estadísticamente relevante entre las estrategias de adaptación y la calidad de vida reportada, mostrando que aquellos

que implementan mecanismos emocionales, conductuales o sociales más eficaces suelen disfrutar de un nivel de bienestar superior. Así, la investigación resalta la significancia de fortalecer la resiliencia de la comunidad y de fomentar políticas públicas que incorporen el bienestar humano en la administración ambiental, ofreciendo evidencia importante sobre cómo las respuestas sociales atenúan los efectos negativos de la minería.

Por otro lado, la contaminación minera en Las Lomas, según Atarama (2024), constituye un problema persistente que refleja deficiencias en la gestión ambiental y en la aplicación efectiva de las normativas vigentes. A pesar de que hay normativas creadas para salvaguardar el entorno y el bienestar de la gente, su aplicación es inadecuada para reducir los efectos adversos provocados por la minería. En lugar de contar con un Estado que ejerza un control firme y eficiente, se observa una respuesta institucional limitada que dificulta el control de la minería ilegal y el avance de la contaminación en el valle. En este contexto, la insuficiente aplicación de la legislación ambiental contribuye a la perpetuación del problema y al deterioro progresivo de las condiciones ambientales en la región.

Por lo tanto, la minería presenta un dilema: con una mano crea bienestar económico, mientras con la otra deja marcas profundas en el entorno y en las comunidades que allí residen. Esta actividad, al involucrar procesos intensivos en energía y la quema de combustibles fósiles, genera la emisión de gases tóxicos. Dichos contaminantes deterioran la calidad del aire, alteran los ecosistemas y contribuyen al calentamiento global, comprometiendo a las generaciones futuras.

En este contexto, surge una interrogante clave: ¿De qué manera la emisión de gases tóxicos producidos por la actividad minera afecta la sostenibilidad ambiental?

El objetivo general es examinar el impacto de los gases tóxicos liberados durante la actividad minera sobre la sostenibilidad ambiental, identificando sus efectos en los ecosistemas y proponiendo medidas que permitan reducir su impacto negativo. Los objetivos específicos dados en la investigación, como la clasificación de gases perjudiciales en la minería, permiten entender mejor los riesgos invisibles presentes

en esta actividad. En este sentido, identificar los gases más dañinos en la actividad minera es como encender una linterna en una cueva llena de humo: apenas se comienza a ver el verdadero peligro. Comprender su naturaleza tóxica no solo revela el daño que causan, sino que también desarma la cómoda ignorancia que ha permitido que respirarlos sea casi parte del contrato laboral.

A partir de esta identificación, se hace indispensable considerar las estrategias de detección y vigilancia, ya que aplicar tecnología de detección en la minería debería ser tan obvio como usar un paraguas bajo la lluvia, y sin embargo, aún se discute. Estas herramientas permiten anticipar tragedias, como alarmas antes de un incendio. Pero en un sector donde la prisa por extraer pesa más que la vida, la prevención sigue siendo más teoría que práctica.

Como complemento de estas acciones, surgen las estrategias de prevención y control, que representan una respuesta lógica y necesaria frente al riesgo identificado. Prevenir y controlar la liberación de gases en la minería no es un lujo, sino una necesidad urgente. Es el punto medio entre producir sin límites y preservar lo que aún queda. Así, proteger al trabajador y al entorno se convierte en un acto de justicia ambiental que debería ser la norma, no la excepción.

Por consiguiente, los impactos de la salud y de la seguridad minera reflejan con crudeza las consecuencias de la exposición constante a gases tóxicos. En efecto, estos vapores no piden permiso ni hacen distinción: ingresan al organismo como si fueran parte inevitable del trabajo. A diferencia de lo que se podría pensar, estos riesgos no son hipotéticos, sino que también forman parte de la rutina diaria del minero. En consecuencia, reconocer sus efectos no es solo un acto de conciencia, sino también el primer paso hacia la implementación de políticas efectivas que velen por condiciones laborales dignas. De este modo, se garantiza la protección de la vida de quienes trabajan bajo tierra, esos héroes anónimos del subsuelo.

II. Resultados y discusión

La minería, a pesar de ser un motor de crecimiento económico, es una de las causas más significativas de daño ambiental en América Latina. Este apartado compara dos estudios recientes que evidencian cómo la deficiente aplicación de políticas ambientales, tanto estatales como empresariales, agrava la contaminación en contextos distintos como Perú y Colombia.

La presente comparación entre ambos estudios, el de Atarama (2024) y el de Lozada, Ruiz y López (2025), abordan la problemática ambiental generada por la minería, aunque desde contextos geográficos y enfoques distintos. Mientras el primero se sitúa en el distrito de Las Lomas, en la región de Piura (Perú), el segundo se desarrolla en La Guajira, Colombia, con un análisis centrado en la minería de yeso. A pesar de las diferencias territoriales y metodológicas, ambos trabajos coinciden en señalar que el deterioro ambiental está directamente relacionado con la debilidad en la aplicación de normas ambientales.

Por un lado, Atarama destaca la responsabilidad del Estado peruano al evidenciar que la falta de operatividad de los organismos de control ha permitido la expansión de la minería ilegal. Desde su perspectiva, la contaminación en Las Lomas se ha agravado debido a la inacción institucional y a la escasa capacidad de respuesta frente a las infracciones ambientales. En este sentido, el autor subraya que el problema no radica únicamente en la existencia de normativas, sino en su escasa o nula aplicación en el terreno.

Por otro lado, el análisis realizado por Lozada, Ruiz y López pone mayor énfasis en la actuación de las empresas mineras. Aunque reconocen que algunas compañías han comenzado a adoptar prácticas ambientales responsables, también advierten que estas iniciativas son aisladas y, en muchos casos, insuficientes. Para los autores, el verdadero desafío radica en transformar las prácticas empresariales de manera integral, mediante políticas sostenibles que garanticen una gestión eficaz de los recursos naturales.

Ambos estudios, por tanto, convergen en afirmar que la sostenibilidad de la minería depende de una implementación efectiva de las normas ambientales y de una

supervisión constante por parte de las autoridades competentes. Asimismo, coinciden en que las prácticas empresariales deben alinearse con los principios de responsabilidad ecológica. Sin embargo, se diferencian en el enfoque de la responsabilidad principal: mientras Atarama atribuye el problema al Estado, Lozada y su equipo la dirigen hacia las empresas.

Para finalizar el grupo de investigación plantea las siguientes conclusiones:

En conclusión la investigación permite concluir que la minería, si bien constituye un eje central para el desarrollo económico del país, continúa generando impactos ambientales significativos que comprometen la sostenibilidad. La emisión de gases tóxicos como el SO₂, NO₂ y CO evidencia un riesgo persistente en un conjunto de la humanidad y del ecosistema, acentuado por la limitada implementación de sistemas de detección y la escasa aplicación de políticas preventivas efectivas. En este escenario, los compromisos asumidos por el Estado y las empresas frente al ODS 13 y al ODS 15 deben dejar de ser declaraciones formales para convertirse en acciones concretas. Solo desde una minería verdaderamente responsable, capaz de equilibrar productividad con justicia ambiental, podrá hablarse de desarrollo sostenible y de futuro.

Desde el análisis realizado, se concluye que la presencia de gases como el SO₂, NO₂ y CO en zonas mineras representa un peligro silencioso, muchas veces normalizado. Este hallazgo permite afirmar que la identificación clara de estos compuestos es esencial para entender la magnitud del daño ambiental generado por la actividad extractiva.

A partir de la revisión técnica, se identificó que las estrategias de detección y vigilancia implementadas en contextos mineros son insuficientes y poco sistematizadas. Ello refuerza la necesidad de incorporar tecnologías efectivas que permitan anticipar riesgos y proteger tanto el entorno como a las poblaciones cercanas.

Desde la reflexión crítica sobre las políticas actuales, se establece que la falta de aplicación efectiva de medidas de control refuerza un modelo extractivo desconectado del cuidado ambiental. Frente a ello, se reafirma la importancia de que

las acciones en minería se alineen de forma real con los compromisos del ODS 13 y 15

Referencias

ALFA ULTRA VIRTUAL. Guía práctica: Identificación de peligros: agentes químicos y atmósferas explosivas en minas de carbón [en línea]. s.f. [Consulta: 25 junio 2025].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v17n2/2539-0279-entra-17-02-292.pdf>

ALMEIDA FILHO, N.; CASTIEL, L. D. y AYRES, J. R. Riesgo: concepto básico de la epidemiología. Salud Colectiva [en línea]. 2009, vol. 5, n.º 3, p. 323-344. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en:

<https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1659-02012023000100045>

BERMÚDEZ-MARCILLO, K. J. Análisis de la contaminación ambiental por minería ilegal en el sector San Agustín del Cantón Santa Rosa. ALCON [en línea]. 2024, vol. 4, n.º 5, p. 221-234. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en:

<https://soeici.org/index.php/alcon/article/view/364>

CARTES, A. La necroeconomía de la generación de electricidad para la minería en Tocopilla (Chile). Cuadernos de Historia Social y de las Mentalidades [en línea]. 2017, vol. 13, n.º 2, p. 292-307. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en:

<https://www.scielo.cl/pdf/cuhsotem/v31n2/2452-610X-cuhsotem-00202.pdf>

CASTILLA MANGONES, P. X., et al. Estudio de las aplicaciones de modelos de machine learning en la seguridad minera subterránea de carbón: una revisión bibliográfica. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2024. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/66933>

LOZANO RIVERA, R. C. Seguridad e higiene minera: Guía técnica para la prevención de riesgos en minería subterránea. Huancayo: Universidad Continental, 2024. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16605/1/IVFIN_110TELozanoRivera2024.pdf

MORETTI-VILLEGAS, L. F. y VALIENTE-SALDAÑA, Y. M. Contaminación ambiental y sus efectos en la salud pública. Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA [en línea]. 2023, vol. VIII, n.º 1 (ed. especial). ISSN 2542-3088. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en: <https://ve.scielo.org/pdf/raiko/v8s1/2542-3088-raiko-8-s1-257.pdf>

QUISPE NINA, F. J. Impacto ambiental por la actividad minera informal en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata - Madre de Dios. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2023. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v29n1/a12v29n1.pdf>

SARAVIA YATACO, N. P. y ATARAMA NAVARRO, R. G. La contaminación minera y la ineficacia de la aplicación de las normas ambientales en el distrito de Las Lomas-Piura, 2022. Ica: Universidad Autónoma de Ica, 2024. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en: <http://repositorio.autonomadeica.edu.pe/handle/20.500.14441/2750>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA. Facultad de Ingeniería de Minas. [Investigación académica]. Ayacucho, 2022. [Consulta: 25 junio 2025]. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4e77856c-aaff-479e-af6c-c4fe4fc9eb51/content>

Anexos



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:

Título del ejercicio:

Título de la entrega:

Nombre del archivo:

Tamaño del archivo:

Total páginas:

Total de palabras:

Total de caracteres:

Fecha de entrega:

Identificador de la entrega:

SAMUEL SEBASTIAN MORAN BENITES

Turnitin

esquema de investigacion turnitin 25_06_2025.docx.pdf

esquema_de_investigacion_turnitin_25_06_2025.docx.pdf

100.93K

7

2,015

11,042

25-jun.-2025 10:32a. m. (UTC-0500)

2705891197

I. Introducción

La explotación minera en Perú se manifiesta como una de las actividades económicas más significativas y esenciales de la nación, contribuyendo de manera considerable a las exportaciones del país y al Producto Interno Bruto. Esta actividad de extracción ha sido vista a lo largo de la historia como un impulso para el crecimiento y la mejora. No obstante, sus efectos sobre el medio ambiente generan importantes retos, especialmente en relación con la liberación de vapores nocivos que impactan tanto al entorno como al bienestar de las personas, ya que el propósito de esta investigación es examinar y entender cómo estos gases nocivos afectan al medio ambiente, evalúan en el proceso mismo, con el fin de comprender sus efectos, reducir los riesgos que representan para las comunidades y las autoridades, y proponer medidas técnicas y preventivas para su mitigación.

En este sentido, entre los principales contaminantes generados por la actividad minera se encuentran el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el monóxido de carbono (CO) y las diversas partículas. Estas liberaciones se propagan en la atmósfera, impactando no solo a los empleados del área, sino también a las comunidades cercanas y al balance ecológico del medioambiente.

feedback studio

SAMUEL SEBASTIAN MORAN BENITES | esquema de investigacion turnitin 25_06_2025.docx.pdf

I. Introducción

La explotación minera en Perú se manifiesta como una de las actividades económicas más significativas y esenciales de la nación, contribuyendo de manera considerable a las exportaciones del país y al Producto Interno Bruto. Esta actividad de extracción ha sido vista a lo largo de la historia como un impulso para el crecimiento y la mejora. No obstante, sus efectos sobre el medio ambiente generan importantes retos, especialmente en relación con la liberación de vapores nocivos

Resumen de coincidencias

1 %

Coincidencia 1 de 1

1

www.princest.es

Puerta de Internet

1 %

2

www.coursehero.com

Puerta de Internet

<1 %

14