



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ATIT_2025_FIAS-013

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR
LOS GASES CONTAMINANTES EN LA MINERA LAS
BAMBAS, COTABAMBAS, APURÍMAC, 2023**

Presentado por:

NICOLE STEFANYA MEJIA CHACALIAZA

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 20%** por el cual se otorga el calificativo de:

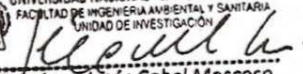
APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20163247**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

04 de Febrero del 2025.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
DIRECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA



TESIS

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS
GASES CONTAMINANTES EN LA MINERA LAS BAMBAS,
COTABAMBAS, APURÍMAC, 2023**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES

PRESENTADO POR:

MEJIA CHACALIAZA, NICOLE STHEFANYA

ICA- PERÚ

2024

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO	II
RESUMEN	III
SUMMARY.....	IV
I. INTRODUCCIÓN	5
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	6
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.2.1. Antecedentes internacionales.....	7
1.2.2. Antecedentes nacionales.....	8
1.3. BASES TEÓRICAS.....	9
1.4. FORMULACIÓN DE PROBLEMA	15
1.4.1. Problema principal.....	15
1.4.2. Problemas específicos.....	15
1.5. OBJETIVOS	15
1.5.1. Objetivo principal.....	15
1.5.2. Objetivos Específicos.....	15
1.6. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6.1. Hipótesis principal.....	16
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	16
1.7. VARIABLES	16
1.7.1. Variable independiente.....	16
1.7.2. Variable dependiente.....	16
1.7.3. Operacionalización de variables.....	17
1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	18
1.8.1. Justificación.....	18
1.8.2. Importancia.....	18
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA	19
2.1. ÁREA DE ESTUDIO	19
2.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	21
2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	21
2.2.2. Población y muestra	21
2.3. PROCEDIMIENTO DE LA METODOLOGÍA GENERAL.....	21
2.3.2. Instrumento de recolección de datos.....	21
2.3.3. Análisis e interpretación de datos	21
III. RESULTADOS.....	23
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	43
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES.....	77
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

RESUMEN

La presente investigación titulada “Estudio de impacto ambiental generado por los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023”, partió del siguiente problema ¿Qué impactos ambientales generan los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023?, tuvo como objetivo general, Evaluar los impactos ambientales que generan los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023.

La población estará conformada por los pobladores y trabajadores de la empresa minera las bambas, Apurímac.

El método empleado en la investigación fue de enfoque cuantitativo, tipo observacional-longitudinal, con diseño de investigación no experimental de nivel descriptivo, que recogió la información en un periodo específico que se desarrolló al aplicar los instrumentos: Cuestionario, se consideró un cuestionario tipo escala Likert siempre, casi siempre, a veces, casi nunca, nunca, que brindaron información acerca del impacto ambiental generado por los gases de la minería las bambas, Apurímac los resultados se representan gráficamente y textualmente.

La evaluación de los parámetros ambientales es considerada como un instrumento que permite estudiar y evaluar los problemas ambientales.

Se ha comprobado que la exposición a los contaminantes atmosféricos es capaz de afectar a la salud humana de diversas maneras: enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares, además de enfermedades respiratorias crónicas y cáncer de pulmón.

“La contaminación del aire es el principal riesgo ambiental para la salud pública en las Américas”[1].

“Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire han sido fijados por el Estado Peruano mediante el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire del Perú”[2], aprobado por el D.S. N° 074-2001-PCM y el D.S. N° 003-2008-MINAM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire”[3].

Se pretende informar sobre el impacto ambiental dentro de la minería las bambas, así como evaluar específicamente los gases contaminantes.

Palabras Claves: Impacto ambiental, gases, contaminación, minería

SUMMARY

The present research titled “Environmental impact study generated by polluting gases in the Las Bambas mining company, Cotabambas, Apurímac, 2023”, started from the following problem: ¿What environmental impacts do the polluting gases generate in the Las Bambas mining company, Cotabambas, Apurímac, 2023?, had the general objective of Evaluating the environmental impacts generated by polluting gases in the Las Bambas mining company, Cotabambas, Apurímac, 2023.

The population will be made up of residents and workers of the Las Bambas mining company, Apurímac.

The method used in the research was a quantitative approach, observational-longitudinal type, with a non-experimental research design of a descriptive level, which collected the information in a specific period that was developed by applying the instruments: Questionnaire, a scale-type questionnaire was considered. Likert always, almost always, sometimes, almost never, never, that provided information about the environmental impact generated by the gases from the Las Bambas mining, Apurímac, the results are represented graphically and textually.

The evaluation of environmental parameters is considered an instrument that allows studying and evaluating environmental problems.

It has been proven that exposure to air pollutants is capable of affecting human health in various ways: heart disease and stroke, as well as chronic respiratory diseases and lung cancer.

“Air pollution is the main environmental risk for public health in the Americas”[1].

“The Environmental Quality Standards for Air have been set by the Peruvian State through the Regulation of National Environmental Quality Standards for Air of Peru”[2], approved by the D.S. No. 074-2001-PCM and D.S. N° 003-2008-MINAM “Regulation of National Environmental Quality Standards for Air”[3].

The aim is to report on the environmental impact of Las Bambas mining, as well as to specifically evaluate polluting gases.

Keywords: *Environmental impact, gases, pollution, mining*

I. INTRODUCCIÓN

Los impactos ambientales podrán considerarse positivos o negativos, teniendo en cuenta los elementos ambientales que afecten.

“Según investigaciones del Instituto Peruano de Economía en Perumin, aporta un poco más del 52% de los activos, el 22% de lo que recibe la SUNAT, el 12% del PBI, representa gran parte de la inversión privada, entre tantos rubros macroeconómicos. Por lo tanto, el sector minero es importante como eje económico”[4].

En los años recientes, a causa de los altos precios de los metales, la extracción minera ha sido sumamente relevante desde el punto de vista macroeconómico, representando el 61,98% del total de la exportación peruana y el 5,82% del PIB en 2007.

“La legislación peruana estipula que los proyectos que en su desarrollo puedan ocasionar un impacto ambiental moderado y que sus repercusiones negativas puedan ser anuladas a través de la ejecución de acciones de fácil aplicación, deberán presentar un estudio de impacto ambiental semidetallado”[5].

“Las perturbaciones provocadas por la minería afectan al medio físico a causa, por ejemplo, de la pérdida de hábitats o de poblaciones locales”[6].

“No hay duda de que la falta de cultura ambiental condiciona el problema de la contaminación, por eso en nuestro país es urgente promover la cultura ambiental, debido al grave deterioro ambiental que nos trajo esta falta de cultura ambiental”[7].

Cabe mencionar ciertos impactos ambientales: emisiones de gases y sustancias sólidas procedentes de la combustión del petróleo para obtener energía y de la utilización de equipos, emisiones de mercurio líquido en la etapa de molienda y amalgamación y en formación de gas en la fase de refinado, accidentes laborales debidos a la inseguridad de las condiciones de trabajo, derrames de combustibles, aceites y lubricantes, modificación del uso del suelo de pastoreo a actividad minera, creación de escuelas, producción de residuos sólidos y aguas residuales por parte de la población, etc.

Con el fin de aportar a la reducción de la contaminación en este sitio, se ha propuesto identificar los impactos ambientales generados por la minería las bambas y se desarrollan actividades concretas en las etapas más críticas de los contaminantes de la minería las bambas.

Por ello, es preciso determinar los impactos producidos como efecto de la actividad minera las bambas, a fin de establecer algunas medidas de mitigación para corregir los efectos dañinos a mediano y largo plazo y así poder plantear acciones de control para minimizar su impacto.

1.1. Situación problemática

El Perú es un país que sustenta su economía en la minería y cuenta con un variado potencial geológico envidiable, en su territorio se encuentran varios de los proyectos mineros más importantes del mundo, el gran aporte de este a la economía a través de las exportaciones posiciona al país en el mundo como uno de los principales países mineros, siempre y cuando sea atractivo para la inversión extranjera.

La minería produce alteraciones medioambientales y sociales independientemente del lugar en el que se lleve a cabo. Las alteraciones provocadas por la minería pueden repercutir en el medio físico (a través, por ejemplo, de la degradación de los hábitats y la contaminación de las aguas superficiales y del subsuelo) o en las localidades (a través, por ejemplo, de las transformaciones culturales debidas a la presencia de obreros mineros).

De acuerdo con la normativa peruana, la Pequeña Minería y la Minería Artesanal son labores que se basan en el uso con carácter intencional de mano de obra, lo que las hace una importante fuente laboral y de producción de ganancias colaterales en el Perú.

La guía del Ministerio de Energía y Minas para la preparación de estudios de impacto ambiental indica que deben determinarse y analizarse todas las posibles repercusiones ambientales asociadas a las actividades del proyecto.

La explotación del mineral impacta el medio ambiente, provocando emisiones y afectaciones a: tierra, suelo, agua (subterránea y superficial), aire, flora y fauna, ecosistemas, etc. No obstante, se generan también impactos positivos: fuentes de ingresos, generación de empleos, ejecución de proyectos de educación, salud y transporte.

En cuanto a la evaluación de impacto, señala que en la mayor parte de los casos se pueden cuantificar las repercusiones; sin embargo, también pueden ser necesarias evaluaciones cualitativas cuando se disponga de datos específicos.

Por lo tanto, frente a la problemática expuesta, ha sido oportuno identificar los aspectos ambientales y evaluar los impactos y riesgos generados por los gases contaminantes de la actividad minera sobre el medio ambiente, la salud de los trabajadores y los pobladores de Cotabambas, Apurímac.

Finalmente, las conclusiones obtenidas y las recomendaciones formuladas servirán para mejorar el nivel de desarrollo de la actividad, entre otros aspectos, la calidad de vida y al desarrollo sostenible de los recursos naturales de la zona.

1.2. Antecedentes de la investigación

1.2.1. Antecedentes internacionales

Jensen en su estudio de investigación “Diseño de una estrategia de reducción de emisiones en el proceso de extracción de mina, tiene como conclusión”[8]

“Los resultados encontrados indican que las emisiones de material particulado (MP) y óxidos de nitrógeno (NOx) provenientes de la gran minería son significativas en la relación con el inventario de emisiones de GEI de la Región Metropolitana, representando un 19% y 112%, respectivamente”[8], “Se propone adoptar disposiciones que posibiliten a la gran minería chilena afrontar de la mejor manera posible los nuevos desafíos ambientales”[8].

Porrás En su estudio de investigación “Análisis del impacto ambiental, generado en los últimos diez años, por las actividades mineras realizadas en el municipio de Sibate, tuvo como conclusión”[9]

“Los resultados obtenidos son la caracterización y valoración de los impactos posibles que están generando afectación al municipio de Sibate-Cundinamarca de manera ambiental, social y cultural, lo cual pone en riesgo los recursos ambientales de las presentes y futuras generaciones, además del daño ambiental como elementos de protección en este tema”[9], “es importante resaltar la importancia del diseño de la metodología con la cual se puede llegar a la generación de un sistema de información el cual será de utilidad para el municipio y cualquier persona o entidad que desee saber el estado actual del municipio en cuanto a impactos ambientales, áreas afectadas, áreas de proyectos mineros”[9].

Figueredo et al., En su estudio de investigación “Plan de manejo ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechi en el bajo Cauca-Región de la Mojana, tuvo como conclusión”[10]

“En el municipio de Nechi se establece un plan de manejo ambiental que define medidas y acciones dispuestas en el transcurso del tiempo para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos y efectos negativos que un evento minero tiene sobre el medio ambiente y, al mismo tiempo, potenciar los impactos positivos que este proceso origina”[10], “Se precisan en el sector de la salud programas de atención, fomento y prevención para los pobladores que viven en los entornos de las zonas mineras, ofreciendo diversas opciones de atención cerca y dentro de la zona minera”[10].

1.2.2. Antecedentes nacionales

Almendro en su estudio “Estudio de impacto ambiental del proyecto de explotación minera Poshan, en el Distrito de Guzmango/Tantarica-Contumaza-Cajamarca, nos da como resultados”[11]

“La evaluación cualitativa del proyecto señala que es factible realizarlo, teniendo en cuenta en todo caso la adopción de medidas correctivas y paliativas para los impactos negativos y de adopción de técnicas de mejora para los impactos positivos”[11], “La población debe ser informada con un buen grado de precisión del Proyecto, en la medida de sus posibilidades de comprensión”[11].

Blanco et al., en su estudio “Identificación y valorización de impactos ambientales generados por las actividades de la Minería informal, en el cerro Luicho del Distrito de Colta, Provincia de Paucar del Sara Sara, Ayacucho, aterriza en el siguiente resultado”[12]

“Se han identificado y evaluado los impactos ambientales significativos causados por la actividad minera, detectando en torno a 42 impactos ambientales, de los cuales 10 son significativos”[12], “Se proponen programas de mitigación, principalmente mediante la educación ambiental”[12].

Julca en su estudio “Evaluación de los impactos ambientales generados por el funcionamiento de la planta complementaria de beneficio de minerales oxidados en el Distrito de Simón Bolívar de Rancas perteneciente a Volcán Compañía Minera S.A.A, aterriza en el siguiente resultado”[13]

“El impacto ambiental sobre la población en cuestión, que es la ciudad de Paragsha, es positivo en los aspectos socioeconómicos de empleo y dinamización del sector económico local como resultado del establecimiento de la planta de óxidos y sus actividades auxiliares en casi todas las actividades del proyecto, con fuentes de empleo y desarrollo comercial, lo que resulta en un impacto bajo”[13], “Promover este estudio a las poblaciones vecinas del distrito con el fin de adoptar acciones preventivas para la salud de sus habitantes”[13].

Antecedentes locales

La bibliografía relacionada con el tema ha sido revisada y no se ha encontrado ninguna búsqueda con respecto a él.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Impacto ambiental

El impacto ambiental es definido “como todo cambio que se presenta en el medio ambiente, de modo adverso o beneficioso, proveniente en todo o en parte de las actividades y productos humanos; que se produce por aspectos que actúan en interacción con el medio ambiente, conformando a su vez los aspectos que tienen que ser evaluados y controlados, siempre que puedan causar un impacto negativo en el aspecto ambiental y social”[14].

Al respecto, Zaror se refiere al impacto ambiental “como la alteración del medio ambiente, causada directa o indirecta por la acción humana (obras mineras) o por una actividad desarrollada en una zona determinada; constatando que los impactos ambientales tienen que ser positivos o negativos, es decir, beneficiosos o indeseables”[15].

El impacto ambiental “es todo acto producido por actividades antrópicas o del medio natural sobre el entorno, siendo técnicamente un desbalance de la línea de base ambiental (valor natural de un lugar), del desempeño o de las acciones realizadas por un cierto ecosistema”[16].

En consiguiente, se señala que el impacto ambiental “es toda alteración producida por cualquier acción del hombre en el medio natural, causando impactos de garantía positivos o negativos sobre el uso del mismo”[17].

1.3.2. Tipos de impacto ambiental

Desde un enfoque teórico, se podrían distinguir los siguientes tipos de impacto ambiental:

Impactos Directos: Impactos o cambios en el entorno causados directamente por la elaboración del proyecto o la ejecución de una específica acción competitiva, económica o social.

Impactos Indirectos: “Son aquellas modificaciones, efectos o impactos que inciden en el medio ambiente y que son provocados por el proyecto o actividad productiva, pero que están muy alejados de ellos en el contexto espacial o temporal”[18].

Impactos Acumulativos: “Impactos resultantes de la unión o acumulación de los daños causados por cualquier tipo de actividad anterior, actual o prevista”[18].

Impactos Sinérgicos: “Impactos ambientales que ocasionan efectos superiores a la suma de sus partes (por ejemplo, la pérdida de un tipo de hábitat que acaba provocando la desaparición de una determinada comunidad de fauna, etc)”[18].

Impactos Naturales: “Impactos vinculados a la conservación de los recursos naturales, como el agua, el aire, el suelo y la biodiversidad, que pueden tener efectos muy perjudiciales y nocivos para las especies, ya que la contaminación constante puede conducir a la eliminación o al exterminio de las especies y provocar una cadena de problemas ecosistémicos y medioambientales”[18].

Impactos Económicos: “Estos impactos están asociados a los costes causados por las alteraciones y repercusiones que se presentan en el contexto ambiental y que inciden en el desarrollo económico y financiero de la población”[18].

1.3.3. Clasificación del impacto ambiental

El impacto ambiental se puede clasificar de la siguiente manera:

Irreversible: “Es aquel impacto cuya repercusión en el medio ambiente es de tal dimensión que no es factible recuperar su línea de base original, ni siquiera a través de acciones y actividades de restauración ambiental”[19].

Temporal: “Un impacto con una magnitud que no provoca grandes repercusiones y facilita que el medio ambiente se recupere a su línea de base original en un corto período de tiempo”[19].

Reversible: “Es aquel impacto que se genera cuando el medio ambiente puede restablecerse a lo largo del tiempo, ya sea a corto, medio o largo plazo, pero no supone obligatoriamente que pueda volver a su línea de base original”[19].

Persistente: “Es el impacto que incide en el medio ambiente, y que tiene una incidencia a largo plazo y es ampliable en el tiempo”[19].

1.3.4. Evaluación del impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental (EIA) “se define como el procedimiento formal para anticipar las condiciones medioambientales de una medida o propuesta jurídica, la aplicación de medidas y planes, o la ejecución de iniciativas de gestión sostenible”[20].

1.3.5. Impacto medioambiental de la minería

“Las actividades mineras repercuten negativamente en los recursos hídricos, así como en los ecosistemas tienen graves consecuencias, la degradación de los suelos, la extinción de los bosques, todo ello afecta a la vida acuática de las especies, los efectos hacen que los materiales arrastrados aumenten el nivel de turbidez de los ríos, lo que también altera la vida acuática y de otras especies, el mercurio utilizado tiene un gran impacto bioacumulativo en los peces y éstos son los que consumen las personas perjudicadas”[21].

1.3.6. Conflictos socioambientales

“En cuanto a la capacidad de control de los procesos de tratamiento de conflictos, la PCM ha creado organismos adscritos a ella, con el objetivo de llevar a cabo acciones vinculadas a la gestión de los conflictos sociales que surgen en todos los sectores de gobierno, algunos de los cuales se denominan Unidad de Gestión de Conflictos Sociales, desarrollando sus capacidades con un carácter de ámbito nacional”[22].

1.3.7. Efectos de la minería sobre el ecosistema

“Los efectos de la minería se pueden observar con claridad en Madre de Dios, ya que tiene consecuencias negativas sobre las fuentes de agua que afectan a los ecosistemas, como la pérdida de recursos vegetales como los árboles y sus repercusiones inmediatas sobre la fauna terrestre y agrícola, la flora asociada y los seres humanos, debido sobre todo a la presencia de mercurio”[23].

1.3.8. Metodología para evaluar el impacto ambiental

“Los métodos se escogen en función de las necesidades y particularidades de la entidad (ubicación geográfica, normativa, recursos disponibles, capacidad de acceso a determinados métodos, etc.), por lo que los motivos y la ponderación de cada variable de evaluación cambian de una entidad a otra”[24].

“Para llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental se emplean diferentes metodologías, ciertos métodos son globales, otros muy específicos, pero de todos ellos se pueden obtener técnicas que, con variaciones, pueden ser útiles para la evaluación, se clasifican en función de la evaluación empleada generalmente, aunque algunos de los métodos ofrecen por sí mismos una forma completa de proceder”[25].

“La mayoría de estos métodos están desarrollados para trabajos específicos, por lo que a veces no es fácil utilizarlos tal y como fueron creados, pero adecuándolos a cada trabajo concreto, pueden ser muy útiles”[25].

Las metodologías de evaluación de los impactos ambientales suelen considerar los siguientes:

Método de Leopold

“Se ha establecido para evaluar los impactos ambientales, y consta de una matriz de doble entrada en la que los factores ambientales que pueden verse afectados se ordenan en las filas y las actividades que se desarrollarán en un proyecto se ordenan en las columnas, tomando en consideración estas últimas como origen de los posibles impactos”[25].

“método que evalúa con 2 atributos (magnitud e importancia), según los autores, los impactos que obtienen las puntuaciones más altas se consideran significativos y deben ser analizados en profundidad”[25].

Método cualitativo

“Se basa en la calificación de atributos que pretenden detallar el impacto ambiental, cada atributo se evalúa de forma subjetiva, utilizando escala cualitativa o calificativa (como elevado, medio, reducido, etc.) a la que se ha atribuido un índice de valoración cuantitativa, de modo que aumente a medida que califica una condición no deseada”[25].

Método de la matriz de valoración de riesgos RAM

“Metodología centrada en las circunstancias y la probabilidad de ocurrir una cierta intervención, esta metodología es bastante utilizada en el sector de hidrocarburos, ya que fue el resultado de una adecuación hecha por Ecopetrol a la metodología cualitativa”[25].

Método Battelle-Columbus

“Consta de una lista de comprobación que valora las características ambientales, mediante una unidad contrastable que permite su comparación”[25].

1.3.9. Cuidado del medio ambiente

“Es donde el ser humano se relaciona con sus semejantes, lo llamamos entorno, así mismo el sujeto se acostumbra a él, lo industrializa y lo aprovecha para su beneficio y satisface sus necesidades básicas, las actitudes y los valores juegan un papel elemental para el compromiso con la sociedad”[26].

1.3.10. Ambiente

“Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de procedencia natural o antrópica, que envuelven a los seres vivos y condicionan su existir”[27].

1.3.11. Conservación ambiental

“La conservación del medio ambiente o de las distintas especies significa encargarse de todos los seres vivos de la Tierra y se basa en evitar el uso inapropiado de los recursos naturales y la deforestación de los lugares verdes y en garantizar la presencia de organismos, animales y plantas”[28].

1.3.12. Bioacumulación

Almacenamiento de ciertas materias químicas en los tejidos de los organismos vivos directamente o a partir de la cadena alimentaria, llegando a niveles de concentración más elevados que en el medio al que está expuesto. Suele referirse a la concentración de metales, pero el concepto también se utiliza para designar sustancias orgánicas resistentes, como los orgánicos clorados.

1.3.13. Emisión

“La emisión es la concentración de sustancias contaminantes emitidas por una fuente de emisión determinada, que se mide a la salida de la mencionada fuente de emisión”[29].

1.3.14. Contaminación

“Se produce cuando los niveles de concentración de residuos ocasionan efectos nocivos para los organismos vivos”[30].

1.3.15. Contaminación atmosférica

“Situación en el cual una sustancia impacta en el medio ambiente por su exceso de concentración en el medio natural normal, afectando la calidad de aire, el ecosistema y la salud”[31].

1.3.16. Contaminación del aire

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), “La contaminación atmosférica existe al aparecer alguna o varias sustancias desconocidas en su composición, en determinadas magnitudes y en ciertos lapsos de tiempo, que podrían ser perjudiciales para las personas, los animales, las plantas o el suelo, y/o alterar el buen estado y el uso de los bienes”[32].

La contaminación atmosférica es un riesgo medioambiental fundamental para la salud, si se reducen los índices de contaminación atmosférica, los Estados pueden disminuir la proporción de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y enfermedades pulmonares graves y crónicas, como el asma. A medida que se reducen los grados de contaminación atmosférica, mejora la salud respiratoria y cardiovascular de la población, tanto a largo como a corto plazo.

“Sustancia que se presenta en el aire y que, dada su alta concentración, causa daños a la salud humana, a la flora y a la fauna”[33].

1.3.17. Calidad de aire

Landero indica que “La apreciación de la calidad del aire no siempre está relacionada con las características reales del entorno; hay determinados factores que fomentan la percepción de un aire más contaminado, tales como la existencia de alguna fábrica o industria. Puesto que el riesgo concebido no siempre se asemeja al riesgo real, es obvio que la existencia de la industria, la difusión de información gubernamental y los medios de comunicación condicionan la percepción de los contaminantes atmosféricos. Las tres herramientas fundamentales para valorar la calidad del aire lo son: i) la vigilancia del entorno; ii) la modelización; y iii) el inventario o la medición de las emisiones”[34].

1.3.18. El sector minero en el Perú

“El sector minero en Perú ha evolucionado positivamente y somos el segundo productor mundial de cobre, estamos en una buena posición en el ranking mundial en la producción de metales como el oro, la plata, el zinc, el plomo, etc.”[35].

1.4. Formulación de problema

1.4.1. Problema principal

¿Qué impactos ambientales generan los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023?

1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuáles son el impacto ambiental generados por los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023?

PE2: ¿Cómo es el impacto ambiental generado por los gases contaminantes que afecta a la población en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo principal

Evaluar los impactos ambientales generan los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023.

1.5.2. Objetivos Específicos

OE1: Determinar los impactos ambientales generan los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023.

OE2: Determinar cómo son los impactos ambientales generado por los gases contaminantes que afecta a la población en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023

1.6. Hipótesis y variables de la investigación

1.6.1. Hipótesis principal

La evaluación de los impactos ambientales influye directamente en la generación de los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023

1.6.2. Hipótesis Específicas

HE1: Los impactos ambientales determinados reducirán la contaminación generada por los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023

HE2: Al determinar cómo son los impactos ambientales generado por los gases contaminantes influirá directamente en la afectación a la población en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

Impacto ambiental

1.7.2. Variable dependiente

Gases contaminantes

1.7.3. Operacionalización de variables

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variables	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
VI: “Impacto ambiental”	“Alteración del medio ambiente, causada directa o indirecta por la acción humana (obras mineras) o por una actividad desarrollada en una zona determinada; constatando que los impactos ambientales tienen que ser positivos o negativos, es decir, beneficiosos o indeseables”[15].	D_{I,1}: “Tiempo de exposición”	“Sustancias químicas”	“Encuesta”
VD: “Gases contaminantes”	“Los gases contaminantes son desechos producidos en fase gaseosa, algunos de los cuales son tóxicos para el ser humano en función de sus concentraciones y altamente contaminantes para el suelo y el agua”[36].	D_{D1}: “Efectos en la salud”. D_{D2}: “Medidas de protección”.	“Planes de contingencia”	“Estadística de fiabilidad de Alfa de Cronbach”

1.8. Justificación e Importancia

1.8.1. Justificación

En vista de los problemas descritos anteriormente, ha sido conveniente identificar los aspectos medioambientales y evaluar los impactos y riesgos generados por las actividades mineras en el medio ambiente, la salud de los trabajadores de la minería y las poblaciones de los alrededores; este estudio de investigación proporcionará conocimientos y metodologías adecuadas de control y mitigación.

La metodología consiste en evaluar sobre el terreno utilizando dos fases, en primer lugar, la identificación de las actividades de la empresa y en segundo lugar el diagnóstico de los impactos ambientales y su ponderación por medio de la matriz de Leopold.

1.8.2. Importancia

La minería no sólo es relevante en los ámbitos económico y social del país, sino que además lo es en los ámbitos político y ambiental, lo que a través del uso de un análisis ambiental nos ha posibilitado conocer una serie de impactos ambientales provocados por la minera Las Bambas y sus labores desarrolladas en la zona.

La información es necesaria para que esta investigación sirva como instrumento de apoyo a nivel social, como los ciudadanos que son los más perjudicados y tienen dudas sobre si la empresa las bambas está afectando al medio ambiente.

Este trabajo también permite que la empresa minera las bambas tomen medidas preventivas o correctivas para minimizar la contaminación ambiental que causa de sus actividades a los factores ambientales del entorno, el cual conllevaría a mejorar la calidad de vida.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

La estrategia metodológica nos ayudará a determinar las técnicas, métodos y procedimientos para dar solución a la problemática, objetivos e hipótesis planteados en la presente investigación.

2.1. Área de estudio

“Se localiza en la Provincia de Cotabambas, es una de las siete que conforman el departamento de Apurímac, cuenta con una población de 50, 656 habitantes (según Censo INEI 2017)”[37]

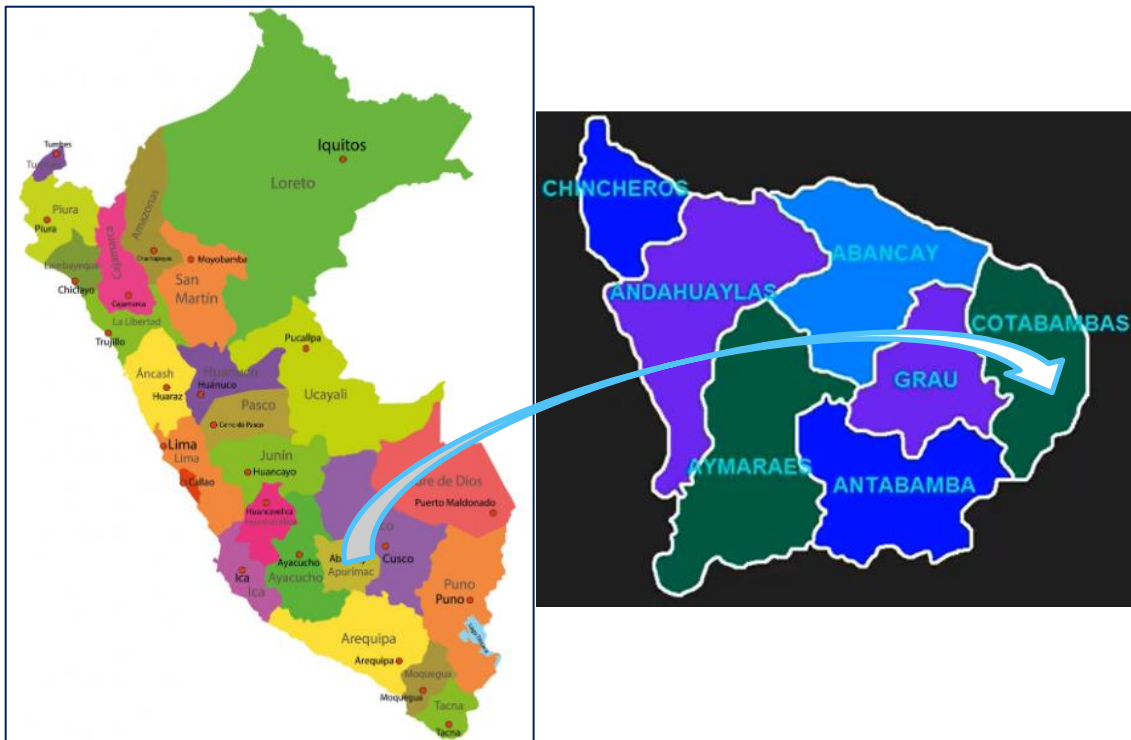


Figura 1 Departamento de Apurímac

“El departamento de Apurímac, es uno de los veinticuatro departamentos que forman la República del Perú, ubicado en el sur del país, limitando al noreste con Cusco, al sur Arequipa y oeste Ayacucho”[38].

Ubicación Geográfica

El proyecto minero Las Bambas está ubicado en los distritos de Challhuahuacho y Progreso, pertenecientes a las provincias de Cotabambas y Grau, en el departamento de Apurímac. La operación se desarrolla en una zona con altitudes comprendidas entre los 3,800 y 4,650 metros sobre el nivel del mar, en la región que separa las cuencas de los ríos Santo Tomás, hacia el este, y Vilcabamba, hacia el oeste, ambos afluentes de la cuenca del río Apurímac[39].

La zona de influencia social indirecta ha experimentado una notable reducción. En sus inicios, comprendía los distritos de Chalhuahuacho, Coyllurqui, Tambobamba, Mara y Haquira, todos en la provincia de Cotabambas, así como el distrito de Progreso en la provincia de Grau, ambos situados en la región de Apurímac. Además, se extendía a los distritos de Chamaca, Colquemarca y Velille, pertenecientes a la provincia de Chumbivilcas, y a los distritos de Coporaque y Espinar en la provincia de Espinar, dentro de la región de Cusco. Sin embargo, actualmente, esta área de influencia se ha limitado exclusivamente a los distritos de Chalhuahuacho (provincia de Cotabambas) y Progreso (provincia de Grau) en Apurímac[39].

Fig. 2: Proyecto minero Las Bambas



2.2. Metodología de investigación

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo, “El tipo de estudio de la investigación es correlacional aplicada”[40].

Nivel, “El nivel descriptivo”[41].

Diseño, “Según el análisis y el alcance de los resultados esta investigación es de diseño cuantitativo, no experimental, de tipo observacional ya que el objetivo será la observación y registro de los acontecimientos sin intervenir en el curso natural de estos”[42].

2.2.2. Población y muestra

Población

Estará constituida por los trabajadores y pobladores y la empresa minera las bambas, Apurímac

Muestra

La muestra será determinada por el área total de las instalaciones de la empresa minera las bambas, Apurímac

2.3. Procedimiento de la metodología general

2.3.1. Técnica de recolección de datos

“Se utilizará la *técnica* de la observación, análisis sistematización de fuentes documentales, encuesta e inmersión en el campo”[43].

2.3.2. Instrumento de recolección de datos

“Como *instrumento* de recojo de información se utilizarán: Guía de observación, cuestionario de preguntas, fichas bibliográficas, matriz de tipo Leopold, jerarquización de los impactos”[43].

2.3.3. Análisis e interpretación de datos

Carrasco, “La documentación se llevará a cabo utilizando el software Excel, permitiendo una organización precisa de los datos. Asimismo, el análisis se basará en pruebas de hipótesis estadísticas, enfocándose en las principales variables del estudio. Se abordarán

también las dimensiones de los efectos mediante el paquete estadístico SPS, con el fin de garantizar una evaluación rigurosa de los resultados obtenidos”[44]

Este se sitúa a altitudes que oscilan entre los 3,800 y 4,650 metros sobre el nivel del mar, en la divisoria de las cuencas de los ríos Santo Tomás al este y Vilcabamba al oeste, ambos integrantes de la cuenca del río Apurímac[39].

3.1. Identificación de las Actividades Realizadas por la Minera

El área de influencia indirecta social también se habría reducido. Inicialmente estaba constituida por los distritos de Chalhuanahuacho, Coyllurqui, Tambobamba, Mara y Haqira en la provincia de Cotabambas y el distrito de Progreso en la provincia Grau, de la región Apurímac. Así como también por los distritos de Chamaca, Colquemarca y Velille en la provincia de Chumbivilcas y los distritos de Coporaque y Espinar, en la provincia de Espinar, de la región Cusco. Actualmente comprendería solo los distritos de Chalhuanahuacho (provincia de Cotabambas) y Progreso (provincia de Grau), en la región Apurímac[39]. “Cerca de Chalhuanahuacho está el cerro Ferrobamba, donde se ubica el primer tajo destinado a la explotación. Es una mina “a tajo abierto”, puesto que el mineral se encuentra cerca de la superficie”[45]. “Esto contrasta con la imagen tradicional del trabajo minero, que se realiza en socavones y túneles subterráneos. En este caso, la operación es a cielo abierto. Sin embargo, los desafíos logísticos han sido significativos. Ubicada en una zona montañosa a más de 4.000 metros sobre el nivel del mar, el acceso a la operación ha sido sumamente difícil debido a las condiciones geográficas extremas”[45].

Fig. 4: Operaciones en la minera las Bambas



“Cerca de 14.000 personas trabajaban en labores de construcción y operaciones para Las Bambas”[45].

“Un estudio de impacto ambiental (EIA) es un estudio técnico, realizado por un equipo multidisciplinario, que busca predecir y gestionar los impactos de un proyecto sobre las personas y la naturaleza, y es reconocido a nivel internacional en el caso de proyectos de gran escala”[45].

“Las Bambas se ha relacionado activamente con las comunidades de su área de influencia y las ha involucrado en diversos procesos, como el levantamiento de la línea base ambiental. También ha realizado monitoreos de la calidad del agua, el aire, los suelos y la flora y fauna de la zona”[45].

“Para lograr la aprobación de su estudio de impacto ambiental, Las Bambas, en coordinación con las autoridades, realizó un amplio proceso de participación ciudadana, que incluyó talleres para explicar el alcance del proyecto, las medidas de manejo ambiental y la importancia de un EIA, y difundió esta información por radio y otros medios de comunicación”[45].

“Las modificaciones del estudio de impacto ambiental de Las Bambas fueron revisadas. De manera general, el proceso operativo en Las Bambas comienza con la extracción del material desde el tajo, el cual es transportado en camiones hacia el "chancador primario". Este equipo tiene la función de reducir el tamaño de las rocas, que puede variar considerablemente, a un diámetro máximo de 18 centímetros. Posteriormente, una faja transportadora de 183 centímetros de ancho se encarga de trasladar este material a lo largo de 5,2 kilómetros hacia la pila de acopio de material grueso. El sistema de transporte y la infraestructura dispuesta para la explotación del mineral son imponentes y visualmente impresionantes. El material grueso almacenado es extraído y transportado mediante fajas transportadoras hacia la planta concentradora, donde se realiza un proceso de molienda. Este proceso utiliza dos tipos de molinos: los molinos semiautógenos (SAG) y los molinos de bolas. Ambos sistemas están cerrados y contienen bolas de acero en su interior, las cuales, al girar dentro de los molinos, interactúan con la roca, triturándola hasta convertirla en partículas más pequeñas. Estas partículas de mineral alcanzan un tamaño de aproximadamente 0,18 milímetros, comparable con el de la arena fina, tras pasar por este proceso. Rivera añade que estos molinos *son los más grandes del mundo. [...] Somos la única mina en el mundo que tiene dos niveles de molienda de ese tamaño* ”[45].

“A continuación, luego de pasar por los molinos, el material es dirigido a un área de “cyclones”, donde se le clasifica como fino o grueso. El material grueso vuelve al circuito de

molienda y el material fino pasa a un circuito de flotación donde, mediante procesos físicos y químicos, se separan los minerales de la roca. El concentrado de cobre, una vez separado del molibdeno en el circuito de molibdeno, pasa al circuito de filtros donde se recupera el agua utilizada durante el proceso. Posteriormente, el mineral procesado se almacena en depósitos de concentrados. Desde allí, se transporta en camiones a lo largo de una vía de tránsito pesado de 458 kilómetros hasta la estación de Pillones, en la provincia de Caylloma, Región Arequipa. Después de un transbordo en la estación de Pillones, el concentrado continúa su viaje hacia el puerto de Matarani, también ubicado en la región de Arequipa, para su exportación. Todo el proceso se lleva a cabo con una preocupación especial por el uso que se hace del agua. El enfoque de Las Bambas es claro: la operación minimizará el uso de agua fresca que se obtenga del río Challhuahuacho. De igual manera, el agua que entra en contacto con las áreas de operaciones mineras es preferentemente reutilizada dentro del mismo proceso. Para este propósito, se ha construido un reservorio de agua en la localidad de Chuspiri, destinado a abastecer el campamento, la planta concentradora y el taller de camiones. A través de estas estrategias de conservación, Las Bambas logra reutilizar el 95% del agua empleada en sus actividades mineras, promoviendo una gestión eficiente de los recursos hídricos”[45].

“La operación ha implementado compromisos ambientales claros y ha establecido altos estándares en su Plan de Manejo de Residuos. Se promueve el reciclaje de papeles y cartones, y los residuos peligrosos se gestionan de manera segura mediante su disposición en rellenos sanitarios especializados. “Minimizamos los impactos ambientales gracias a un equipo altamente capacitado que trabaja de la mano con la comunidad”, afirma Jorge Franco, vicepresidente de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias (SHEC) de Las Bambas. Franco añade que esto se hace “de manera transparente, mostrando cómo nuestros controles [...] [ambientales] efectivamente funcionan”. En efecto, junto con autoridades locales y delegados ambientales, Las Bambas ha llevado a cabo monitoreos participativos de la calidad del agua y del aire, involucrando a las comunidades locales en la evaluación de los recursos hídricos y atmosféricos. Además, ha participado en iniciativas de monitoreo convocadas por la Autoridad Nacional del Agua. La empresa se ha comprometido a identificar y proteger áreas de conservación que favorezcan la flora y fauna local. Se espera que una de sus principales acciones sea la preservación de los bofedales o humedales de altura, ecosistemas cruciales que proporcionan hábitat y refugio para diversas especies silvestres”[45].

“Existe una verificación en campo de controles de riesgos críticos y charlas de seguridad”, afirma. “Día a día, cada tarea está acompañada de un análisis de riesgos en el que todo el equipo participa”. Esto ocurre porque la filosofía de Las Bambas promueve el trabajo colaborativo y la participación activa. La participación es tan fundamental que, cuando llegó el momento de definir los valores de trabajo para MMG, fueron los propios empleados quienes asumieron este reto, garantizando que los principios de la compañía”[45].

“La operación ha adoptado compromisos ambientales específicos, así como estándares muy altos en su Plan de Manejo de Residuos. *Nosotros minimizamos los impactos al medio ambiente con un excelente equipo que trabaja junto con la comunidad*”[45].

Fig. 5: Operaciones del proceso en la mina las Bambas



Fig. 6: Planta de Proceso las Bambas



“En Las Bambas, la colaboración entre hombres y mujeres es fundamental para el éxito organizacional. La toma de decisiones grupales y el trato igualitario entre todos los niveles de la empresa son claves, como se ejemplifica en los espacios compartidos, donde tanto jefes como subordinados interactúan sin distinciones, lo que refuerza el sentido de comunidad y trabajo conjunto”[45]. La frase "Nuestras palabras se traducen en hechos" refleja el compromiso de cada trabajador con la empresa y su contribución al logro de los objetivos. Finalmente, "Queremos ser mejores" subraya el espíritu de mejora continua, tanto personal como profesional, que caracteriza a los empleados y es una de las razones del buen funcionamiento en Las Bambas”[45].

“La operación ha adoptado compromisos ambientales específicos, así como estándares muy altos en su Plan de Manejo de Residuos. *Nosotros minimizamos los impactos al medio ambiente con un excelente equipo que trabaja junto con la comunidad*”[45].

Fig. 6: Complejo Minero Las Bambas



3.2. CERTIFICACIONES AMBIENTALES Y MODIFICATORIAS

3.2.1. Fase de Exploración

“Mediante la Resolución Directoral N.º 086-2005/MEM-AAM, emitida el 28 de febrero de 2005, se aprobó el Estudio de Impacto Ambiental para la fase de exploración del proyecto minero, autorizando la ejecución de 750 sondajes diamantinos en las concesiones mineras de Charcas, Ferrobamba, Sulfobamba y Chalcobamba. Posteriormente, entre los años 2006 y 2010, se realizaron cinco modificatorias sucesivas que ampliaron la autorización a 475, 766 y 166 sondajes adicionales, junto con la excavación de 56 calicatas y 10 sondajes destinados a estudios geotécnicos”[39].

3.2.2. Fase de Explotación

“El 14 de mayo de 2010, la empresa minera presentó ante la Dirección General de Asuntos Mineros (DGAAM) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) correspondiente a la fase de explotación del proyecto Las Bambas. Este estudio fue elaborado por la consultora Golder Associates S.A., con el objetivo de evaluar los impactos ambientales y proponer medidas de mitigación adecuadas para la operación minera”[39].

3.4. Impactos Ambientales

“En el primer EIA (2011) y en dos de sus modificaciones⁸, la empresa habría identificado los siguientes impactos ambientales para el área Las Bambas”[39].

a) Aire

Potenciales impactos: -

“El incremento de concentración de material particulado”[39];

“El incremento de concentraciones de gases de combustión”[39].

“Estos impactos ambientales afectan tanto al aire como al suelo, y repercuten de manera secundaria en la flora, fauna y en la salud ocupacional y el bienestar humano. Durante la fase de construcción, el incremento de material particulado se debe a la remoción, transporte, descarga y uso de material suelto proveniente de las áreas de trabajo y canteras. El tránsito vehicular es otra fuente considerable de material particulado. En la fase de operación, el movimiento de vehículos para personal y equipos provoca la suspensión de partículas desde la superficie de las vías de acceso al proyecto”[39].

“El incremento de gases de combustión está directamente relacionado con el uso de maquinaria pesada durante las fases de construcción, transporte, apertura y explotación de canteras. Este impacto es especialmente evidente durante el traslado en vehículos del personal y equipos a las zonas de trabajo. Asimismo, en la etapa de cierre del proyecto, la operación de maquinaria también contribuye a la emisión de gases de combustión, lo que requiere medidas de mitigación adecuadas para minimizar su impacto ambiental”[39].

3.5. Medidas de prevención y/o mitigación

b) Aire

Etapas de construcción -

“Establecer directivas y procedimientos para prohibir el uso del material y/o equipos que empleen Bifenilos Policlorados (PCB) o gas Freón”[39].

“La humectación mediante el riego con agua en las vías de acceso y en los frentes de trabajo es una práctica común para controlar la generación de polvo en proyectos que implican movimiento de tierras. Este método es efectivo para minimizar la suspensión de partículas en el aire y mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra”[39].

“Transportar, de ser requerido, el material con presencia de final mediante los camiones con tolvas cubiertas por lonas”[39].

“Requerir vehículos cuenten con certificados de emisión de gases de combustión que cumplan con las normas peruanas, así como con el mantenimiento preventivo y apropiado”[39].

Establecer como 32 km/h de velocidad promedio para los vehículos dentro de la mina

“Usar combustible diesel con el menor contenido de azufre(no mayor de 5,000 ppm)”[39].

Etapas de operación

“El flujo de mineral en la faja transportadora deberá centrarse y no deberá presentar carga en los bordes, para evitar fugas”[39].

“Todos los puntos de transferencia de mineral, como por ejemplo, los puntos de transferencia de la faja transportadora, zarandas, desde y hacia la chancadora, etc., estarán cubiertos con faldones de caucho”[39].

Incluir colectores y supresores de polvo en todo el equipo del circuito de la chancadora primaria[39].

Instalar un sistema de control de gases en los tanques de almacenamiento de combustible

“El uso de aspersores de agua o cortinas de neblina es una técnica efectiva para controlar la generación de polvo durante los procesos de chancado y transporte de material. Estas soluciones se aplican en la tolva de descarga de camiones hacia la chancadora primaria, así como en las transferencias entre correas en las chancadoras de pebbles y en la transferencia de la correa de retorno de pebbles. Este método ayuda a minimizar la dispersión de partículas, mejorando las condiciones ambientales y de seguridad en el área de trabajo”[39].

Controlar el contenido de humedad del concentrado mineral a ser transportado[39].

“Controlar las emisiones del laboratorio metalúrgico mediante un sistema de lavado y neutralización para los gases y vapores, así como filtros de manga para polvos”[39].

Seguir de manera estricta los lineamientos y estándares del funcionamiento operacional de los Equipos[39].

Asegurar que los vehículos y maquinarias asignadas al Proyecto cuenten con mantenimiento preventivo y apropiado, que se realice regularmente[39].

Implementar las medidas de mitigación referidas al control de polvo en caminos establecidos en la etapa de construcción[39].

3.6. Estudio de Impacto Ambiental de la Unidad Minera Las Bambas[46].

[46] Las Bambas es una operación minera ubicada entre los distritos de Challhuahuacho, Tambobamba y Coyllurqui, en la provincia de Cotabambas, y el distrito de Progreso, en la provincia de Grau, departamento de Apurímac. Se encuentra en los Andes de la zona centro-sur de Perú, entre las cuencas de los ríos Vilcabamba y Santo Tomás, dentro de las subcuencas de Ferrobamba, Pamputa, Pumamarca y Cuenca Record, a altitudes que oscilan entre los 3,800 y 4,600 metros sobre el nivel del mar.

[46]La operación de la Unidad Minera Las Bambas explota los yacimientos de Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba, ubicados en la franja de depósitos de cobre, molibdeno y oro (Cu-Mo-Au) de tipo skarn, controlados por el batolito de Andahuaylas-Yauri del Eoceno-Oligoceno. Las instalaciones de procesamiento incluyen etapas de chancado, molienda, flotación, remolienda, espesamiento, filtración y secado. La tasa de procesamiento autorizada es de 140,000 toneladas por día, y se obtiene como producto concentrado un contenido de cobre-molibdeno con una ley de cobre cercana al 35%.

3.6.1. Primera modificatoria al Estudio de Impacto Ambiental

[39]La Primera Modificación del EIA se presentó el 16 de abril de 2013 y se aprobó el 14 de agosto de 2013, mediante Resolución Directoral N° 305-2013-MEM/AAM. Las modificaciones realizadas al proyecto, fueron las siguientes:

- El proyecto en Las Bambas contempla el reemplazo del reservorio de Challhuahuacho por una bocatoma que iniciará una línea de bombeo con capacidad de 800 L/s. Esta infraestructura abastecerá el reservorio de Chuspiri, siempre que la oferta de agua del río Challhuahuacho lo permita. Además, se respetará el caudal ecológico necesario para mantener los ecosistemas aguas abajo de la bocatoma[39].

3.6.2. Segunda Modificatoria: Primer Informe Técnico Sustentatorio ITS

[39] La modificatoria presentada el 11 de julio de 2013 y aprobada el 26 de agosto de 2013 por Resolución Directoral N° 319-2013-MEM/AAM, replantea y amplía los componentes auxiliares del proyecto minero Las Bambas. Además, incluye un desplazamiento de componentes que inicialmente se encontraban en el área denominada Xstrata Tintaya (Espinar), integrándolos al área de Las Bambas:

- Ampliación de componentes auxiliares, tales como los depósitos de material excedente y material orgánico, estaciones de combustible e infraestructura de agua[39].
- Inclusión de componentes de beneficio del área Tintaya al área Las Bambas, tales como la planta de molibdeno, planta de filtro y almacenamiento de concentrados[39].

3.6.3. Tercera Modificatoria: Segundo Informe Técnico Sustentatorio ITS

La modificatoria aprobada mediante la Resolución Directoral N° 078-2014-MEM/DGAAM el 13 de febrero de 2014 incluye como principal cambio la construcción de una poza de sedimentación. Esta infraestructura tiene como objetivo regularizar y maximizar la reutilización de las aguas de contacto que provienen del drenaje del botadero y del tajo Ferrobamba, optimizando el manejo del recurso hídrico en la operación minera[39].

3.6.4. Cuarta Modificatoria: Segunda modificación al EIA

Fue presentada 10 de marzo de 2014 y aprobada por la Resolución Directoral N° 559-2014-EM/DGAAM de fecha 17 de noviembre de 2014. Se realizan los siguientes cambios en el proyecto:

- La habilitación de caminos mineros y accesos para el campamento de construcción, oficinas y almacenes es un paso esencial en las fases de construcción y operación del tajo Ferrobamba. Estos caminos no solo permiten la instalación de infraestructura necesaria para el campamento y las oficinas, sino que también facilitan el traslado seguro y eficiente del material extraído del tajo hacia la presa de relaves, garantizando una logística fluida durante toda la operación minera[39].

3.6.5. Quinta Modificatoria: Tercer Informe Técnico Sustentatorio ITS

Fue presentada el 17 de enero de 2015 y aprobada el 26 de febrero de 2015, mediante Resolución Directoral 113-2015-MEM-DGAAM. Se aprueba:

- La ampliación del almacén de concentrados de 20,000 toneladas a 47,000 toneladas en la planta concentradora representa un aumento significativo, que excede los criterios permitidos para la aprobación de modificatorias mediante un ITS (Informe Técnico Sustentatorio), ya que este tipo de aprobaciones solo permiten modificaciones que no superen el 20% del diseño original del

componente. Al superar este límite, el proyecto debe seguir un proceso de evaluación más exhaustivo, como lo establece la normativa vigente[39].

das de mitigación o recuperación aprobadas,

dichas modificaciones se deberán evaluar a través del procedimiento de modificación”

El D.S. 054-2013-PCM ha sido desarrollado por las Resoluciones Ministeriales 310-2013-MEM/DM y 120-2014-MEM/DM, que aprueban criterios para las modificaciones por ITS. El procedimiento del Informe Técnico Sustentatorio (ITS) se puede utilizar únicamente cuando los cambios que se deseen realizar no modifiquen el área efectiva del proyecto y cuenten con una línea de base ambiental. Estos cambios no deben superar el 20% del diseño original y no pueden impactar ecosistemas frágiles como cuerpos de agua, bofedales, nevados, glaciares o terrenos de cultivo. Asimismo, tampoco pueden afectar poblados, comunidades, zonas arqueológicas o áreas naturales protegidas, salvo que estas áreas ya estén incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o en otro instrumento de gestión ambiental aprobado.[39].

A diferencia del trámite de ITS, el procedimiento de Modificación de EIA se utiliza cuando los cambios a realizarse son significativos o implican la reubicación de los componentes del proyecto en nuevas áreas. El procedimiento para la modificación de proyectos incluye la participación de al menos 5 profesionales en la elaboración del documento técnico y la presentación de un Plan de Participación Ciudadana. Cuando las modificaciones afectan nuevas zonas, es obligatorio realizar al menos un taller y una audiencia pública. Además, se deben solicitar opiniones técnicas a entidades competentes, como el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). El plazo para completar el procedimiento puede variar entre 120 y 171 días hábiles, según las modificaciones normativas[39].

3.7. Marco legal

[46] La ley peruana requiere que los proyectos de inversión pública o privada con potencial de causar impactos ambientales o sociales negativos realicen un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Este proceso es obligatorio también para las modificaciones, ampliaciones o diversificación de los proyectos previamente aprobados. La autoridad competente encargada de la revisión y aprobación de estos estudios, así como de la Tercera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA), es el organismo ambiental competente designado según la naturaleza del proyecto, como el Ministerio del Ambiente (MINAM) o entidades regionales Las Bambas, será el Servicio Nacional de Certificación

Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE), creado mediante la Ley No. 29968 del 10 de diciembre del año 2012.

Descripción de la etapa de levantamiento de información

[46]Calidad de aire: Para evaluar la calidad del aire en la U.M. Las Bambas y sus alrededores, se ha considerado la información proporcionada por los Estudios de Impacto Ambiental (EIA, 2011) y la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA, 2014), así como los monitoreos de cumplimiento del Programa de Manejo Ambiental (PMA). Estos datos se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP) vigentes, que regulan la cantidad de contaminantes permitidos en el aire, asegurando la protección de la salud humana y el medio ambiente.

Fig. 7: Descripción de la etapa de operación.



Minería

[46] Hasta finales de los años 90, Apurímac contaba con una única operación minera. En 2004, Xstrata Copper adquirió los derechos para explorar el yacimiento de Las Bambas mediante una licitación pública internacional. Tras un proceso de exploración y desarrollo que tomó 12 años, la mina Las Bambas inició su fase de explotación, consolidándose como una de las operaciones mineras más importantes de Perú, dedicada principalmente a la extracción de cobre.

[46] El ingreso de la actividad minera impulsó significativamente la economía en la región de Cotabambas-Tambobamba, especialmente entre los años 2004 y 2016. Durante este periodo, se observó un aumento constante en el presupuesto de la Municipalidad Provincial, alcanzando su mayor incremento entre 2015 y 2016. Este crecimiento refleja el impacto positivo de la minería en las finanzas locales, fortaleciendo la capacidad de inversión pública y contribuyendo al desarrollo de infraestructura y servicios en la región.

3.8. CALIDAD DEL AIRE

[46]Calidad de aire. Durante la etapa de construcción, se observó que las concentraciones de material particulado (PM), metales y gases se mantuvieron dentro de los límites permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire en la mayoría de los periodos evaluados. Sin embargo, hubo excepciones en los registros de PM_{2.5} (partículas menores de 2.5 micrómetros) y SO₂ (dióxido de azufre), que superaron los límites permitidos, lo que indica que estas sustancias están directamente influenciadas por las actividades.

[46]El mayor valor promedio de PM₁₀ (24h) (material particulado menor de 10 micrómetros) se registró en la estación PAI-01, con 103.2 µg/m³ (segundo trimestre del año 2014), en donde se registraron valores diarios entre 73.5 µg/m³ y 144.8 µg/m³; por debajo del ECA vigente de ese periodo (150 µg/m³);

[46]El mayor valor promedio anual de PM₁₀ anual se registró en la estación PAI-03 con 50.2 µg/m³ en el año 2016; esta excedencia de 0.2 µg/m³ respecto al ECA (50 µg/m³), estaría asociada principalmente al transporte de vehículos locales en la localidad de Challhuahuacho;

[46] El valor promedio de PM_{2.5} más alto registrado en la estación PAI-01 durante el segundo trimestre del 2014 fue de 37 µg/m³, con picos diarios de hasta 91.8 µg/m³, lo que supera el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido en 25/50 µg/m³. Esta excedencia está vinculada principalmente al incremento del transporte de vehículos durante la fase de construcción dentro de la mina;

[46]El mayor valor promedio anual de PM_{2.5} se registró en la estación PAI-03 con 14.5 µg/m³ en el año 2016, valor debajo del ECA vigente de ese periodo (25 µg/m³);

[46]El primer mayor valor promedio de SO₂ (dióxido de azufre) se registró en la estación PAI-02 con 61.5 µg/m³, donde se registró un valor diario que superó el ECA vigente de ese periodo (80 µg/m³), con 117.1 µg/m³;

[46]El mayor valor promedio anual de SO₂ (dióxido de azufre) se registró en la estación PAI-02 con 44.2 µg/m³ en el año 2013, por debajo del ECA (80 µg/m³);

[46] El valor promedio más alto de NO₂ (dióxido de nitrógeno) en 1 hora se registró en la estación PAI-01 con 106.5 µg/m³, con un rango de valores horarios entre 69.8 µg/m³ y 163.7 µg/m³. Todos estos valores se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido en 200 µg/m³;

[46]El mayor valor promedio anual de NO₂ (dióxido de nitrógeno) se registró en la estación PAI-01 con 85.5 µg/m³ en el año 2014 por debajo del ECA (100 µg/m³);

[46]El mayor valor promedio de CO (monóxido de carbono) (1h) se registró en la estación PAI-05, con 5,824.3 µg/m³ (primer semestre del año 2015), por debajo del ECA (30,000 µg/m³);

[46]El mayor valor promedio de CO (monóxido de carbono) (8h) se registró en la estación PAI-04, con 3,459.6 µg/m³ (primer semestre del año 2012) por debajo del ECA (10,000 µg/m³);

[46]El mayor valor promedio de H₂S (sulfuro de hidrógeno) se registró en la estación PAI-03, con 7.7 µg/m³;

El mayor valor promedio de O₃ (Ozono) se registró en la estación PAI-02, alcanzando 49.7 µg/m³. En cuanto a los valores de Benceno y HT (Hidrocarburos Totales), estos se mantuvieron por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, que son de 2 µg/m³ y 100 mg/m³, respectivamente. Incluso, en algunas estaciones, los valores estuvieron por debajo del límite de detección del método de ensayo[46].

3.8.1. Plan de Participación Ciudadana

Los objetivos del Plan de Participación Ciudadana son:

› › › Documentar la información sobre los mecanismos de participación ciudadana desarrollados durante la etapa “antes” y “durante” la elaboración de la Tercera MEIA[46].

Promover la difusión de los alcances de la Tercera MEIA a través de mecanismos pertinentes para lograr una participación efectiva durante su evaluación.

Recibir y dar respuesta a las opiniones, aportes y comentarios de la población interesada relacionados con la Tercera MEIA[46].

Presentar y fundamentar la elección de los mecanismos de participación ciudadana a implementarse, durante la etapa de evaluación y durante la ejecución de las actividades propuestas en la Tercera MEIA[46].

Para lograr estos objetivos, es imprescindible tener en cuenta las áreas de influencia social, las cuales son:

3.8.2. Área de Influencia Social Directa – AISD

El AISD comprende 16 comunidades campesinas (Carmen Alto de Challhuahuacho, Manuel Seoane Corrales, Quehuira, Chuicuni, Chicñahui, Huanacopampa, Ccasa, Ccahuapirhua, Sacsahuillca, Pamputa, Huancuire, Pumamarca, Choquecca Antio, Chumile, Cconccacca, y Fuerabamba (ubicada ahora en el CP Nuevo Fuerabamba). Además de estas comunidades campesinas el AISD incluye al centro poblado capital de distrito (Challhuahuacho) [46].

3.8.3. Caracterización de impactos ambientales y sociales

La metodología seleccionada para evaluar la continuidad de los impactos en la Segunda MEIA (2014) se basa en la matriz de Leopold, una herramienta internacionalmente reconocida para la evaluación de impactos ambientales. Esta matriz, desarrollada por Leopold en 1971 y adaptada posteriormente por Coria en 2008, permite una visualización clara y detallada de las interacciones causa-efecto entre las actividades de la Unidad Minera (U.M.) y los componentes ambientales y sociales afectados. Su aplicación facilita la identificación y jerarquización de los impactos derivados de las modificaciones propuestas, lo que la convierte en una opción adecuada para proyectos de gran envergadura como este. El uso de matrices de interrelación es fundamental para evaluar los impactos ambientales, ya que facilita la identificación de relaciones causales entre actividades específicas y los efectos que estas pueden generar en el entorno. En este esquema, la intersección entre las filas y columnas de la matriz permite observar cualitativamente si una actividad, como las realizadas por la Unidad Minera (U.M.), afecta un componente ambiental determinado. Esta metodología es ampliamente utilizada en estudios de impacto ambiental debido a su claridad para mostrar cómo las acciones humanas influyen en los ecosistemas (Coria, 2008)[46].

3.8.3.1. Impactos Ambientales

En el primer EIA (2011) y en dos de sus modificaciones, la empresa habría identificado los siguientes impactos ambientales para el área Las Bambas.

a) Aire

Potenciales impactos:

-El incremento de concentración de material particulado; -

El incremento de concentraciones de gases de combustión.

Los impactos ambientales identificados afectan tanto al aire como al suelo, considerándose ambos como elementos interrelacionados que, a su vez, influyen sobre la flora, fauna, salud ocupacional y el bienestar humano. Durante la fase de construcción, el aumento de material particulado está asociado principalmente a actividades como la remoción, transporte, descarga y utilización de materiales provenientes de las zonas de emplazamiento y canteras. Adicionalmente, el tránsito de vehículos contribuye significativamente a la generación de material particulado. En la etapa de operación, esta suspensión de partículas es originada por el movimiento de personal y equipos, afectando las vías de acceso del proyecto.

El aumento de emisiones de gases de combustión se atribuye principalmente a la utilización de maquinaria pesada durante las actividades de construcción, transporte, apertura y explotación de canteras. Este impacto se evidencia particularmente durante el traslado de vehículos que transportan personal y equipos. Además, se prevé que las actividades relacionadas con el cierre del proyecto también podrían generar emisiones de gases de combustión debido al uso continuo de la maquinaria requerida para dichas tareas.

3.8.3.2. Estrategia de Manejo Ambiental

La Estrategia de Manejo Ambiental (EMA) en la Tercera MEIA de Las Bambas es una herramienta clave dentro de la gestión ambiental y social del proyecto. En ella, se presentan las medidas de manejo, prevención y mitigación de impactos ambientales que se implementarán a lo largo de las fases de construcción, operación y cierre de los componentes evaluados. Estas acciones están diseñadas para minimizar los impactos adversos en el entorno y garantizar el cumplimiento de los estándares ambientales, promoviendo un desarrollo sostenible en la región de influencia directa del proyecto[46].

Por lo tanto, el fin principal de la EMA, es lograr que la Tercera MEIA Las Bambas se desarrolle de manera equilibrada con el entorno[46].

A continuación, se presenta un resumen de las principales medidas incluida en los planes que conforman la EMA[46].

3.8.3.3. Plan de Manejo Ambiental[46].

A continuación, se listan algunas de las medidas de manejo, prevención y mitigación para cada componente ambiental de la Tercera MEIA Las Bambas:

Calidad del aire

› Establecer directivas y procedimientos para prohibir el uso del material y/o equipos que empleen Bifenilos Policlorados (PCB) o gas Freón[46].

Minimizar en lo posible los volúmenes de limpieza y desbroce de las áreas requeridas para la construcción[46];

Humedecer los frentes de trabajo que involucren movimiento de tierras, previo a estas actividades, para minimizar la generación de polvo, principalmente durante la época seca[46];

Controlar el contenido de humedad del concentrado a ser transportado;

Seguir los lineamientos y estándares del funcionamiento y mantenimiento operacional de los equipos[46];

Establecer como 30 km/h de velocidad promedio para los vehículos dentro de la U.M. Las Bambas[46];

Asegurar que los vehículos y maquinarias asignadas a la U.M. Las Bambas cuenten con mantenimiento preventivo y apropiado, que se realice siguiendo su programa de mantenimiento regularmente[46];

Establecer directivas para asegurar que se implementen y cumplan los lineamientos y estándares del funcionamiento operacional y mantenimiento preventivo/ correctivo de los equipos[46]; y

Uso de combustible diésel con el menor contenido de azufre.

El desarrollo de las actividades previstas en la Tercera MEIA de la Unidad Minera Las Bambas implicaría alteraciones significativas en varios componentes ambientales y sociales. Entre estos, se destaca la alteración de la calidad del agua superficial y sedimentos (CAG-1), el incremento de material particulado (CAI-1), la mayor concentración de gases (CAI-2), y el aumento de los niveles de ruido (RUI-1). Estas modificaciones repercutirían en el bienestar de la población, generando malestar asociado a estos impactos (SOC-3) y percepciones negativas locales, lo que incrementaría la posibilidad de conflictos sociales en las áreas de influencia del proyecto[46].

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

[47] El proyecto minero Las Bambas se localiza a una altitud de entre 3500 y 4500 metros en la región de Apurímac, abarcando las provincias andinas de Cotabambas y Grau. Este proyecto cuenta con una concesión minera de 35 000 hectáreas, con 40,5 toneladas de reservas minerales y un potencial estimado superior a los 500 millones de toneladas. Entre los distritos evaluados en el estudio se encuentran Chalhuanhuacho, con una población de 7321 habitantes, y Haquira, con 10 437 habitantes, ambos en la provincia de Cotabambas, además del distrito de Progreso, en la provincia de Grau, con 2723 habitantes (Figura 1).



Fig. 8: Mapa de la provincia de Apurímac donde se desarrolla el proyecto minero Las Bambas:

<https://www.researchgate.net/publication/273476527> Niveles de metales pesados en el ambiente y su exposición en la población luego de cinco años de exploración minera en Las Bambas Peru 2010

4.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

[47] Con base en los datos del Censo Nacional 2017 de los distritos de Challhuahuacho, Progreso y Haqira, se implementó un muestreo aleatorio simple en cada localidad. El tamaño de la muestra se determinó en función de la proporción de personas cuyos niveles de metales pesados en sangre y orina superaban los límites de referencia establecidos: plomo en sangre (10,00 µg/dL), cadmio en orina (1,00 µgCd/L), arsénico en orina (100,00 µg As/L) y mercurio en orina (5,00 µg Hg/L). Este análisis se centró en identificar la exposición de las poblaciones locales a metales pesados, reflejando su posible impacto en la salud.

4.3. PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTOS

[47] El estudio para la determinación de las concentraciones de metales pesados en el ambiente tomó como referencia el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire y el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire, emitido por la Dirección General de Salud Ambiental. Los puntos de muestreo fueron seleccionados con base en dos criterios fundamentales: la densidad poblacional expuesta y su susceptibilidad a la contaminación, así como la seguridad para el uso y permanencia de los equipos de monitoreo. Los sitios elegidos incluyeron el local comunal del distrito de Progreso, el Centro de Salud de Challhuahuacho y el Centro de Salud de Haqira. Además, se utilizaron como referencia los parámetros del estudio de línea base llevado a cabo en 2006 en las comunidades aledañas al proyecto minero Las Bambas, con el objetivo de evaluar los cambios producidos desde entonces.

[47] La evaluación del material particulado PM₁₀ se llevó a cabo utilizando el método gravimétrico, que permite determinar el peso del material suspendido en el aire mediante la captura de partículas en filtros. Para el análisis de metales pesados como plomo, cadmio y zinc, se utilizó la espectrofotometría de absorción atómica, una técnica precisa para la medición de concentraciones metálicas en muestras ambientales. El equipo empleado fue un muestreador de bajo volumen marca Tecora, modelo Charlie IV, especializado en la recolección de partículas. Los límites permisibles se establecieron con base en los estándares nacionales de calidad de aire y en regulaciones de organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y Canadá.

Tabla 2. Estándares nacionales e internacionales de Calidad de aire

	Perú (1)	OMS (2)	EPA (3)	Canadá (4)
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150 (5)	50 (5)	150 (5)	50 (5)
Plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,5 (6)	0,5 (6)	1,5 (7)	2 (5)
Cadmio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	0,005 (6)	-	2 (5)
Zinc ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	120 (5)

(1) D.S. 074-2001-PCM y D.S. 069-2003-PCM

(2) Air Quality Guidelines for Europe- WHOROEC 2000

(3) National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) – EPA

(4) Ambient Air Quality Criteria – Canada

(5) Promedio de 24 h

(6) Promedio Anual

(7) Promedio de 3 meses

4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron procesados inicialmente en Excel y luego analizados con el paquete estadístico SPSS, versión 18. Se aplicaron estimaciones por intervalos para las variables numéricas, mientras que para las variables categóricas se calcularon proporciones y porcentajes. El análisis inferencial se llevó a cabo utilizando la prueba T de Student para evaluar la diferencia de medias, previa verificación de la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la cual permitió confirmar si los datos seguían una distribución normal antes de proceder con el análisis paramétrico[47].

Tabla 3. Resultados calidad de aire, Las Bambas.

Puntos de muestreo Centro	Material Particulado*		Metales*			
	PM10	PM2.5	Arsénico	Cadmio	Cromo	Plomo
Centro de Salud Chalhuanahuacho	37.4	-	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Centro de Salud Chalhuanahuacho	-	6.98	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Centro de Salud Haquira	19.27	-	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Centro de Salud Haquira	-	9.9	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Local comunal del distrito Progreso	E1 35.35	-	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Local comunal del distrito Progreso	E1 -	12.69	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM

<LCM: menor al límite de cuantificación del método

*Valores en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4.5. Resultados calidad de aire, Las Bambas

La concentración promedio de metales pesados en el aire evaluados durante 24 horas fue inferior a los valores establecidos por los estándares nacionales de calidad de aire, así como a los estándares internacionales de la OMS, EPA y Canadá, manteniéndose por debajo de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (según la Tabla 2). Además, las concentraciones promedio de PM_{10} registradas en el año 2022 en los tres distritos mostraron una disminución en comparación con las concentraciones observadas cinco años atrás, lo que indica una mejoría en la calidad del aire en esos lugares (Figura 4)[47]

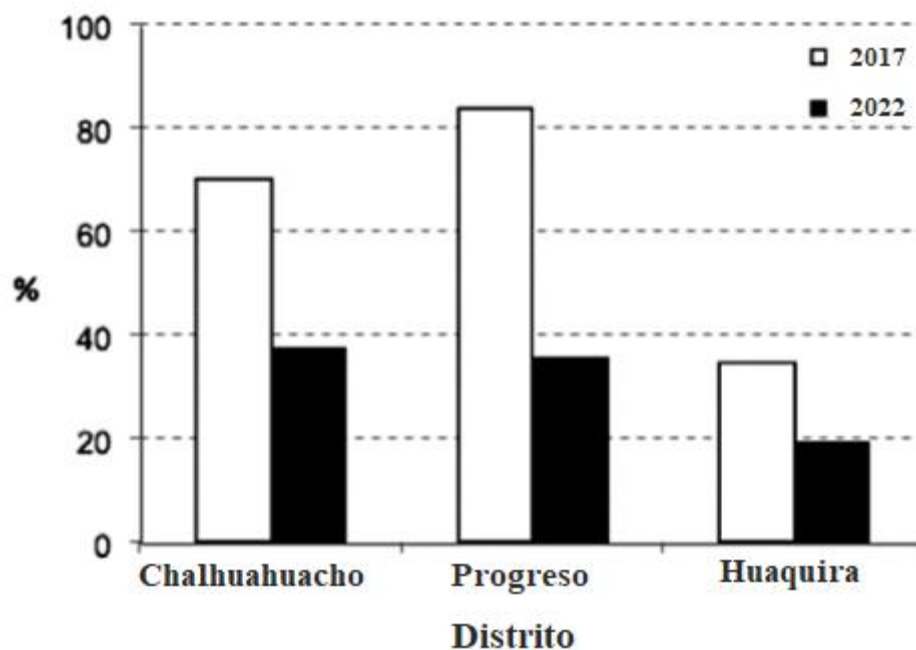


Figura 9. Concentraciones promedio de material particulado (PM_{10}) de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) según año de evaluación y distrito. Las Bambas.

En los tres distritos se observó que los valores promedio de plomo en sangre, así como de arsénico y mercurio en orina, no excedieron los límites máximos permisibles. Sin embargo, el cadmio en orina presentó un aumento significativo, alcanzando su mayor nivel en el distrito de Haquira con $3,2 \mu\text{g}/\text{L}$, superando los valores permitidos. En cuanto al plomo, se registró una disminución significativa en los distritos de Progreso y Haquira ($p=0,002$ y $p=0,001$, respectivamente), mientras que en Chalhuahuacho la disminución no fue significativa ($p=0,824$). En relación con el arsénico, se observó una reducción en los niveles de orina comparados con los resultados de 2017 ($p=0,001$). No obstante, el cadmio en orina mostró un incremento en los tres distritos respecto a 2005, superando los límites máximos permisibles ($p=0,001$). (Tabla 9)[47].

Con relación al porcentaje de pobladores con niveles anormales de metales pesados, el 100% de los evaluados en los tres distritos presentó niveles anormales de cadmio en orina, en comparación con los resultados obtenidos en 2017. Los niveles promedio de mercurio (Hg) en orina también aumentaron en 2022, aunque no superaron los valores de referencia. Sin embargo, la figura 4 muestra una disminución en el porcentaje de pobladores con niveles anormales ese mismo año. Cabe destacar que no se registraron valores anormales de arsénico en orina en los distritos de Chalhuanahuacho y Progreso (Figura 9)[47].

Tabla 5: Valores de plomo (Pb) en sangre, cadmio (Cd), arsénico (As), y mercurio (Hg) en orina tras 5 años de exploración minera, según población aledaña al proyecto minero Las Bambas. Apurímac, Perú 2022

Distrito	Año	Pb > 10 µg/dL	IC 95% Pb	Cd > 1 µg/L	IC 95% Cd	As > 100 µg/L	IC 95% As	Hg > 5 µg/L	IC 95% Hg	Valor p
Chalhuanahuacho	2017	8.5	7.5- 9.2	1.5	1.3-1.5	58.6	52.7- 63.8	1.4	1.5-1.8	0.824
Chalhuanahuacho	2022	7.6	6.9- 8.3	2.4	2.3-2.6	26.1	22.0- 30.3	2.6	2.5-2.7	<0.001
Progreso	2017	5.3	4.3- 6.2	1.5	1.3-1.7	36.7	33.4- 42.6	2.8	0.8-8.8	0.002
Progreso	2022	5.8	5.1- 6.5	2.6	2.3-2.9	14.6	9.3- 19.8	2.9	2.6-3.3	<0.001
Haqira	2017	14.1	11.1- 13.2	1.5	1.2-4.6	55.7	49.8- 62.0	1.9	1.8-2.3	<0.001
Haqira	2022	7.7	6.9- 8.5	3.2	3.0-3.4	24.2	19.6- 28.9	2.6	2.5-2.8	<0.001

* prueba T de Student

Tabla 6: El estudio realizado en las poblaciones aledañas al proyecto minero Las Bambas

Distrito	Parámetro	Año 2017 (%)	Año 2022 (%)
Chalhuahuacho	Pb > 10 µg/dL	30	20
Chalhuahuacho	Cd > 1 µg/L	60	80
Chalhuahuacho	As > 100 µg/L	70	20
Chalhuahuacho	Hg > 5 µg/L	10	20
Progreso	Pb > 10 µg/dL	10	5
Progreso	Cd > 1 µg/L	80	90
Progreso	As > 100 µg/L	50	30
Progreso	Hg > 5 µg/L	10	5
Haqira	Pb > 10 µg/dL	40	30
Haqira	Cd > 1 µg/L	20	50
Haqira	As > 100 µg/L	60	40
Haqira	Hg > 5 µg/L	15	10

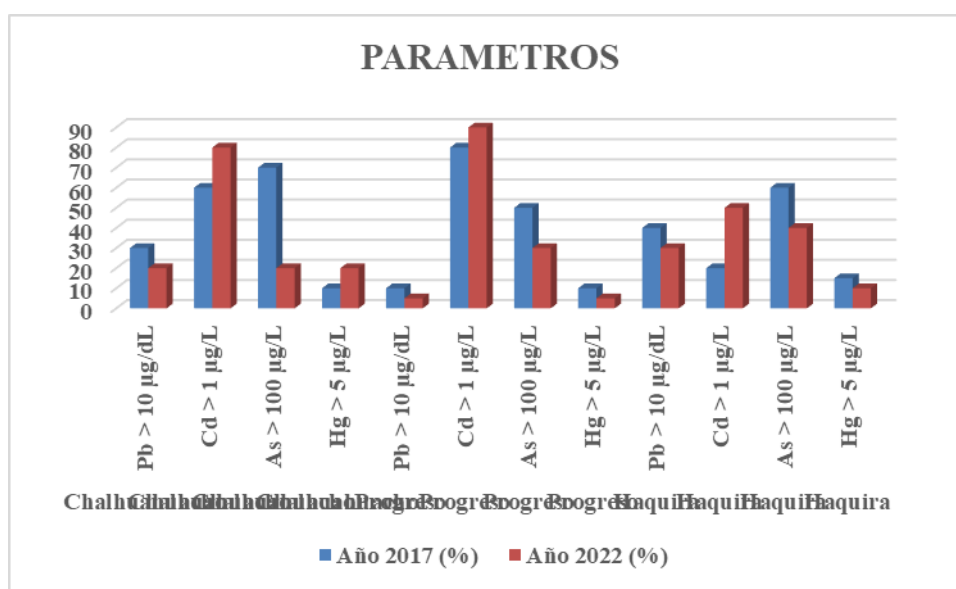


Figura 10. El estudio realizado en las poblaciones aledañas al proyecto minero Las Bambas, Apurímac, Perú, reveló lo siguiente sobre los niveles de metales pesados en los pobladores tras cinco años de exploración minera (2022)[47].

Discusión calidad de aire, las bambas

“El análisis de la calidad del aire en los distritos evaluados muestra que las concentraciones de material particulado menor a diez micras (PM10) en los años 2017 y 2022 se mantuvieron por debajo de los niveles máximos permitidos según el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire y las normas de la EPA-USA. En 2017, el distrito de Progreso presentó la mayor concentración con 83,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido de Challhuahuacho con 70,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Haquira con 34,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Este nivel más elevado en Progreso pudo deberse a las actividades mineras, especialmente el relave del Centro Minero de Cochasyhuas, exacerbadas por los fuertes vientos”[47].

“En 2022, sin embargo, se observó una reducción en las concentraciones de PM10. Challhuahuacho presentó la mayor concentración con 35,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido de Progreso con 35,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y Haquira con 19,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos valores más bajos indican que no se detectaron signos de contaminación significativa en relación con PM10, lo que sugiere una mejora en la calidad del aire en la región”[47].

“El hallazgo de niveles elevados de cadmio en orina, en relación con concentraciones de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el aire, es un indicador importante de la exposición prolongada al cadmio, especialmente en áreas donde se realiza movilización de tierras. Esta exposición podría deberse a fallas en los mecanismos de protección respiratoria, como la insuficiente filtración del aire contaminado o la falta de equipos adecuados durante estas actividades. La inhalación de polvo con contenido de cadmio es una vía directa de contaminación para las poblaciones expuestas, lo que aumenta el riesgo de acumulación de este metal pesado en el cuerpo y puede derivar en efectos negativos para la salud a largo plazo”[47].

“La explotación de recursos naturales, especialmente en el contexto de la minería, suele estar asociada con serios impactos ambientales que afectan tanto el entorno físico como los seres vivos que lo habitan. Sin embargo, en el estudio realizado en los distritos evaluados, no se han encontrado evidencias significativas de contaminación ambiental derivada de material particulado. Los niveles de metales pesados como plomo, cadmio y zinc detectados en las muestras de aire estuvieron por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por normas internacionales y nacionales, lo que sugiere un control adecuado de estos contaminantes en la región afectada por la actividad minera”[47].

Tabla 7: VALORACIÓN DE IMPACTOS

ITEM	IMPACTO AMBIENTAL	CRITERIOS (BANCO MUNDIAL)							VALOR
		CARACTER (C)	PERTURBACIÓN (P)	IMPORTANCIA (I)	OCURRENCIA (O)	EXTENSION (E)	DURACION (D)	REVERSIBILIDAD	
1	Modificación de calidad del suelo por incorrecta disposición (RRSS en el campamento)	-1	3	3	3	2	3	2	-16
2	Alteración del paisaje natural por incorrecta disposición de RRSS en el campamento	-1	3	3	3	1	3	2	-15
3	Afectación a calidad del aire por emisión de gases de combustión para propagación de energía	-1	3	3	2	2	3	2	-15
4	Afectación de calidad del suelo por derrame de hidrocarburos de los generadores eléctricos	-1	3	3	1	1	3	3	-14
5	Afectación a la estructura del suelo por retiro de suelo por habilitación de accesos	-1	2	2	2	1	1	2	-10
6	Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido por habilitación de accesos	-1	1	1	2	1	1	1	-7
7	Modificación de calidad de aire por generación de MP en habilitación de accesos	-1	2	2	2	1	3	2	-12
8	Pérdida de estructura del suelo por compactación del suelo por desplazamiento de vehículos en accesos	-1	2	1	3	1	3	2	-12
9	Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido por traslado de materiales e insumos para perforación	-1	3	2	3	2	2	1	-13
10	Modificación de calidad de aire por propagación de MP por transporte de materiales	-1	2	2	2	2	3	1	-12
11	Alteración de calidad del aire por emisión de gases de combustión por transporte de	-1	2	2	2	1	2	2	-11

	materiales e insumos para perforación y voladura								
12	Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido por perforación	-1	3	3	3	1	2	1	-13
13	Modificación calidad de aire por propagación de MP por generador eléctrico en perforación	-1	2	2	1	1	2	2	-10
14	Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido por voladura	-1	3	3	2	1	2	1	-12
15	Modificación de calidad de aire por propagación de MP en voladura	-1	3	3	3	2	3	2	-16
16	Alteración de calidad del aire por emisión de gases de explosivos por voladura	-1	2	2	2	2	2	2	-12
17	Modificación calidad del aire por generación de MP por separación granulométrica para extracción: roca	-1	3	2	3	2	3	2	-15
18	Modificación calidad del aire por generación de MP por instalada para extracción: roca	-1	2	2	1	2	3	2	-12
19	Modificación calidad del aire por propagación de MP en pallaqueo	-1	2	2	1	1	2	2	-10
20	Modificación calidad del aire por emisión de gases de combustión por transporte del mineral	-1	2	2	2	2	3	2	-13
21	Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido por transporte del mineral	-1	2	2	2	2	2	1	-11
22	Modificación calidad de aire por propagación de MP en transporte de mineral	-1	3	2	3	2	2	2	-14
23	Modificación calidad del aire por emisión de gases de metales pesados evaluados en aire	-1	2	2	2	2	3	2	-13
24	Modificación calidad de aire por relave existentes	-1	3	2	3	2	2	2	-14
25	Modificación calidad de aire por concentración de material particulado <10µ	-1	3	2	3	2	2	2	-14
26	Modificación calidad del aire por concentración de gases evaluados en aire	-1	2	2	2	2	3	2	-13

Tabla 8: MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD			IDENTIFICACIÓN								EVALUACIÓN INICIAL							CONTROLES										
FACE	ACTIVIDADES	TAREA	ASPECTO AMBIENTAL		I.A.	COMPONENTE AFECTADO				CRITERIOS (Banco Mundial)						VALORACIÓN DEL IMPACTO		Medida Ambiental										
			Tipo de Aspecto	Descripción de Aspectos		AIRE	AGUA	SUELO	FAUNA	FLORA	POBLACIÓN	PAISAJE	Carácter (C)	Perturbación (P)	Importancia (I)	Ocurrencia (O)	Extensión (E)	Duración (D)	Reversibilidad (R)	IMPORTANCIA	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	Prevención	Mitigación	Corrección	Compensación			
OPERACIÓN	VOLADURA	Funcionamiento de campamento	Generación y disposición de residuos sólidos (domésticos e industriales)	Generación de RRSS (domésticos e industriales) por la permanencia de trabajadores	Alteración de la calidad del suelo por incorrecta disposición de RRSS			X				#	3	3	3	2	3	2	-16	SEVERO		X			PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS			
			Generación de restos fecales		Alteración del paisaje natural por incorrecta disposición de RRSS			X					#	3	3	3	1	3	2	-15	MODERADO	X				PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL		
			Generación de efluentes contaminados		Modificación calidad del suelo por disposición: restos fecales			X					#	3	3	3	2	3	2	-16	SEVERO		X				PROGRAMA MANEJO DE RRSS, PROGRAMA MANEJO DE SUELOS	
			Consumo de recurso hídrico por uso doméstico		Modificación calidad del suelo por vertimientos (efluentes domésticos)			X					#	3	3	3	2	3	2	-16	SEVERO		X				PROGRAMA DE MANEJO DE EFLUENTES	
			Iluminación y alimentación del campamento		Agotamiento del recurso por consumo de agua doméstico								#	1	2	1	1	32	1	-8	COMPATIBLE	X					PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	
			Derrame de hidrocarburos		Afectación a la calidad del aire	X							#	3	3	3	1	3	2	-15	MODERADO	X						PROGRAMA EDUCACIÓN

			Compactación del suelo por tránsito vehicular	Pérdida de estructura del suelo por compactación							X							#	2	1	3	1	3	2	-12	MODERADO			X		OPTIMIZAR EL TRANSITO
				Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido														#	3	2	2	2	3	3	-15	MODERADO	X	X		MANTENIMIENTO DE VEHICULOS RESTRINGIR EL USO DE BOCINAS	
			Generación de ruido por traslado de materiales	Aumento de fauna silvestre por generación de ruido														#	2	2	2	2	3	2	-12	MODERADO		X		PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA	
			Emisión de material particulado por traslado de materiales	Alteración de calidad de aire por generación de MP														#	3	2	1		3	2	-12	MODERADO	X	X		PROGRAMA DE MANEJO DE CALIDAD DE AIRE	
		Fragmentación de roca con martillo eléctrico	Derrame de hidrocarburos por traslado de materiales e insumos	Modificación calidad del suelo por derrame: hidrocarburos														#	3	3	1	1	3	2	-13	MODERADO	X	X		PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS, PROGRAMA DE MANEJO DE RRSS TRATAMIENTO DE SUELO CONTAMINADO	
			Derrame de hidrocarburos por funcionamiento de motor eléctrico	Modificación calidad del suelo por derrame (hidrocarburo)															#	3	3	1	1	3	2	-13	MODERADO	X	X		PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS TRATAMIENTO DE SUELO CONTAMINADO
			Emisión de gases por funcionamiento de motor	Alteración calidad del aire por emisión: gases de combustión															#	2	2	2	1	2	2	-11	MODERADO		X		PROGRAMA DE MANEJO DE CALIDAD DE AIRE
			Generación de ruido por uso de martillo eléctrico	Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido															#	3	3	3	1	2	1	-13	MODERADO		X		MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
			Generación de vibraciones por uso de martillo eléctrico	Desestabilización del talud por vibraciones															#	1	1	1	1	2	2	-8	COMPTIBLE		X		MANTENIMIENTO DE EQUIPO
		explosivos y accesorios		Aumento de fauna silvestre por generación de ruido														#	3	3	3	1	2	3	-15	MODERADO	X	X		PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA	

			Emisión de MP por fragmentación de roca	Alteración de calidad de aire por generación de MP							#	2	2	1	1	2	2	-10	MODERADO		X		HUMEDECIMIENTO DEL AREA	
			Generación de residuos sólidos por manipulación de explosivos y accesorios	Modificación calidad del suelo por incorrecta dispersión (RRSS)							#	3	3	2	1	3	2	-14	MODERADO	X		X	PROGRAMA EDUCACION AMBIENTAL, PROGRAMA DE MANEJO DE RRSS	
	Fragmentación de roca por voladura		Generación de ruido por voladuras	Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido							#	3	3	2	1	2	1	-12	MODERADO	X			MODELAMIENTO DE RUIDO AMBIENTAL	
				Alteración de fauna silvestre por generación de ruido por voladura								#	3	3	3	2	3	3	-17	SEVERO			X	PROGRAMA DE MANEJO FLORA Y FAUNA
			Emisión de MP por voladura	Modificación calidad de aire por generación de MP por voladura								#	3	3	3	2	3	2	-16	SEVERO		X		PROGRAMA DE CALIDAD DE AIRE
			Desbroce de cobertura vegetal por voladura	Pérdida de cobertura vegetal por desbroce por voladura								#	3	2	3	2	3	3	-16	SEVERO			X	PROGRAMA DE MANEJO FLORA Y FAUNA
			Desestabilización del talud	Desestabilización del talud por voladuras	Pérdida de estabilidad del suelo por voladuras							#	3	2	2	1	2	3	-13	MODERADO			X	PROGRAMA DE MANEJO DE SUELO
			Generación de desmonte	Generación de desmonte por voladura	Alteración del paisaje natural por disposición de desmontes							#	3	3	3	2	3	2	-16	SEVERO		X		PROGRAMA DE MANEJO DE RRSS
			Generación de gases	Emisión de gases por uso de explosivos	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases de explosivos							#	2	2	2	2	2	2	-12	MODERADO		X		LIMITAR LA CANTIDAD NECESARIA DE EXPLOSIVOS
		(materiales por erradicación)	Propagación de MP	Propagación de MP por traslado de materiales	Modificación calidad del aire por generación de MP							#	3	2	3	2	3	2	-15	MODERADO	X		X	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL HUMEDECIMIENTO DE AREA
			Generación de MP	Emisión de MP por traslado de materiales	Alteración de la calidad del aire por							#	2	2	1	2	3	2	-12	MODERADO	X		X	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL

		Colocación de material en	Extracción de suelo	Extracción de suelo con roca mineralizada	generación de MP Pérdida de geomorfología y estructura de suelo por retiro de roca mineralizada en la extracción													#	3	2	3	2	3	3	-16	SEVERO				X	HUMEDECIMIENTO DE ÁREA PROGRAMA DE MANEJO DE SUELO RESTAURACIÓN DEL PAISAJE			
		Selección de remanente	Generación de material particulado	Emisión de material particulado por pallaqueo	Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado														#	2	2	1	1	2	2	-10	MODERADO	X		X	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL HUMEDECIMIENTO DE ÁREA			
		Traslado de material encapsulado	Emisión de gases	Emisión de gases por funcionamiento de motor	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases de combustión	Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido														#	2	2	2	2	3	2	-13	MODERADO				X	CHECK LIST DE VEHICULOS PRGRAMA DE MANEJO DE CALIDAD DE AIRE	
																							#	2	2	2	2	2	1	-11	MODERADO			
			Generación de ruido	Generación de ruido por traslado de vehículos	Ahuyentamiento de fauna silvestre por generación de ruido					X											#	2	2	3	2	2	3	-14	MODERADO				X	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL LIMITAR EL USO DE BOCINAS PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA
			material particulado	Emisión de material particulado por traslado de vehículos y traslado de mineral	Alteración de calidad de aire por generación de MP																#	2	2	2	2	2	1	-11	MODERADO				X	PROGRAMA EDUCACIÓN AMBIENTAL, PROGRAMA DE MANEJO DE CALIDAD DE AIRE TOLVAS RECUBIERTAS
			Derrame de hidrocarburos	Derrame de hidrocarburos por funcionamiento de motor eléctrico	Modificación calidad del suelo por derrame (hidrocarburo)																#	2	3	3	2	2	3	-14	MODERADO	X			X	CHECK LIST DE VEHICULOS PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS

Tabla 9: LISTA DE ASPECTOS AMBIENTALES Y SU DESCRIPCIÓN PRODUCIDOS

COMPONENTE AMBIENTAL	ASPECTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO	ACTIVIDAD	SIGNIFICANCIA
AIRE	Iluminación y alimentación del campamento	Emisión de gases por el uso de generadores y leña	OBRAS PROVISIONALES	
	Generación de material particulado	Generación de material particulado por habilitación de accesos	OBRAS PROVISIONALES	
	Propagación de material particulado	Emisión de material particulado por traslado de materiales	PERFORACIÓN	
	Emisión de gases	Emisión de gases por funcionamiento de motor	PERFORACIÓN	
	Propagación de material particulado	Emisión de material particulado por fragmentación de roca	PERFORACIÓN	
	Propagación de material particulado	Emisión de material particulado por voladura	VOLADURA	SEVERO
	Generación de gases	Emisión de gases por uso de explosivos	VOLADURA	
	Propagación de material particulado	Emisión de material particulado por traslado de materiales	EXTRACCIÓN	
	Propagación de material particulado	Emisión de material particulado por molienda	MOLIENDA	
	Emisión de gases	Emisión de gases por funcionamiento de motor	TRANSPORTE	
	Propagación de material particulado	Emisión de material particulado por traslado de vehículos y traslado de mineral	TRANSPORTE	

MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La identificación de impactos ambientales es crucial para evaluar cómo un proyecto afecta el entorno natural. A través del análisis de la interacción entre los componentes del proyecto y los factores ambientales del área circundante, se pueden identificar los cambios que serán atribuibles al proyecto. Este proceso permite seleccionar los impactos más significativos que deben ser evaluados con mayor detalle, ya que pueden tener repercusiones importantes. Además, se analiza la capacidad del medio para asimilar esos cambios sin comprometer su equilibrio, asegurando una gestión ambiental responsable y sostenible.

Cuando se identifican múltiples impactos ambientales en un proyecto, es común agruparlos para facilitar su análisis y gestión. Esta agrupación puede basarse en las actividades del proyecto o en los factores ambientales circundantes que podrían verse afectados, como el agua, el suelo, el aire o la biodiversidad. Además, se pueden considerar los efectos socioeconómicos asociados, tales como la alteración de los medios de vida locales o los cambios en la calidad de vida de las comunidades. Esta organización permite priorizar los impactos más significativos para una evaluación más detallada y eficiente.

Descripción de los Impactos Ambientales Significativos

Modificación calidad de aire por generación de MP por voladura

La voladura de rocas en actividades mineras y de construcción genera grandes cantidades de material particulado (PM), específicamente partículas PM10, que tienen la capacidad de llegar a las vías respiratorias y depositarse en los pulmones. Esto representa un riesgo significativo para la salud, especialmente en personas que viven o trabajan cerca de la zona de voladura. La exposición prolongada a este tipo de partículas puede desencadenar enfermedades crónicas, como bronquitis, asma y otras afecciones pulmonares, afectando gravemente la calidad de vida de los afectados.

Impactos Encontrados en las Actividades Mineras

a. Obras provisionales

Obras que facilitarán la instalación del campamento temporal y éste, así mismo, el alojamiento de las personas involucradas en la actividad. Las tareas principales de esta actividad son Funcionamiento del campamento y de los accesos.

- Modificación de calidad del suelo por inadecuada disposición: RRSS (-16)
- Alteración del paisaje natural por incorrecta eliminación de RRSS (-15)

- Modificación de la calidad del suelo debido al vertidos: residuos fecales (-16)
- Modificación de la calidad del suelo por vertidos: efluentes domésticos (-16)
- Disminución de recursos por consumo interno de agua (-8)
- Modificación de la calidad del aire debida a las emisiones de gases de combustión y leña (-15)
- Modificación de la calidad del suelo por vertidos: aceites y grasas provenientes de actividades propias del campamento (-16)
- Calidad del suelo afectado por los derrames de hidrocarburos (-14)

Para llevar a cabo la actividad de voladura de rocas, los trabajadores mineros preparan los explosivos necesarios, un proceso que requiere la perforación de la roca. Esta acción, comúnmente conocida como perforación (relacionada con la abrasividad de la roca), ha revelado la presencia de varios impactos durante su ejecución.

- Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido (-13)
- Afectación a la estructura del suelo por retiro de suelo (-10)
- Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido (-7)
- Ausentamiento de fauna silvestre por generación de ruido (-13)
- Alteración de calidad de aire por propagación de MP (-12)
- Pérdida de cobertura vegetal por desbroce por habilitación de acceso (-16)
- Alteración del paisaje natural por desbroce (-15)
- Pérdida de estructura del suelo por compactación (-12)
- Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido (-13)
- Ausentamiento de fauna silvestre por generación de ruido (-15)
- Alteración de calidad de aire por propagación de MP (-12)
- Alteración de calidad del suelo por derrame: hidrocarburos (-12)
- Modificación de calidad del suelo por derrame: hidrocarburos (-13)
- Alteración de calidad del aire por emisión: gases de combustión (-11)
- Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido (-13)
- Ausentamiento de fauna silvestre por generación de ruido (-15)

- Desestabilización del talud por vibraciones (-8)
- Alteración de calidad de aire por propagación de MP (-10)
- Alteración de calidad del suelo por incorrecta disposición de RRSS (-14)

Voladura.

Esta actividad consiste en fragmentar las rocas por acción de un explosivo, que en este caso la mayoría de mineros informales de Colta hacen uso de la dinamita, cuya adquisición la realizan en forma ilegal, sin presencia de SUCAMEC –Ayacucho. Los impactos identificados en la matriz de valoración para la actividad descritos son los siguientes:

- Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido (-12)
- Ausentamiento de fauna silvestre por generación de ruido por voladura (-17)
- Modificación de calidad de aire por propagación de MP por voladura (-16)
- Pérdida de cobertura vegetal por desbroce por voladura (-16)
- Pérdida de estabilidad del suelo por voladuras (-13)
- Alteración del paisaje natural por disposición de desmontes (-16)
- Modificación de calidad del aire por emisión de gases de explosivos (-12)
- Modificación de calidad del aire por generación de MP (-15)

d. Extracción del Mineral

La extracción es llevada a cabo a cielo abierto por mineros informales, quienes obtienen cantidades reducidas en comparación con la minería a mediana escala. Los impactos generados por esta actividad han sido identificados y evaluados en la matriz de valoración, destacando los siguientes:

- Modificación de calidad del aire por generación de MP (-12)
- Pérdida de geomorfología y estructura de suelo por retiro de roca mineralizada en la extracción (-16).

Transporte.

Esta actividad abarca desde el ensacado del material hasta su transporte final, que consiste en trasladar los sacos de mineral para su posterior envío a las plantas de procesamiento.

En la actividad de transporte se han identificado los siguientes impactos:

- Alteración de calidad del aire por emisión de gases de combustión (-13)

- Alteración de los niveles acústicos por generación de ruido (-11)
- Ausentamiento de fauna silvestre por generación de ruido (-14)
- Alteración de calidad de aire por propagación de MP (-14)
- Alteración de calidad del suelo por derrame: hidrocarburos (-13)

Programa de Manejo Ambiental

La actividad minera, siendo una de las muchas que el ser humano lleva a cabo para su subsistencia y para promover el desarrollo, genera alteraciones en el medio ambiente, que van desde pequeñas variaciones hasta impactos claros, evidentes y significativos. De igual manera, es posible identificar los efectos ambientales de una actividad desde su inicio, durante su desarrollo, y hasta su finalización. El programa de gestión ambiental para la minería informal en Colta fue diseñado con el propósito de mitigar y monitorear aquellos impactos ambientales que se consideraron significativos durante el proceso de evaluación.

Los formatos establecidos en un Plan de Manejo Ambiental (PMA) se componen de actividades y cronogramas que deben cumplirse de acuerdo con los objetivos propuestos. Todo esto se desarrollará utilizando las estrategias detalladas en las fichas de Manejo Ambiental (MA), y se aplicará en las tres fases del proceso de explotación.

Tabla 10: COMPONENTES AMBIENTALES POTENCIALMENTE IMPACTADOS

Componentes Ambientales y Socioeconómicos		Descripción
Físico	Suelo	Se evalúa la pérdida de capa orgánica y la posible afectación de la calidad del suelo por un potencial derrame. Se considera también los cambios sobre el uso del suelo
	Aire	Se evalúa el cambio de la calidad de aire debido al incremento del material particulado, la emisión de gases de combustión y la generación de olores. De igual manera se evalúa los cambios en nivel de ruido ambiental respecto de valores considerados normales (<u>ECAs</u> y línea base u otras referencias)

	Agua	Se evalúa el cambio de la cantidad y calidad del agua, posibles infiltraciones y potenciales derrames, así como la posible intercepción de acuíferos
Biológicos	Flora	Se evalúa la pérdida de vegetación y suelo por las actividades de construcción, la disminución de capacidad fotosintética debido a la acumulación de polvo sobre la superficie de las hojas
	Fauna	Se evalúa la pérdida de hábitat y recursos en el ecosistema, y el desplazamiento de animales
Humanos	Cultura	Afectación a las Zonas Arqueológica
	Estética	Se evalúa las percepciones de la población respecto a los posibles cambios en el paisaje local, producto de las actividades de exploración: pérdida de cobertura vegetal, movimiento de máquinas (y otras unidades móviles) y personas, acumulación de tierras, apertura de trochas
Socio económico	Social	Se identifican las preocupaciones de la población respecto a los posibles riesgos para la salud humana y la alteración de sus condiciones habituales de vida lo cual puede alterar su percepción de bienestar. Se evalúan los cambios que pudieran ocurrir en la forma de organizarse de la población, o los posibles conflictos debido a la presencia de nuevos grupos de interés en la zona
	Económico	Se evalúan las expectativas en entorno al aumento de la oferta laboral, la mayor demanda de bienes y servicios por parte de la empresa, la disminución del interés en actividades económicas rurales (agricultura, ganadería) y la interacción que ocurra entre la población local y los trabajadores foráneos

Tabla 11: PROGRAMA: MANEJO DE CALIDAD DE AIRE

NOMBRE DEL PROGRAMA	PROGRAMA DE MANEJO DE CALIDAD DE AIRE
UBICACIÓN	
ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	-Funcionamiento de Campamento -Voladura -Transporte
IMPACTOS SIGNIFICATIVOS IDENTIFICADOS	<ul style="list-style-type: none"> -Alteración de calidad de aire por generación de MP por voladura -Afectación a la calidad del aire por emisión de gases de combustión para propagación de energía y leña como combustible en el campamento - Modificación de calidad de aire por propagación de material particulado en transporte de mineral
OBJETIVO	Prevenir y controlar las emisiones atmosféricas (propagación de MP y emisión de gases de combustión)
ALCANCE	Campamento y operaciones
RESPONSABLE	

META	INDICADOR	PERÍODO
Realizar el 100% de las actividades programadas	$\frac{\#Actividades\ ejecutadas}{\#Actividades\ programadas} \times 100$	Anual
RECURSOS	Recurso Humano	Recurso Humano
	Recurso Económico	Ref. S/.7 000.00
	Recurso Logístico	Tolvas, materiales
TIPO DE MEDIDA	PREVENCIÓN <input type="checkbox"/>	MITIGACIÓN <input checked="" type="checkbox"/>
	CORRECCIÓN <input type="checkbox"/>	COMPENSACIÓN <input type="checkbox"/>
ESTRATEGIA (MEDIDA DE MANEJO AMBIENTAL)	ACTIVIDAD	INDICADORES
Control de material particulado en la voladura	Humedecimiento de área de voladura	Inspección
	Determinación de horarios de voladura (en base a modelamiento de dispersión del viento)	Modelamiento ambiental
	Limitar el movimiento de tierras a los estrictamente necesarios	$\frac{\text{Área ejecutada}}{\text{Área programada}} \times 100$
	El transporte del mineral deberá ser cubierto con lonas o plásticos que puedan impedir el esparcimiento del MP por acción del viento	$\frac{\#unidades\ recubiertas}{\#unidades\ por\ recubrir} \times 100$

	Riego de vías	$\frac{\# \text{ riegos realizados}}{\# \text{ riegos programados}} \times 100$
	Propuesta de implementación de cercos vivos con especies endémicas	N/A
	Control de velocidad de unidades vehiculares	Reportes
	Optimizar el número de recorridos de unidades vehiculares	$\frac{\# \text{ recorridos realizados}}{\# \text{ recorridos programados}} \times 100$
Control de emisión de gases de combustión	Inspección técnica y mantenimiento preventivo de unidades vehiculares	$\frac{\# \text{ revisiones técnicas ejecutadas}}{\# \text{ revisiones técnicas programadas}} \times 100$
	Inspección y mantenimiento de generadores	$\frac{\# \text{ mantenimientos realizados}}{\# \text{ mantenimientos programados}} \times 100$
	Optimizar el número de recorridos de unidades vehiculares	$\frac{\# \text{ recorridos realizados}}{\# \text{ recorridos programados}} \times 100$
	Prohibir el uso de combustible vegetal (restos de árboles o arbustos)	Inspección
	Optimizar el número de recorridos de unidades vehiculares	$\frac{\# \text{ recorridos realizados}}{\# \text{ recorridos programados}} \times 100$
	Prohibir el uso de combustible vegetal (restos de árboles o arbustos)	Inspección

META	INDICADOR	PERÍODO
Realizar el 100% de las actividades programadas	$\frac{\#Actividades\ ejecutadas}{\#Actividades\ programadas} \times 100$	Anual
RECURSOS	Recurso Humano	Recurso Humano
	Recurso Económico	Ref. S/.7 000.00
	Recurso Logístico	Tolvas, materiales
TIPO DE MEDIDA	PREVENCIÓN <input type="checkbox"/>	MITIGACIÓN <input checked="" type="checkbox"/>
	CORRECCIÓN <input type="checkbox"/>	COMPENSACIÓN <input type="checkbox"/>
ESTRATEGIA (MEDIDA DE MANEJO AMBIENTAL)	ACTIVIDAD	INDICADORES
Control de material particulado en la voladura	Humedecimiento de área de voladura	Inspección
	Determinación de horarios de voladura (en base a modelamiento de dispersión del viento)	Modelamiento ambiental
	Limitar el movimiento de tierras a los estrictamente necesarios	$\frac{\text{Área ejecutada}}{\text{Área programada}} \times 100$
	El transporte del mineral deberá ser cubierto con lonas o plásticos que puedan impedir el esparcimiento del MP por acción del viento	$\frac{\#unidades\ recubiertas}{\#unidades\ por\ recubrir} \times 100$

NORMATIVA AMBIENTAL

CALIDAD DEL AIRE

Tabla 12: Decreto Supremo N°074-2001-PCM. Reglamento de estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

CONTAMINANTE	PERIODO	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DEL ANÁLISIS (1)
			VALOR	FORMATO	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	ANUAL	ug/m ³	50	Media Aritmética Anual	Separación Inercial/Filtración (gravimetría)
	24 HORAS	ug/m ³	100	NE más de 7 veces al año	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	ANUAL	ug/m ³	25	Media Aritmética Anual	Separación Inercial/Filtración (gravimetría)
	24 HORAS	ug/m ³	50	NE más de 7 veces al año	

Fuente: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM

NE significa no exceder

(1) O método equivalente aprobado

(2) A determinarse según lo establecido en el Artículo 5 del presente reglamento.

Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM**

- Aprueban Disposiciones Complementarias para la Aplicación de Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de Aire.

Artículo 1° | Aprobación de Disposiciones Complementarias para la Aplicación del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de aire.

Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM**

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

El ECA para Aire del parámetro Mercurio Gaseoso Total, aprobado mediante el presente Decreto Supremo, entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire.

METODOLOGÍA UTILIZADA

Para la realización del monitoreo se utilizaron los siguientes métodos:

CALIDAD DE AIRE

Estos procedimientos se presentan según lo indicado en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos - Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA. Este protocolo incluye información para la instalación y operación de sistemas de monitoreo de calidad del aire, así como el manejo de los datos una vez colectados. Además, sirve como herramienta para el aseguramiento de la calidad para la operación y tratamiento de los datos generados, a disposición de los operadores de redes de monitoreo de la calidad del aire, de modo que asegure que el monitoreo se realice correctamente, sea consistente, eficiente y genere la información necesaria con el mínimo de recursos.

Toma de muestra de acuerdo al plan de muestreo N° 108296 y procedimiento PL-009.

Monitoreo de Emisiones de acuerdo al Protocolo Nacional de Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones a través de la Resolución Ministerial N° 201-2016-MINAM. Este nuevo Protocolo tiene como objetivo estandarizar el proceso del monitoreo continuo de gases contaminantes y partículas emitidas a la atmósfera por las actividades productivas.

Tabla 13: PARÁMETROS EVALUADOS

CALIDAD DE AIRE

CONTAMINANTE	PERIODO	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DEL ANÁLISIS (1)
			VALOR	FORMATO	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	ANUAL	ug/m ³	50	Media Aritmética Anual	Separación Inercial/Filtración (gravimetría)
	24 HORAS	ug/m ³	100	NE más de 7 veces al año	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	ANUAL	ug/m ³	25	Media Aritmética Anual	Separación Inercial/Filtración (gravimetría)
	24 HORAS	ug/m ³	50	NE más de 7 veces al año	

Tabla 14: Meteorología

PARÁMETRO	METODOLOGÍA	L.C.	UNIDAD
Humedad Relativa	ASTM D5741-96(2011). Standard <u>Practice for Characterizing surface wind using a wind vane and Rotating Anemometer</u>		%
Dirección del Viento			
Temperatura Ambiental			°C
Presión Atmosférica			<u>mBar</u>
Velocidad de Viento			m/s

CALIDAD DE AIRE

Tabla 15: Partículas PM₁₀

ESTACIÓN	FECHA DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIO PM ₁₀	UNIDAD	CEPA ⁽³⁾
CA-01	04	24	metro	100
CA-02	06/05	133	ug/m ³	100

Fuente: Informe de ensayo N° 2-0121171S.CERPER S.A.

MANEJO DE EFLUENTES GASEOSOS

Tabla 16: Manejo de Efluentes Gaseosos

Descripción	Tecnología de tratamiento
Material particulado	Implementación del programa de prevención corrección y mitigación ambiental
Tratamiento de gases de combustión	Implementación del programa de prevención corrección y mitigación ambiental

De la tabla No 9.3: Para el manejo de los efluentes gaseosos se implementa los programas de prevención como:

- ✓ Riego de la vía: accesos, plantas de tratamiento, planta de trituración, circuitos de molienda,
- ✓ Establecer un programa de mantenimiento en prevención de la maquinaria y equipos generadores de CO, que dispondrán de dispositivos de filtrado,
- ✓ Limpiar y ordenar las instalaciones.
- ✓ Limitar el acceso a las instalaciones del proyecto.
- ✓ Efectuar inspecciones periódicamente en todos los sectores del proyecto.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPOTESIS

Hipótesis principal

La evaluación de los impactos ambientales influye directamente en la generación de los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023.

Con base en los datos analizados en esta investigación, se evidencia que en la minera Las Bambas, ubicada en Cotabambas, Apurímac, la supervisión ambiental es una función de naturaleza eminentemente técnica. Esta supervisión requiere un conocimiento profundo del proceso productivo, complementado con estudios que permitan evaluar con precisión los impactos ambientales. El objetivo principal de la supervisión en la actividad minera es garantizar el cumplimiento de los compromisos ambientales previamente establecidos, haciendo especial hincapié en los componentes del proceso con mayor riesgo de generar impactos significativos, particularmente en lo referente a la emisión de gases contaminantes.

La relación entre la evaluación de los impactos ambientales y la generación de gases contaminantes se manifiesta claramente, dado que los aspectos críticos del proceso productivo son identificados y monitoreados con rigurosidad. En este sentido, la evaluación ambiental juega un rol clave en la prevención y mitigación de emisiones que podrían tener consecuencias graves para el entorno.

Para obtener la aprobación de su Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Las Bambas, en estrecha colaboración con las autoridades competentes, llevó a cabo un amplio proceso de participación ciudadana. Este proceso incluyó talleres informativos en los que se detallaron el alcance del proyecto, las medidas propuestas de gestión ambiental, y la relevancia del EIA en la mitigación de los efectos adversos, incluidos aquellos relacionados con la generación de gases contaminantes. Asimismo, esta información fue difundida a través de diversos medios de comunicación, como la radio, asegurando la transparencia y el acceso de la comunidad local a la información.

Hipótesis Específicas

HE1: Los impactos ambientales determinados reducirán la contaminación generada por los gases contaminantes en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023.

De acuerdo con los datos obtenidos del monitoreo en la mina Las Bambas, se han implementado diversas estrategias para mitigar los impactos ambientales, entre ellas el riego de carreteras, que ha demostrado ser una medida efectiva en la reducción de la generación de material particulado. Este tipo de acciones son fundamentales para controlar las emisiones que podrían afectar tanto el

medio ambiente como la salud de las personas. En este contexto, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta técnica esencial, elaborada por un equipo multidisciplinario, cuyo propósito es predecir y gestionar los impactos de un proyecto sobre el entorno natural y social. Su importancia es reconocida a nivel internacional, especialmente en proyectos de gran escala, como es el caso de Las Bambas.

La operación minera en Las Bambas sigue una secuencia de actividades cuidadosamente planificadas con el fin de minimizar los impactos ambientales. En la etapa inicial, el material extraído del tajo es transportado en camiones hacia el chancador primario, donde las rocas, de tamaños diversos, se reducen hasta alcanzar un diámetro máximo de 18 centímetros (7 pulgadas). A continuación, el material es trasladado por una faja transportadora de 183 centímetros (72 pulgadas) de ancho, recorriendo 5,2 kilómetros hasta llegar a la pila de acopio de material grueso. Esta infraestructura, junto con las medidas de gestión ambiental implementadas, forma parte de un plan integral que no solo optimiza la explotación del mineral, sino que también está diseñado para minimizar las emisiones de gases contaminantes a lo largo de las diferentes fases del proceso.

En este sentido, los impactos ambientales identificados y gestionados a través del EIA desempeñan un papel clave en la reducción de la contaminación atmosférica. Las estrategias adoptadas no solo mitigan los efectos adversos, sino que contribuyen activamente a disminuir la huella ambiental de la operación minera en Las Bambas, Cotabambas, Apurímac.

HE2: Al determinar cómo son los impactos ambientales generado por los gases contaminantes influirá directamente en la afectación a la población en la minera las bambas, Cotabambas, Apurímac, 2023.

Según el estudio realizado, los principales receptores de los impactos ambientales identificados son el aire y el suelo, los cuales, a su vez, influyen en otros componentes como la flora, la fauna, la salud ocupacional y el bienestar humano. Durante la fase de construcción, el aumento de material particulado se atribuye principalmente a la remoción, transporte, descarga y uso de materiales sueltos provenientes de las áreas de emplazamiento y canteras. Asimismo, el tránsito de vehículos representa una fuente significativa de generación de material particulado, siendo especialmente crítica la situación en los accesos al Proyecto, donde el constante paso de vehículos y equipos levanta partículas de las vías afirmadas.

En la fase de operación, estos impactos adquieren mayor relevancia debido a la continua movilización de personal y equipos a lo largo de las vías de acceso, lo que no solo intensifica la suspensión de partículas, sino que también incrementa la emisión de gases contaminantes. Estos gases impactan directamente la calidad del aire, lo que puede repercutir negativamente en la salud de la población local. La identificación y gestión de los impactos ambientales relacionados con los gases contaminantes son fundamentales para mitigar los riesgos que enfrentan las comunidades cercanas a la minera Las Bambas, ubicada en Cotabambas, Apurímac.

Es esencial que la gestión ambiental identifique con precisión estos impactos para implementar medidas de mitigación efectivas. Esto no solo protege el entorno natural, sino que también salvaguarda la salud y el bienestar de las personas que residen y laboran en las áreas circundantes

V. CONCLUSIONES

En el caso de la minera Las Bambas, a pesar de la aceptación general del proyecto por parte de la población en la zona de influencia, se han registrado tensiones y conflictos. Se ha evaluado que los impactos ambientales generados por los gases contaminantes en la mina Las Bambas, ubicada en Cotabambas, contribuyen a estos conflictos, destacándose la preocupación por la calidad del aire y su repercusión en la salud de la comunidad local y el entorno natural.

Las concentraciones de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ registradas en la estación de monitoreo CAE-01 se encuentran por debajo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire, cumpliendo así con lo estipulado en el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. Sin embargo, los valores obtenidos en la estación CAE-02 superan dicho estándar, por lo que no cumplen con las normativas establecidas en el mismo decreto. Cabe destacar que se evidenció la presencia de humo generado por la quema de basura en la torratera ubicada en las inmediaciones externas de la planta, lo cual pudo haber influido en los resultados registrados en dicha estación.

El desarrollo de la minería en Las Bambas ha permitido identificar seis actividades mineras clave mediante el uso de un diagrama de flujo: Obras Provisionales, Perforación, Voladura, Extracción y Transporte. A través del uso de una lista de chequeo, se han identificado y evaluado los aspectos e impactos ambientales asociados a cada una de estas actividades, lo que ha facilitado su determinación específica para cada proceso identificado.

En las Obras Provisionales se han identificado once aspectos ambientales clave: generación y disposición de residuos sólidos (domésticos e industriales), generación de restos fecales, generación de efluentes contaminados, consumo de recurso hídrico por uso doméstico, iluminación y alimentación del campamento, derrame de hidrocarburos, generación de erosión del suelo, generación de ruido ambiental, generación de material particulado, desbroce y compactación del suelo. Cada uno de estos aspectos representa un potencial impacto ambiental que debe ser gestionado adecuadamente para minimizar sus efectos negativos sobre el entorno.

En la etapa de Perforación, se han identificado siete aspectos ambientales clave: propagación de ruido, propagación de material particulado (MP), derrame de hidrocarburos, emisión de gases, generación de ruido adicional, y propagación de vibraciones.

Para la Voladura, se han determinado también siete aspectos ambientales: generación de residuos sólidos, propagación de ruido, propagación de material particulado (MP), desbroce de la cobertura vegetal, desestabilización del talud, generación de desmonte, y generación de gases

En la etapa de Extracción, se han identificado dos aspectos ambientales principales: generación de material particulado y extracción de suelo.

En la fase de Transporte, se han determinado cuatro aspectos ambientales clave: emisión de gases, propagación de ruido, propagación de material particulado (MP) y derrame de hidrocarburos.

Se ha podido establecer que los impactos ambientales generados por los gases contaminantes afectan significativamente a la población en la zona de influencia de la minera Las Bambas, en Cotabambas. Estos impactos incluyen el deterioro de la calidad del aire, lo cual puede repercutir negativamente en la salud de la comunidad local, así como en el equilibrio del ecosistema.

VI. RECOMENDACIONES

El fortalecimiento de la institucionalidad democrática es esencial para abordar de manera más eficaz la problemática de las zonas mineras y canalizar, a través de vías pacíficas y de diálogo, las demandas de la población y los acuerdos alcanzados con el Estado. Además, es fundamental que la población de la zona de influencia sea informada de manera adecuada y oportuna sobre los cambios realizados en el proyecto mediante las modificaciones del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), así como de sus impactos y de las medidas de prevención y mitigación que se implementarán en respuesta a dichos cambios.

En este contexto, es esencial que se informe detalladamente sobre los impactos que tendrá la sustitución del mineroducto por el transporte terrestre, lo que implicará la circulación de 125 camiones diarios de ida y vuelta. Estos impactos deben ser cuantificados, junto con aquellos generados por los vehículos que prestan múltiples servicios a la empresa. Asimismo, es necesario especificar las medidas de mitigación, prevención y contingencia que se adoptarán, tales como las acciones previstas en caso de un derrame de concentrados.

Es fundamental llevar a cabo una revisión exhaustiva de las modificaciones realizadas en el proyecto, con el objetivo de evaluar si los impactos identificados y las medidas de prevención y mitigación implementadas son las adecuadas. En caso de que no lo sean, deben establecerse las medidas correctivas necesarias para evitar o mitigar aquellos impactos no previstos o inadecuadamente dimensionados.

El procedimiento de Informe Técnico Sustentatorio (ITS), que implementa normas destinadas a facilitar la inversión minera, ha permitido realizar modificaciones en componentes clave de los proyectos con requisitos mínimos. En vista de ello, es necesario que el Estado revise tanto la normativa vigente como las prácticas asociadas, con el fin de ajustarlas a estándares que garanticen una protección efectiva del medio ambiente y los derechos de las poblaciones afectadas [39] .

Es imperativo establecer mecanismos adecuados de información, participación y consulta durante los procedimientos de aprobación y modificación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Además, se deben considerar nuevos estudios para identificar las causas de la contaminación presente en la zona de influencia, derivada de la etapa de construcción y desarrollo del proyecto minero. Esto permitirá implementar medidas correctivas y de mitigación más precisas y efectivas.

Es fundamental incorporar a las comunidades y a sus organizaciones representativas en el proceso de diálogo en curso, garantizando su participación de manera oportuna e informada. Además, es necesario investigar las circunstancias y responsabilidades en la muerte de las tres personas como resultado del conflicto, y asegurar que se brinde apoyo a las familias que han quedado en situación de desamparo, así como atención médica adecuada a los heridos.

También debe investigarse la retención de pobladores y dirigentes sociales que fueron llevados a las instalaciones de la empresa, donde sufrieron maltrato físico por parte de efectivos policiales.

El Estado, por su parte, debe desarrollar una estrategia integral de prevención de conflictos, que incluya la mejora de los canales institucionales para resolver los problemas que afectan a las poblaciones de las zonas mineras, a fin de evitar futuros enfrentamientos y promover soluciones pacíficas y sostenibles.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OPS, “Calidad del aire - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud.” Accessed: May 12, 2022. [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
- [2] MINAM, “DECRETO SUPREMO N ° 074-2001-PCM REGLAMENTO DE ESTANDARES NACIONALES,” Lima - Perú, 2001. [Online]. Available: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-074-2001-PCM.pdf
- [3] MINAM, *DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM-Aprueban Estándares de Calidad Ambiental AMBIENTE Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*. Lima, 2017, pp. 6–9. [Online]. Available: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-003-2017-MINAM.pdf>
- [4] Instituto Peruano de Economía, “Importancia de la minería .”
- [5] M. del Ambiente, “Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental y su reglamento,” p. 160, 2001.
- [6] C. A. Mario Serafín, “Evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad minera en la rinconada puno,” Univerisdad de piura, 2009.
- [7] S. Vargas Inga and M. Oliva, “Factores socioeconómicos que influyen en la inadecuada gestión integral de residuos sólidos en el distrito de María,” *INDES Rev. Investig. para el Desarro. Sustentable*, vol. 3, no. 2, p. 7, 2017, doi: 10.25127/indes.201502.009.
- [8] C. Jensen Montt, “Diseño de una estrategia de reducción de emisiones en el proceso de extracción de mina,” Universidad de Chile, 2019.
- [9] M. D. Porras Niño, “Análisis del impacto ambiental, generado en los últimos diez años, por las actividades mineras realizadas en el municipio de Sibate,” Universidad antonio nariño, 2021.
- [10] D. M. Figueredo Mateus and N. M. Pinto Aguilar, “Plan de manejo ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechi en el bajo Cauca-Región de la Mojana,” Universidad catolica de Colombia, 2016.
- [11] F. Almendro Ruiz, “Estudio de impacto ambiental del proyecto de explotacion minera Poshan ,en el distrito Guzmango/Tantarica-Contumaza-Cajamarca,” Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.
- [12] E. E. Blanco Benavente and H. F. Paricahua Sinca, “Identificación y valorización de impactos ambientales generados por las actividades de la Minería informal, en el cerro Luicho del Distrito de Colta, Provincia de Paucar del Sara Sara, Ayacucho,” Universidad

Tecnológica del Perú, 2020.

- [13] K. G. Julca Condezo, “Evaluación de los impactos ambientales generados por el funcionamiento de la planta complementaria de beneficio de minerales oxidados en el Distrito de Simón Bolívar de Rancas perteneciente a Volcán Compañía Minera S.A.A.,” Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018.
- [14] “IMPACTO AMBIENTAL - files. sobre... ċ PDF fileuniversidad los Ángeles de chimbote 1 medio ambiente y desarrollo sostenible mblgo. jose luis gutierrez aponte mblgo. luis alberto - [PDF Document].”
- [15] C. A. ZAROR ZAROR, ““INTRODUCCION A LA INGENIERIA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA DE PROCESOS,”” UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, 2013.
- [16] D. J. Falconí López and M. X. Robalino Andrade, “Estudio de Impacto Ambiental de un taller automotriz y desarrollo de plan de manejo de desechos peligrosos y seguridad ocupacional,” Universidad Internacional del Ecuador Facultad, 2016. [Online]. Available: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1326/1/T-UIDE-1033.pdf>
- [17] M. Á. Sánchez Sánchez, “Vicerrectorado de INVESTIGACION,” *Univ. Nac. Federico Villarreal*, pp. 5–9, 2019.
- [18] Victoria Cecilia Franco Soto, “Educación ambiental y Conservación al medio ambiente en la Institución Educativa Inicial N° 032 Niño Jesús de Zárate - San Juan de Luriganchos , 2017 .,” Universidad Cesar Vallejo, 2018. [Online]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14995/Franco_SVC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [19] “Impacto de la energía de la energía en el medio ambiente.”
- [20] “2.3.2 Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) – ESDA | Estudio de Desempeño Ambiental.”
- [21] E. J. Loaiza Alfaro, “Diseño e implementación del plan de manejo ambiental para el mejoramiento de la producción de oro y prevenir la contaminación de la pequeña minería y minería artesanal en la concesión Taipe Ira Rima,” Universidad nacional mayor de san marcos, 2017.
- [22] P. Oré Pinares, “La minería artesanal como factor de cambio sociocultural en el Centro Poblado Santa Filomena del Distrito de Sancos, Provincia de Lucanas. Región Ayacucho, en los años 2007- 2015,” Universidad Nacional de San Agustín.

- [23] Dourojeanni Marc;, Barandiarán Alberto, and Dourojeanni Diego, “Amazonía peruana en 2021.”
- [24] L. V. Tigre Quito, ““Identificación de aspectos ambientales y evaluación de impactos ambientales en la facultad de ciencias químicas de la universidad de Cuenca,”” Universidad De Cuenca, 2017.
- [25] L. K. Gomez Cari, “Evaluación del Manejo de Residuos Sólidos en el Distrito de Alto Selva Alegre, Arequipa, 2014-2016,” Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa, 2017.
- [26] CEPIS, “GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD EN TANDIL,” Revista Estudios Ambientales.
- [27] Velásquez, “El medio ambiente, un recurso didáctico para el aprendizaje.”
- [28] E. PERUANO, *NTS N° 144 -MINS/2018/DIGESA*, no. 90. PERU: El Peruano, 2018.
- [29] Amarales, “ Control de las emisiones para el transporte automotor.”
- [30] J. Granados Sanchez, “La educación para la sostenibilidad en la enseñanza de la geografía.,” p. 15, 2010.
- [31] J. Reyna Ramos, “La Contaminación Ambiental,” *Minist. Educ.*, vol. 2, no. 1, p. 84, 2014, doi: 10.15381/idata.v2i1.6504.
- [32] “Calidad del aire ambiente (exterior) y salud.” Accessed: Jun. 03, 2022. [Online]. Available: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- [33] J. Cornejo, J. Erwin, B. Rodriguez, J. P. Rodr, M. S. Mu, and C. Pmm, ““Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial del Cusco,”” pp. 1–46, 2011.
- [34] K. Landeros Mugica, “DIMENSIONES PSICOSOCIALES DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.,” UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, 2013. [Online]. Available: <http://132.248.9.195/ptd2013/noviembre/0706086/0706086.pdf>
- [35] M. de trabajo y promoción del Empleo, “Anuario,” p. 204, 2018.
- [36] “Gases contaminantes,” Manos Verdes®.
- [37] “Provincia de Cotabambas - Wikipedia, la enciclopedia libre.”
- [38] “Departamento de Apurímac - Wikipedia, la enciclopedia libre.”

- [39] CooperAcción, “Caso ‘Las Bambas,’” *Obs. los conflictos mineros en el Perú y Coop.*, p. 21, 2015, [Online]. Available: <https://cooperaccion.org.pe/wp-content/uploads/2015/10/2015-10-Las-Bambas-informe-OCM.pdf>
- [40] R. Hernandez, C. Fernandez, and P. Baptista, *Metodologia de la Investigacion*, Sexta Edic. Mexico: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736, 2014.
- [41] M. Tamayo y Tamayo, *El Proceso de la Investigación Científica. Incluye evaluación y Administración de Proyectos de Investigación*, Cuarta Edi. Mexico - Mexico, 2003.
- [42] R. Hernandez Sampieri, C. Fernandez Collado, and M. del P. Baptista Lucio, *Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa*. 2010.
- [43] E. Cabezas, D. Andrade, and J. Torres, *Introduccion a la Metodologia de la Investigacion Científica*. Ecuador, 2018.
- [44] S. Carrasco Diaz, “Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación,” Universidad de San Martín de Porres.
- [45] L. Bambas, “III. Minería de altura,” Apurimac, 2004. [Online]. Available: <https://www.lasbambas.com/seccion-noticias-y-publicaciones-libro-las-bambas>
- [46] Las Bambas S.A., “Resumen ejecutivo de la tercera modificación del Estudio de Impacto Ambiental de la unidad minera Las Bambas,” p. 190, 2016, [Online]. Available: <https://www.senace.gob.pe/download/comunicaciones/eia-meia/unidad-minera-las-bambas-3era-mod/Resumen-Ejecutivo-de-la-Tercera-MEIA-Las-Bambas.pdf>.
- [47] J. Astete, M. Del Carmen Gastañaga, and D. Pérez, “NIVELES DE METALES PESADOS EN EL AMBIENTE Y SU EXPOSICIÓN EN LA POBLACIÓN LUEGO DE CINCO AÑOS DE EXPLORACIÓN MINERA EN LAS BAMBAS, PERÚ 2010,” *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica*, vol. 31, no. 4, pp. 695–701, 2014, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/273476527_Niveles_de_metales_pesados_en_el_ambiente_y_su_exposicion_en_la_poblacion_luego_de_cinco_anos_de_exploracion_minera_en_Las_Bambas_Peru_2010