



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LA CONTAMINACIÓN DE
CIANURO PRODUCIDA POR LA MINERÍA ECUATORIANA

ENCARNACION DIAZ KEVIN DARWIN
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LA CONTAMINACIÓN DE
CIANURO PRODUCIDA POR LA MINERÍA ECUATORIANA

ENCARNACION DIAZ KEVIN DARWIN
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

EXAMEN COMPLEXIVO

MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LA CONTAMINACIÓN DE CIANURO
PRODUCIDA POR LA MINERÍA ECUATORIANA

ENCARNACION DIAZ KEVIN DARWIN
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

GARCÍA GONZÁLEZ CARLOS ALBERTO

MACHALA, 15 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
15 de febrero de 2022

Medidas de prevención ante la contaminación de cianuro producida por la minería ecuatoriana

por Kevin Darwin Encarnacion Diaz

Fecha de entrega: 29-ene-2022 02:45a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1750518796

Nombre del archivo: minaci_n_de_cianuro_producida_por_la_miner_a_ecuatoriana_3.docx (27.19K)

Total de palabras: 3710

Total de caracteres: 19594

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ENCARNACION DIAZ KEVIN DARWIN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Medidas de prevención ante la contaminación de cianuro producida por la minería ecuatoriana, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

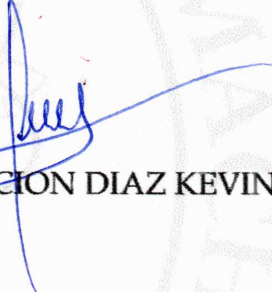
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 15 de febrero de 2022


ENCARNACION DIAZ KEVIN DARWIN
0706811296

Dedicatoria

Ante pongo mi gratitud a Dios, que con su bendición siempre supo darme fuerzas y fortalezas para salir adelante con mis proyectos, guiándome por el camino del bien. Quiero dedicar de manera muy especial este logro a mi querida madrecita que siempre estuvo conmigo apoyándome física y emocionalmente para que nunca me rinda por ningún obstáculo que se me presente, sus sabios consejos me sirvieron para motivarme a seguir con mi proceso de aprendizaje académico y pronto convertirme en un gran profesional.

Agradecimiento

A la primera persona que deseo agradecer es a mi mamita querida por enseñarme que con esfuerzo, perseverancia y dedicación se consiguen muchas cosas en la vida, por apoyarme siempre con mis estudios para perseguir mis sueños, sus lecciones de vida me han forjado a ser un hombre de bien.

A mis compañeros de aula, por los lindos momentos compartidos y estar siempre a mi lado con su apoyo incondicional.

En especial agradezco a mi tutor Dr. Carlos García, por guiarme en el proceso de titulación, por haberme aportado todos sus conocimientos y experiencias para llevar a cabo la elaboración de esta investigación a cabalidad.

Resumen

La contaminación ambiental ocasionada por Cianuro (CN) en la minería Ecuatoriana, ha traído consecuencias graves e irreparables al medio ambiente y la salud del ser vivo. La extracción de oro es una forma antigua de minería. Siendo un material altamente resistente, porque tiene el potencial de resistir la mayoría de los químicos que pueden causar decoloración, excepto el cianuro. En el proceso a nivel industrial se destaca la eliminación del mercurio como compuesto extractor, reemplazándolo totalmente por cianuro para lixiviar el oro. Este proceso inicia con el transporte del mineral extraído a pilas de lixiviación o Plan Ambiental de Desarrollo (PAD), aquí el material es lavado con una solución de cianuro a una concentración de 50 ppm con el fin de disolver el oro y obtenerlo en solución para bombearlo a la planta de procesos, en donde se precipita el metal usando zinc en polvo y la solución sin oro (o Barren) es recirculada al PAD por lo que se completa un ciclo cerrado y se disminuye la cantidad de cianuro vertido al ambiente. En esta investigación se desarrollaron medidas de prevención ante la contaminación de cianuro producida por la minería, mediante la participación social en el cuidado y preservación por la naturaleza y el buen vivir, para lo cual se precisó como metodología el empleo de una investigación descriptiva y cualitativa. Se obtuvo mediante información bibliográfica para prevenir la contaminación por cianuro en el Ecuador, mismo que ocasiona efectos letales en nuestra salud.

Palabras clave: Cianuro; intoxicación; minería; lixiviación.

Abstract

The environmental contamination caused by cyanide (CN) in Ecuadorian mining has brought serious and irreparable consequences to the environment and the health of living beings. Gold extraction is an ancient form of mining. It is a highly resistant material, because it has the potential to resist most chemicals that can cause discoloration, except cyanide. The process at the industrial level highlights the elimination of mercury as an extracting compound, replacing it completely with cyanide to leach the gold. This process begins with the transport of the extracted ore to the leaching heaps or Environmental Development Plan (EDP), where the material is washed with a cyanide solution at a concentration of 50 ppm in order to dissolve the gold and obtain it in solution for pumping it to the processing plant, where the metal is precipitated using zinc powder and the solution without gold (or Barren) is recirculated to the EDP, thus completing a closed cycle and reducing the amount of cyanide discharged into the environment. In this research, measures were developed to prevent cyanide contamination caused by mining, through social participation in the care and preservation of nature and good living, for which a descriptive and qualitative research methodology was used. Bibliographic references were used to obtain information to prevent contamination by CN in Ecuador, which causes lethal effects on our health.

Keywords: Cyanide; drunkenness; mining; leaching.

Índice

Dedicatoria	1
Agradecimiento	2
1. Introducción	6
2. Objetivos	8
2.1 Objetivos General.	8
2.2 Objetivos Específicos.	8
3. Desarrollo	9
3.1 Cianuro.	9
3.2 Uso y proceso del cianuro en la minería Ecuatoriana.	9
3.3 Intoxicación por Cianuro.	10
3.4 Impacto ambiental de la minería Ecuatoriana.	10
3.5 Medidas preventivas para la extracción de oro por cianuro.	11
3.6 Mecanismo de acción y toxicocinética por cianuro.	12
3.7 Dosis tóxica por cianuro.	12
3.8 Minería ilegal en la Provincia de El Oro.	13
3.9 Medidas de prevención ante la contaminación de cianuro producida por la minería ecuatoriana.	13
4 Metodología	15
5 Conclusiones	16
6 Bibliografía	17

1. Introducción

El oro es uno de los minerales preciosos conocidos con un fuerte valor socioeconómico en la vida humana. Las soluciones expuestas que contienen cianuro asociadas con los procesos de restablecimiento de plata y oro en la industria minera representan un riesgo para la vida silvestre que interactúa con estas soluciones. ^{1,2}

La extracción de oro del mineral era una forma antigua de minería. Siendo un material altamente resistente, porque tiene el potencial de resistir la mayoría de los químicos que pueden causar decoloración, excepto el cianuro. ³ Además, en la minería a nivel mundial el cianuro es muy utilizado, debido a que es un anión monovalente, sin embargo, a pesar de ser considerado altamente tóxico se lo sigue utilizando en los procesos de extracción de minerales. ⁴⁻⁶

El cianuro se encuentra en mayor demanda en soluciones después de cada procesamiento de extracción minera por cianuración. Sin embargo, en la minería ecuatoriana comprende el proceso de aprovechamiento de minerales que se encuentran en la superficie terrestre siendo una actividad con fines comerciales. ^{7,8} Por lo cual, en Ecuador la minería artesanal e ilegal ha ido en aumento a nivel nacional, ocasionando una contaminación con metales pesados afectando la flora y fauna, por lo cual hoy es principal preocupación de la sociedad, para evitar la contaminación producida por componentes tóxicos desechados por la minería como es el cianuro mismo que puede ser sometido a una degradación química, natural o biológica. Para disminuir su poder contaminante. ^{4,9} Por lo tanto, desde hace mucho tiempo el cianuro ha sido utilizado como fines homicidas, pesticidas y suicidas, debido a su acción ligera y letal que posee. Hoy en día tiene un papel importante en la industria minera, debido a que es de gran importancia en los procesos de lixiviación química de metales ^{5,10,11}

Preservar el ecosistema, para enmendar los perjuicios ocasionados por el ser humano y contrarrestar el deterioro, debido a que afecta a la salud de manera directa e indirecta en el ecosistema. ¹² La contaminación ambiental es un proceso cíclico que incluye todos los ambientes como suelo, aire y agua desde cualquier punto de vista, así como los organismos que emiten y consumen contaminantes. Las empresas mineras operan sin responsabilidad social y desconocen la seguridad y salud de quienes están expuestos a estos contaminantes. ^{13,14} La minería en El Oro

ha causado daños e impactos en el medio ambiente y la ecología de los cantones altos de la provincia, reduciendo la capacidad de mantener el ecosistema sano.

Heinke y Henry (1999) sugiere que "la solución depende en gran medida de la geología, el clima, topografía y la operación minera"; Además, este problema no ha sido resuelto por las autoridades durante muchos años, la gente misma está acostumbrada, por lo que es necesario cambiar este hecho.⁴

Además, la intoxicación por cianuro puede ocurrir como exposición intencional o de forma accidental. Ambas han representado una alta morbilidad y mortalidad hasta el día de hoy.^{1,15} Las muertes por cianuro están relacionadas con infarto de miocardio, embolia pulmonar o arritmias ventriculares. Usar técnicas de procesamiento como colorimetría, titulación y electroquímica para determinar la presencia y concentración de cianuro en los ríos cercanos a la mina.¹¹ A nivel industrial, se estima que el cianuro consume 1,5 millones de toneladas al año, las cuales la minería, la fotografía, plásticos, productos para el cabello y las uñas, pesticidas y fumigantes contribuyen a esta grave contaminación. Además el cianuro, también se encuentra en algunos medicamentos para la presión arterial alta y alimentos que contienen compuestos llamados glucósidos cianogénicos, considerando que puede ser fatal en dosis altas.³

El propósito de este estudio es presentar la situación de la minería ilegal en el Ecuador y mostrar el alcance de la participación social en el control de la contaminación del medio ambiente y la protección de la naturaleza. En base a Alcívar (2015), "las operaciones mineras en cantones como Portovelo y Zaruma se desarrollan tradicionalmente, utilizando procesos para extraer oro a base de mercurio y cianuro" teniendo un índice de contaminación del 19,45% del agua en El Oro.¹⁶ Todos los sitios mineros en Ecuador han depositado grandes cantidades de desechos de operaciones mineras con altos niveles de sulfuro (pirita, pirrotina) a lo largo del tiempo.

2. Objetivos

2.1 Objetivos General.

- Desarrollar medidas de prevención mediante revisión bibliográfica con el fin de contrarrestar la contaminación producida por cianuro en la minería ecuatoriana.

2.2 Objetivos Específicos.

- Proponer un manejo adecuado del cianuro en la minería.
- Determinar las consecuencias producidas por la contaminación del cianuro en el medio ambiente.

3. Desarrollo

En el continente americano se ha evidenciado la existencia de minerales preciosos y valiosos sobre todo en la parte de sudamérica, en la cual existe la explotación irracional de estos recursos naturales, por ende este estudio ha permitido implantar un modelo de estrategias preventivas para contrarrestar la contaminación por la extracción de minerales. Actualmente se han buscado soluciones de acuerdo a los daños socio-ambientales causados por la explotación minera.¹⁷ Por ende, el oro es uno de los minerales preciosos conocidos con un fuerte valor socio-económico en la vida humana. La extracción del mineral (oro) era una técnica antigua frecuente en la minería en la cual se utilizaba un platón de cobre y entre ellos el cianuro para la eliminación de residuos, la cual favorecía con la obtención del mineral, entre ellos la restauración de oro en la industria minera representan un riesgo para la flora y fauna a nivel mundial.^{1,2}

3.1 Cianuro.

El CN es un compuesto tóxico y letal por lo que ha favorecido en la lixiviación metalúrgica de minerales naturales, mismo que ha desarrollado daños al medio ambiente, claro está según lo indicado por Paracelso “**Nada es veneno, todo es veneno, todo depende de la dosis**”¹⁰

3.2 Uso y proceso del cianuro en la minería Ecuatoriana.

A nivel industrial, el mercurio sobresale en la remoción del compuesto minado, reemplazando completamente con cianuro para lixiviar el oro. El proceso comienza con el transporte del mineral extraído a la plataforma o Plan Ambiental de Desarrollo (PAD), Aquí, el material se lava con una solución de cianuro de 50 ppm para disolver el oro y convertirlo en una solución que luego se bombea a la planta de procesamiento, en caso de que el metal se precipite con polvo de zinc, la solución de oro libre (o Barren) se devuelve al PAD, cerrando así el circuito y reduciendo la cantidad de cianuro liberado al medio ambiente.¹⁸

El cianuro es utilizado por la industria minera Ecuatoriana para extraer oro y otros metales preciosos a través de la molienda de minerales (Impacto y abrasivo, en el que un tambor metálico o molino de bolas pulveriza el material extraíble para reducir la magnitud de partícula y aumentar el área de contacto de contacto) y lixiviación (Extracción de solutos de una mezcla por la acción de un solvente líquido). Según el pH de la solución, las concentraciones de cianuro libre y otros

factores, el oro se recupera del eluato (es el proceso de extraer un material de otro lavándolo con un solvente).^{19,20}

Para la obtención de oro, el contenido de cianuro de la solución de sodio (NaCN) debe estar entre 0,01% y 0,05% para ser finalmente depositada en tanques y pilas de almacenamiento para su posterior lavado y extracción del oro.²⁰

3.3 Intoxicación por Cianuro.

El cianuro inhibe de forma competitiva la unión del oxígeno a la hemoglobina e inhibe los citocromos de la fosforilación oxidativa, lo que provoca el agotamiento de la energía celular. El cianuro se absorbe rápidamente en la piel y en todas las superficies mucosas; es más peligroso cuando se inhala porque las cantidades tóxicas se absorben con gran rapidez a través de la mucosa bronquial y los alvéolos.^{21,22} El edetato de dicobalto es un tratamiento conocido para el envenenamiento masivo por cianuro en casos de ingestión o explosión industrial.²³

3.4 Impacto ambiental de la minería Ecuatoriana.

La mayor parte del cianuro se encuentra en soluciones o suspensiones después de cada procesamiento de cianuración. Sin embargo, la minería ecuatoriana comprende el proceso de aprovechamiento de minerales que se encuentran en la superficie terrestre siendo una actividad con fines comerciales.^{7,8} Por lo cual, en Ecuador la minería artesanal e ilegal ha ido en aumento a nivel nacional, ocasionando una contaminación con metales pesados afectando la flora y fauna. El impacto ambiental en la minería puede ser altamente adverso si no se aplican medidas apropiadas para prevención ante la contaminación de cianuro, entre otros metales altamente tóxicos, debido a que en Ecuador carece de un agente regulador ante la contaminación minera.²⁴

Las aguas superficiales y subterráneas pueden contaminarse temporal o permanentemente con reactivos químicos debido al uso indebido en la minería o derrames de productos debido a un control inadecuado de los desechos lo que genera peligros para la vida silvestre, las comunidades y otros recursos biológicos. Algunos contaminantes como los agentes tóxicos o el drenaje ácido, hecho por el hombre pueden causar impactos negativos particularmente severos a largo plazo en el medio ambiente. Las actividades mineras tanto en la superficie como en el subsuelo pueden

destruir el suelo y la vegetación, causar erosión, pérdida de hábitat y otras consecuencias ambientales negativas.²⁵

El envenenamiento agudo por cianuro de hidrógeno o los cianuros se manifiesta por mareos, náuseas, tambaleo y pérdida del conocimiento. La muerte puede ocurrir rápidamente después de tragar tan solo 300 miligramos de las sales o inhalar tan solo 100 miligramos de cianuro de hidrógeno. La exposición a concentraciones de 200 a 500 partes de cianuro de hidrógeno por 1 000 000 de partes de aire durante 30 minutos también suele ser mortal. En dosis subletales, el cuerpo humano desintoxica rápidamente el cianuro mediante la combinación con azufre para formar sulfocianuros no tóxicos, y la recuperación generalmente se completa en unas pocas horas, sin efectos secundarios permanentes.¹⁷ Igualmente, las fundiciones pueden arrojar emisiones contaminantes que resultan especialmente dañinas.²⁶ Los problemas ambientales más comunes en las minas son el impacto y cambios morfológicos del suelo, deforestación, pérdida de flora y fauna, erosión de suelos, pérdida de hábitat animal y problemas en la minería y problemas futuros de O₂.¹⁷

3.5 Medidas preventivas para la extracción de oro por cianuro.

Una parte integral e importante de muchos sistemas de gestión de agua de pozo en sitios mineros es un enfoque para gestionar soluciones de gas y lodos que contienen cianuro. Con la excepción de la mayoría de los reactivos de cianuro almacenados, como el cianuro de sodio, la mayoría de los cianuros presentes en los sitios mineros son soluciones acuosas.²⁴ El costo de no considerar el impacto ambiental desde el inicio de un proyecto minero puede ser muy alto. El costo de limpiar las aguas subterráneas y el suelo contaminado por medidas a gran escala puede llegar a millones de dólares. Por ejemplo, en los Estados Unidos, el costo de reparar un asentamiento minero de Summitville en Colorado se estima en \$120 millones.

El control de la contaminación debe ser un principio estratégico en la gestión minera. Su adopción puede evitar o minimizar el grave impacto ambiental de la minería de metales al tiempo que mejora la eficiencia económica del diseño y la operación del proyecto. Asimismo, potencia la recuperación de minerales, minimiza el impacto ambiental y previene riesgos a largo plazo.²⁶ Los compuestos inorgánicos de cianuro y nitrilo están ampliamente distribuidos en el medio ambiente, principalmente como resultado de la actividad antropogénica, pero también son el resultado de la

síntesis de cianuro por varios organismos, incluidas las plantas superiores, los hongos y las bacterias. La principal fuente de cianuro en el suelo y el agua son las aguas residuales que contienen varios cianuros y nitratos inorgánicos.^{27,28}

La principal exposición en la población por cianuro, es el humo de cigarrillo por ende deberían tomar medidas preventivas para reducir la intoxicación por este compuesto químico.^{29,30} La extracción de oro del mineral era una forma antigua de minería. Es un material muy duradero ya que puede soportar la mayoría de los productos químicos que pueden causar decoloración, excepto el cianuro.³¹ En Ecuador, la minería artesanal ilegal está aumentando a nivel nacional, lo que genera una contaminación por metales pesados que afecta la flora y la fauna. Por lo tanto, la principal preocupación de la sociedad actual es evitar la contaminación por componentes tóxicos provocados por la propia minería del cianuro químico y natural, o descomposición biológica. Reducir su poder contaminante.⁶

3.6 Mecanismo de acción y toxicocinética por cianuro.

El cianuro envenena la cadena de transporte de electrones mitocondrial dentro de las células y hace que el cuerpo no pueda obtener energía (trifosfato de adenosina-ATP) del oxígeno. Específicamente, se une a la porción a3 (complejo IV) de la citocromo oxidasa e impide que las células usen oxígeno, lo que provoca una muerte rápida. Se espera que la liberación de gas cianuro en el aire, en forma de cloruro de cianógeno o cianuro de hidrógeno, sea letal para el 50 % de las personas expuestas (LC t 50) a niveles de 2.500-5.000 mg*min/m³ y 11.000 mg*min/m³, respectivamente. Cuando se ingiere como cianuro de sodio o potasio, la dosis letal es de 100 a 200 mg.^{11,14}

3.7 Dosis tóxica por cianuro.

La ingestión de 1 mg/kg o 50 mg de cianuro de hidrógeno puede producir la muerte en 15 minutos. La dosis letal de cianuro de potasio es de 200 mg. De cinco a 10 ml de acetonitrilo al 84 % es letal. Las infusiones de nitroprusiato de sodio a velocidades superiores a 2 µg/kg por minuto pueden causar que el cianuro se acumule en concentraciones tóxicas en pacientes en estado crítico.¹⁰

3.8 Minería ilegal en la Provincia de El Oro.

En Ecuador, un aumento en la minería ilegal y la contaminación al ecosistema ha incrementado, devastando áreas cercanas a ríos y alcantarillas. La minería ilegal está integrada en la parte alta del río Puyango exactamente entre Portovelo y Salma. La explotación de oro (Au) y plata (Ag) es realizada por etapas, la primera etapa es extraer los minerales crudos de la mina, la segunda etapa es procesar los minerales en la planta de procesamiento.³²

En el cual, el proceso de aprovechamiento del mineral se realiza desde la reducción del mineral bruto de la planta hasta la etapa de lixiviación

La planta de procesamiento está ubicada a orillas de los ríos Carrera y Amarillo. En el cual, el proceso de aprovechamiento del mineral se realiza desde la reducción del mineral bruto de la planta hasta la etapa de lixiviación. El cianuro (CN) se usa en los lixiviados durante la minería y, como resultado, los desechos forman relaves y se descargan en los ríos, lo cual estos relaves están contaminados con metales pesados y tienen graves impactos ambientales debido a su toxicidad.¹

En los ríos de El Oro, la contaminación por actividades mineras tiene un impacto negativo en todas las formas de vida, causando graves problemas al medio ambiente y al ser humano. En los cantones de la parte alta de la provincia como Zaruma y Portovelo son los más afectados debido a la ingesta de agua y alimentos contaminados. En la actualidad, existen pocos estudios respecto a las consecuencias que provoca la actividad minera en la salud humana. Sin embargo en los cantones cercanos como Marcabelí, Balsas y Las Cajas, se localizan la cuenca media y baja del río Pindo-Puyango, siendo gran parte de la población mineros.

Los resultados obtenidos fueron alarmantes, debido a que en Portovelo el 52% de la población manifestaron intoxicación por mercurio, al igual que el 57% de individuos en Zaruma.¹⁴

3.9 Medidas de prevención ante la contaminación de cianuro producida por la minería ecuatoriana.

Según lo expuesto por el Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, el Ministerio de Medio Ambiente establece lo siguiente "Los bienes de origen natural del Ecuador forman parte permanente del gobierno ecuatoriano por ende son bienes irrevocables del medio ambiente". Las

principales obligaciones del gobierno están en coordinar el aprendizaje, eliminar la parte económica de sectores vulnerables, promocionar el ámbito sustentable y la distribución igualitaria de los bienes, para acceder al entorno de vivencia y cuidar el recurso del ecosistema que forma parte de nuestro planeta y posterior a las costumbres de cada etnia. ^{17,26}

Como posibles soluciones ante la contaminación minera tenemos lo siguiente:

Se solicita a las autoridades políticas a implementar a nivel nacional diversas normas administrativas y operativas, lineamientos técnicos, lineamientos y parámetros ambientales generales para prevenir, gestionar, reducir, mejorar y compensar el impacto ambiental de las operaciones mineras y la participación de la comunidad. ^{2,16} Establecer subsistemas de gestión y coordinación para ejecutar el cumplimiento de las normas de calidad como el, agua, aire, suelo, ruido, residuos y contaminación. La creación de subsistemas de control homogéneos para monitorear el cumplimiento de las normas y parámetros establecidos, así como los sistemas de gestión ambiental en general, permite llevar a cabo todas las fases de las operaciones mineras. ¹⁴ Sin embargo, el cianuro ha sido implementado en la minería para los procesos de recuperación del oro, en el proceso denominado cianuración, el cual consiste en un tanque de 30 m³ con una mezcla de lixiviados, para lo cual se agrega de manera empírica 75 kg de Cianuro de Sodio, sin las debidas precauciones y sin los estándares de bioseguridad. Por ende resultaría tóxico al personal que se encuentre en dicha área, por lo que debe de ser obligatorio el uso de guantes, máscara para productos químicos, protector visual, vestimenta para minería y calzado duro, con el fin de evitar intoxicaciones por vía dérmica e inhalatoria.

También consiste en educar a los habitantes del sector minero sobre los peligros y riesgos que pueden representar si se equivocan en sus acciones, ya que pueden resultar fatales para ellos. Promover las normas de bioseguridad que permitan la protección de los operarios que entran en contacto directo con la extracción del mineral. Por lo tanto, también se deben realizar análisis clínicos para monitorear y controlar su estado de salud a corto y largo plazo.. ^{6,14}

4 Metodología

El presente trabajo de recopilación bibliográfica se realizó con estudios y artículos de otros investigadores, mismo que se consideró las respectivas páginas de búsqueda google académico, scielo, elsevier, scopus, taylor & francis considerando estudios con DOI y ISSN .

El cianuro es considerado un químico altamente tóxico, debido a su uso frecuente en la minería ilegal, por lo que conlleva a la contaminación del medio ambiente y por ende produce alteraciones congénitas en los habitantes que se encuentran expuestos de manera directa. Por lo general no es frecuente que exista en otros lugares ya que el cálculo de CN en la hemoglobina suele darse de forma directa, por lo que corresponde a la valoración del doctor considerar los signos vitales y sintomatología que llegue a presentar el paciente con el fin de excluir el envenenamiento por cianuro. En la actualidad la minería de oro produce descargas de sustancias altamente tóxicas, ocasionando graves daños al ambiente. El deterioro del medio ambiente en El Oro ha causado daños ambientales graves e irreparables. ^{14, 33}

Sin embargo, la cuestión de la minería valiosa en los Altos de Ourense desde un punto de vista antropológico nunca ha sido resuelta. Hay muchos informes de la minería a nivel nacional. En todas las zonas mineras de Ecuador, especialmente en el bloque Ponce Enrique, las normas ambientales generalmente se consideran de libre acceso, pero con el tiempo se vertía una cantidad importante de residuos de la minería artesanal en el arrozal. Aunque es raro, el envenenamiento por cianuro resulta en una alta mortalidad, especialmente si no se trata a tiempo. ^{13,34} La minería es el principal motor económico de ingresos en el Ecuador. Además, el trabajo duro y el uso de químicos producen daños al ecosistema y humanidad. ^{12, 32}

5 Conclusiones

Se concluyó que en los sectores como la Ponce Enriquez, Portovelo, Zaruma y Paccha la minería ha sido considerada incluso por los propios habitantes como fuente de ingresos económicos con el objetivo de mejorar su buen vivir. Sin embargo en la actualidad sufren las consecuencias debido a que la contaminación ambiental ha ido aumentando. El desconocimiento de ciertos habitantes que han estado expuestos de manera directa con el cianuro han presentado problemas en su salud ya sean daños neurológicos, cardíacos y alteraciones en el sistema genético, a pesar de eso la minería aún es aplicada en esos sectores del Ecuador. Implementar propuestas con las autoridades competentes, con el fin de que la minería no ocasione daños ambientales, además se sugiere que las autoridades interfieran en las plantas mineras para supervisar, vigilar y sobre todo dar soluciones en el ámbito ambiental que afectan a la población cercana a los sectores mineros ocasionando problemas letales en la salud. Se reconoce que los elementos como el agua, vegetación, suelo, y animales han sido estudiados para las etapas de construcción y operación, lo cual producen efectos, es decir, requieren procedimientos bien preparados.

6 Bibliografía

- (1) Anning, C.; Wang, J.; Chen, P.; Batmunkh, I.; Lyu, X. Determination and Detoxification of Cyanide in Gold Mine Tailings: A Review. *Waste Manag. Res.* **2019**, *37* (11), 1117–1126. <https://doi.org/10.1177/0734242X19876691>.
- (2) Latorre, Á. M. L. R.; Tovar, M. H. T. Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá. *Saúde debate* **2017**, *41* (112), 77–91. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711207>.
- (3) Prevecionar.com. PROPIEDADES DE LOS NITROCOMPUESTOS ALIFATICOS. *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*; Prevecionar.com, 2019.
- (4) Vilela-Pincay, W.; Espinosa-Encarnación, M.; Bravo-González, A. La contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro. *Estudios de la Gestión: revista internacional de administración* **2020**, No. 8, 210–228. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.8>.
- (5) Marín Vallejo, L. M.; Ochoa Ruilova, J. A.; Prado Farfán, K. V. Análisis Comparativo in Vitro de La Actividad Biodegradadora de Bacterias Del Género Pseudomonas Sp. Y Microorganismos Nativos, Para Su Uso En Un Proceso de Biorremediación in Situ de Sales de Cianuro, dspace.ups.edu.ec, 2010.
- (6) Machado, L. G.; Ospina, J. H.; Henao, N. A.; Marín, F. D. Problemática ambiental ocasionada por el mercurio proveniente de la minería aurífera tradicional, en el corregimiento de Providencia, Antioquia. **2010**.
- (7) Bustinza Rivera, V. V. Estudio del uso de Nitrato de Plomo para optimizar la recuperación de oro en el Proceso de Cianuración, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019.
- (8) Yupangui Asanza, V. F. Intoxicación por cianuro en personas expuestas a las vertientes de ríos en zonas mineras. **2021**.
- (9) Medina Luque, C. O. Tratamiento de los Efluentes de Cianuración con Resinas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2016.
- (10) Ramírez, A. V. Toxicidad Del Cianuro: Investigación Bibliográfica de Sus Efectos En Animales Y En El Hombre. In *Anales de la Facultad de Medicina*; UNMSM. Facultad de Medicina, 2010; Vol. 71, pp 54–61.
- (11) Atehortúa, A. F. E.; Gómez, M. Z.; Mejía, M. C. B. Intoxicación por cianuro, perspectiva desde urgencias: reporte de dos casos y revisión de la literatura. *Med UPB* **2019**, *38* (2), 168–176. <https://doi.org/10.18566/medupb.v38n2.a09>.
- (12) Peña Carpio, E.; Menendez-Aguado, J. M. Environmental Study of Gold Mining Tailings in the Ponce Enriquez Mining Area (Ecuador). *Dyn. Med.* **2016**, *83* (195), 237–245. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n195.51745>.
- (13) Ordoñez-Zarama, Y. A.; Mera-Martínez, P. F.; Belalcazar-Obando, G. G.; Portillo-Miño, J. D. Intoxicación Por Cianuro Y Accidente Cerebrovascular En Fosa Posterior: Reporte de Un Caso Y Revisión de La Literatura. *Rev. Toxicol* **2021**, *38*, 29–33.
- (14) Bravo, M. L.; Luna, J. S.; Abad, C. Q.; Osorio, M. S.; Rodríguez, J. P. Actividad minera y su impacto en la salud humana / The mining and its impact on human health. *CIENCIA UNEMI* **2016**, *9* (17), 92–100. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss17.2016pp92-100p>.
- (15) Lopez-Jimenez, C. L.; de Jesús Uribe-Guevara, J.; Cuesta-Ramírez, J. J. Impacto percibido en la salud de los mineros artesanales del municipio de Quinchía (Colombia) por el uso de

- mercurio y cianuro en el proceso de amalgamiento de oro. *Rev. salud pública* **2019**, *21* (3), 1–8. <https://doi.org/10.15446/rsap.V21n3.81048>.
- (16) Oviedo-Rodrigo; Moina-Emy; Naranjo-Jaime; Barcos-Milton. Contaminación Por Metales Pesados En El Sur Del Ecuador Asociada a La Actividad Minera. *Bionatura* **2017**, *2*, 437–441.
- (17) López-Sánchez, L. M.; López-Sánchez, M. L.; Medina-Salazar, G. La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. *entramado* **2017**, *13* (1), 78–91. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25138>.
- (18) Anchundía, R. O.; Quimí, E. M.; Morán, J. N.; Arias, M. B. Contaminación Por Metales Pesados En El Sur Del Ecuador Asociada a La Actividad Minera. *Bionatura* **2017**, *2* (4), 437–441. <https://doi.org/10.21931/rb/2017.02.04.5>.
- (19) Eisler, R.; Wiemeyer, S. N. Cyanide Hazards to Plants and Animals from Gold Mining and Related Water Issues. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 2004, pp 21–54. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9100-3_2.
- (20) Nava-Alonso, F.; Elorza-Rodríguez, E.; Uribe-Salas, A.; Pérez-Garibay, y. R. Análisis Químico de Cianuro En El Proceso de Cianuración: Revisión de Los Principales Métodos. *E NERO - F EBRERO* **2007**, *20*, 28.
- (21) Fernando, H. R. *Diagnóstico integral de las condiciones de trabajo y salud*; Ecoe Ediciones, 2017.
- (22) Andrinolo, D.; Sedan, D. Y. Agente tóxicos particulares. In *Andrinolo, Dario; Sedan, Daniela Yazmine; Agente tóxicos particulares; Universidad Nacional de La Plata*; Universidad Nacional de La Plata, 2018; Vol. 171, p 248.
- (23) TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA LA EXTRACCIÓN DE ORO SIN EL USO DE MERCURIO Y SU POTENCIAL APLICACIÓN A PEQUEÑA ESCALA Y MINERÍA ARTESANAL EN COLOMBIA.
- (24) Perdomo Martínez, J. C. Lineamientos para el manejo integral de residuos de explosivos en proyectos de explotación de minas de oro subterránea, Antioquia - Colombia, Ingeniería Ambiental.
- (25) Cotes, D.; Alvarado, L.; Hoyos, E.; Molina, M.; Mosquera, D. Impactos ambientales generados por la mina de arcilla Wajira S.A.S., en Manaure- La Guajira. *Rev. Ordem Med.* **2017**, *7* (2), 41–58. <https://doi.org/10.33132/27114260.1220>.
- (26) Environmental Law Institute. Prevencion de la Contaminacion Minera: Propuesta de un Marco Común para las Américas https://www.eli.org/sites/default/files/eli-pubs/d10_02s.pdf (accessed 2022 -01 -22).
- (27) Baxter, J.; Cummings, S. P. The Current and Future Applications of Microorganism in the Bioremediation of Cyanide Contamination. *Antonie Van Leeuwenhoek* **2006**, *90* (1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10482-006-9057-y>.
- (28) Nina, E.; Fray, J. Evaluacion Para La Optimización En La Recuperación de Oro Y Plata En La Planta de Pucamarca, MINSUR. **2018**.
- (29) Rupay Güere, F. Remoción del cianuro con el complejo (CuSO₄ – H₂O₂) de los efluentes de cianuración de oro para evitar riesgos a la salud y al ambiente, Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016.
- (30) Resumen de Salud Pública: Cianuro (Cyanide) http://atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs8.html (accessed 2022 -01 -23).
- (31) Estrada-Montoya, C. C.; Restrepo Franco, G. M.; Galeano Vanegas, N. F. Evaluation of

- Cyanide and Heavy Metals Removal in Liquid Effluents from Small Mining's Gold Benefit, by Adsorption with Activated Carbon and Hydrogen Peroxide in Segovia, Antioquia. *Dyn. Med.* **2020**, 87 (212), 9–17. <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n212.79716>.
- (32) Carrión, R. M. *Zaruma, historia minera: identidad en Portovelo*; Abya-Yala, 2000.
- (33) Fabricio, Y. A. V. INTOXICACIÓN POR CIANURO EN PERSONAS EXPUESTAS A LAS VERTIENTES DE RIOS EN ZONAS MINERAS, 2021.
- (34) Carrasco, M. V.; León, L. T. Minería en el Ecuador: sostenibilidad y licitud /Mining in Ecuador: Sustainability and Lawfulness. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina* **2018**, 6 (2), 48–59.