

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES  
UCC – CAMPUS LEON**



**COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS**

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación**

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA DE PRODUCCION MAS LIMPIA (PML)  
EN MINA ARTESANAL LA BENDICION DE LA COMUNIDAD DE LOURDES  
MUNICIPIO DE VILLANUEVA DEPARTAMENTO DE CHINANDEGA EN EL  
PERIODO ESTABLECIDO DE JULIO A NOVIEMBRE DE 2023”.**

**ELABORADO POR**

1. Br. Castro Ríos Kelly Elizabeth.      Ing. Industrial.
2. Br. Izaguirre Arce Steven Manuel.      Ing. Industrial.
3. Br. Olivas Artica Melvin Antonio.      Ing. Industrial.

**TUTOR TÉCNICO.**

Ing. Maxwell Enrique Altamirano Ramos.

**TUTOR METODOLOGICO.**

MSc. Ana Patricia Aragón Benavides.

León, 26 de Noviembre de 2023

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**UCC – CAMPUS LEÓN**



**COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS**

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título  
de Ingeniero Industrial**

**AVAL DEL TUTOR**

El ingeniero Maxwell Altamirano Ramos y Máster Ana Patricia Aragón Benavides, tienen a bien:

**CERTIFICAR:**

**Que:** El Proyecto de graduación con el título “**Propuesta de un plan de mejora de producción más limpia (PML) del proceso en mina artesanal la bendición de la comunidad de Lourdes municipio de Villanueva departamento de Chinandega en periodo establecido de julio a noviembre de 2023**”. Elaborado por los estudiantes Castro Ríos Kelly Elizabeth, Izaguirre Arce Steven Manuel y Olivas Artica Melvin Antonio, ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del proyecto de investigación, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia. Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Campus León a 26 días del mes de noviembre 2023.

---

Maxwell Enrique Altamirano Ramos  
**Tutor técnico.**

---

Ana Patricia Aragón Benavides  
**Tutora Metodológica.**

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto principalmente a Dios por ser el centro de mi vida y darme las fuerzas para seguir siempre adelante. a mis padres quienes desde el día uno me ha dado su apoyo incondicional, a mis maestros quien me hicieron tenerle un amor profundo a mi carrera, a todo el personal de UCC, a mis compañeros de equipos por confiar en mí, a mi abuelita Antonia quien es mi guía protector día a día, a mi familia entera por siempre guiarme por el camino del bien y darme fuerzas las veces que quise rendirme y sobre todo me dedico este proyecto que es el resultado de una larga lucha de 5 años con bajones y tropiezos pero sobre todo de mucha lucha.

Br. Castro Ríos Kelly Elizabeth.

Este proyecto es el resultado y la evidencia del sacrificio, que nos llevó hasta este punto después de cinco años, cinco años llenos de mucho aprendizaje y buenas experiencias por eso el presente proyecto de graduación. Quiero dedicárselo primeramente a Dios que es el que me ha dado la fuerza siempre y me ha dado ánimos para seguir luchando día a día y enfrentar todas las dificultades que se me presentan y se me han presentado. Quiero dedicárselo a mis Padres, A mi Abuelo que es el Padre que me crio y le estaré siempre agradecido. Quiero que sepa que crio a un hijo que se convertirá en un gran profesional. A mi abuela que es mi Madre que me ha cuidado desde muy pequeño y que vio que nunca me faltaba nada. A mi Mamá que siempre me apoyó y que me dio la oportunidad de poder estudiar para convertirme en quien soy ahora. A mi familia que me apoyó desde el comienzo y a mis maestros que han sido un gran ejemplo para mi formación profesional y a mis compañeros con los que he compartido grandes momentos en esta universidad, a nuestra alma mater Nuestra universidad (UCC) que fue una etapa de mi vida que jamás olvidaré.

Br. Izaguirre Arce Steven Manuel.

Con gratitud en mi corazón, dedico este proyecto con estas palabras a tres seres extraordinarios que iluminan mi vida con su amor y presencia. A Dios, fuente de amor inagotable y guía eterna, agradezco por bendecirme con la maravilla de ser padre y por permitirme ser hijo en Tu creación divina.

A mi madre, ejemplo de amor incondicional y fortaleza, agradezco por cada sacrificio hecho con cariño y por enseñarme el valor de la compasión y la dedicación. Tu amor es un reflejo del amor divino que nos guía y sostiene.

A mi hija, luz de mi existencia y promesa de un mañana mejor, agradezco a Dios por confiarme el rol de ser tu guía en este viaje de la vida. Que puedas sentir el amor de Dios en cada paso que des y que siempre recuerdes el legado de amor y fe que hemos recibido y transmitido. En esta tríada de amor generacional, veo la gracia de Dios manifestándose a través de los lazos familiares. Que podamos seguir compartiendo momentos llenos de amor, risas y crecimiento espiritual, sabiendo que en cada uno de nosotros reside un pedacito del divino amor que nos une. Amén.

Br. Olivas Artica Melvin Antonio.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos principalmente a Dios por ser quien ha estado con nosotros desde siempre, por ser nuestro guía y protector, por ser quien nos ha brindado la sabiduría, coraje y sensatez para superar cada uno de los obstáculos que fueron surgiendo en nuestro camino pero que logramos superarlos para cumplir con nuestros objetivos y metas y llegar hasta este punto de nuestras vidas.

A nuestros Padres y familia por estar siempre para nosotros en los problemas que surgieron en este camino, por su apoyo y amor incondicional tanto moral como económico que nos brindaron desde inicio de nuestros estudios ya que sin ellos este proyecto no podría haber sido posible finalizarlo.

A nuestros docentes quienes nos ayudaron y animaron durante todo el trayecto de nuestra formación profesional, por inculcarnos el ser siempre los mejores y trabajar en equipo, agradecemos todo el conocimiento transmitido hacia nosotros.

A la pequeña empresa La Bendición por aceptar que realizáramos nuestro proyecto en sus instalaciones, por brindarnos la información de su proceso de trabajo y por aceptar nuestras recomendaciones.

## RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo proponer un plan de mejora de Producción Más Limpia (PML) en la mina artesanal "La Bendición" de la comunidad de Lourdes, Nicaragua, durante el periodo de julio a noviembre de 2023. En el presente, se llevó a cabo una evaluación detallada de las etapas del proceso productivo y las operaciones de la mina. Se analizaron y minuciosamente los procesos y el consumo de materiales e insumos. La Metodología utilizada fue cuantitativa; a través de la entrevista estructurada realizada al dueño de la Mina, Utilizando los principios de Producción Más Limpia propuestos en el manual de la organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial (ONUUDI), se diseñó un plan específico de producción más limpia para para proponer mejoras en los procesos de producción y en todas las áreas y etapas con la que cuenta esta pequeña productora. Durante este periodo, se recopiló información relevante para respaldar estas evaluaciones y propuestas. La iniciativa busca no solo optimizar la eficiencia operativa de la mina, sino también generar beneficios económicos y sociales para la comunidad local, al tiempo que se reduce el impacto ambiental negativo.

**P alabras claves:** Producción más limpia, Procesos, Mejora continua, Eficiencia, Impacto ambiental, Reducción de Residuos.

## **ABSTRACT**

This project aims to propose a Cleaner Production (PML) improvement plan in the "La Bendición" artisanal mine in the community of Lourdes, Nicaragua, during the period from July to November 2023. At present, it was carried out a detailed evaluation of the stages of the production process and mine operations. The processes and consumption of materials and supplies were thoroughly analyzed. The Methodology used was quantitative through the structured interview carried out with the owner of the Mine. Using the principles of Cleaner Production proposed in the manual of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), a specific plan was designed. cleaner production to propose improvements in production processes and in all areas and stages that this small producer has. During this period, relevant information was collected to support these evaluations and proposals. The initiative seeks not only to optimize the operational efficiency of the mine, but also to generate economic and social benefits for the local community, while reducing negative environmental impact.

**Keywords:** Cleaner production, Processes, Continuous improvement, Efficiency, Environmental impact, Waste reduction.

## INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....	3
1.1 Antecedentes y contexto del problema. ....	3
1.1.2 Antecedentes a nivel Internacional .....	4
1.1.3 Antecedentes a nivel regional.....	7
1.1.4 Antecedentes a nivel Nacional.....	9
1.1.5 Antecedentes a nivel Local. ....	11
1.2 Objetivos. ....	12
1.3 Descripción del problema.....	13
1.4 Justificación .....	14
1.5 Alcance y limitaciones.....	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	16
2.1.- Marco conceptual.....	16
2.1.1 Producción más limpia (PML). ....	16
2.1.2 Contaminación .....	17
Prevención de contaminación.....	18
2.1.3 Eficiencia.....	18
Eficiencia energética.....	18
2.1.4 Reciclaje, Reusó y Recuperación (las 3 R).....	18
Enfoque Piramidal En El Manejo De Efluentes.....	19
2.1.5 El concepto de “insumo” .....	19
Distinción entre residuo y desecho .....	20
2.1.6 Sistema de gestión ambiental (SGA) y producción más limpia (PML) .....	20
Ubicación del concepto de PML en el marco de un SGA .....	21
Características del Programa de PML en relación a un SGA .....	22
2.1.7 Minería artesanal. ....	23
¿Qué es la minería artesanal?.....	23

2.1.8 Cuarzo. ....	24
¿Qué es el cuarzo mineral? .....	25
Cuarzo hidrotermal (vetas de cuarzo).....	25
2.1.9 Oro. ....	25
La utilidad del oro .....	26
2.1.10 Mercurio. ....	26
El mercurio tiene gran cantidad de aplicaciones para el ser humano, tales como: .....	26
Toxicidad .....	27
Contaminación ambiental por mercurio. ....	27
2.1.11 Ácido nítrico .....	27
Característica del ácido nítrico:.....	28
2.1.12 Carbón activado. ....	28
¿Para qué sirve el carbón activado? .....	28
2.1.13 Cianuro de sodio (NaCN): .....	29
Riesgos.....	30
En la extracción de minerales de oro y plata. Consecuencias.....	31
2.1.14 Relave minero (Cola) .....	31
Manejo, tratamiento y disposición de relaves (Cola) .....	31
<b>2.2. Marco Legal</b> .....	<b>33</b>
2.3.- Marco contextual, institucional .....	38
2.3.1 Marco contextual.....	38
2.4. Marco institucional .....	40
2.4.1 Misión, visión y valores.....	41
2.4.2 Organigrama.....	41
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>42</b>
3.1.- Tipo de proyecto: .....	42
3.1.1 Según la procedencia del capital: .....	42
3.1.2 Según el sector:.....	42

3.1.3 Según el ámbito o perfil profesional:.....	42
3.1.4 Según su orientación: .....	43
3.1.5 Según su área de influencia: .....	43
3.2.- Métodos de estudio unidades de análisis. ....	43
Planificación y análisis: .....	43
Recopilación de datos:.....	44
Diagnóstico y evaluación: .....	44
Identificación de oportunidades: .....	45
Propuesta de implementación: .....	45
3.3.- Unidad de análisis.....	45
3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	46
Observación (registro de datos).....	46
Check List .....	46
3.5.- Confiabilidad y validez de los instrumentos .....	46
CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL .....	48
4.1 Diagnóstico .....	48
4.1.1-Macro y Micro localización.....	48
4.1.2-Characterización del Entorno (natural o construido) .....	49
Infraestructura, área construida, área verde, etc. ....	49
4.1.3-Aspectos socioeconómicos / Aspecto económico: actividad de la empresa	
Actividades económicas.....	49
Aspectos socioeconómicos:.....	49
Aspecto económico: .....	49
Sector Primario: .....	50
4.1.4- Identificación de riesgos y afectaciones al implementar el proyecto.....	50
Riesgo Ambiental.....	50
Riesgo económico .....	50
Riesgo social. ....	50
Riesgo calidad. ....	50

Riesgo laboral.....	50
4.1.5- Como Reducir los Riesgos con el Proyecto.....	51
Riesgo Social: Procurara la estabilidad laboral.....	51
Riesgo ambiental: .....	51
Riesgo económico: .....	51
Riesgo calidad: .....	51
CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERIA .....	52
5.1 Evaluación del proceso productivo y operaciones de la mina artesanal atreves de sus respectivas etapas.....	52
5.1.1 Evaluación global Check List .....	52
5.1.2 Proceso.....	53
5.1.3 Producto. ....	54
5.1.4 Operaciones del proceso. ....	55
5.1.5 Gestión ambiental. ....	56
5.1.6 Cumplimiento ambiental. ....	57
5.1.7 Monitoreo ambiental. ....	58
5.1.8 Previo a la producción más limpia. ....	59
5.1.9 Layout de la mina artesanal la Bendición. ....	60
5.2 Análisis de los procesos y el consumo de materiales e insumo.....	61
5.2.1 Diagrama de flujo de procesos .....	61
5.2.2 Consumo de materia prima (MP) .....	65
5.2.3 Consumo de Agua. ....	66
5.2.4 Consumo de mercurio.....	67
5.2.5 Producción de Oro por proceso Rastra (Molienda).....	68
5.2.6 Consumo energético.....	69
5.2.7 Extracción de oro en pilas de relave (cola) con cianuro.....	70
5.2.8 Consumo de cianuro en pilas de relave(cola) .....	71
5.2.9 Consumo de insumos químicos para la desorción del carbón activado.....	72
5.2.10 Cantidad de carbón utilizado en pilas de relave (cola).....	73
5.2.11 Recursos utilizados y producción obtenida.....	74
5.2.12 Indicador .....	75

CAPÍTULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS (Estructura de acuerdo al tipo de proyecto y fases del mismo).....	76
Introducción.....	77
Marco normativo .....	79
“NORMA INTERNACIONAL ISO 14001” .....	79
“NORMA INTERNACIONAL OHSAS 18001” .....	79
LEY N°. 217, “LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES” .....	80
LEY N°. 387, “LEY ESPECIAL SOBRE EXPLORACION Y EXPLOTACION DE MINA”.....	81
Objetivos .....	83
Desarrollo de estrategias .....	84
Sistemas de separación avanzados: .....	85
Beneficios del plan de producción más limpia .....	89
Medidas preventivas .....	92
Mejora continua:.....	93
Benchmarking. ....	95
Benchmarking de responsabilidad social:.....	96
Documentación y comunicación.....	96
Canal de Reporte de problemas: .....	97
Procedimiento previo a la implementación .....	98
Lean Manufacturing .....	98
Sistema de gestión ambiental (SGA) .....	99
Procedimiento posterior a la implementación .....	100
Revisión y responsables .....	103
glosario de términos. ....	104
PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS.....	105
MÉTODOS ALTERNATIVOS .....	109
Organigrama actual.....	111

Plan de inversión propuesto.....	112
□ Tecnologías más limpias.....	112
□ Equipos de protección personal (EPP).....	112
□ Contratación de personal .....	113
□ Ejecución.....	114
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES .....	118
7.1 Conclusiones.....	118
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES .....	119
8.1 Recomendaciones.....	119
Bibliografía .....	121
ANEXOS O APENDICES.....	124
.....	125

## INDICE DE TABLA

Tabla 1 Marco legal.....	37
Tabla 2 Evaluación global de Check List.....	52
Tabla 3 Evaluación de proceso. ....	53
Tabla 4 Datos estadístico de proceso.....	53
Tabla 5 evaluación de producto .....	54
Tabla 6 evaluación de operaciones del proceso .....	55
Tabla 7 Datos estadístico de operaciones del proceso <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 8 Evaluación de gestión ambiental.....	56
Tabla 9 Datos estadístico de gestión ambiental.....	56
Tabla 10 Datos estadístico de cumplimiento ambiental .....	57
Tabla 11 Datos estadístico de cumplimiento ambiental .....	57
Tabla 12 Evaluación de monitoreo ambiental .....	58
Tabla 13 Datos estadístico de monitoreo ambiental..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 14 evaluación previa a la producción más limpia .....	59
Tabla 15 Datos estadístico previo a la producción más limpia <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 16 Datos de consumo MP .....	65
Tabla 17 Datos estadístico de consumo de agua.....	66
Tabla 18 Datos estadístico de mercurio. ....	67
Tabla 19 Datos de extracción de oro en rastra.....	68
Tabla 20 Consumo energético a partir de los meses Julio/ Sep.....	69
Tabla 21 Cantidad de extracción de oro en las pilas a cianurada. ....	70
Tabla 22 consumo total de cianuro. ....	71
Tabla 23 Consumo químico para la desorción del carbón. ....	72
Tabla 24 Cantidad de carbón utilizado en las pilas de relave. ....	73
Tabla 25 Datos de los recursos utilizados y la producción obtenida. ....	74
Tabla 26 Datos de insumos y eficiencia energética por la producción de un gramo de oro .....	75
Tabla 27 Inversión en tecnología más limpia .....	112

Tabla 28 Inversión en equipos de protección personal. ....	113
Tabla 29 Inversión en contratación de personal.....	114

## INDICE DE FIGURA

FIGURA 1 Mina artesanal .....	40
FIGURA 2 Mina artesanal la Bendición ubicada en Villanueva, depto. Chinandega.	48
FIGURA 3 Grafico de proceso.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
FIGURA 4 Grafico operaciones del proceso .....	55
FIGURA 5 Grafico de gestión ambiental .....	56
FIGURA 6 Grafico de cumplimiento ambiental.....	57
FIGURA 7 Grafico de monitoreo ambiental.....	58
FIGURA 8 Grafico previo a la producción más limpia ..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
FIGURA 9 Layout de mina artesanal.....	60
FIGURA 10 Diagrama de flujo de proceso .....	61
FIGURA 11 Grafico de consumo de MP entre los meses Sep. /Oct .....	65
FIGURA 12 Grafico de consumo de agua.....	66
FIGURA 13 Grafico de consumo de agua.....	67
FIGURA 14 Grafico de cantidades de extraccion de oro en rastra.....	68
FIGURA 15 Grafico de consumo energético .....	69
FIGURA 16 Grafico de extraccion de oro.....	70
FIGURA 17 Grafico de consumo de cianuro.....	71
FIGURA 18 Grafico de los recursos utilizados y producción obtenido .....	74
FIGURA 19 Estrategia de PML .....	784
FIGURA 20 Estrategia de control ambiental .....	<b>88¡Error! Marcador no definido.</b>
FIGURA 21 Tecnología limpia y energía renovables .....	89
FIGURA 22 Eficiencia y crecimiento. ....	91
FIGURA 23 Indicadores de rendimiento (KPI).....	93
FIGURA 24 Sistema de gestión ambiental (SGA) .....	100
FIGURA 25 Organigrama.....	111

## INDICE DE ANEXO

Anexo 1 Check List utilizado para el diagnóstico de producción más limpia .....	124
Anexo 2 Cronograma y presupuesto.....	126
Anexo 3 Gastos de transporte, alimentación y consumo energético .....	127
Anexo 4 Instalaciones a la mina artesanal la Bendición.....	128
Anexo 5 Proceso de molienda o llamado rastra.....	128
Anexo 6 Adición de químico mercurio a la rastra.....	129
Anexo 7 Trituradora y proceso de trituración.....	129
Anexo 8 Almacén.....	130
Anexo 9 Pilas de contención de residuos sólido.....	130
Anexo 10 Pilas de agua recuperada.....	131
Anexo 11 Instalaciones de pilas de relave (cola) .....	131
Anexo 12 Pilas de relave (cola).....	132
Anexo 13 Deposito donde se encuentra carbón y bomba de recirculación .....	132
Anexo 14 Recipiente acerado para desorción del carbón .....	133
Anexo 15 Materiales y químicos utilizado en el todo el proceso en las pilas .....	133
Anexo 16 Secado y trituración de residuo sólido.....	135
Anexo 17 Fundición y equipo de fundición.....	135
Anexo 18 Oro extraído por los dos procesos .....	136
Anexo 19 Visita a las instalaciones para las respectivas análisis y mediciones.....	137
Anexo 20 Tablas de registro de consumo de agua Rastra y Pilas a cianuradas .....	139
Anexo 21 Registro de consumo de MP (curazo).....	140
Anexo 22 Registro de Consumo de Mercurio.....	140
Anexo 23 Registro de extracción de oro.....	141
Anexo 24 Registro de cianuro.....	142
Anexo 25 Registro de insumos químicos.....	142

## **INTRODUCCION**

El presente proyecto técnico parte del contexto en el que Nicaragua ha tenido una historia rica en términos de actividad minera, sin embargo, la extracción y producción de oro en minas artesanales generalmente ocupa técnicas rudimentarias y equipos básicos. Lo que ha generado desafíos ambientales y sociales significativos, por lo tanto, esto ha llevado a la búsqueda de enfoques más sostenibles, como la producción más limpia (P+L).

En la comunidad de Lourdes municipio Villanueva, pertenece al departamento de Chinandega donde una de sus principales actividades económicas es la minería artesanal. Aquí está ubicado el lugar donde se llevó a cabo tal proyecto. (Mina La bendición) donde lo que se hizo fue proponer un plan de mejora de producción más limpia que ayude a la pequeña micro empresa a crecer mejorando sus procesos productivos y aportando beneficios económicos, ambientales y sociales.

La metodología empleada fue cuantitativa con un enfoque a través de la observación la cual consistió de 15 visitas al campo al lugar donde está ubicada la mina artesanal donde se realiza el proceso de extracción de oro. Se aplicaron herramientas como el Check List de basado en el manual de producción más limpia de la organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial (ONUDI) extraído de las listas de chequeo FAT de (CORFO) para la recolección de información relevante y objetiva desde el sitio, así como se constató información mediante la observación.

El presente proyecto está estructurado en 8 capítulos y respectivos acápite, describiendo por capítulo los estudios efectuados.

**El Capítulo I:** Comprende el planteamiento del proyecto. Antecedentes y contexto del problema, Objetivos, Descripción del problema, Justificación, Alcance y Limitaciones.

**El Capítulo II:** Cuyo título corresponde al Marco teórico, está conformado por las definiciones y aportes que sustentan el Proyecto investigativo. El Marco institucional realiza un esbozo sobre la conformación interna del lugar donde está ubicada mina artesanal la bendición.

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



**El Capítulo III:** Titulado Diseño metodológico, Describe detalladamente la estructura concerniente Según la procedencia del capital, según el sector, según el ámbito o perfil profesional, según su orientación o según su área de influencia. Método de estudio y unidad de análisis, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como la confiabilidad y validez de los mismos.

**El Capítulo IV:** Cuyo nombre es diagnostico situacional comprende: Macro y Micro localización, Caracterización del Entorno (natural o construido), Infraestructura, área construida, área verde, Aspectos socioeconómicos / Aspecto económico.

**EL Capítulo V:** Que corresponde al estudio de ingeniería. Su enfoque fue visualizar el comportamiento y el estudio del cumplimiento de las normas y principios a aplicar que carece esta mina artesanal. Esta es la parte modular más compleja y detallada del proyecto.

**EL Capítulo VI:** Como fuente importante del proyecto lo cual es el análisis de resultados. Qué dio paso a la elaboración del plan de mejora de producción más limpia desarrollado en base a todo el análisis y la evaluación recopilada en el capítulo V con el fin de proponerlo a tal mina artesanal para que esta cuente con estrategias más sostenibles, procesos óptimos y mejora continua en todas las áreas que se requieran.

**EL Capítulo VII:** correspondiente a las Conclusiones, donde en base a la interpretación de los análisis y evaluación previos de la información y a la vez se deja abierta la invitación a la posibilidad de futuros temas investigativos encaminados a su profundización.

**EL Capítulo VIII:** Titulado Recomendaciones, sugiere algunas ideas que pueden ser tomadas que se generaron en base a los principios de producción más limpia para tomar un poco más de conciencia ambiental y en pro de mejoras que ayuden a fortalecer sus capacidades, identificar sus puntos débiles y tratar de menguarlos.

Finalmente, y no menos importante, se presenta la bibliografía que dio forma a esta investigación, así como los anexos o apéndices que ilustran el quehacer del presente proyecto en sus diversas etapas.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

### **1.1 Antecedentes y contexto del problema.**

Los principios de Producción Más Limpia proporcionan un conjunto de enfoques y métodos que buscan optimizar los procesos de producción, reducir el impacto ambiental y la cantidad de residuos. Estos principios se centran en la eficiencia del uso de recursos, la prevención de la contaminación y la adopción de prácticas sostenibles. Una mejora en la utilización de los recursos y el buen manejo de los residuos y desechos abre puertas a oportunidades de mejora continua y eficiente del trabajo ayudando al desarrollo y crecimiento de esta micro empresa de minería artesanal maximizando sus ganancias económicamente y reduciendo los costos de producción a la vez producir un producto final de mejor calidad.

Dado que las minas artesanales suelen operar con menos recursos y tecnologías que las minas industriales a gran escala es aún más importante aplicar enfoques y métodos de Producción Más Limpia (P+L) para la reducir la contaminación y mejorar la eficiencia de los procesos.

La implementación exitosa de Producción Más Limpia (P+L) en minas artesanales requerirá un enfoque holístico que se adapte a las condiciones y recursos específicos de cada situación. Dado que las minas artesanales varían en tamaño y operaciones, es esencial adaptar las estrategias para abordar los desafíos particulares y maximizar los beneficios ambientales, sociales y económicos.

En Nicaragua, al igual que en muchos otros países de América Latina, las minas artesanales han sido históricamente una parte importante de la economía local y rural. Sin embargo, estas operaciones a menudo enfrentan desafíos en términos de impacto ambiental, seguridad laboral y regulación. sin dejar atrás que estas minas artesanales no cuentan con un sistema de gestión ambiental (SGA) para la regulación del impacto ambiental, por lo tanto, optar por la implementación de un programa de Producción Más Limpia (P+L) genera una gran oportunidad de mejora para posterior según el presupuesto que cuente la empresa optar por un Sistema de gestión Ambiental (SGA).

La producción más limpia es un enfoque que busca reducir al máximo los impactos negativos de la actividad minera, al tiempo que se maximizan los beneficios económicos y sociales. En el caso de la extracción de oro en minas artesanales, la producción más limpia implica implementar prácticas y tecnologías que minimicen la contaminación, mejoren el proceso productivo, reduzcan el consumo de insumos y materiales utilizados. Para llevar a estas minas artesanales a mantener una mejora continua.

La minería artesanal es una forma de vida para más de 30.000 nicaragüenses que realizan labores en los principales distritos mineros existentes en Nicaragua. Los mineros artesanales, conocidos popularmente como güiriseros, trabajan en pequeñas vetas de cuarzo muy fracturadas de manera subterránea. Además de aquellos que trabajan buscando oro Aluvial con técnicas de Bateo (Recipiente casi plano para separación de grava y arena). Algunos con conocimiento adquirido de generación en generación de cómo identificar el mineral y de cómo realizar el minado con puntas y mazo. (Condor Gold) noviembre 15 de 2018. (India)

### ***1.1.2 Antecedentes a nivel Internacional***

La primera tesis encontrada a nivel internacional con el título: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LA MICROEMPRESA DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS DE LA UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR SEDE ECUADOR, 2020 elaborada por EDISON RAMIRO MEDINA ARBOLEDA. La presente propuesta tiene como objetivo general del estudio se centra en desarrollar el diagnóstico de la industria del sector de productos plásticos en el país por medio del análisis PESTEL; y adicional el diagnóstico de las micro empresas que forman parte de este sector en la ciudad de Quito por medio de entrevistas a propietarios, y posterior el análisis FODA determinando los factores internos y externos; permitiendo conocer la situación actual y estableciendo cuáles son los elementos y problemas más comunes que afectan al

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



desarrollo de la industria de plásticos. De igual manera se realizó el diagnóstico interno pormenorizado de la empresa en estudio Plastelec, determinando el estado actual con énfasis en una gestión por procesos y financiera; levantando información de las actividades y la forma como las realizan por medio de la observación directa y conversatorios con los integrantes de la empresa; en donde se han detectado varias deficiencias que han causado que la rentabilidad y competitividad disminuyan, principalmente en su etapa de producción llevando los procesos de manera desordenada, sin estandarizar, ni mantener controles, entre otros, que ha causado una serie de problemas tanto internos como externos. En la parte final se determina la solución propuesta de mejora en el proceso de producción de la empresa Plastelec, por medio de la metodología de mejoramiento de procesos PDCA, diagrama Ishikawa, estudio de movimientos y se establece un adecuado mapa de procesos, cadena de valor, y Layout de la planta para la empresa. Se implementan las mejoras identificadas de rápida acción que no necesitaron de una inversión económica significativa, obteniendo resultados representativos sobre todo en ahorro de tiempos y desperdicios de materia prima, sembrando los primeros pasos para que la empresa se administre bajo una gestión por procesos, se crean mejores condiciones que contribuyan al aumento de la productividad, de la calidad, y por ende de la competitividad. (Arboleda, 2020)

La segunda tesis encontrada a nivel internacional IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML) EN DOS FINCAS PILOTO DEL VALLE DE ABURRÁ DEL MUNICIPIO DE BELLO – ANTIOQUIA-ECUADOR 2021, elaborada por PAULA PALOMINO CADAVID. El objetivo es tener una idea común y general del estado actual de la empresa por medio de herramientas como listas de chequeo, diagramas de flujo, formatos y formularios. De este modo se obtendrá la información necesaria para tomar la decisión de empezar o no un proceso de evaluación de PML. El equipo ha obtenido conocimiento suficiente sobre la metodología de PML para realizar una revisión rápida de estimación del potencial de

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



PML de la empresa con un análisis cualitativo. Inicialmente se debe tener en cuenta que para plantear mejoras se requiere conocer el estado actual de la empresa, por esto debe realizarse recopilación de la información y se hace una evaluación rápida, donde se determinan los principales flujos de materia y energía, las entradas y salidas más importantes de cada proceso, tecnologías usadas, higiene, mantenimiento, manejo, seguridad, ecología, forma de trabajo y se identifican las opciones inmediatas (soluciones sin costo o de bajo costo). Una vez definidos los procesos de importancia en la empresa se procede con un esquema el cual se realiza desarrollando diagramas de flujo e identificando fugas en dichos procesos.

En el proyecto piloto desarrollado en La Cuenca del Valle de Aburrá los ahorros más importantes fueron para el tema de agua, energía y suelo, porque el tema de residuos está bien manejado por los municipios del Ecuador, con carros recolectores que van a las veredas y con la ayuda de los almacenes agropecuarios que han capacitado a los productores en el manejo de residuos peligrosos y se encargan de acopiarlos y darles su disposición final. El TECNIGAN de San Pedro de los Milagros ha hecho una importante labor de concientización en manejo de residuos en sus proyectos de BPG. La implementación PML debe ir acompañada de un proceso de asistencia técnica continua y debe contar con el compromiso de propietarios y trabajadores de las explotaciones para obtener buenos resultados. (Cadavid, 2021)

La tercera tesis encontrada a nivel internacional con el título: ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN LIMPIA PARA LAS EMPRESAS CERÁMICAS CON TECNOLOGÍA HORNO TÚNEL EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA DE LA UNIVERSIDAD LIBRE ,CÚCUTA NORTE DE SANTANDER 2022; elaborada por MANUEL SANTIAGO COTES SANÍN Y JULIANA VALENTINA HERRERA GARCÍA, el objetivo principal que debe recordar una industria es transformar las materias primas e insumos en productos comercializables, por lo que las emisiones y residuos generados durante el proceso productivo pueden considerarse como un mal uso de

estas materias primas, las cuales representan costos adicionales para el proceso. Con base en lo anterior, el diseño de investigación se clasifica como una investigación de campo, debido al análisis sistemático de problemas con el propósito de describirlos, explicar sus causas y efectos para entender su naturaleza y los factores que constituyen para predecir la ocurrencia de estos. Los datos se recogerán de forma directa por el propio estudiante, es decir, que 45 se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios para realizar las mediciones del proceso productivo y el posterior análisis de datos de las empresas Tejar los Vados y Tejar Arcillas Zuligres. Como resultado final, se dará entrega de los balances de consumo y programas diseñados a las empresas Tejar los Vados y Tejar Arcillas Zuligres, los cuales contienen las acciones y actividades que se recomienda implementar para mitigar, prevenir, compensar y restaurar todos aquellos efectos negativos que han causado el desarrollo de la explotación minera y demás actividades realizadas en el día a día de estas empresas, confiando en que esta investigación realizada sirva y sea de ayuda para tomar decisiones y realizar las acciones convenientes. (Sanín, 2022)

### ***1.1.3 Antecedentes a nivel regional***

La primera tesis encontrada a nivel regional de la PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y TRANSPORTES DE CONSTRUCTORA MECO, S.A. TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, 2020 Autor FERNANDA BARRANTES VALVERDE. El presente proyecto se llevó a cabo en los talleres de mantenimiento de maquinaria y transportes de Constructora Meco, S.A., ubicados en Santa Ana, San Rafael de Alajuela, Guápiles, Nicoya y Zona Sur, con el objetivo de diseñar un programa de Producción más Limpia (P+L) aplicado a los procesos desarrollados dentro de estos. A partir de la aplicación de encuestas, entrevistas, listas de verificación, metodologías como MET, ecomapas, eco balances y FODA, se logró determinar que se generan aproximadamente un promedio de 4500kg de residuos

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



sólidos anuales, dentro de los que se pueden mencionar aceite quemado, filtros, baterías, trapos sucios, cartón, plástico, chatarra. Al realizar el análisis de la situación actual, se evidenció que el proceso productivo del cambio de aceite es el que genera mayor cantidad de residuos peligrosos por lo que se propone un programa de producción más limpia compuesto de una serie de procedimientos dentro de ellos producción de energía limpia, iluminación de los talleres, administración y manejo de residuos, 5S, capacitación, evaluación y seguimiento del programa. Se logra demostrar la viabilidad del proyecto se instalación del sistema de paneles solares, evidenciando el ahorro que se obtendrá en los próximos 5 años. (Valverde, 2020).

La segunda tesis encontrada con el Título: ELABORACIÓN DE GUÍA DE PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS DE ZAMORANO, ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA, ZAMORANO-2021. Elaborada por AMAIRANY ALEJANDRA MINERA OCHOA. La presente Investigación es realizar un análisis inicial de consumo de agua, energía, efluentes de salida y producción de desechos sólidos de la planta de lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Elaborar una guía de prácticas de producción más limpia para la planta de lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano abordando la prevención y minimización en el consumo de agua, energía, desechos sólidos y efluentes de salida. Se realizó un análisis de la situación actual de la planta de lácteos para las categorías de: Consumo de agua, consumo de energía, vertimiento de efluentes y generación de desechos sólidos. Las principales fuentes de contaminación de la planta de lácteos de Zamorano que contribuyen al incumplimiento de la normativa hondureña para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores en los parámetros de DBO y DQO, son la descarga de suero lácteo y producto proveniente de devoluciones. Se identificaron como principales oportunidades de mejora la capacitación a empleados sobre el uso eficiente del agua y energía, y el uso alternativo del suero. (Ochoa, 2021)

La última tesis encontrada a nivel centro americano con el título: PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS DE LA COOPERATIVA NACIONAL DE PRODUCTORES DE SAL EN LIMONAL DE ABANGARES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA -2018 Presentado por: HUGO RODRÍGUEZ NARANJO. Proponer una metodología de Producción Más Limpia (PML) adaptada a la división de Pulpas y Congelados de la Cooperativa Nacional de Productores de Sal, mediante la aplicación de herramientas de diagnóstico para lograr una disminución en el impacto ambiental de sus procesos. Para la elaboración de esta propuesta se llevó a cabo una comparación de tres metodologías de PML de distintas referencias, las cuales individualmente tienen distintas etapas o fases, herramientas y sugerencias las cuales es necesario relacionar con el fin de integrar una propuesta metodológica de PML para la división de Pulpas y Congelados, El modelo de PML producto de esta investigación responde a las necesidades de la Planta de Pulpas y Congelados específicamente; sin embargo, la estructura metodológica que se utilizó es funcional para las demás divisiones de Coonaprosal R.L. u otras empresas siempre y cuando se mantenga el patrón que sugiere buscar soluciones al principio y no al final del tubo. (Naranjo, 2018)

#### **1.1.4 Antecedentes a nivel Nacional.**

A nivel nacional se encontró la tesis con el título: ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EN UNA EMPRESA DE INYECCIÓN Y EXTRUSIÓN DE POLICLORURO DE VINILO CON LA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA-2018. Autores: ESPEJO MAMANI, CARLOS ENRIQUE Y PANEZ HUAMÁN, GUILLERMO EDUARDO. La presente tesis es un proyecto su objetivo es desarrollar un sistema que logre reducir el desperdicio de materia prima en forma gradual en las áreas de molienda y acabados principalmente en un tiempo máximo de 12 meses a partir de la implementación de la metodología de la Producción Más Limpia, y que la mejora continua en dicha planta

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



sea un compromiso en cada uno de los colaboradores. El estudio se va a centrar en solucionar la problemática actual de la empresa, donde existen los siguientes problemas: La contaminación ambiental por residuos sólidos, provocados por el material articulado proveniente del área de molienda y acabados. Las contaminaciones sonoras producidas principalmente por el área de molienda, produciendo a su vez gran consumo de energía eléctrica. Para resolver estos problemas primero se realizó un diagnóstico de Producción Más Limpia (PML) en la ciudad de Matagalpa, el cual consistió en la evaluación del consumo de energía eléctrica. Luego se realizó un estudio de opciones de PML para poder seleccionar la más correcta a nuestro caso, para finalmente lograr la implantación de la PML en el área en estudio. (Espejo Mamani, 2018)

La segunda tesis encontrada con el título: “DIAGNÓSTICO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA BLOQUERA ESQUIPULAS, EN EL MUNICIPIO DE PALACAGÜINA, DEPARTAMENTO DE MADRIZ” UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA-2019 Autores: GLORIA ELIMAR MATUTE GONZÁLEZ. RICARDO SALVADOR BALLESTEROS BLANDÓN. SUJAYLA NANDAYOSI REYES DÁVILA. El presente trabajo consiste en el desarrollo de un diagnóstico de producción más limpia en las instalaciones de Bloquera Esquipulas, con el fin de identificar oportunidades de mejora que ayudaran a la optimización de recursos, entre ellos: ahorro de energía y agua, desarrollo y ejecución de buenas prácticas operativas, mejor control del proceso productivo, reducción de costos operativos, elevando la productividad de la empresa y generando servicios que eleven el nivel de vida disminuyendo los impactos ambientales identificados en el proceso, cumpliendo con las normativas ambientales vigentes en el país. (Dávila, 2019)

La última tesis encontrada a nivel internacional con el tema: DIAGNÓSTICO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA PANADERÍA Y ROSQUILLERA “BELLORÍN”

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SOMOTO. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA-2019. Autores: CARLOS EDUARDO HERNÁNDEZ PARRALES, KEVIN ELIUTH PÉREZ MOLINA Y ERVIN JAFET MEDRANO RUIZ. Esta investigación se basó en un diagnóstico de producción más limpia en la panadería y rosquillera Bellorín con el objetivo de realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa en términos de Producción más Limpia el cual fue realizado aplicando métodos de investigación descriptivos tales como: cuestionario técnico, involucramiento en las áreas para establecer el proceso productivo, mediciones de diferentes parámetros como: temperatura, humedad, emisiones de dióxido de carbono, consumo de agua y energía eléctrica para de esta manera determinar las necesidades de mejora en la panadería. (Carlos Eduardo Hernández Parrales, 2019)

***1.1.5 Antecedentes a nivel Local.***

A nivel local no se encontró ningún trabajo relacionado al tema propuesta de un plan de mejora de producción más limpia del proceso en mina artesanal, es por tal razón que se considera realizar este tema para aporta a los proyectos en la Universidad de Ciencias Comerciales -León.

## **1.2 Objetivos.**

### **Objetivos General.**

- Proponer un plan de mejora de producción más limpia (PML) en mina artesanal La Bendición de la comunidad de Lourdes municipio de Villanueva departamento de Chinandega en periodo establecido de julio a noviembre de 2023.

### **Objetivos Específicos.**

- Evaluar el proceso productivo de la mina artesanal a través de sus respectivas etapas, utilizando listas de chequeo aprobadas por la (ONUDI).
- Analizar los procesos productivos y el consumo de materiales a través de flujogramas y tablas de registro.
- Diseñar una propuesta de plan de mejora de producción más limpia en Mina Artesanal “La Bendición”, como resultado de los datos obtenidos.

### **1.3 Descripción del problema**

Las minas artesanales en Nicaragua han generado preocupación debido a los numerosos problemas presentados en sus procesos y sus formas de inadecuadas de extracción y producción de oro, aprovechamiento de los recursos (Materia prima, Energía, Agua y Químicos) manejo insuficiente para la reutilización de los residuos y la cantidad producida de ellos, potencial impacto ambiental. Lo anterior se ve reflejado en los procesos finales de tratamiento de los residuos, los cuales son dispuestos en extensiones abiertas sin la posibilidad de eliminar por completo los efectos contaminantes.

La comunidad de Lourdes se ha visto afectada por los problemas de contaminación emanados por los procesos de extracción de oro que se hacen en esta misma comunidad de una artesanal, la cual involucra la utilización de diversos químicos que afectan tanto la salud humana como la contaminación del medio ambiente.

La utilización de los componentes químicos, energía eléctrica, accionamiento de maquinaria y bombeo de solución, generan un costo monetario y significativo que afecta negativamente la operación. La comunidad de Lourdes enfrenta problemas debido a la maquinaria y productos químicos de La Bendición, amenazando su entorno y salud. Se requiere una solución sostenible y segura."

#### **1.4 Justificación**

Este proyecto técnico busca mitigar los impactos ambientales asociados a la explotación minera artesanal, históricamente caracterizada por deficiencias en la gestión de residuos, emisiones y consumo de energía en Nicaragua. El enfoque principal es reducir el potencial impacto negativo en el medio ambiente, específicamente en la contaminación de fuentes de agua para consumo humano y animal, así como en la preservación de recursos naturales.

El área de intervención, la mina La Bendición en la Comunidad de Lourdes, pretende generar beneficios significativos para los habitantes locales, los cultivos y el ganado al salvaguardar las fuentes superficiales y subterráneas de agua. Además, se busca mejorar las condiciones de salud de los trabajadores en las instalaciones mineras, al tiempo que se optimiza el uso de recursos en el proceso de extracción mineral.

Los beneficios no se limitan únicamente a la comunidad directamente afectada, ya que la implementación de un sistema de producción más limpia (PML) conlleva ventajas para la organización minera en términos de reducción de costos y mayor competitividad. Este enfoque también posiciona a la entidad para cumplir con regulaciones legales a nivel nacional, fortaleciendo su responsabilidad social y su cumplimiento con estándares medioambientales.

## 1.5 Alcance y limitaciones

### Alcances

El alcance de este proyecto se enfoca en implementar los principios de Producción Más Limpia (PML) para mejorar la eficiencia en el proceso de extracción en mina artesanal la bendición. El objetivo principal es reducir el consumo de insumos, materiales y residuos en las etapas del proceso, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y económica de la operación minera. Con esto se pretende llegar a la propuesta del Programa de Producción Más Limpia (PML).

### Limitaciones

No se encontraron obstáculos en la obtención de información, ya que se contó con la debida autorización de los propietarios para llevar a cabo el estudio completo. Sin embargo, es importante destacar algunas limitaciones inherentes al proceso.

A pesar de contar con el permiso de acceso al local, no se pudo obtener un registro detallado de insumos, productos químicos o materia prima utilizados. Además, se observó que el sistema de registro existente es rudimentario, careciendo de fichas de utilidad que podrían haber proporcionado datos más específicos. Estas limitaciones deben ser consideradas al interpretar los resultados de la investigación.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1.- Marco conceptual**

#### **2.1.1 Producción más limpia (PML).**

La Producción Más Limpia es una estrategia preventiva integrada de prevención ambiental en los procesos, los productos y los servicios, con el objetivo de reducir riesgos para los seres humanos y para el medio ambiente, incrementar la competitividad de la empresa y garantizar la viabilidad económica. En cuanto a los procesos, la Producción Más Limpia incluye la conservación de las materias primas, el agua y la energía, la reducción de las materias primas tóxicas, así como la reducción de la cantidad, tanto de la toxicidad como de la cantidad de emisiones y de residuos, que van al agua, la atmósfera y al entorno.

En cuanto a los productos, la estrategia tiene por objeto reducir todos los impactos durante el ciclo de vida del producto desde la extracción de las materias primas hasta el residuo final; promoviendo diseños amigables acordes a las necesidades de los futuros mercados.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define la producción limpia como la aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental en los procesos, los productos y los servicios con el objetivo de reducir los riesgos al ser humano y al medio ambiente.

La producción más limpia es una herramienta estratégica de política empresarial, además de una opción de gestión medioambiental responsable.

#### **2.1.1.1 El national pollution prevention roundtable (NPPR) de los EE. UU:**

Prevención de la contaminación es la reducción o eliminación de la contaminación desde su punto de origen en vez de al fin del tubo. Prevención de la contaminación ocurre cuando se usan materias primas, agua, energía, y otros recursos de una forma más eficiente, cuando se substituye substancias menos peligrosas, y cuando se

elimina el uso de sustancias tóxicas en el proceso productivo. Cuando se reduce el uso y la producción de sustancias peligrosas, y cuando se mejora la eficiencia de operaciones, protegemos la salud pública, fortalecemos la economía, y conservamos el medio ambiente.

### **Beneficios financieros**

- Reducción de costos, por optimización del uso de las materias primas.
- Ahorro, por mejor uso de los recursos (agua, energía, etc.).
- Menores niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de desechos.
- Aumento de las ganancias.

### **Beneficios operacionales**

- Aumenta la eficiencia de los procesos.
- Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad.
- Reduce la generación de los desechos.
- Efecto positivo en la motivación del personal.

### **Beneficios comerciales**

- Permite comercializar mejor los productos posicionados y diversificar nuevas líneas de productos.
- Mejora la imagen corporativa de la empresa.
- Logra el acceso a nuevos mercados. (CNPML)

#### **2.1.2 Contaminación**

“La contaminación es un cambio desfavorable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, del agua o de la tierra, que es o podría ser perjudicial para la vida humana, para la de aquellas especies deseables, para nuestros procesos industriales, para nuestras condiciones de vivienda o para nuestros recursos

culturales; o que desperdicie o deteriore recursos que son utilizados como materias primas

### ***Prevención de contaminación***

“Prevención de la contaminación es el uso de procesos, prácticas y/o productos que permiten reducir o eliminar la generación de contaminantes en sus fuentes de origen; es decir, que reducen o eliminan las sustancias contaminantes que podrían penetrar en cualquier corriente de residuos o emitirse al ambiente (incluyendo fugas), antes de ser tratadas o eliminadas, protegiendo los recursos naturales a través de la conservación o del incremento en la eficiencia.”

### **2.1.3 Eficiencia**

“Es la habilidad de lograr objetivos optimizando la utilización de los recursos (tiempo, horas/hombre, insumos y otros).”

#### ***Eficiencia energética***

La eficiencia energética, se define como la habilidad de lograr objetivos productivos empleando la menor cantidad de energía posible.

### **2.1.4 Reciclaje, Reusó y Recuperación (las 3 R)**

“Existen ciertos flujos de residuos cuya cantidad es imposible o difícil de reducir en su fuente de origen (por ejemplo, la sangre en un matadero de ganado vacuno; las plumas en un matadero de pollos; agua de refrigeración; y otros). Por esta razón, para estos flujos de residuos no siempre es posible aplicar medidas de prevención de la contaminación y, por ende, es necesario recurrir a prácticas basadas en el reciclaje, reusó y recuperación, cuyas definiciones genéricas, sin pretender mayor rigurosidad, buscando únicamente una comprensión conceptual, son:

**Reciclaje:** convertir un residuo en insumo o en un nuevo producto.

**Reúso:** utilizar un residuo, en un proceso, en el estado en el que se encuentre.

**Recuperación:** aprovechar o extraer componentes útiles de un residuo.

### ***Enfoque Piramidal En El Manejo De Efluentes***

La evolución de la temática ambiental hasta nuestros días ha tenido grandes cambios, sobre todo por la conciencia ambiental que se ha creado y las presiones que ejerce hoy la sociedad en su conjunto.

Las técnicas del manejo de efluentes (ver definición en Anexo A), también han ido evolucionando. Esquemáticamente, la Figura 3.1 ilustra lo que se ha denominado como “enfoque piramidal para el manejo de efluentes”, que consiste en agotar las soluciones basadas en prácticas de producción más limpia, antes de intentar el manejo de flujos de residuos como desechos al final del proceso de producción. Este último consiste en realizar el tratamiento y la disposición final de residuos considerados como desechos.

#### **2.1.5 El concepto de “insumo”**

De manera general, el término “insumo” incluye toda materia y energía utilizadas en la producción, es decir, materias primas, agua, energía eléctrica, energía térmica (incluyendo combustibles), catalizadores y reactivos químicos en general, lubricantes, resinas de intercambio iónico, empaquetaduras, filtros desechables y otros. Los insumos que forman parte del producto final se denominan “materias primas”, mientras que aquéllos que no forman parte del producto final se denominan “insumos auxiliares”.

Por ejemplo, en una curtiembre, tanto el cuero fresco como las sales de cromo constituyen “materias primas” para la elaboración de cuero curtido al cromo, mientras que la cal constituye un “insumo auxiliar” dentro de este mismo proceso. La grasa animal es una “materia prima” para la fabricación de jabón, mientras que el agua y la energía son “insumos auxiliares”. Sin embargo, en una fábrica de refrescos el agua es “materia prima” por una parte, ya que forma parte del producto final, y un “insumo

auxiliar” por otra, ya que el agua también es utilizada para otros usos, sin que termine siendo parte del producto final.

### ***Distinción entre residuo y desecho***

De manera general, el término “residuo” se conceptúa como “materia prima de menor valor”, mientras que el término “desecho” se conceptúa como “materia a la que ya no se le puede dar valor alguno”. Por ejemplo, en una curtiembre los residuos pueden ser utilizados para la producción de grasas y proteínas de diferente naturaleza, nutrientes, solventes, cuero reconstituido, etc., mientras que los desechos son aquellas materias que deben ser tratadas y dispuestas en forma no dañina al medio ambiente, tales como algunas aguas de lavado, entre otras materias no recuperables, reciclables o reusables.

### **2.1.6 Sistema de gestión ambiental (SGA) y producción más limpia (PML)**

Según la norma ISO 14001, un sistema de gestión ambiental es “la parte del sistema general de gestión, que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política ambiental”.

La política ambiental se define como “la declaración de intenciones y principios de una organización con relación a su desempeño ambiental general, que proporciona un marco de trabajo para la acción y el establecimiento de sus objetivos y metas ambientales” (ISO 14001).

El sistema de gestión ambiental (SGA) es muy similar al sistema de gestión de calidad. Se basa en un conjunto de cuatro acciones, con actividades organizadas en forma sistemática, que responden a una política de calidad de la empresa. Las cuatro acciones mencionadas son: “Planificar, Implementar, Controlar, Revisar”. Estas acciones se repiten continuamente en forma cíclica. El carácter cíclico de estas acciones asegura el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad de la empresa.

El SGA también se basa en las mismas cuatro acciones mencionadas del sistema de gestión de calidad, pero se desarrollan en función a la política ambiental de la empresa, el Programa de PML como un instrumento que puede ser útil para facilitar la implantación y el desarrollo de un SGA en una empresa.

### ***Ubicación del concepto de PML en el marco de un SGA***

Un SGA, como su nombre implica, tiene carácter sistémico, ya que contempla lineamientos y normas específicas para la administración y manejo de un conjunto complejo y variado de aspectos ambientales asociados a las operaciones productivas. El SGA exige, entre otros, el compromiso gerencial de aplicar una política ambiental que se expresa en forma de objetivos ambientales, entre otros. Estos objetivos se logran en base al cumplimiento de metas específicas que se diseñan en función a estrategias definidas. Es decir, los objetivos contenidos en el programa de gestión ambiental e, inclusive, la forma de ejecutar dicho programa, dependen en gran medida de las estrategias adoptadas por la empresa para establecer metas específicas que conduzcan al logro de dichos objetivos.

Por lo tanto, es en la adopción de estrategias por parte de la empresa donde se inserta la filosofía de la producción más limpia, ya que ésta, en sí misma, es una estrategia de carácter preventivo para diseñar y alcanzar metas específicas destinadas a resolver problemas ambientales. La adopción de una estrategia ambiental depende en gran medida del conocimiento que el empresario tenga en esta materia y de los recursos técnicos que estén a su disposición.

La producción más limpia hace que el sistema de gestión ambiental sea preventivo y, a su vez, el sistema de gestión ambiental hace que la producción más limpia sea un proceso continuo.

Lo siguiente aclara las afirmaciones hechas en el párrafo anterior. Bajo una misma política y objetivos ambientales, las metas planteadas por las empresas pueden ser muy distintas entre sí, ya que el planteamiento de dichas metas depende de la estrategia que adopte el empresario para alcanzar sus objetivos. Es decir, un mismo

problema ambiental puede ser resuelto de muchas maneras distintas, que dependen en gran medida de la estrategia adoptada por el empresario. Por ejemplo, si desconoce el concepto y los beneficios que se derivan de las prácticas de PML, es probable que en su programa de gestión ambiental plantee metas que se derivan de la filosofía tradicional del tratamiento final de descargas mediante plantas de tratamiento. Por el contrario, si el empresario conoce dicho concepto y beneficios, es muy probable que su estrategia contemple, en primera instancia, metas diseñadas en base a medidas de producción más limpia y, en segunda instancia, metas diseñadas en base al tratamiento final de descargas.

En resumen, un SGA desarrolla sus objetivos mediante estrategias de manejo empresarial, es decir, con un enfoque sistémico, mientras que la producción más limpia es una de dichas estrategias, que se aplica con fundamento en las buenas prácticas operativas, medidas de prevención y el uso de tecnologías sostenibles.

#### ***Características del Programa de PML en relación a un SGA***

La producción más limpia, definida como una estrategia ambiental, de carácter preventivo, e integrada a los procesos productivos, los productos y los servicios (ver definición en Sección 3.2.7), es mucho más eficaz cuando se aplica en el contexto de un sistema de gestión ambiental.

En este contexto, el método para desarrollar un programa de PML fue diseñado para ser aplicado a prácticas de PML en cualquier empresa donde no exista un SGA. Por supuesto, si una empresa cuenta con este sistema, el programa de PML se aplica sólo en las etapas y pasos que corresponden al diagnóstico de PML.

Los pasos del programa que corresponden a las Etapas 1, 2 y 5, son los que se incorporan para la ausencia del SGA. Es decir, las actividades asociadas a las etapas mencionadas, subsanan dicha ausencia al contemplar acciones fundamentales, tales como el compromiso de la gerencia (paso 1); el funcionamiento de por lo menos un comité que tiene la responsabilidad, entre otras, de identificar y evaluar la importancia de los impactos asociados a los aspectos ambientales de una empresa y de eliminar

los obstáculos para encarar su solución (pasos 2 y 3); sistematizar la información relacionada con los procesos productivos de la empresa (paso 4), evaluar dichos procesos e identificar aspectos ambientales significativos (pasos 5 y 6); establecer metas, elaborar un plan como parte del programa de gestión ambiental e implementar dicho plan (pasos 16 y 17); y la revisión del SGA y de sus objetivos ambientales, como parte de un proceso de mejoramiento continuo.

En resumen, el programa de PML emula un SGA, pero considera solamente los aspectos de carácter preventivo (pasos 7 al 15 de las Etapas 3 y 4); y no los de carácter correctivo que, en el caso de un SGA, tienen el propósito de asegurar que la empresa cumpla con las regulaciones ambientales. (14001), 1996)

#### **2.1.7 Minería artesanal.**

La minería es una de las actividades más antiguas desarrolladas por el hombre, siendo un sector de especial relevancia en el progreso del ser humano. Consiste en la explotación, extracción selectiva y aprovechamiento de minerales y otros materiales dispuestos en la corteza terrestre o en el subsuelo, de los cuales se puede obtener un beneficio económico. ( Irene Juste, 2019)

##### ***¿Qué es la minería artesanal?***

La minería artesanal es un tipo de operación minera a pequeña escala que no está asociada a grandes empresas corporativas. Este tipo de minería de subsistencia es algo común en el mundo en desarrollo y utiliza muchas herramientas y métodos manuales que han sido empleados por los buscadores a lo largo de la historia. Parte de la minería artesanal es realizada por individuos, aunque las operaciones mineras en pequeña escala también pagan a las personas para que se dediquen a las mismas actividades. En algunos casos, los trabajadores agrícolas de temporada encuentran empleo en la minería artesanal cuando no hay cultivos para cosechar, aunque también existen mineros artesanales a tiempo completos. Muchos otros factores económicos también pueden llevar a las personas a la minería artesanal como una forma alternativa de mantenerse.

A diferencia de las operaciones mineras a gran escala que utilizan maquinaria pesada, explosivos de alta potencia y tratamientos químicos, los mineros artesanales suelen utilizar métodos más primitivos. La mayoría de estas operaciones mineras a pequeña escala utilizan herramientas manuales sencillas. El lavado de oro es un ejemplo de minería artesanal que puede ocurrir con herramientas simples y poca o ninguna capacitación. Aproximadamente el 12% de la producción mundial de oro anual proviene de operaciones artesanales a pequeña escala, aunque muchos otros materiales también se obtienen a través de estos métodos.

Además de los mineros de subsistencia que usan herramientas manuales simples y se ganan la vida vendiendo los minerales y piedras preciosas que encuentran, las operaciones mineras en pequeña escala también pueden emplear personas para realizar actividades similares. Algunas operaciones mineras en pequeña escala también utilizan minas subterráneas y plantas de procesamiento, aunque a menudo todavía se limitan a herramientas manuales relativamente simples. Muchos problemas pueden surgir de este tipo de minería artesanal, como las condiciones de trabajo en las minas y plantas de procesamiento. En los países en desarrollo donde estas operaciones se encuentran comúnmente, a veces puede haber una falta de supervisión o regulaciones que pueden generar problemas de seguridad y ambientales. Para ayudar a mitigar esto, varias organizaciones están trabajando para mejorar las condiciones de los mineros artesanales en todo el mundo. (Spiegato, 2020)

#### **2.1.8 Cuarzo.**

El cuarzo es el mineral más conocido de todos los que existen debido a que es el más abundante de la corteza de la tierra, y porque tiene una infinidad de variedades muy llamativas. Se lo puede usar como joya, piedra preciosa, en la industria del vidrio, en la relojería, en la industria petrolera y mucho más, además, un gran grupo de personas creen que los cristales y las piedras de cuarzo tienen aplicaciones esotéricas, en este artículo vas a descubrir todas las propiedades, características y usos que tiene este mineral.

### ***¿Qué es el cuarzo mineral?***

El cuarzo es el mineral o cristal más abundante de la corteza terrestre, químicamente está compuesto de una parte de silicio y dos partes de oxígeno, es decir que es dióxido de silicio puro (SiO<sub>2</sub>).

El cuarzo es uno de los minerales más conocidos por las personas debido a que se encuentra y ocurre en casi todos los ambientes geológicos y terrestres, además es el componente más abundante de las rocas.

Algunas variantes en las que se conoce a este mineral son: cristal de roca y piedra de cuarzo.

### ***Cuarzo hidrotermal (vetas de cuarzo)***

El cuarzo hidrotermal es aquel que se forma por la cristalización de sílice desde un fluido hidrotermal y que muchas veces suele estar asociado con algunos tipos de depósitos o yacimientos minerales a manera de filones o vetas hidrotermales.

Muchas de estas vetas de cuarzo suelen ser interesantes en la exploración geológica-minera debido a que pueden contener metales interesantes como el oro, la plata y el zinc. (geologia web, n.d.)

#### **2.1.9 Oro.**

El oro es considerado uno de los principales metales preciosos. Es un metal blando de color dorado, que cuenta con innumerables aplicaciones, desde la industria joyera hasta la industria electrónica, pero también es uno de los metales más cotizados por la humanidad desde hace miles de años.

Debido a las propiedades físicas del oro, como tener una baja alterabilidad, ser un metal maleable, dúctil y brillante, además de ser altamente valorado por su rareza y escasez, lo convierte en uno de los metales más apreciados por la humanidad.

Debido a dichas características, la humanidad ha utilizado al oro como mecanismo de control económico desde hace miles de años, así como un depósito de valor y riqueza.

### ***La utilidad del oro***

El oro se ha utilizado como el mejor refugio de valor y riqueza a largo plazo en toda la historia de la humanidad, convirtiéndolo en uno de los bienes más demandados en los mercados financieros, por los gobiernos, empresas e inversionistas.

Más del 95% del oro se emplea como un bien de inversión y almacenamiento de riqueza, siendo la rareza y escasez los puntos más importantes a favor de los inversionistas y ahorradores. (Aguilar, 2021)

#### **2.1.10 Mercurio.**

El mercurio es un elemento químico metálico, conocido también como azogue, hidrargiro o plata líquida. Su símbolo en la Tabla Periódica de los elementos es Hg y proviene de su nombre en griego antiguo: hydrargyros, término compuesto por hidro (“agua”) y argyros (“plata”). Esto se debe a que es el único metal líquido a temperatura ambiente (es líquido como el agua, pero con brillo metálico como la plata).

***El mercurio tiene gran cantidad de aplicaciones para el ser humano, tales como:***

**En la minería.** Dada su reactividad al oro y otros metales preciosos, es un elemento ampliamente usado en la extracción (sobre todo, ilegal) de estos, lo cual suele conducir al envenenamiento de ríos y de aguas subterráneas.

**En la industria manufacturera.** Con mercurio se elaboran termómetros, barómetros y otros instrumentos que aprovechan su dilatación ante el calor. También se utilizan para fabricar lámparas de vapor de mercurio, interruptores líquidos y electrodos.

**En la industria química.** El mercurio se emplea en la fabricación de pesticidas, como catalizador de baterías, detonador de explosivos (fulminato de mercurio), o como pigmento en pinturas y ceras de lacrar. También para producir cloro y soda cáustica.

**En medicina.** Antiguamente se empleaba para hacer amalgamas dentales (odontológicas), tendencia que está en desuso debido a la toxicidad del metal. También se lo usa en antisépticos, laxantes, pomadas y otros medicamentos que, por otro lado, cada vez es más frecuente que sean prohibidos.

### ***Toxicidad***

El mercurio es un metal altamente tóxico, cuya ingesta en el cuerpo ocasiona daños en el sistema nervioso y en el sistema hepático. Además, puede causar diversas reacciones alérgicas, irritación dérmica, fatiga crónica y dolor de cabeza.

Su presencia en el organismo ocasiona incluso daños al ADN y a los cromosomas. Puede provocar disminución en la fertilidad o descendencia con defectos congénitos. Los daños cerebrales pueden conducir a la pérdida de sentidos (ceguera, sordera), degradación de la personalidad o dificultades de aprendizaje, e incluso pérdida permanente de la memoria. La exposición a los vapores del mercurio, en procesos industriales, puede provocar envenenamiento y debe evitarse a toda costa.

### ***Contaminación ambiental por mercurio.***

Sus efectos medioambientales suelen ser desastrosos, ya que tiende a acumularse en el suelo y las aguas. Esta contaminación también proviene del mercurio que se vierte en la atmósfera durante quema de combustibles y otros procesos industriales.

Una vez en el ecosistema, este elemento altera significativamente los valores de pH de aguas y suelos. Por otro lado, se acumula también dentro de los seres vivos, por ejemplo, en los peces que son particularmente sensibles al metilmercurio, y sus organismos se ven severamente afectados.

A su vez, por la acumulación en los animales, el mercurio puede intoxicar también a los seres humanos debido a la pesca o ingesta de alimentos contaminados. (Enciclopedias Humanidades, 2016-2023)

#### **2.1.11 Ácido nítrico**

Los ácidos, son un tipo de sustancia que se caracterizan por tener un sabor bastante agrio y por ejercer una acción de tipo corrosiva. Son aquellas sustancias que pueden llegar a donar un protón o un catión de hidrógeno a otro compuesto. Existen varios tipos de ácidos en el campo de la química, uno de ellos se conoce con el nombre de ácido nítrico, un peligroso ácido que puede llegar a producir graves daños en el ser humano.

**Característica del ácido nítrico:**

- Se obtiene de la mezcla de agua con pentóxido de di nitrógeno.
- Cuando se encuentra presente en una solución en una proporción de más del 86%, entonces pasa a llamarse ácido nítrico fumante.
- Tiene un olor muy fuerte que también es considerado como corrosivo porque puede producir quemaduras en las vías respiratorias.
- Es un ácido que posee un nivel de combustión sumamente elevado y por esta razón, se cataloga como una sustancia inflamable.
- Cuando se encuentra expuesto a temperaturas altas, libera humos o vapores los cuales también son tóxicos y peligrosos. (Briceño V., 2023)

**2.1.12 Carbón activado.**

El carbón activado o carbón activo es un elemento poroso que atrapa compuestos, en primer lugar, orgánicos, presentes en un gas o en un líquido. Lo hace con tal efectividad, que es el purificante más utilizado por el ser humano.

Por otro lado, los compuestos orgánicos se derivan del metabolismo de los seres vivos, y su estructura básica consiste en cadenas de átomos de carbono e hidrógeno. Entre ellos se encuentran todos los derivados del mundo vegetal y animal, incluyendo el petróleo y los compuestos que se obtienen de él.

A la propiedad que tiene un sólido de adherir a sus paredes una molécula que fluye, se le llama “adsorción”. Al sólido se le llama “adsorbente” y a la molécula, “adsorbato”. Después de la filtración -que tiene por objeto retener sólidos presentes en un fluido-, no existe un sólo proceso de purificación con más aplicaciones que el carbón activado.

**¿Para qué sirve el carbón activado?**

**Potabilización de agua.**

(El carbón retiene plaguicidas, grasas, aceites, detergentes, subproductos de la desinfección, toxinas, compuestos que producen color, compuestos originados por la descomposición de algas y vegetales o por el metabolismo de animales...)

### **Desodorización y purificación de aire.**

Por ejemplo: en respiradores de cartucho, sistemas de recirculación de aire en espacios públicos, venteos de drenajes y plantas de tratamiento de agua, casetas de aplicación de pinturas, espacios que almacenan o aplican solventes orgánicos.

### **Tratamiento de personas con intoxicación aguda.**

El carbón activado se considera el “antídoto más universal”, y se aplica en salas de urgencias y hospitales.

### **Refinación de azúcar.**

El carbón retiene las proteínas que dan color al jugo de caña; el objetivo fundamental de este proceso es evitar que el azúcar fermente y se eche a perder.

### **Decoloración de aceites vegetales.**

(Como el de coco). Glucosa de maíz y otros líquidos destinados a la alimentación.

### **Decoloración y desodorización de bebidas alcohólicas.**

(Como vinos de uva y destilados de cualquier origen)

### **Recuperación de oro.**

El oro que no se puede separar de los minerales por los procesos de flotación, se disuelve en cianuro de sodio y se adsorbe en carbón activado. (Carbotecnia, n.d.)

#### **2.1.13 Cianuro de sodio (NaCN):**

El cianuro de sodio es una sal inorgánica formada por un catión sodio  $\text{Na}^+$  y un anión cianuro  $\text{CN}^-$ . Su fórmula química es  $\text{NaCN}$ . Conocido también como cianuro sódico, es un sólido cristalino blanco. Es higroscópico, es decir, absorbe agua del ambiente, y sus cristales son cúbicos como el cloruro de sodio  $\text{NaCl}$ .

Al disolverse en agua tiende a formar cianuro de hidrógeno  $\text{HCN}$ . Sus soluciones disuelven el oro y la plata con facilidad. Esta característica hace que sea usado para

extraer oro y plata de sus minerales. Las soluciones empleadas para este fin se reciclan, es decir, se reutilizan varias veces.

Sin embargo, algo del cianuro logra escapar a ciertos estanques de desechos, lo que representa un peligro para la fauna y para el ser humano, pues el cianuro es muy tóxico y puede causar la muerte.

El NaCN se usa en la industria química como intermediario para preparar varios tipos de compuestos como, por ejemplo, colorantes, químicos para la agricultura y fármacos o medicamentos. El cianuro de sodio es un compuesto muy peligroso pues puede causar la muerte, por lo que debe manipularse con precaución extrema.

### **Riesgos**

Debe manejarse con mucho cuidado. Es un compuesto altamente venenoso, inhibe importantes procesos metabólicos, y conduce a la muerte tanto por ingestión, inhalación, absorción por la piel o contacto con los ojos.

Si se inhala el NaCN se disuelve en la mucosa del tracto respiratorio y pasa al torrente sanguíneo. El ion cianuro del NaCN posee una fuerte afinidad por el hierro en estado de oxidación de +3, es decir el catión férrico  $Fe^{3+}$ .

Cuando el cianuro es absorbido, reacciona rápidamente con el  $Fe^{3+}$  de una importante enzima de las mitocondrias de las células (el citocromo oxidasa), impidiendo que se realicen ciertos procesos de la respiración de esta.

Por lo tanto, la respiración celular es inhibida o frenada y resulta hipoxia citotóxica. Significa que las células y tejidos son incapaces de utilizar el oxígeno, especialmente células del cerebro y del corazón.

De esta forma, se producen daños permanentes o letales para el organismo. Esto puede ocurrir tanto en humanos como en animales.

Si se ingiere causa congestión de los vasos sanguíneos y corrosión de la mucosa gástrica, además de lo ya mencionado.

### ***En la extracción de minerales de oro y plata. Consecuencias***

El cianuro de sodio se ha utilizado desde hace mucho tiempo para extraer los metales oro y plata de sus minerales.

El cianuro empleado en el proceso se recicla, pero algo escapa al estanque de residuos junto con los metales pesados no recuperados. Los pájaros, murciélagos y otros animales que beben de estas lagunas con cianuro han resultado envenenados. Hay registros de una represa en Rumanía que mantenía aislado un estanque de residuos y que fue dañada por un evento del clima.

Como consecuencia quedaron liberadas toneladas de cianuro al río Sasa y sistemas acuíferos cercanos como los ríos Lapus, Somes, Tisza, finalizando en el Danubio. Esto causó una cascada de muertes de animales, o, en otras palabras, un desastre ecológico. (Stea, 2019).

#### **2.1.14 Relave minero (Cola)**

Los relaves (cola) mineros se definen como un desecho de los procesos de beneficios y transformación del mineral compuesto por una fase sólida, líquida y gaseosa, que dependiendo de sus características físicas y químicas debe someterse a diferentes tratamiento para su transporte y posterior disposición en presas, depósitos, o en otros países se usan como subproductos a través de alternativas de economía circular en retro llenado de labores subterráneas, producción de postes, bloques, cemento, etc.

#### ***Manejo, tratamiento y disposición de relaves (Cola)***

**¿Cuáles son las alternativas para el manejo de los relaves (cola)?**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



Las alternativas de manejo y disposición de los relaves (cola) están ligadas estrechamente a las características particulares de cada proyecto, respecto a sus procesos, ubicación, condiciones ambientales, sociales, recursos (humano, económico) y riesgo a los que están expuestos el proyecto.

Los relaves (cola) pueden clasificarse según su proporción de fase sólida y líquida, correspondiendo a relaves convencionales, espesados, filtrados y en pasta, a partir de esta clasificación se dispone en generalmente en presas o en depósitos. (Paola Martínez, 2021).

## 2.2. Marco

### Legal

Nombre de la ley	Aplicación	Articulo	Objetivo
Ley 387 ley especial sobre explotación y exploración de minas.	Capítulo I Artículo 2 párrafo 1 establece que Los recursos minerales existentes en el suelo y en el subsuelo del territorio nacional pertenecen al Estado quien ejerce sobre ellos un dominio absoluto, inalienable e imprescriptible.	Artículo 1 párrafo número 1.	La presente Ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico para el uso racional de los recursos minerales de la Nación, además de normar las relaciones de las Instituciones del Estado con los particulares respecto a la obtención de derechos sobre estos recursos y la de los particulares entre sí que estén vinculados a la actividad minera.
Ley 618, ley general de higiene y seguridad	Capítulo I artículo 2 párrafo 1 Su reglamento y las normativas son de aplicación obligatoria a todas las personas naturales, jurídicas, que se encuentren establecidas en Nicaragua las que se realicen labores industriales agrícolas, comerciales públicos, privado o de cualquier otra naturaleza	Articulo 2 párrafo 1	La presente ley tiene como objetivo establecer un conjunto de disposiciones mínimas que en materia de higiene y seguridad para proteger a los trabajadores en el desempeño de sus labores.

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



<b>Ley 217 ley general de medio ambiente</b>	Capítulo I artículo 3 párrafo 1,2 y 3 prevención, regulación y control de cualquier actividad de origen de deterioro, establecer los medios para una explotación racional y una correcta utilización del espacio	Artículo 3 párrafo 1,2,3	Tiene por objetivo establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y los recursos naturales que lo integran asegurando su uso racional y sostenible de acuerdo a lo señalado en la constitución política.
<b>Decreto producción más limpia</b>	Capitulo II articulo 5 párrafo 1, 2, 3,4 se promueve la gestión integrada, impulsión de la creación de un marco jurídico, se crea capacidad local técnica y practica y se impulsan programas en los sectores productivos.	Artículo II párrafo 1,2,3,4	El objetivo general de la producción más limpia es el de promover la prevención y reducción de los impactos y riesgos generados a los seres humanos y medio ambiente por los procesos productivos garantizando el crecimiento económico
<b>Ley No.185, código del trabajo Ley No. 456</b>	Capítulo I, DE LA HIGIENE Y SEGURIDAD OCUPACIONAL. Ver ley de adición de riesgo y enfermedades profesionales.	Artículo. 100 y 101.	Tiene como objetivo que todo empleador tiene la obligación de tomar las medidas preventivas

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



			necesarias y adecuadas para proteger eficazmente la vida y salud de sus trabajadores.
<b>Título II, código del trabajo.</b>	Capitulo II, De los Riesgos Profesionales.	Articulo: 109	Se entiende como riesgos profesionales a los accidentes y a las enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ocasión del trabajo.
<b>Convenio OIT No. 148</b>	Convenio sobre medio ambiente de trabajo (contaminación de aire ruido y vibraciones).	Articulo. 71	Deberá obligarse al trabajador a que se observen las consignas de seguridad destinada a prevenir y limitar los riesgos profesionales debido a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo, y asegurarla protección contra dicho riesgo.
<b>Convenio OIT No. 155</b>	Seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente		Normativas sobre medidas de seguridad e higiene que se aplican en los lugares de trabajo controlados de forma directa e indirecta por un empleador con el fin de prevenir accidentes

			laborales y enfermedades profesionales.
<b>Convenio OIT No. 170</b>	Sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo.		La protección de los trabajadores contra efectos nocivos de los productos químicos contribuye también a la protección del público en general y del medio ambiente.  Que el acceso a la información sobre los productos químicos que se utilizan en el trabajo responde a una necesidad y es un derecho de los trabajadores.
<b>Convenio OIT No.176</b>	Convenio sobre la seguridad y salud en las minas.	Artículo 6 medidas y prevención de minas	Al adoptar las medidas de prevención y protección previstas en esta parte del convenio, el empleador deberá evaluar los riesgos y tratarlos en el siguiente orden de prioridad: eliminar los riesgos; controlar los riesgos en su fuente; reducir los riesgos al mínimo mediante medidas que incluyan la elaboración de métodos de trabajos

			seguros, y en tanto perdure la situación de riesgo.
<b>Convenio OIT No. 187</b>	Marco profesional para la seguridad y la salud e el trabajo.		Promoción de políticas a nivel nacional con el objetivo de crear una cultura d prevención que promueva de forma agresiva un medio ambiente de trabajo seguro y saludable.

*Tabla 1 Marco legal*

**Fuente:** Elaboración de autores

## 2.3.- Marco contextual, institucional

### 2.3.1 Marco contextual

La evidencia empírica ha demostrado que las actividades de explotación minera metálica a cielo abierto sin control ni planificación en sus diferentes tamaños, producen alteraciones en los recursos naturales y humanos, debido a que se debe deforestar, excavar, extraer y transportar materiales, cambiando las condiciones naturales del paisaje, alterando ecosistemas, provocando la pérdida sustancial del suelo, aumentando el riesgo de presencia de fenómenos erosivos y en la salud humana.

A esta situación no es ajena la explotación de la minería artesanal de la cooperativa COPEMINOC, R.L, ubicada en el municipio de Villa Nueva, departamento de Chinandega, que dentro del desarrollo de sus actividades de explotación no está teniendo en cuenta criterios ambientales que permitan el aprovechamiento de los recursos de una manera sostenible, combinando criterios de preservación y explotación.

Actualmente la cooperativa COPEMINOC, RL, cuenta con una Licencia Especial de Pequeña Minería de 80 hectáreas, concedida por el Ministerio de Energía y Mina (MEM) en octubre de 2017, con vigencia de tres años contados a partir de la fecha de Certificación del Acuerdo Ministerial No.007-DM-007-LEP-2007.

A partir de la concesión, la Cooperativa formuló a mediados del año 2019, el Proyecto “Pequeña Minería Metálica Santa Teresa-El Grenchon COPEMINOC, el que será instalado en dos hectáreas de esta propiedad, cuyo objetivo es la extracción de broza activa, con un tamaño de 15 toneladas diarias de extracción, la que será comercializada a planteles industriales de la zona.

Dada la situación anterior, la cooperativa tiene hasta agosto de 2020 para echar andar la concesión, de lo contrario la misma será retirada por las autoridades

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



ministeriales. No obstante, deberá cumplir con los requisitos de ley exigidos por el decreto 20-2017 para la obtención del permiso ambiental; por lo que requiere de un plan de manejo ambiental que proponga un conjunto de acciones para implementar durante el desarrollo de su proyecto, que le permita mitigar, prevenir, compensar y corregir los posibles efectos negativos causados sobre el medio ambiente; y poder dar cumplimiento a lo exigido por las autoridades ambientales correspondiente. (Gonzales, 2020)

## 2.4. Marco institucional

FIGURA 1 Mina artesanal



Fuente: Elaboración de autores

La Mina artesanal la Bendición inició sus labores de productividad en la extracción de oro en el año 2013 comenzando con una rastra, con un motor monofásico de 220 Hp una caja mecánica de equipos pesados y un diferencial un triturador de 5 Hp para reducir el tamaño del mineral.

La materia es adquirida por proveedor que se encuentra explotando un yacimiento a una distancia fuera de la zona. En la parte de proceso el material descargado y consolidado para su disposición previo procesamiento, se obtiene una molienda de 1 tonelada por día del mineral molido (cuarzo). La cual generó grandes ingresos, esto motivo a comprar más rastra, y más equipo para el desarrollo del proceso, en la actualidad cuenta con 4 rastra y dos trituradora de 5 Hp

La pequeña empresa hoy en día brinda trabajo a 9 colaboradores, quienes cumplen un horario de 24 horas. Con el fin de aprovechar cada recurso en los residuos relave (cola), han creado pilas con el propósito de generar ganancias del mineral.

Hasta la fecha se sigue trabajando sin ningún problema y produciendo buenos ingresos para seguir desarrollándose.

La empresa no cuenta con una cultura organizacional, al igual que no tienen elaborada ni aplicada una visión y misión, es una empresa de carácter informal en cuanto a este tipo de documentación.

#### **2.4.1 Misión, visión y valores.**

Por ser una mina artesanal, no cuenta con una organización estratégica, los mineros artesanales a menudo tienen conocimientos especializados sobre la minería, pero podrían no estar plenamente conscientes de la importancia estratégica de las declaraciones de misión, visión y valores en sus operaciones. Por lo tanto, se plantea como recomendación del plan de mejora.

#### **2.4.2 Organigrama.**

Las minas artesanales suelen operar en una escala pequeña y tienen estructuras organizativas simples. En estas operaciones, el número de empleados podría ser limitado y las responsabilidades y roles se asignan informalmente, lo que hace que un organigrama formal parezca innecesario.

### CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1.- Tipo de proyecto:

##### 3.1.1 Según la procedencia del capital:

###### Proyectos privados.

El presente proyecto se considera de carácter privado según la procedencia de su fondo, los cuales son una combinación de capital propio y préstamos. Con el objetivo de generar ganancias propias y tener el control total sobre la dirección y del desarrollo del proyecto, esto permite reducir riesgo para el propietario y aprovechar los beneficios de la deuda.

Es importante destacar que aporta grandes beneficios en el desarrollo social, esto permite oportunidades de crecimiento económico y empleos para el sector.

##### 3.1.2 Según el sector:

###### Proyectos de Minería.

El sector minero abarca una amplia gama de actividades relacionadas con la extracción y procesamiento de minerales y metales de la tierra. Utilizando métodos, técnicas y tecnologías para extracción y producción del oro.

Los proyectos mineros pueden variar en escala desde pequeñas operaciones hasta mega proyecto. Es crucial tener en cuenta que la minería puede tener impacto significativo del medio de Ambiente, pero la planificación y ejecución responsable puede garantizar que los proyectos mineros se realicen de manera sostenible y segura.

##### 3.1.3 Según el ámbito o perfil profesional:

###### Proyectos de ingeniería.

Se considera un proyecto de ingeniería por que se busca Mejorar, Implementar y Adquirir técnicas de Ingeniería, con el fin de crear buenas prácticas de Manufacturas. Condiciones, infraestructura e implementar procedimientos con principios de

Ingeniería como el diseño óptimo, la seguridad, sostenibilidad eficiencia y mejora continua.

**3.1.4 Según su orientación:**

**Proyectos productivos.**

Se estima que es un proyecto productivo, debido a su enfoque en la mejora de la eficiencia y sostenibilidad en las actividades de producción, este proyecto podría generar resultados positivos en términos de producción de minerales, rentabilidad económica o impacto social en la comunidad local.

**3.1.5 Según su área de influencia:**

**Proyectos locales**

Es un proyecto local según al área de influencia debido a su capacidad de impactar directamente a la comunidad para abordar sus desafíos y necesidades particulares. Estos proyectos son fundamentales para el desarrollo sostenible a nivel local y para el fortalecimiento de la cohesión social y económica en una región determinada.

**3.2.- Métodos de estudio unidades de análisis.**

El presente proyecto tiene un enfoque cuantitativo ya que se analiza los datos cuantitativos a través la elaboración de un método basado en los principios de Producción Mas Limpia y el Manual de Producción Mas Limpia (ONUDI).

A continuación, presentamos un método de estudio de la producción más limpia en la minería artesanal:

***Planificación y análisis:***

En el paso uno el enfoque será establecer los fundamentos del método de estudio en base a los principios de la Producción Mas Limpia (P+L). La planificación es esencial para asegurarnos que este método este bien estructurado, definir los objetivos y establecer el alcance será la parte inicial para llevar una planificación sólida y una

medida clara en el avance de este, esto nos permitirá identificar los procesos para examinarlos a fondo comprendiendo como operan, que flujos de materia hay y que energías están involucradas, sin dejar a tras la evaluación de impacto ambiental y económica incluyendo la generación de residuos y consumo de recursos.

***Recopilación de datos:***

En el paso dos se procedió a recopilar datos relevantes y específicos que respalden la planificación y análisis inicial para tener una visión más precisa de la situación actual. La recopilación de datos nos proporcionará la información necesaria para la toma de decisiones en etapas posteriores.

La definición de indicadores claves nos ayudará a medir la eficiencia y el impacto del proceso. La utilización de métodos y herramientas de recopilación de datos ayude registrar datos de manera más precisa y consistente y así mismo llevar un control de calidad y confiabilidad para posteriormente proceder a la validación de datos.

***Diagnóstico y evaluación:***

En el paso tres llevaremos a cabo un diagnóstico detallado de los datos recopilados en el paso dos, esta evaluación permitirá tener una comprensión más profunda de los patrones, tendencias y problemas presentados en el proceso.

Detalles de la evaluación como:

- Identificación de tendencias.
- Comparación de objetivos definidos.
- Desviaciones.
- Identificación de causas.
- Impacto (Ambiental, económico y sociales, etc.)
- Puntos críticos.

***Identificación de oportunidades:***

En el Paso cuatro nos enfocaremos en identificar oportunidades concretas para la mejora en los procesos de producción a través de la implementación de las prácticas de producción más Limpia.

Utilizando el diagnóstico y evaluación del paso anterior, identificaremos la problemática en cada área de proceso, examinando donde se están generando los desperdicios, identificando los puntos de pérdidas ineficientes y así considerar optar por tecnología que podrían optimizar y mejorar los proceso.

Fomentando la visibilidad a nuevas oportunidades de mejora para llevar a cabo la implementación de una mejora continua, una vez esté completo este paso estaremos listos para proceder a las propuestas de implementación.

***Propuesta de implementación:***

En el quinto y último paso crearemos una propuesta detallada para la implementación de las medidas de producción más Limpia (P+L) que hemos identificado en los pasos anteriores, esta propuesta será un plan concreto y completo que servirá de guía para la ejecución de la mejora en los procesos, el alcance de las metas, los objetivos, la mejora ambiental y la eficiencia de procesos completo.

**3.3.- Unidad de análisis**

Para la realización del presente proyecto de investigación se tomó como unidad de análisis el proceso de extracción y beneficio de mineral en mina artesanal La Bendición.

Se ha seleccionado esta unidad de análisis debido a la importancia y los beneficios de desarrollo y crecimiento que puede generar estar microempresa minera.

El enfoque de extracción y beneficio del mineral permitió identificar oportunidades para reducir la generación de desechos, optimizar el uso de recursos y minimizar los

impactos ambientales. Tomando en cuenta los principios de producción más limpia se establecerá la propuesta de mejora.

### 3.3.1 Población

El tamaño de la población de estudio que fueron sometida a la entrevista era un total de 8 trabajadores pertenecientes a la mina.

### 3.3.2 Tamaño de la muestra

Se tomo como muestra de análisis el dueño de la mina, el cual cumplen con las características de discriminación de la población de estudio a través de un **Check List**

## 3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### **Observación (registro de datos)**

Una de las principales técnicas de recolección de datos fue la observación directa que nos permite visualizar cada una de las etapas del proceso en persona, para recopilar y obtener información sobre las operaciones, los flujos de materiales, la gestión de residuos y otros aspectos relevantes con el registro de datos se contemplara todo lo necesario para tener fuentes completas y concisas de cada recurso materia y residuo. Se analizarán los datos de consumo como (Agua, Energía, Químicos, Materia Prima)

### **Check List**

Se aplicó un Check List elaborado según los principios de producción más limpia y el Manual de Producción Mas Limpia de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

## 3.5.- Confiabilidad y validez de los instrumentos

El elemento central del presente trabajo desarrollado en el año 2006 con el instrumento de confinamiento FAT (P+L), fue desarrollar acciones tendientes a mejorar las condiciones de operación. Atraves de planes de saneamiento y seguridad básicos,

análisis de condiciones de trabajo, mejoramiento de prácticas, eficiencia productiva y contaminación ambiental, que pudieran ser producidos en cada una de las plantas distribuidas del país.

El objetivo de un P.D.P (Programa de Fomento Productivo Cofinanciado por CORFOR) es la búsqueda de soluciones integrada para afianzar y fortalecer las relaciones con los proveedores, generan confianzas que permitan desarrollar negocios más estables y sostenibles, donde las variables calidad, gestión ambiental y prevención de riesgo son fundamentales a la hora de aplicar un programa de trabajo consensuado de apoyo técnico y consultoría.

**Para ello se han abordado dos aspectos principales:**

Se analizó en base a los requerimientos del entorno de la empresa mandante, las áreas más sensibles y carencias de desarrollo que los proveedores poseen, apoyando fuertemente aquellas que son factibles de superar en el corto plazo.

Establecer los principales estándares, parámetros e indicadores de gestión, con objetivos y actividades precisas de un programa de trabajo que permita el cumplimiento de las normas nacionales (Ley 19.300 bases de medio ambiente, Ley 16.744 accidentes de trabajo y sus decretos supremos anexos, Ley 20.123 de subcontratación, código de trabajo DFL N° 1, Normativa ambiental en gestión de la empresas mandantes)e internacionales exigidas como la tendencia a la estandarización bajo la normas ISO para todos sus proveedores estratégicos. (CORFOR, 2006).

## CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL

### 4.1 Diagnóstico

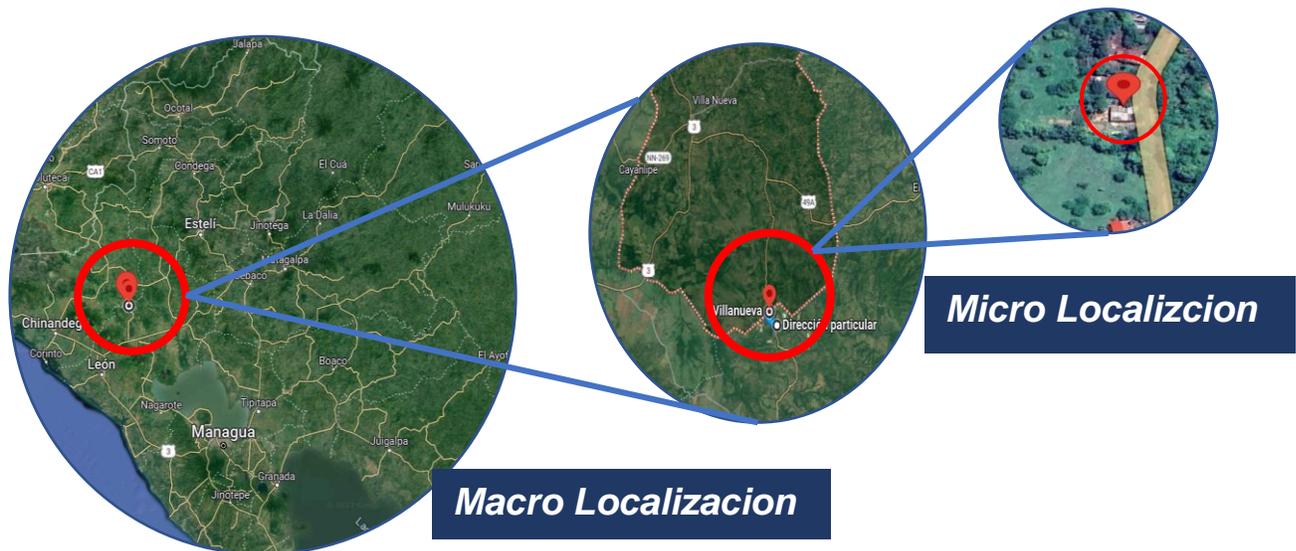
El presente proyecto técnico fue realizado en Nicaragua al norte del país departamento de Chinandega, ya que se encuentra muchas actividades mineras artesanales en ese sector se evaluó una mina artesanal situada en la comunidad de Lourdes, municipio de Villanueva.

#### 4.1.1-Macro y Micro localización

##### Mina artesanal la Bendición

La mina artesanal está situada en las siguientes coordenadas geográficas: latitud 12.76904°, -86.74991°

FIGURA 2 Mina artesanal la Bendición ubicada en Villanueva, depto. Chinandega



FUENTE: Elaboración de Autores

#### 4.1.2- Caracterización del Entorno (natural o construido)

##### ***Infraestructura, área construida, área verde, etc.***

El área de terreno comprende una extensión de 2500 metros cuadrados (100 % del terreno total).

Área de operación comprende una extensión de 500 metros cuadrados (25 % del terreno).

Área de bodega: 170 metros cuadrados Área de producción: 200 metros cuadrados

Área de trituración: 130 metros cuadrados

Área de almacenamiento de relave (cola): 50 metros cuadrados (10 % del terreno)

Área verde o No construida: 1950 metros cuadrado (65 % metros cuadrados del terreno).

#### 4.1.3- Aspectos socioeconómicos / Aspecto económico: actividad de la empresa Actividades económicas.

##### ***Aspectos socioeconómicos:***

La empresa ayudara con el desarrollo de la población aledaña de igual que la economía de la zona o beneficiario secundario.

##### ***Aspecto económico:***

Los procesos de la empresa permiten generar recursos suficientes para su rentabilidad. Las transacciones que llevan a efecto se desarrollan a nivel Nacional con sus clientes lo cuales tienen una presencia sólida en el mercado.

**Sector Primario:**

Pertenece al sector primario debido a que el producto se extrae directamente de la naturaleza (en bruto) sin requerir el adicionarle sus productos o agregados que le sumen valor para su comercialización.

**4.1.4- Identificación de riesgos y afectaciones al implementar el proyecto.**

***Riesgo Ambiental.***

- En la actualidad los tratamientos de los residuos representan cierto nivel de afectación en el manto acuífero.

***Riesgo económico***

- De acuerdo con el proceso actual existe la posibilidad en que los costos de los componentes químicos afecten la rentabilidad del producto. Los procesos utilizados actualmente no son los óptimos.

***Riesgo social.***

- Potencialmente la pérdida de la fuente de empleo por un cierre parcial de la empresa.

***Riesgo calidad.***

- El riesgo serio que el producto presente un nivel más bajo de lo requerido de pureza.
- Retardo en la entrega del producto.

***Riesgo laboral.***

- El posible riesgo de afectación de los trabajadores al manipular los diferentes químicos.

- El aspecto ergonómico ruido.

#### 4.1.5- Como Reducir los Riesgos con el Proyecto

***Riesgo Social: Procurara la estabilidad laboral.***

***Riesgo ambiental:*** Ya al reducir el riesgo ambiental, desde el punto de vista de la regulación de los componentes químico y el manejo de los residuos en la forma que se disponen.

***Riesgo económico:*** Con este proyecto se pretende reducir estos costos para que no haya afectación económica.

***Riesgo calidad:*** Mejora en lo proceso para cumplir con los requerimientos (ajustes mínimos).

## CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERIA

### 5.1 Evaluación del proceso productivo y operaciones de la mina artesanal atreves de sus respectivas etapas.

#### 5.1.1 Evaluación global Check List

La evaluación global presenta el resultado del estudio del Check List y sus datos estadísticos.

*Tabla 2 Evaluación global de Check List*

SUMA DE RESULTADOS		
1	PROCESOS	40
2	PRODUCTOS	0
3	OPERACIONES DEL PROCESO	44.0
4	GESTION AMBIENTAL	31
5	CUMPLIMIENTO AMBIENTAL	20
6	MONITOREO AMBIENTAL	27
7	MANEJO RESPONSABLE DE LOS RESIDUOS	73
	SUMA TOTAL	235.00
<b>EVALUACION GLOBAL DEL CHEK LIST</b>		<b>33.6</b>

**FUENTE:** Elaboración de autores.

Para la evaluación global del Check List se realizó la sumatoria de la puntuación de todos los acápite entre la cantidad de acápite, arrojando un 33.6% como resultado.

Esto debido a que algunos acápite no cumplen con la puntuación necesaria de eficiencia, encontramos muchos puntos críticos sobre todo en el cumplimiento ambiental, monitoreo ambiental y producto que fueron los puntos con menos

puntuación en cuanto a cumplimiento efectivo basado en principios de producción más limpia.

**5.1.2 Proceso.**

A continuación, se presenta los análisis de acuerdo a procesos.

*Tabla 3 Evaluación de proceso MP*

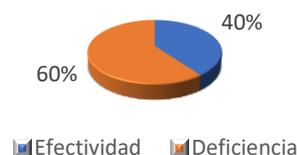
PROCESO							
Preguntas	Rango de puntuación						11
N°	0	1	2	3	4	5	55
1						5	40%
2							
3			2				
4						5	
5							
6						5	
7							
8							
9						5	
10							
11							
Puntaje	0	0	2	0	0	20	22

*FIGURA 3 Grafico de proceso*

*Tabla 4 Datos estadístico de proceso*

PROCESO		
Efectividad	Deficiencia	Total
40%	60%	100%

**PROCESO**



**FUENTE: Elaboración de autores**

Se encontró un 40 % en cuanto a cumplimiento de producción más limpia PML en acápite de proceso debido a que la empresa no cuenta con un sistema para controlar sus registros de consumos de materia prima e insumos, no cuentan específicamente con fichas de calidad en cuanto a materia prima y fichas técnicas de químicos y uso de ellos, no cuentan con un laboratorio químico de control de calidad. En cuanto a características (físicas, químicas y toxicológicas) se encuentran de forma parcialmente

por que los operadores carecen de poca información sobre los químicos y la toxicidad que ellos poseen.

Actualmente no existen productos alternativos que remplacen los ya existentes para una mejora, no cuentan con una forma adecuada de almacenar la materia prima.

### 5.1.3 Producto.

Análisis de producto con forme el Check List utilizado

*Tabla 5 Evaluación de producto*

PRODUCTO							
Preguntas	Rango de puntuación						3
N°	0	1	2	3	4	5	15
1							0%
2	NO CUMPLE						
3							
Puntaje	0	0	0	0	0	0	0

**FUENTE:** Elaboración de autores

En cuanto a la evaluación del acápite producto no se encontró cumplimiento en su totalidad, debido a que no se encuentra ningún rechazo de producto y no se manejan actualmente buenas prácticas de almacenaje de los productos y no se cuentan con registros específicos de producción por unidad de tiempo de materia prima.

**5.1.4 Operaciones del proceso.**

Se presenta operaciones del proceso en el análisis que se utilizó en el Check List

*Tabla 6 Evaluación de operaciones del proceso*

OPERACIONES DEL PROCESO						
Preguntas	Rango de puntuación					9
N°	0	1	2	3	4	5
1						5
2						
3						
4						5
5						
6						
7						5
8						5
9						
Puntaje	0	0	0	0	0	20

*Tabla 7 Datos estadístico de operaciones del proceso*

*FIGURA 4 Grafico operaciones del proceso*

OPERACIONES DEL PROCESO		
Efectividad	Deficiencia	Total
44%	56%	100%

**OPERACIONES DEL PROCESO**



**FUENTE: Elaboración de autores**

El resultado en cuanto a operaciones del proceso fue de un 44 % de cumplimiento ya que no cuentan con una descripción específica del proceso (diagrama de flujo), no hay inventario de procedimientos y ningún registro, no se maneja un control adecuado del trabajo de cada maquinaria y antigüedad, agregando que tampoco tienen una forma adecuada de transporte de materiales.

**5.1.5 Gestión ambiental.**

Se presenta gestión ambiental en el análisis utilizado en el Check List

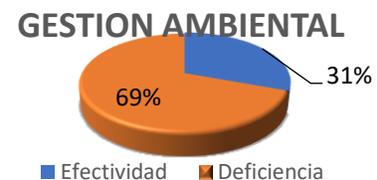
*Tabla 8 Evaluación de gestión ambiental*

GESTION AMBIENTAL						
Preguntas	Rango de puntuacion					13
N°	0	1	2	3	4	5
1						
2						
3						
4						
5				3		
6						5
7						5
8						
9						
10						5
11						
12						5
13						

*Tabla 9 Datos estadístico de gestión ambiental*

GESTION AMBIENTAL		
Efectividad	Deficiencia	Total
31%	69%	100%

*FIGURA 5 Grafico de gestión ambiental*



**FUENTE: Elaboración de autores**

En cuento a gestión ambiental hay muchos puntos críticos, los resultados de la evaluación arrojan un 31 % de cumplimiento debido a que la empresa no es regulada por ninguna organización, nunca se ha realizado una auditoría ambiental interna, no cuentan con ningún analista interno de higiene y seguridad ambiental.

### 5.1.6 Cumplimiento ambiental.

Aquí se presentan los datos de acuerdo a los resultados del cumplimiento ambiental.

*Tabla 10 Datos estadístico de cumplimiento ambiental*

CUMPLIMIENTO AMBIENTAL						
Preguntas	Rango de puntuación					5
N°	0	1	2	3	4	5
1						20%
2						
3						
4					5	
5						
Puntaje	0	0	0	0	5	5

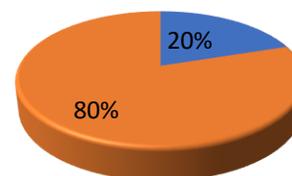
*Tabla 11 Datos estadístico de cumplimiento ambiental*

CUMPLIMIENTO AMBIENTAL		
Efectividad	Deficiencia	Total
20%	80%	100%

*FIGURA 6*

*Grafico de cumplimiento ambiental*

**CUMPLIMIENTO AMBIENTAL**



■ Efectividad   ■ Deficiencia

#### **FUENTE: Elaboración de autores**

Evaluando el acápite de cumplimiento ambiental se encuentra un 20 % de cumplimiento, un resultado muy bajo, ya que los diferentes tipos de sustancias no se almacenan en lugares con condiciones óptimas para controlar la seguridad, las instalaciones no cuentan con un perímetro cerrado para prevenir inundaciones y salida de desechos o contaminación externa al medio ambiente.

**5.1.7 Monitoreo ambiental.**

Resultados de del análisis del Check List de monitoreo ambiental.

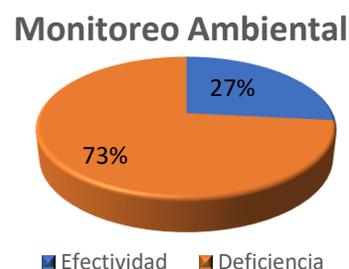
*Tabla 12 Evaluación de monitoreo ambiental*

MONITOREO AMBIENTAL						
Preguntas	Rango de puntuación					3
N°	0	1	2	3	4	5
1						
2				4		
3						
Puntaje	0	0	0	4	0	4

*Tabla 13 Datos estadístico de monitoreo ambiental*

*FIGURA 7 Grafico de monitoreo ambiental*

MONITOREO AMBIENTAL		
Efectividad	Deficiencia	Total
27%	73%	100%



**FUENTE: Elaboración de autores**

El monitoreo de residuos o monitoreo ambiental general no es algo que practiquen o estén acostumbrados a hacer, tenemos solo un 27% de cumplimiento considerando que, si se conocen la generación de residuos y si hay un buen manejo de ellos, pero todavía no se cuenta con una estrategia o un plan escrito para el buen manejo.

**5.1.8 Previo a la producción más limpia.**

Resultado estadístico de la utilización del Check List previo a la producción más limpia.

*Tabla 14 evaluación previa a la producción más limpia*

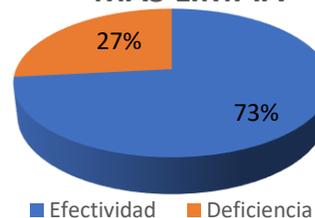
PREVIO A LA PRODUCCION MAS LIMPIA						
Preguntas	Rango de puntuación					9
N°	0	1	2	3	4	5
1						5
2						5
3						5
4						5
5						5
6			3			5
7						5
8						5
Puntaje	0	0	3	0		30
						33

*Tabla 15 Datos estadístico previo a la producción más limpia*

*FIGURA 8 Grafico previo a la producción más limpia*

PREVIO A LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA		
Efectividad	Deficiencia	Total
73%	27%	100%

**PREVIO A LA PRODUCCION MAS LIMPIA**

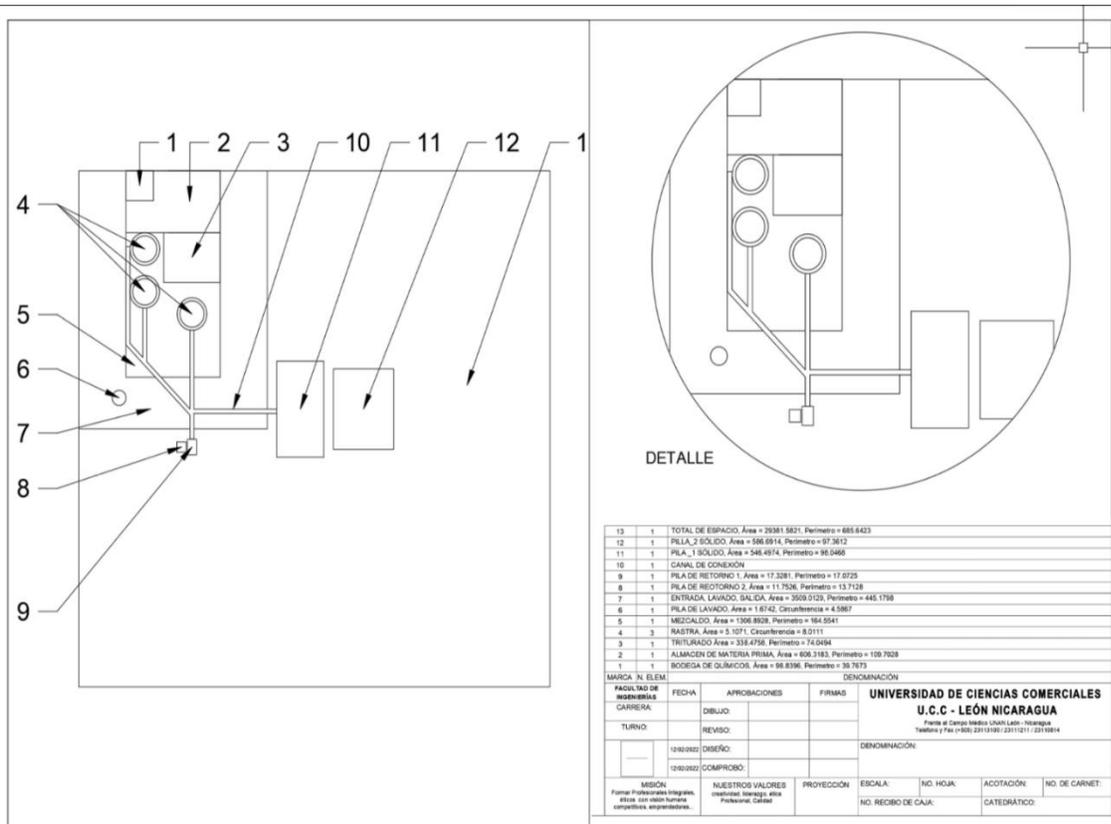


**FUENTE: Elaboración de autores**

En la evaluación de este acápite si se encuentra un porcentaje de cumplimiento efectivamente notorio, 73 % ya que hay un buen manejo de estos, pero sin dejar en cuenta que no hay una clasificación detallada de los residuos, la misma cuenta con un sistema de reciclaje tanto como de agua residual como de residuos sólidos el cual se usa para el siguiente proceso de producción con el uso de cianuro.

**5.1.9 Layout de la mina artesanal la Bendición.**

*FIGURA 9 Layout de mina artesanal*



**FUENTE:** Elaboración de Autores en presente fue elaborado y diseñado por nosotros, de acuerdo a las medidas métricas, atreves de la herramienta Auto Cad.

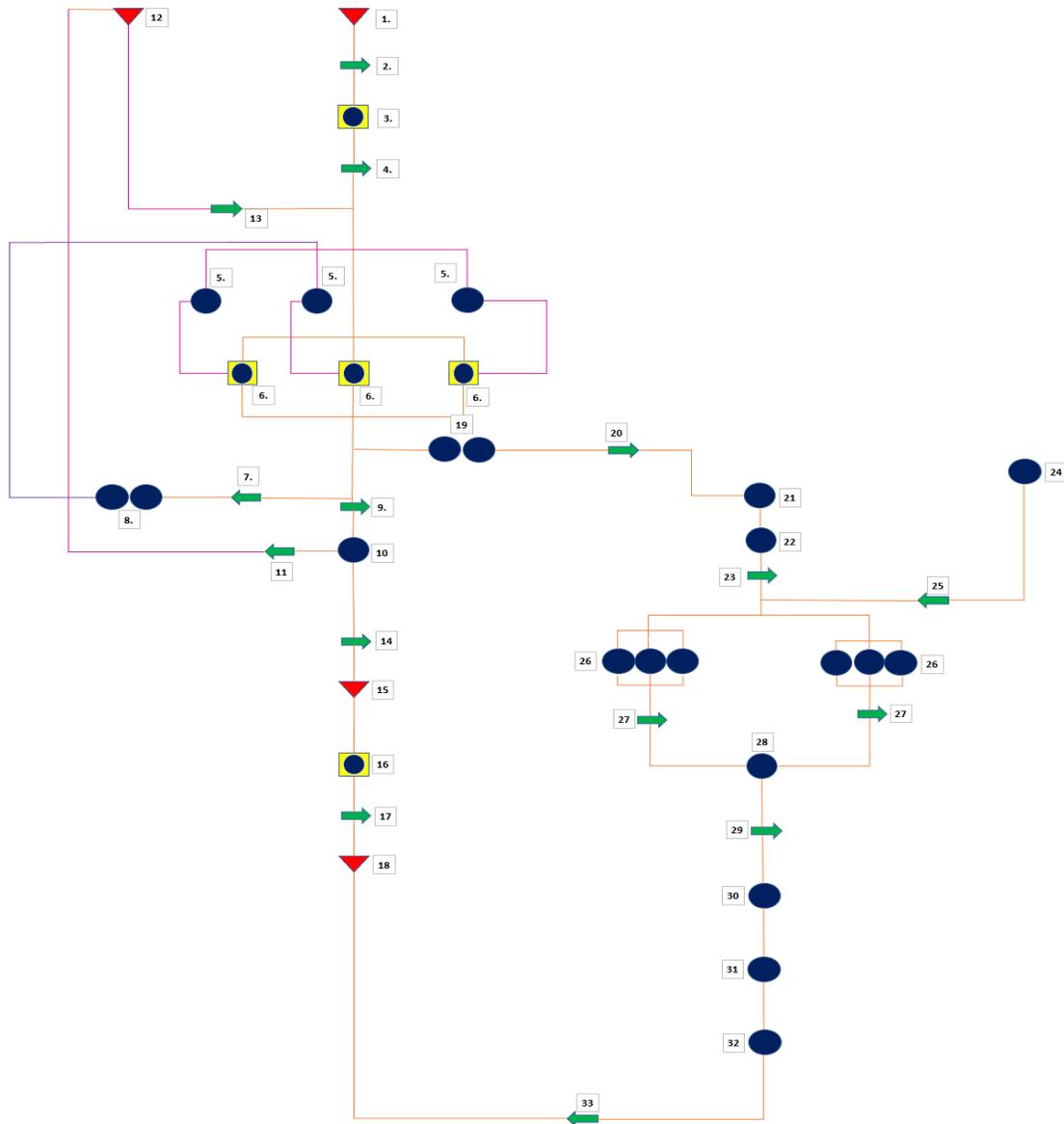
Layout mina artesanal la bendición, este esquema o plano permite tener un resumen de la distribución en planta describiendo así la infraestructura y cada área asignada con perímetros establecidos.

Físicamente se observó que la planta no cuenta con un perímetro cerrado que evite la contaminación externa al medio ambiente y la bodega o almacén de materia prima no cumple con las condiciones óptimas ni la capacidad para el almacenamiento.

## 5.2 Análisis de los procesos y el consumo de materiales e insumo

### 5.2.1 Diagrama de flujo de procesos

FIGURA 10 Diagrama de flujo



FUENTE: Elaboración de autores

Diagrama de flujo de procesos de mina artesanal la bendición, este permite representar y visualizar de forma más grafica la secuencia de las respectivas etapas o pasos estructurados para el proceso.

**Descripción detallada del proceso**



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



- 13  Transporte de mercurio a la molienda (3 min)
- 14  Transporte de la mezcla de oro con mercurio al área de fundición (10 min)
- 15  Almacén de productos Mineral (cada 3 ciclos cada 9 días)
- 16  Fundición de la mezcla de oro con mercurio para su separación (40 minutos = 162 a 185 gramos de Mezcla) de oro = 108 gramos a 116 gramos impureza = 34.56 % map/pro soplete para fundir con una capacidad de 400 gm en una temperatura 3600<sup>8</sup> F.
- 17  Transporte del oro (3 min)
- 18  Almacén de producto terminado (min)
- 19  Pilas de acumulación de residuos sólido.
- 20  pilas de cianuro cantidad 6 capacidad de cada pila 10 toneladas de residuos sólido patio de secado
- 21  Secado del residuo sólido con periodo de 2 a 3 días de secado en el ambiente.
- 22  Trituración, se reduce el material a pequeñas fracciones
- 23  Transporte de Material triturado a las pilas
- 24  Agua de pozo de 500 galones en pipas tiempo
- 25  tiempo 500 galones 10 min
- 26  Procesos de pilas a cianurado tiempo 7-8 días el primer proceso. le dan una recirculación nuevamente con tiempo estimado de 4-5. agua 4000 litros por cada pila cianuro 12 libras cada pila 50 libras de carbón activado por pila

- 27 → trasiego de agua cianurada sacar carbón y limpieza con químico
- 28 ● limpieza de carbón activado para liberar poros de impureza, productos químicos 1.85 litros de Ácido Nítrico.
- 29 → Transporte de carbón activado para su desorción.
- 30 ● desorción, del carbón activado con cantidad de 50 libras, donde se utiliza gas propano de 100libras para calentar un recipiente metálico una temperatura de 120 grados °C tiempo 40 mint para su desprendimiento. 1/2 libra cianuro. 1.85 litros de alcohol. 1.85 litros de ácido muriático
- 31 ● separación del oro y plata. 2ml de plomo, 2ml zinc. Exprimir para separar la solución blanca para adquirir la plata y luego fundir el otro extraído de la separación
- 32 ● fundición de etapa final. map/pro soplete para fundir con una capacidad de 400 gm en una temperatura 3600<sup>8</sup> F.
- 33 → Ttiempo 10 min 30 a 35 gramos por pilas esto es por las 6 pilas = 180 a 200 gramos netos

**FUENTE:** Elaboracion de Autores

**5.2.2 Consumo de materia prima (MP)**

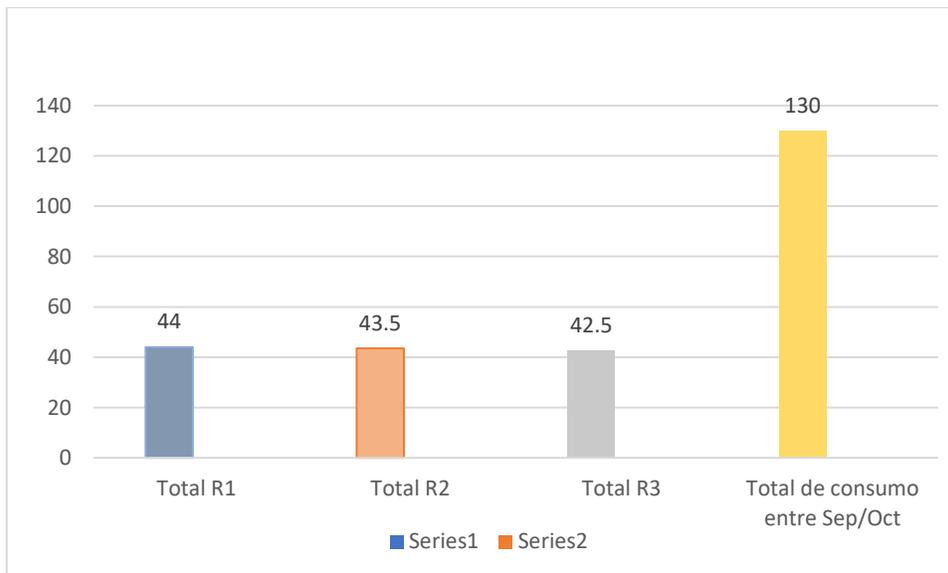
Se presenta el análisis que se llevó de consumo de MP.

*Tabla 16 Datos de consumo MP*

Consumo total del Mineral			
Total R1	Total, R2	Total, R3	Total, de consumo entre Sep/Oct
44	43.5	42.5	130

**FUENTE: Elaboración de Autores**

*FIGURA 11 Grafico de consumo de MP entre los meses Sep. /Oct*



**FUENTE: Elaboración de autores**

Se logró hacer un registro contabilizado a partir de la fecha 01 de septiembre hasta el 17 de octubre obteniendo el dato de consumo total de materia prima la cual fue de 130 toneladas. Cabe mencionar que no se contaba con un sistema de registro de consumo de materia prima por lo que obstamos por la elaboración del mismo para el mejor control.

**5.2.3 Consumo de Agua.**

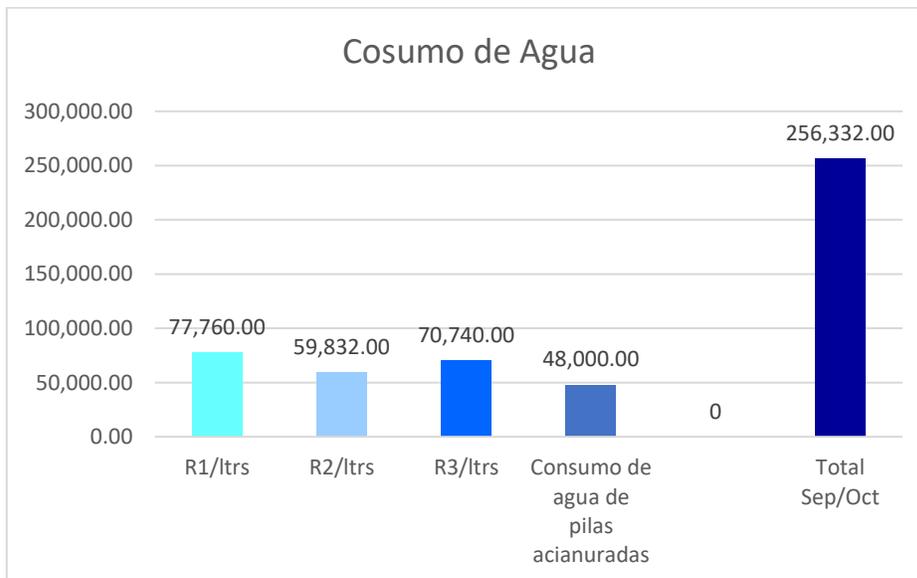
Resultados obtenidos del análisis de consumo de agua.

*Tabla 17 Datos estadístico de consumo de agua.*

<b>Consumo Total entre el mes de septiembre y Octubre</b>				
<b>R1/litros</b>	<b>R2/litros</b>	<b>R3/litros</b>	<b>Consumo de agua de pilas a cianuradas</b>	<b>Total Sep./Oct</b>
77,760.00	59,832.00	70,740.00	48,000.00	256,332.00

**FUENTE: Elaboración de autores**

*FIGURA 12 Grafico de consumo de agua.*



**FUENTE: Elaboración de autores**

Se logró hacer un registro de consumo de agua para cada rastra debido a que cada rastra cuenta con un consumo diferente por el método de operación, cada rastra cuenta con un Vin con capacidad de 1000 litros el cual tiene un sistema de flujo de agua por gravedad en estas graficas se observa el consumo total comenzando del periodo del día 01 de septiembre hasta el 17 de octubre, cabe mencionar que la pérdida total de agua es de un 5 % debido al sistema de recirculación del agua para su reutilización.

**5.2.4 Consumo de mercurio.**

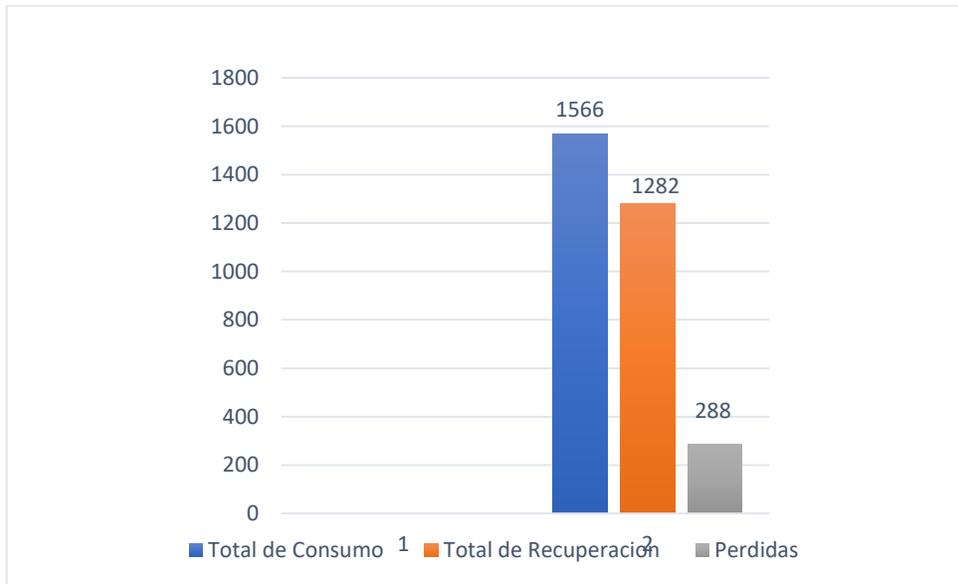
Consumo de mercurio de acuerdo al análisis obtenido.

*Tabla 18 Datos estadístico de mercurio.*

Total de Consumo	Total de Recuperacion	Perdida
1566	1282	284

**FUENTE: Elaboración de autores**

*FIGURA 13 Grafico de consumo de mercurio*



**FUENTE: Elaboración de autores**

El registro de consumo del químico (mercurio) nos dice que hay un consumo total comenzando desde el día 01 de septiembre hasta el día 17 de octubre de 1,566 ml durante el proceso de lavado se da se dio una recuperación total de 1,282 dejando pérdidas de 288 ml de mercurio.

**5.2.5 Producción de Oro por proceso Rastra (Molienda)**

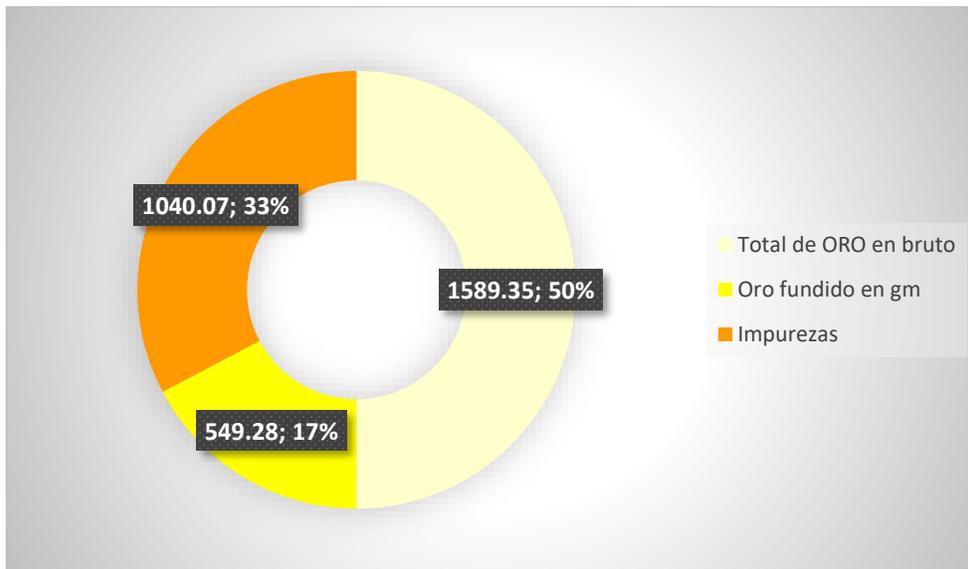
Análisis obtenido de producción de oro en el proceso de molienda.

*Tabla 19 Datos de extracción de oro en rastra*

Total de ORO en bruto	Oro fundido en gm	Impurezas
1589.35	549.28	1040.07

**FUENTE:** Elaboración de autores

*FIGURA 14 Grafico de cantidades de extracción de oro en rastra.*



**FUENTE:** Elaboración de autores

El registro total de producción de oro posterior a la extracción de 549.28 gramos de oro comenzando del día 01 de septiembre hasta el día 17 de octubre encontrándose un porcentaje de impurezas del 33 %.

**5.2.6 Consumo energético.**

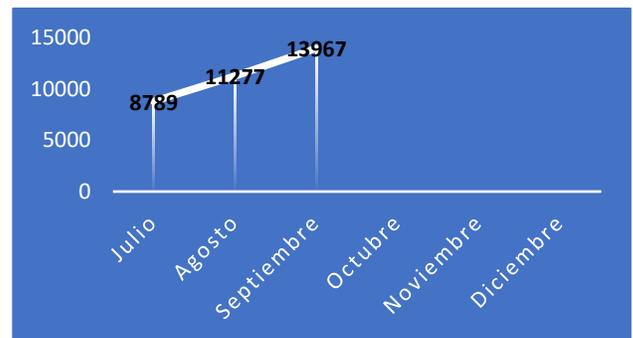
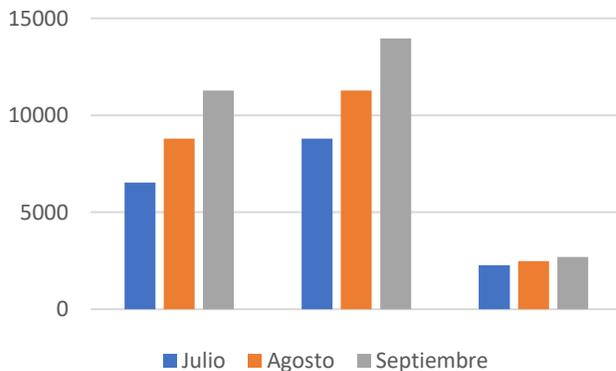
Lectura energética de los meses analizados.

*Tabla 20 Consumo energético a partir de los meses Julio/ Sep.*

<b>REGISTRO DE CONSUMO Kwh - Mes (AÑO 2023)</b>				
<b>MES</b>	<b>Lectura anterior Kwh(E)</b>	<b>Lectura actual Kwh(E)</b>	<b>Consumo kwh</b>	<b>Consumo dia</b>
<b>Enero</b>				
<b>Febrero</b>				
<b>Marzo</b>				
<b>Abril</b>				
<b>Mayo</b>				
<b>Junio</b>				
<b>Julio</b>	6527	8789	2262	73.0
<b>Agosto</b>	8789	11277	2488	80.3
<b>Septiembre</b>	11277	13967	2690	89.7
<b>Octubre</b>				
<b>Noviembre</b>				
<b>Diciembre</b>				

**FUENTE: Elaboración de Autores**

**FIGURA 15 Grafico de consumo energético. FUENTE: Elaboracion de autores**



El registro de consumo energético fue tomado de los recibos del servicio eléctrico que paga la propietaria, el cual arroja el consumo en Kwh por mes, observándose que el consumo cada vez va en crecimiento de acuerdo a las lecturas anteriores, para este caso se necesitaría hacer un estudio más completo enfocado solo en el consumo energético para saber el punto de origen del incremento de consumo de energía.

**5.2.7 Extracción de oro en pilas de relave (cola) con cianuro.**

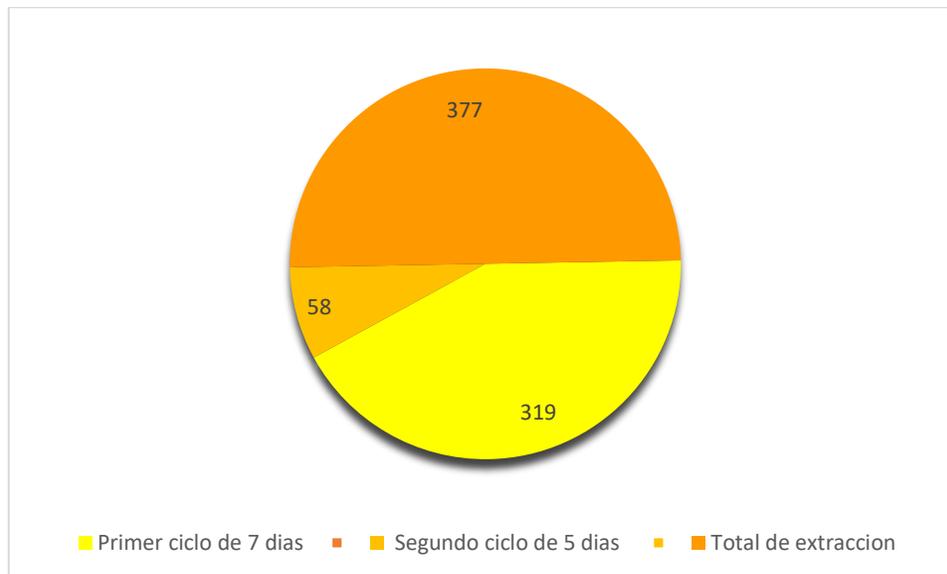
Se presenta los resultados del análisis obtenido en el proceso de pilas de relave.

*Tabla 21 Cantidad de extraccion de oro en las pilas a cianurada.*

<b>Total, de extracción de ORO (gm) en el proceso de pilas a cianuradas</b>		
<b>Primer ciclo de 7 días</b>	<b>Segundo ciclo de 5 días</b>	<b>Total de extraccion</b>
319	58	377

**FUENTE: Elaboración de autores**

*FIGURA 16 Grafico de extraccion de oro.*



**FUENTE: Elaboración de autores**

Se logró hacer un registro de la cantidad de oro extraído con el proceso de pilas de agua cianurada, esto es parte del aprovechamiento de los residuos para gozar del beneficio de ellos, desde el día 01 de septiembre hasta el día 17 de octubre se registró el total de 377 gramos extraídos esto se considera una buena cantidad que generara muchas ganancias.

**5.2.8 Consumo de cianuro en pilas de relave(cola)**

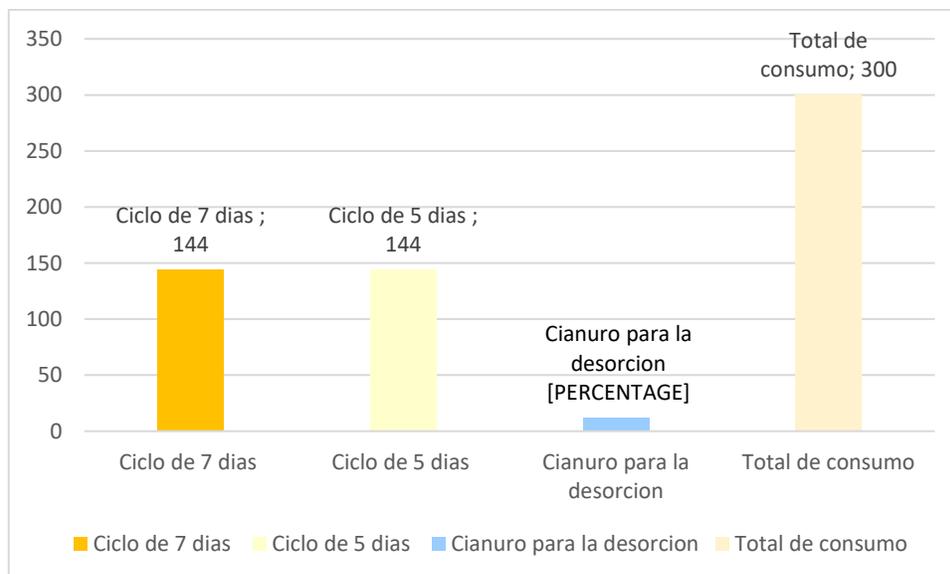
Se presenta el análisis obtenido en pilas de relave.

*Tabla 22 consumo total de cianuro.*

<b>Consumo total de cianuro Sep./Oct</b>			
<b>Ciclo de 7 días</b>	<b>Ciclo de 5 días</b>	<b>Cianuro para la desorción</b>	<b>Total, de consumo</b>
144	144	12	300

**FUENTE: Elaboración de autores**

*FIGURA 17 Grafico de consumo de cianuro.*



**FUENTE: Elaboración de autores**

Para el consumo de cianuro de tomaron en cuenta los dos ciclos del proceso siendo el primero de 7 días y el segundo de 5 días registrados desde el día 01 de septiembre hasta el día 17 de octubre, arrojando un consumo total de 288 libras cabe mencionar que estos consumos ya están establecidos por los operarios del proceso.

### **5.2.9 Consumo de insumos químicos para la desorción del carbón activado**

Se presenta el análisis de insumos químicos para la desorción del carbon utilizado en las pilas de relave.

*Tabla 23 Consumo químico para la desorción del carbón.*

Consumo total de insumos químicos entre mes Sep./Oct (Los dos ciclos)		
Cianuro (Libras)	ALCHHOL (Litros)	ACIDO MURIATICO (Litros)
12	44.4	44.4

**FUENTE:** Elaboración de autores

El consumo de insumos químicos registros durante el periodo del 01 de septiembre hasta el 17 de octubre puede observarse en esta tabla, estos consumos ya están establecidos por los operarios del proceso.

### 5.2.10 Cantidad de carbón utilizado en pilas de relave (cola).

Aquí se presenta el carbón utilizado en las pilas de relave para el proceso con agua a cianurada.

Tabla 24 Cantidad de carbón utilizado en las pilas de relave.

Cantidad de carbón utilizado en el proceso de pilas a cianuradas	
PILAS	Cantidad libras
Pila 1	50
Pila 2	50
Pila 3	50
Pila 4	50
Pila 5	50
Pila 6	50
Total	300

FUENTE: Elaboración de autores

Esta tabla refleja la utilización del carbón, el cual está dentro de un ciclo continuo de reutilización.

**5.2.11 Recursos utilizados y producción obtenida.**

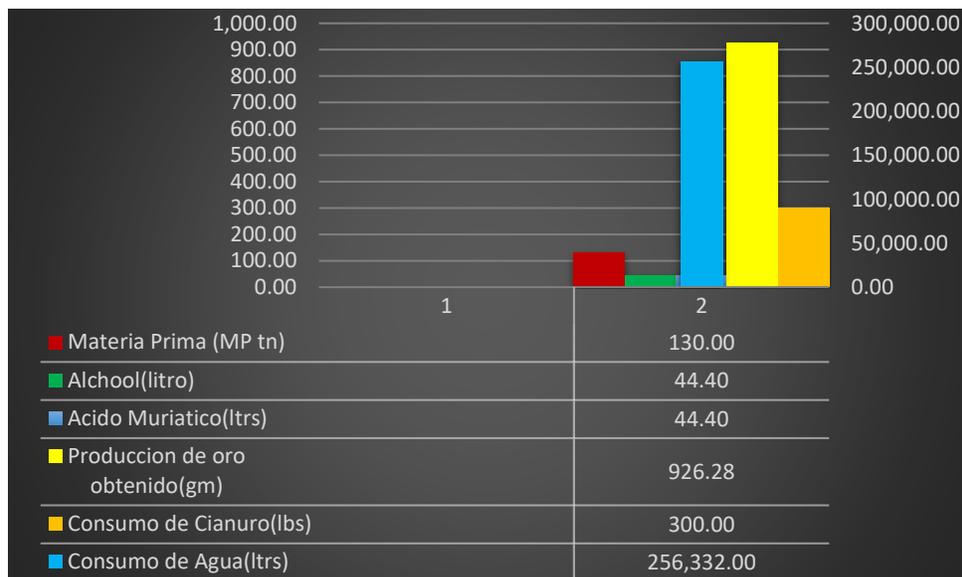
Aquí se presenta todos los recursos y la producción obtenida en los diferentes procesos de extracción de oro.

*Tabla 25 Datos de los recursos utilizados y la producción obtenida.*

<b>ANALISIS DETALLADO DE LOS RECURSOS UTILIZADO Y LA PRODUCCION OBTENIDA</b>						
MESES	Materia Prima (MP tn)	Consumo de Cianuro(lbs)	Consumo de Agua(ltrs)	Alcohol(ltrs)	Acido Muriático(ltrs)	Producción de oro obtenido(gm)
Sep. /Oct	<b>130.00</b>	<b>300.00</b>	<b>256,332.00</b>	<b>44.40</b>	<b>44.40</b>	<b>926.28</b>

**FUENTE: Elaboración de Autores**

*FIGURA 18 Grafico de los recursos utilizados y producción obtenido*



**FUENTE: Elaboración de autores**

Este análisis muestra que la eficiencia en el proceso de producción es esencial. Utilizar 130 toneladas de materia prima y grandes volúmenes de agua y productos químicos para producir 926 gramos de oro puede indicar la necesidad de revisar y optimizar los procesos de producción. Es importante considerar medidas para reducir el consumo de recursos, como el agua y los productos químicos, mientras se busca mantener o incluso aumentar la producción de oro. Estos datos ponen de manifiesto la necesidad de revisar críticamente el proceso de producción, especialmente en lo que respecta al consumo de cianuro. Buscar alternativas más seguras y sostenibles, así como optimizar los métodos existentes, podría conducir a una producción más eficiente, segura y rentable a largo plazo.

### **5.2.12 Indicador**

*Tabla 26 Datos de insumos y eficiencia energética por la producción de un gramo de oro.*

<b>Insumo</b>	<b>Cantidad para 1 gramo de oro</b>	<b>Eficiencia energética (kWh/g)</b>
Agua	0.26388 m <sup>3</sup>	
Mercurio	1.67 mililitro	
Cianuro	0.2741 libras	
Alcohol	0.0422 litro	
Ácido Muriático	0.0422 litro	
Energía Eléctrica		3.84 x <sup>-3</sup>

**FUENTE: Elaboración de autores**

Este cuadro revela los insumos necesarios para producir un gramo de oro, desde agua hasta mercurio y cianuro, junto con la eficiencia energética de  $3.84 \times 10^{-3}$  kWh/g. Estos datos subrayan la importancia de prácticas eficientes y sostenibles en la industria minera, minimizando el impacto ambiental y promoviendo la responsabilidad en la producción de oro.

**CAPÍTULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS (ESTRUCTURA DE ACUERDO AL TIPO DE PROYECTO Y FASES DEL MISMO).**

Mina Artesanal la BENDICION

Lourdes, Villa Nueva,  
Chinandega, Nicaragua

# PLAN DE PRODUCCION MAS LIMPIA

MEJORA CONTINUA

Ing. Kelly Elizabeth Castro Ríos / Ing. Steven Manuel Izaguirre Arce / Ing. Melvin Antonio Olivas  
Ártica.

## **INTRODUCCIÓN**

En un mundo cada vez más consciente de la importancia de preservar el medio ambiente y promover prácticas de producción más sostenibles, Mina artesanal “La Bendición”, ubicada en la comunidad de Lourdes, municipio de Villanueva, departamento de Chinandega, se encuentra frente a una oportunidad trascendental.

Esta mina, como muchas otras en el sector de la minería artesanal, desempeña un papel crucial en la economía local, pero también puede tener un impacto significativo en el entorno natural y en la salud de las comunidades circundantes.

El presente documento representa un paso fundamental hacia la transformación de un modelo de producción que combine eficiencia con responsabilidad ambiental y social. A través de un exhaustivo análisis de los procesos de producción, consumo de materiales e insumos, y prácticas operativas, hemos identificado áreas críticas que requieren atención inmediata para reducir el impacto ambiental y mejorar la gestión de recursos.

Este Plan de Mejora de Producción Más Limpia tiene como objetivo principal promover la adopción de prácticas más sostenibles, que no solo beneficiarán al medio ambiente al reducir la contaminación y el desperdicio, sino que también mejorarán la eficiencia operativa de la mina. Además, contribuirá a fortalecer la relación entre la mina y la comunidad local al garantizar que las operaciones se lleven a cabo de manera segura y responsable.

El camino hacia una producción más limpia no será fácil ni rápido, pero representa una inversión en el futuro a largo plazo. Este plan se desarrolla con la convicción de que, a medida que implementemos estas mejoras, no solo lograremos una mayor sostenibilidad, sino que también aseguraremos la viabilidad a largo plazo.

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



En las secciones siguientes, presentaremos un análisis detallado de los desafíos identificados, seguido de una serie de recomendaciones específicas para abordar cada uno de ellos. Cada recomendación se basa en principios de producción más limpia y tiene como objetivo mejorar la eficiencia de los procesos, reducir el impacto ambiental y promover una gestión responsable de los recursos.

La Mina Artesanal La Bendición tiene la oportunidad de liderar el camino en la transformación de la minería artesanal hacia una actividad más limpia y sostenible.

## Marco normativo

### “NORMA INTERNACIONAL ISO 14001”

#### 3.2.2 Aspecto ambiental

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente.

#### 3.2.4 impacto ambiental

Un aspecto ambiental puede causar uno o varios impactos ambientales, un aspecto ambiental significativo es aquel que tiene o puede tener uno o más impactos ambientales significativos.

La organización determina los aspectos ambientales significativos mediante la aplicación de uno o más criterios.

#### 3.2.1 Cambio en el medio ambiente

Ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales (3.2.2) de una organización (3.1.4) (Normas Internacionales ISO 14001, 2015)

### “NORMA INTERNACIONAL OHSAS 18001”

#### 3.1 Riesgo aceptable

El riesgo que ha sido reducido a un nivel que puede ser tolerado por la organización teniendo en consideración sus obligaciones legales y su propia política S&SO (3.16).

#### 3.6 Peligro

Fuente, situación, o acto con un potencial de daño en términos de lesión o enfermedad (3.8), o una combinación de éstas.

### **3.8 Enfermedad**

Condición física o mental adversa e identificable que suceden y/o se empeoran por alguna actividad de trabajo y/o una situación relacionada con el trabajo. (Normas Internacionales OSHAS 18001, 2007).

## **LEY N°. 217, “LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS**

### **NATURALES”**

Art. 86 Toda persona tiene derecho a utilizar las aguas para satisfacer sus necesidades básicas,

Siempre que con ello no cause perjuicio a terceros ni implique derivaciones o contenciones, ni empleo de máquinas o realización de actividades que deterioren de alguna forma el cauce y sus márgenes, lo alteren, contaminen o imposibilite su aprovechamiento por terceros.

Art. 87 Salvo las excepciones consignadas en la presente Ley, el uso del agua requerirá de autorización previa, especialmente para los siguientes casos:

- 1) Establecer servicios de transportación, turismo, recreación o deporte en lagos, lagunas, ríos y demás depósitos o cursos de agua.
- 2) Explotación comercial de la fauna y otras formas de vida contenidas en los mismos.
- 3) Aprovechamiento de la biodiversidad existente en los recursos acuáticos.
- 4) Ocupación de playas o riberas de ríos.
- 5) Verter aguas residuales o de sistemas de drenajes de aguas pluviales.
- 6) Inyectar aguas residuales provenientes de actividad geotérmica.
- 7) Cualquier otra ocupación que derive lucro para quienes la efectúen.

Art. 112 Son recursos no renovables aquellos que no pueden ser objeto de reposición en su estado natural, como son los minerales, hidrocarburos y demás sustancias del suelo y subsuelo, cuya explotación tiene por finalidad la extracción y utilización de los

mismos.

Art. 115 Se prohíbe a los concesionarios de exploraciones y explotaciones mineras e hidrocarburos, el vertimiento en suelos, ríos, lagos, lagunas y cualquier otro curso o fuente de agua, de desechos tóxicos o no tóxicos sin su debido tratamiento, que perjudique a la salud humana y al ambiente. (Nicaragua A. N., Medio Ambiente y Recursos Naturales, 1996)

### **LEY N°. 387, “LEY ESPECIAL SOBRE EXPLORACION Y EXPLOTACION DE MINA”**

Artículo 40. Se entiende por pequeña Minería, el aprovechamiento de los recursos mineros que realizan personas naturales o jurídicas, que no excedan una capacidad de extracción y/o procesamientos de 15 toneladas métricas por día.

Para la realización de esta actividad, se requerirá de una licencia especial que será otorgada por la autoridad que designe el Ministerio de Energía y Minas, permitiéndose el uso de tecnología aplicable a la mediana producción.

Artículo 41. Se entiende por Minería Artesanal, el aprovechamiento de los recursos mineros que desarrollan personas naturales de manera individual o en grupos organizados, mediante el empleo de técnicas exclusivamente manuales.

Artículo 105. Los trabajos que se realicen en las concesiones mineras no afectarán áreas donde existan localizadas o ubicadas fuentes de agua para el consumo humano; o centros o lugares históricos o arqueológicos, presentando atención a lo establecido en la Ley General del Medio Ambiente. (Nicaragua A. N., SECTOR ENERGETICO Y MINERO, 2021)

### **NTON 05-014-02, “NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS NO-PELIGROSOS”**

3.5 Desechos Sólidos no-peligrosos: Todos aquellos desechos o combinación de desechos que no representan un peligro inmediato o potencial para la salud humana o para otros organismos vivos. Dentro de los desechos no peligrosos están: Desechos domiciliarios, comerciales, institucionales, de mercados y barrido de calles. (Nicaragua A. N., 2001)

**NTON 05-015-02, “NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y ELIMINACION DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS”**

4.20 Residuos peligrosos: Se entiende por residuos peligrosos aquellos que, en cualquier estado físico, contengan cantidades significativas de sustancias que pueden presentar peligro para la vida y salud de los organismos vivos cuando se liberan al ambiente o si se manipulan incorrectamente debido a su magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o de cualquier otra característica que representen un peligro para la salud humana, la calidad de vida, los recursos ambientales o el equilibrio ecológico. (Nicaragua A. N., Normas Jurídicas de Nicaragua, 2002)

### Objetivos

- Implementar prácticas de reutilización y reducción de residuos.
- Adoptar tecnologías más eficientes en el uso de recursos.
- Capacitar a los trabajadores en técnicas de extracción que sean acordes a producción más limpia.

## Desarrollo de estrategias

FIGURA 19 Estrategia de PML

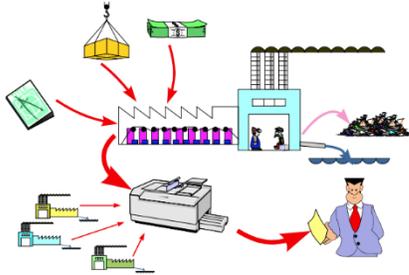


FIGURA 20 Estrategia de control ambiental



FUENTE: Manual de producción más limpia (ONU) / FUENTE: País dominicano temático

### Revisión de procesos y flujos de materiales:

Realizar una evaluación exhaustiva de los procesos actuales y los flujos de materiales para identificar áreas donde se puedan implementar prácticas de reutilización y reducción de residuos. Esto incluye la recirculación de agua en procesos, la optimización de la dosificación de químicos y la identificación de productos secundarios útiles.

### Establecimiento de metas de reducción de residuos:

Definir metas específicas y medibles para la reducción de residuos sólidos y líquidos. Establecer un sistema de seguimiento para evaluar el progreso hacia estas metas y realizar ajustes según sea necesario.

### Programa de reutilización:

Implementar un programa de reutilización en la mina que incluya la clasificación, separación de los diferentes tipos materiales como metales e insumos que pueden ser reutilizables. Capacitar a los trabajadores sobre la importancia del reciclaje y cómo llevarlo a cabo.

**Optimización de procesos de cierre de ciclos:**

Desarrollar y aplicar procesos de cierre de ciclo que permitan la recirculación de materiales y químicos en las operaciones. Esto incluye la recuperación y reutilización de productos secundarios.

**Evaluación de tecnologías limpias:**

Realizar una evaluación de tecnologías limpias disponibles en la industria minera y seleccionar aquellas que sean más eficientes en el uso de recursos. Establecer un plan de inversión para adquirir y implementar estas tecnologías. Esto podría incluir trituradoras más eficientes, sistemas de separación avanzados y métodos de extracción menos contaminantes. La selección de tecnologías debe basarse en su idoneidad para la escala y los recursos disponibles en esta mina artesanal.

**Trituradoras más Eficientes:** La adopción de trituradoras más eficientes puede reducir la generación de finos y polvo durante el proceso de trituración. Estas trituradoras pueden estar diseñadas para una mayor capacidad de reducción y un menor consumo de energía, lo que mejora la eficiencia del proceso.

**Sistemas de separación avanzados:**

La separación de minerales y sedimentos es fundamental en la minería. La adopción de sistemas de separación avanzados, como mesas de concentración gravimétrica, celdas de flotación o separadores magnéticos, puede permitir una recuperación más efectiva de minerales valiosos y reducir las pérdidas.

**Métodos de extracción menos contaminantes:** En la minería artesanal, se utilizan a menudo métodos de extracción que involucran el uso de sustancias químicas peligrosas, como el cianuro o el mercurio. La adopción de métodos de extracción menos contaminantes, como la lixiviación con técnicas más seguras o la amalgamación sin mercurio, puede minimizar los riesgos ambientales y para la salud de los trabajadores.

**Adaptación a la escala y recursos locales:** Es importante tener en cuenta que no todas las tecnologías limpias diseñadas para operaciones mineras a gran escala son adecuadas para la minería artesanal. La selección de tecnologías debe adaptarse a la escala y los recursos disponibles en La Bendición. Esto implica considerar la disponibilidad de agua, la energía y los conocimientos técnicos de los operadores.

La evaluación de tecnologías limpias en la minería artesanal debe ser un proceso meticuloso que involucre a expertos en el campo y considere cuidadosamente las condiciones específicas de La Bendición. La adopción de tecnologías más limpias puede no solo mejorar la sostenibilidad de las operaciones, sino también promover prácticas responsables y seguras en la comunidad minera.

**Inversión en equipos eficientes:**

Adquirir maquinaria y equipos más eficientes en términos de consumo de energía y agua. Esto puede incluir la actualización de motores y sistemas de operación.

Actualización de Maquinaria y Equipos: La adquisición de maquinaria y equipos más eficientes implica reemplazar o actualizar los equipos existentes en la mina. Esto puede incluir la compra de maquinaria nueva que esté diseñada con tecnología más moderna y eficiente en términos de consumo de recursos.

**Consumo de energía:** La eficiencia energética es un factor crucial a considerar. Los equipos más antiguos pueden consumir grandes cantidades de energía en comparación con las versiones más modernas. La actualización de motores y sistemas de operación puede reducir significativamente el consumo de energía, lo que a su vez disminuye los costos operativos y la huella de carbono de la operación minera.

**Consumo de agua:** En la minería, el agua es un recurso valioso, y su consumo debe ser monitoreado y controlado. La adquisición de equipos más eficientes en el uso del agua puede ayudar a reducir la cantidad de agua necesaria para las operaciones, lo que es particularmente importante en regiones donde el agua es escasa.

**Beneficios:** La inversión en equipos eficientes puede tener varios beneficios. Además de la reducción de costos operativos y el ahorro de recursos, también puede llevar a una mayor productividad y menos tiempo de inactividad debido a averías. Los equipos modernos a menudo son más confiables y requieren menos mantenimiento.

**Automatización y control inteligente:**

Implementar sistemas de automatización y control inteligente en los procesos para optimizar el uso de recursos. Esto incluye la automatización de sistemas de transporte y dosificación de químicos.

**Automatización de sistemas de transporte:** En el proceso de minería, se requiere el movimiento de materiales desde la extracción hasta su procesamiento y almacenamiento. La automatización de sistemas de transporte implica el uso de tecnología para controlar y operar camiones, cintas transportadoras u otros equipos de transporte sin la necesidad de una intervención humana constante. Esto no solo agiliza el flujo de materiales, sino que también permite una gestión más eficiente de los recursos, como el combustible y la energía eléctrica.

**Automatización de dosificación de químicos:** La minería a menudo implica el uso de productos químicos para la extracción y el procesamiento de minerales. La automatización en la dosificación de estos químicos es esencial para garantizar su aplicación precisa y evitar el exceso de desperdicio. Los sistemas de automatización pueden monitorear y ajustar las cantidades de químicos necesarios para lograr la máxima eficiencia sin exponer al medio ambiente a contaminantes innecesarios.

**Control inteligente en procesos de beneficio:** En la minería, el procesamiento de minerales es una etapa crítica. La automatización y el control inteligente pueden utilizarse para monitorear y optimizar las operaciones de trituración, molienda, separación y concentración de minerales. Estos sistemas pueden ajustar las

condiciones de funcionamiento en función de los cambios en las características de los minerales, lo que maximiza la eficiencia y reduce el consumo de recursos.

**Energía renovable:**

Explorar la viabilidad de utilizar fuentes de energía renovable, como energía solar o eólica, para reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir el impacto ambiental.

**Programa de formación continua:**

Desarrollar un programa de formación continua que aborde temas relacionados con técnicas de extracción respetuosas con el medio ambiente, seguridad laboral y manejo de químicos. Asegurarse de que todos los trabajadores reciban formación regular.

**Participación activa de los trabajadores:**

Fomentar la participación activa de los trabajadores en la identificación y promoción de prácticas de producción más limpia. Reconocer y recompensar las contribuciones de los empleados en este sentido.

**Seguimiento y evaluación de la formación:**

Realizar un seguimiento continuo de la efectividad de la formación y la aplicación de las prácticas aprendidas en el trabajo diario. Ajustar el programa de formación según sea necesario para abordar las necesidades específicas de los trabajadores.

**Responsabilidad ambiental:**

Designar un comité de responsabilidad ambiental en la mina para supervisar y garantizar el cumplimiento de los principios de producción más limpia.

**Comunicación externa:**

Comunicar de manera proactiva los esfuerzos de la mina en términos de producción más limpia a la comunidad local y las partes interesadas. Establecer un canal de retroalimentación con la comunidad para abordar preocupaciones y sugerencias.

**Medición de resultados:**

Establecer indicadores clave de desempeño (KPI) relacionados con la producción más limpia y realizar un seguimiento regular de estos KPI para evaluar el progreso.

**Evaluación de riesgos:**

Evaluar continuamente los riesgos ambientales y laborales asociados con las operaciones mineras y tomar medidas para minimizarlos.

*FIGURA 21 Tecnología limpia y energía renovables*



FUENTE: La unión CDMX.

**Beneficios del plan de producción más limpia**

**Sostenibilidad a largo plazo:** La minería artesanal, cuando se realiza de manera sostenible, puede continuar generando ingresos y empleo en las comunidades locales durante muchos años. La producción más limpia garantiza que los recursos naturales se utilicen de manera responsable, evitando el agotamiento de los yacimientos y permitiendo que la actividad minera persista en el tiempo.

**Mejora de la seguridad laboral:**

La minería artesanal a menudo se asocia con condiciones de trabajo peligrosas. La implementación de prácticas más seguras y la capacitación adecuada pueden reducir

significativamente los riesgos para la salud y la seguridad de los mineros, lo que mejora la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

**Reducción de costos:**

Al optimizar los procesos y reducir el desperdicio de recursos, se pueden lograr ahorros significativos. Esto incluye la reducción de costos operativos, menores gastos de tratamiento de desechos y una gestión más eficiente de la energía y el agua.

**Cumplimiento normativo:**

La minería artesanal a menudo enfrenta desafíos en términos de regulación. La producción más limpia ayuda a las operaciones a cumplir con regulaciones ambientales y laborales, lo que evita sanciones y problemas legales que podrían poner en peligro la continuidad de la actividad.

**Mejora de la reputación:**

Las operaciones mineras que se preocupan por el medio ambiente y la comunidad local tienden a ganar el respaldo de la población cercana. Una mejor reputación puede facilitar las relaciones con la comunidad y allanar el camino para un desarrollo más armonioso.

**Eficiencia operativa:**

La producción más limpia a menudo implica una gestión más eficiente de los recursos disponibles. Esto puede aumentar la productividad, la rentabilidad y la competitividad de la actividad minera artesanal.

La implementación de un plan de producción más limpia en Mina Artesanal La Bendición puede ofrecer una serie de beneficios significativos tanto para la mina como para el entorno local y el medio ambiente. También mejora la seguridad laboral, la eficiencia operativa, la rentabilidad y la sostenibilidad a largo plazo de esta actividad. Esto contribuye a un desarrollo más equitativo y responsable en las regiones donde se lleva a cabo la minería artesanal.

FIGURA 22 Eficiencia y crecimiento.



FUENTE: TemplateMonster.

**Medidas preventivas**



## Mejora continua:

### Ciclo de planificar-hacer-verificar-actuar (PDCA).

El ciclo de Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA) es una metodología ampliamente utilizada en la gestión de calidad y mejora continua. Al aplicar el ciclo PDCA de manera consistente, Mina Artesanal La Bendición puede avanzar hacia la producción más limpia y la gestión sostenible, identificando constantemente oportunidades de mejora y minimizando riesgos ambientales y de seguridad.



### Indicadores de desempeño.

Los indicadores de desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) son medidas cuantitativas que se utilizan para evaluar el rendimiento y los resultados de un proceso, actividad o sistema. En el plan de mejora de producción más limpia en una mina artesanal como La Bendición, serían KPI esenciales para medir el progreso hacia los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental y de seguridad.

Aquí tienes algunos ejemplos de posibles KPI que podrían ser relevantes:

*FIGURA 23 Indicadores de rendimiento (KPI)*



**FUENTE:** Ecdisis estudios.

### Consumo de agua por tonelada de mineral procesado:

Este indicador mide la eficiencia en el uso del recurso hídrico y puede ayudar a reducir el consumo excesivo de agua.

**Emisiones de contaminantes atmosféricos por unidad de producción:**

Evalúa la cantidad de contaminantes liberados al aire en relación con la producción, lo que es importante para reducir el impacto ambiental.

**Gestión de residuos sólidos por tonelada de mineral procesado:**

Cuantifica la cantidad de residuos sólidos generados en relación con la producción, fomentando la reducción y la reutilización.

**Tasa de accidentes laborales:**

Mide la seguridad en el lugar de trabajo al rastrear la frecuencia de incidentes y accidentes laborales.

**Reciclaje de materiales:**

Evalúa la cantidad de materiales, como metales preciosos o químicos, que se reciclan y se reutilizan en el proceso de producción.

**Cumplimiento normativo:**

Determina en qué medida la mina cumple con las regulaciones ambientales y de seguridad local y nacional.

**Consumo de energía por unidad de producción:**

Mide la eficiencia energética y puede ayudar a reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Estos son ejemplos de indicadores que pueden adaptarse a las necesidades específicas de Mina Artesanal La Bendición. La selección de KPI debe estar alineada con los objetivos del plan de mejora de producción más limpia y con las áreas críticas identificadas en el análisis del capítulo V. Es importante establecer metas

cuantificables para cada KPI y medir el desempeño de manera regular para evaluar el progreso y realizar mejoras continuas.

### **Benchmarking.**

El benchmarking es una herramienta importante en el proceso de mejora de producción más limpia y se refiere a la práctica de comparar el desempeño, procesos y prácticas de tu mina artesanal (Mina Artesanal La Bendición) con los de otras minas similares, industrias o empresas de referencia que son líderes en términos de sostenibilidad y buenas prácticas ambientales. El objetivo del benchmarking es identificar oportunidades de mejora al aprender de las experiencias exitosas de otros. Aquí tienes algunas formas en las que el benchmarking puede ser aplicado en el contexto de tu plan de mejora de producción más limpia:

**Benchmarking de procesos:** Compara los procesos de producción de tu mina con los de minas similares que han implementado con éxito prácticas más limpias. Esto puede ayudar a identificar ineficiencias y oportunidades de mejora en tus propios procesos.

**Benchmarking de consumo de recursos:** Compara el consumo de recursos como agua, energía y materias primas en tu mina con el de minas o empresas líderes en sostenibilidad. Esto puede ayudarte a establecer objetivos de reducción de consumo.

**Benchmarking de Emisiones y Residuos:** Evalúa tus emisiones y la gestión de residuos en comparación con las mejores prácticas de la industria. Esto te permitirá identificar formas de reducir emisiones y minimizar residuos.

**Benchmarking de seguridad:** Compara tus tasas de accidentes y prácticas de seguridad con las de empresas líderes en seguridad laboral. Esto puede ayudar a mejorar la seguridad de los trabajadores.

**Benchmarking de responsabilidad social:** Evalúa tus prácticas de responsabilidad social corporativa en comparación con empresas que tienen un sólido compromiso con las comunidades locales y el entorno.

**Benchmarking de cumplimiento Normativo:** Compara tu cumplimiento con regulaciones ambientales y de seguridad con el de empresas que han logrado cumplir con éxito con estas regulaciones. Es importante destacar que el benchmarking no implica simplemente copiar lo que hacen otras empresas, sino adaptar y aplicar las mejores prácticas de acuerdo con las necesidades y circunstancias específicas de Mina Artesanal La Bendición.

El benchmarking puede ser una herramienta valiosa para identificar oportunidades de mejora, acelerar la implementación de prácticas más limpias y mejorar la competitividad de la mina, al tiempo que se contribuye a la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social.

## **Documentación y comunicación.**

### **Documentación.**

Políticas y Procedimientos Documentados: Es esencial documentar todas las políticas y procedimientos relacionados con la producción más limpia, la gestión ambiental y la seguridad laboral. Esto incluye procedimientos para el manejo de residuos, la gestión de químicos, la seguridad de los trabajadores y más.

**Registros de datos:** Debes mantener registros detallados de datos relevantes para la producción más limpia, como consumos de recursos (agua, energía, materias primas), emisiones, gestión de residuos y registros de seguridad. Los registros respaldan la toma de decisiones basadas en datos y la evaluación del desempeño.

Auditorías e Inspecciones: Documenta los resultados de auditorías e inspecciones regulares, así como las acciones correctivas tomadas en caso de incumplimientos.

**Informes de desempeño:** Crea informes periódicos de desempeño que resuman los resultados, los avances hacia los objetivos y las mejoras implementadas. Estos informes son útiles para la comunicación interna y externa.

### **Comunicación.**

**Comunicación interna:** Asegura que los trabajadores estén informados y comprometidos con el plan de mejora de producción más limpia. Proporciona capacitación regular para garantizar que todos comprendan sus roles y responsabilidades.

**Comunicación externa:** Comunica de manera proactiva con las partes interesadas, como las comunidades locales, reguladoras y organizaciones ambientales. Esto puede incluir reuniones informativas, informes públicos y canales de comunicación abiertos.

**Comunicación de éxito:** Resalta los logros y mejoras en sostenibilidad y producción más limpia. Esto puede ayudar a mejorar la imagen de la mina y fortalecer la confianza de las partes interesadas.

**Canal de Reporte de problemas:** Establece un sistema para que los trabajadores y la comunidad puedan informar problemas ambientales o de seguridad de manera segura y confidencial.

**Participación en la comunidad:** Involucra a las comunidades locales en el proceso y escucha sus preocupaciones. La comunicación abierta puede ayudar a construir relaciones sólidas.

**Educación ambiental:** Proporciona información sobre las prácticas de producción más limpia y sus beneficios tanto a los trabajadores como a la comunidad local.

La documentación y la comunicación efectivas son esenciales para garantizar que las políticas y prácticas de producción más limpia se comprendan y se implementen correctamente, y para demostrar el compromiso de la mina con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental y de seguridad.

## PROCEDIMIENTO PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN

### Lean Manufacturing

La adopción de principios de Lean Manufacturing puede ser altamente beneficiosa como un procedimiento previo a la implementación de un plan de mejora de producción más limpia en una mina artesanal como La Bendición. Lean Manufacturing se centra en eliminar el desperdicio y mejorar la eficiencia en los procesos, lo que puede sentar una base sólida para la producción más limpia.

Los principios de Lean Manufacturing, también conocidos como Lean Producción o simplemente Lean, son un conjunto de prácticas y filosofías de gestión que se centran en la eliminación del desperdicio y la mejora continua de los procesos de producción. Estos principios se originaron en la industria manufacturera, pero se han aplicado con éxito en una amplia gama de sectores, incluyendo la minería artesanal. Aquí están los principios fundamentales de Lean Manufacturing:

**Eliminación del desperdicio (Muda):** El principio central de Lean es la eliminación de todo tipo de desperdicio en los procesos de producción. Esto incluye el desperdicio de tiempo, material, mano de obra y recursos. Los tipos de desperdicio comunes son el exceso de inventario, la sobreproducción, los tiempos de espera, el transporte innecesario, los movimientos innecesarios, los defectos y el exceso de procesamiento.

**Creación de valor para el cliente:** La producción debe centrarse en la creación de valor para el cliente. Todo lo que no agrega valor al producto o servicio se considera desperdicio y debe ser eliminado.

**Procesos flujos continuos (Flow):** Los procesos deben diseñarse para lograr un flujo continuo y sin interrupciones. Esto implica reducir los tiempos de ciclo y garantizar que los productos o servicios fluyan de manera suave y constante a través de la producción.

**Producción justo a tiempo (Just-in-Time):** La producción debe ajustarse para producir solo lo que se necesita, en la cantidad necesaria y en el momento preciso. Esto reduce el desperdicio de inventario y los costos asociados.

**Estándares y procedimientos claros:** La estandarización es esencial para garantizar la consistencia en los procesos. Los procedimientos deben ser claros y seguidos por todos los trabajadores.

**Mejora continua (Kaizen):** La mejora continua es un principio fundamental de Lean. Se alienta a los trabajadores a identificar constantemente formas de hacer que los procesos sean más eficientes y efectivos.

**Respeto por las personas:** Lean promueve un ambiente de trabajo que valora a los empleados y sus contribuciones. Se busca la participación activa de los trabajadores en la mejora de procesos.

### **Sistema de gestión ambiental (SGA)**

**Flexibilidad y adaptabilidad:** Los sistemas de producción Lean deben ser flexibles y capaces de adaptarse a cambios en la demanda del cliente o en las condiciones del mercado.

**Calidad integrada (Jidoka):** La calidad debe incorporarse en el proceso de producción y no ser un control posterior. Si se detecta un problema, la producción se detiene para abordarlo antes de continuar.

**Reducción de costos:** La reducción de costos es un resultado natural de la eliminación del desperdicio y la mejora continua. Al optimizar los procesos, se reducen los costos operativos.

Estos principios de Lean Manufacturing son aplicables a una amplia variedad de industrias, incluyendo la minería artesanal. Al adoptar estos principios, la mina puede mejorar su eficiencia, reducir el desperdicio, aumentar la calidad de sus productos y promover una cultura de mejora continua que se alinea con los objetivos de producción más limpia y sostenibilidad.

### Procedimiento posterior a la implementación

FIGURA 24 Sistema de gestión ambiental (SGA)



FUENTE: SGA consultores.

Es una excelente idea considerar la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) después de la ejecución del plan de mejora de producción más limpia en la mina artesanal La Bendición. La integración de un SGA con los principios de producción más limpia puede fortalecer aún más la gestión ambiental y promover una operación más sostenible. Aquí hay algunas consideraciones clave:

**Cumplimiento normativo:** Un SGA basado en la norma ISO 14001 o en otras normativas ambientales aplicables ayudará a garantizar que la mina cumple con las regulaciones y requisitos ambientales locales e internacionales.

**Gestión proactiva:** Un SGA promueve una gestión proactiva de los aspectos ambientales y los riesgos asociados. Permite identificar áreas de mejora continua y establecer planes de acción.

**Reducción de riesgos:** La integración de un SGA puede ayudar a reducir los riesgos ambientales y minimizar la probabilidad de incidentes que podrían dañar el entorno natural o afectar negativamente a la comunidad local.

**Mayor participación de los trabajadores:** Un SGA fomenta la participación activa de los trabajadores en la gestión ambiental. Pueden contribuir con sus conocimientos y observaciones para identificar oportunidades de mejora.

**Seguimiento y medición:** Los sistemas de seguimiento y medición en un SGA permiten evaluar y documentar el desempeño ambiental de la mina de manera sistemática.

**Comunicación externa:** La implementación de un SGA también incluye la comunicación con partes interesadas externas, como reguladores, comunidades locales y clientes. Esto puede mejorar la percepción pública de la mina y su compromiso con la sostenibilidad.

**Certificación y reconocimiento:** Obtener la certificación ISO 14001 o de otro organismo reconocido por un SGA exitoso puede aportar credibilidad y prestigio a la mina.

**Mejora continua:** Un SGA está alineado con el principio de mejora continua, lo que significa que siempre se busca la optimización de las prácticas ambientales.

Respaldo a la Producción Más Limpia: Un SGA puede servir como una base sólida para respaldar y ampliar las prácticas de producción más limpia que se han implementado.

Antes de implementar un SGA, es fundamental realizar una revisión exhaustiva de las operaciones actuales y los procedimientos de gestión para determinar cómo se alinearán con los requisitos de un SGA. También es importante capacitar a los trabajadores y establecer procedimientos claros para su funcionamiento.

En resumen, la implementación de un SGA después de un plan de mejora de producción más limpia puede elevar la gestión ambiental a un nivel superior y consolidar el compromiso de la mina con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental.

### **REVISIÓN Y RESPONSABLES**

Esta primera edición del plan de mejora de producción más limpia a partir de su revisión y aprobación por parte de los usuarios finales: Mina artesanal LA BENDICION, debe ser considerada como revisión "0", y posterior a su emisión, toda enmienda, corrección o adición a este documento debe ser registrada en una tabla anexa donde se especifique la modificación sufrida, la fecha en que entra en vigor la modificación, así como la firma de quienes autorizan el cambio.

Este documento será incluido como parte integral del SGA (Sistema de Gestión Ambiental), y para tal efecto se debe asegurar su integridad declarándolo como documento controlado de la organización.

Es responsabilidad de la dirección de la Mina LA BENDICION, una vez aceptado y autorizado el presente plan de mejora de producción más limpia, el seguimiento a la implementación de las estrategias planteadas en él, para el cumplimiento de los lineamientos de Producción Más Limpia. (PML).

### GLOSARIO DE TÉRMINOS.

**Producción más limpia:** La Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

**Producción más limpia en los procesos de producción:** La Producción Más Limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones.

#### **Producción más limpia en el desarrollo y diseño del producto**

La Producción Más Limpia aborda la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.

#### **Producción más limpia en los servicios**

La Producción Más Limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios.

### **PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS**

1. Las materias primas primaria (cuarzo), genera residuos sólidos. se debe optimizar el proceso de molienda y mejorar el nivel de granulometría para mayor aprovechamiento del recurso y reducir los residuos no ricos.
  
2. El volumen de materia prima a procesar presenta fluctuaciones.  
Se debe implementar un monitoreo del consumo de materia prima y de igual forma de los aditivos utilizados, para asegurar la dosificación correcta y evitar el desperdicio de los mismos.
  
3. El proceso hace uso de productos químicos con un alto nivel de peligrosidad.  
Implementar correctamente el sistema de identificación de sustancias nocivas a la salud (materiales peligrosos).
  
4. El proceso demanda existencias en inventario de materia prima.  
Se debe considerar almacenamiento que garantice la integridad de los componentes por un tiempo apropiado, los químicos deben conservarse en un lugar especial y aislado.
  
5. El proceso requiere un rendimiento óptimo del aprovechamiento de la materia prima, y se debe contar con la información pertinente de cada componente utilizado.  
La calidad de la materia prima debe ser comprobada a través de inspecciones dejando evidencia en registros para esta finalidad (formatos de inspección), y se deben generar las fichas técnicas de productos químicos y certificaciones de MP
  
6. El proceso genera emanaciones de micro partículas en el ambiente.  
En las operaciones previas a la fundición debe controlarse las emanaciones de polvo producidas con la manipulación de traslado y durante la molienda. Aplicar adaptación tecnológica a los equipos para minimizar la incidencia.

7. Durante algunas etapas del proceso, es necesario evaluar el comportamiento de las sustancias y la concentración de mineral y sedimentos. También se presentan mermas de la materia prima por la manipulación.  
Se requiere hacer análisis de laboratorios y muestreo de los contenidos en cada etapa del proceso, aplicando registros que facilitará la toma de decisiones para realizar ajustes necesarios, antes de generar desperdicios.
8. El proceso utiliza componentes químicos de alto riesgo para la salud que generan emisiones.  
Al no poder reemplazar los aditivos por otro tipo de agentes, se debe mejorar la técnica de manejo y dosificación a través de la capacitación.
9. Cada etapa del proceso tiene definido un tiempo de operación que optimiza los resultados, el cual debe ser respetado.  
El factor de duración en cada proceso debe controlarse a través de técnicas SMED (de preferencia automatizadas) que faciliten no exceder los parámetros establecidos.
10. Este proceso en las etapas finales puede generar impurezas en el producto que potencialmente ocasionarían retrasos y en caso extremo pérdida total del producto.  
Debe registrarse el producto no conforme (para monitoreo y evaluación periódica), realizar métodos alternos de recuperación en el menor tiempo posible, y minimizar el desperdicio.
11. La programación de la producción debe estar estrechamente vinculada con los niveles de inventarios en proceso (WIP).  
Se debe asegurar los controles técnicos por ciclos de producción, Definir y garantizar el nivel aceptable de Batch en cada etapa.
12. La operación cuenta con tiempos no productivos, pero necesarios que deben controlarse.

Se deben definir y establecer por metodología técnica de Ingeniería los tiempos mínimos aceptables de preparación para el proceso, set up, mantenimiento preventivo, tiempo muerto.

13. El proceso cuenta con sistemas, maquinaria y equipo que deben operar con la mayor fluidez posible (sin interrupciones).

Se debe establecer un registro de maquinaria clave y sistemas y equipos en general dónde se especifique su vida útil, consumo de MP por hora y capacidad instalada actual.

14. Las instalaciones y maquinaria no presentan el nivel apropiado de automatización. Se deben implementar controles automáticos en operaciones con niveles de peligro.

15. El proceso cuenta con múltiples traslados y desplazamientos de materia prima y material en proceso que se realiza de manera convencional. Se debe optimizar el sistema de transporte de material utilizando implementación de equipo tecnológico.

16. Las operaciones desarrolladas en este proceso, requieren de un sistema de gestión ambiental. Se deben definir, desarrollar y establecer la estructura organizativa y técnica para crear manuales, procedimientos, e instructivos que sirvan de conducto al cumplimiento de la agenda ambiental, a la vez que desarrollen los mecanismos de verificación y control a través de auditorías del proceso.

Se debe desarrollar un programa de formación sustancial, para la capacitación de cada uno de los trabajadores para fomentar la PML.

17. El proceso genera diferentes tipos de desperdicios. Se debe identificar y analizar las fuentes que los generan, así como clasificarlos para tener un control apropiado de la localización de los mismos. Los residuos deben ser tratados de acuerdo a los

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



parámetros regulatorios que permitan garantizar un destino y finalidad de los mismos que no genere riesgos al personal, medio ambiente y vecindad circundante.

## MÉTODOS ALTERNATIVOS

Para mejorar las condiciones ambientales del procesamiento de oro en la minería artesanal, es importante fomentar la implementación de medidas que preserven de la utilización de químicos los componentes naturales como lo son el agua, el aire y el suelo.

### **Alguna estrategia esta encaminadas a:**

- Prevenir y mitigar las cargas contaminantes que llegan a las fuentes hídricas.
- Aumentar la eficiencia de los equipos, permitiendo la mínima pérdida de material y reciclaje del químico usado para la extracción del oro.
- Optimizar los recursos naturales, minimizando el desperdicio de subproductos, llevándolos de nuevo a la cadena de extracción.
- Involucrar a las personas encargadas de la manipulación de materia prima y materiales, capacitándolas sobre el tema nombrado anteriormente.
- Mejorar la calidad de los productos y de la imagen de la empresa ante clientes y la comunidad con el fin de que se muestre como una actividad de procesamiento más amigable con el medio ambiente.

Una observación adicional es que se debe evitar la entrada de agua lluvia y de corrientes a la mina, y de acuerdo a esto, se deben crear canales perimetrales, diques de contención, o cualquier otra actividad alterna. En caso de no poder contener la incursión de corriente de lluvia, se pueden instalar bombas intermedias que no requieren un mantenimiento mayor y economizan energía al extraer el agua.

### **Flotación espumante:**

La materia prima primaria (Cuarzo), se lleva a tanques donde se adicionan reactivos químicos tales como cianuro. Separación de minerales hidrófobos (oro) e hidrófilos.

Por flotación se utilizan burbujas de aire para producir espuma donde se concentrará el oro.

La ventaja e éste método consiste en que los insumos utilizados se degradan fácilmente en el ambiente, bajos costos para los mineros y alta eficiencia en la recuperación (superior al 90%). Solo sirve para la extracción de oro nativo (por ejemplo, no asociado a piritas o sulfuros metálicos) denotando su desventaja principal.

**Fundición directa:**

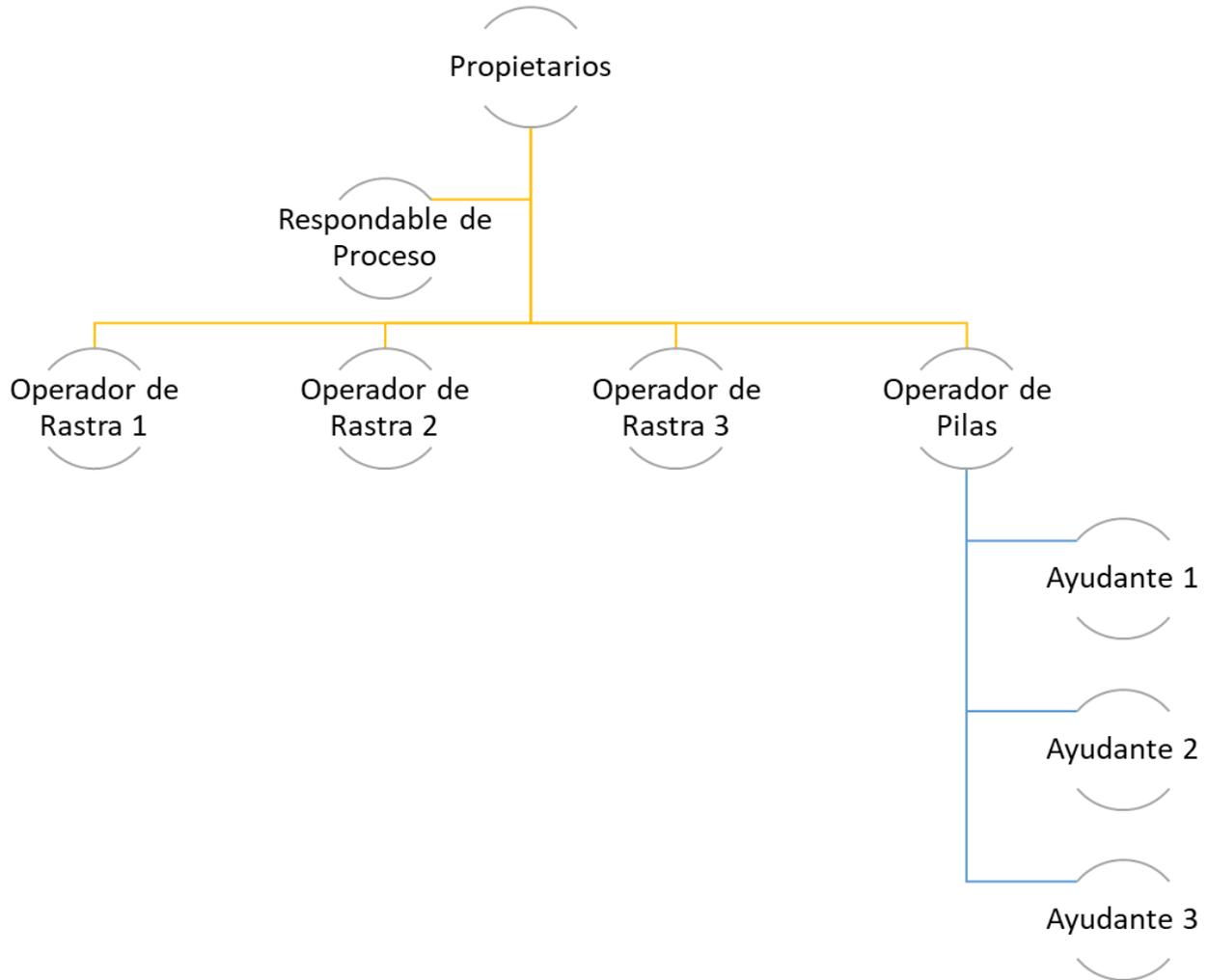
Este método no utiliza mercurio para llevarse a cabo, lo que supone un beneficio al medioambiente por la reducción del uso de un material peligroso. Así mismo, este proceso, en cantidades pequeñas de concentrados de alto tenor pues puede generar más oro que un proceso con mercurio, cuando el concentrado contiene oro asociado a otros minerales, y se pierde muy poco oro en la etapa de concentración.

**Métodos gravimétricos**

Este método consiste en la separación de dos o más especies de diferente peso específico. Corresponde a un método muy sencillo que permite la recuperación de minerales en tamaños regulares, o gruesos como sea posible, reduciendo costos en trituración, molienda y concentración, y disminuyendo pérdidas en los finos que generalmente se forman en las operaciones de reducción de tamaños”

**Organigrama actual.**

FIGURA 25 Organigrama



**FUENTE:** Elaboración autores.

### Plan de inversión propuesto

Se elaboro un plan de inversión inicial en base al análisis y evaluación obtenida del presente proyecto, cabe destacar que este plan de inversión nada mas es una propuesta inicial que cuenta con puntos clave de inversión los cuales son tres.

- **Tecnologías más limpias**

Este punto cuenta con una inversión total de 26,590.00 córdobas ya que se tomó en cuenta que para la mejora de la eficiencia operativa se propone optar por el cambio de una de las trituradoras actuales siendo la recomendada mejor en cuanto a eficiencia ambiental y rendimiento. También se sugirió optar por el cambio de las bombillas que se utilizan en las instalaciones ya que esto puede mejorar la eficiencia del consumo energético.

*Tabla 27 Inversión en tecnología más limpia*

<b>Tecnologias mas limpias</b>					
<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo C\$</b>	<b>Total</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Capacidad</b>
Trituradora mas eficiente	1	C\$ 23,790.00	C\$ 23,790.00	Trituradora tipo mandibula	3 Toneladas por hora
Lamparas Led	10	C\$ 280.00	C\$ 2,800.00	Bombilla LED 14W	6000 Horas

**FUENTE:** Elaboracion autores.

- **Equipos de protección personal (EPP)**

Según el análisis de los resultados obtenidos se sugirió optar por la inversión de equipos de protección personal para el buen manejo en las operaciones y el uso adecuado de productos químicos peligrosos. Esta inversión total es de 20,676.00

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



córdobas invirtiendo nada más en lo necesario ya que es algo muy importante de lo que carecen.

*Tabla 28 Inversión en equipos de protección personal.*

<b>Equipos de protección personal adecuados</b>				
<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo C\$</b>	<b>Total</b>	<b>Descripción</b>
Casco de seguridad	6	C\$ 590.00	C\$ 3,540.00	Casco de seguridad clase alto impacto
Lentes de protección	6	C\$ 90.00	C\$ 540.00	100% de policarbonato con protección uv
Orejeras	6	C\$ 340.00	C\$ 2,040.00	Protector auditivo capacidad 18dB
Mascara para polvo	6	C\$ 97.00	C\$ 582.00	Mascarilla desechable 100% polyester
Overol	6	C\$ 1,600.00	C\$ 9,600.00	Overol para trabajo, de algodón
Mascara de gas	2	C\$ 1,700.00	C\$ 3,400.00	Ideal para protección de gases y emisiones
Guantes protección química	2	C\$ 487.00	C\$ 974.00	Guantes para protección contra químicos

**FUENTE:** Elaboración autores.

- ***Contratación de personal***

Este es un punto clave para la implementación del plan de producción más limpia ya que esto puede contribuir en las mejoras a largo plazo de la mina artesanal y prevenir problemas legales de asuntos ambientales o seguridad humana. Debido a esto se

sugirió la contratación de dos personas un responsable de higiene y seguridad y un auditor interno. Estos cumplen la función ya sugerida en las estrategias que es brindar capacitación en cuanto a él buen manejo de las operaciones, utilización adecuada de productos químicos en base a los principios de producción más limpia.

*Tabla 29 Inversión en contratación de personal.*

<b>Contratacion de personal</b>		
<b>Cargo empleado</b>	<b>Salario mensual</b>	<b>Descripción del cargo y tareas</b>
Responsable de capacitaciones en cuanto a producción más limpia	C\$ 16,000.00	Responsable del monitoreo continuo de la seguridad del trabajo y de capacitar en practicar de producción más limpia en manipulación de residuos
Monitor y auditor ambiental interno.	C\$ 21,000.00	Responsable de asuntos legales y auditor interno de gestión ambiental y cumplimiento de PML

**FUENTE:** Elaboracion autores.

El costo total de la inversión inicial es de 84,266.00 córdobas que es la sumatoria total de todos los costos propuestos esta inversión es esencial para que este plan cumpla con su principal objetivo. Cabe recordar que esta es nada más la propuesta de inversión inicial de acuerdo a las necesidades y capacidades de los propietarios.

- **Ejecución**

La ejecución del presente plan es opcional de acuerdo a la aprobación de los propietarios de dicha mina artesanal, pero hay puntos que ya tienen un tiempo establecido en cuanto a la planificación del mismo.

La propuesta del presente plan tiene una duración de implementación de 12 meses, el inicio de este es opcional de acuerdo a la decisión de los propietarios. En cuanto a

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



inversión se planifica un plazo de 6 meses para su correcta ejecución. Las contrataciones se darán de manera permanente para una mejora a largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

### **NORMA INTERNACIONAL ISO 14001**

Environmental management systems — Requirements with guidance for use  
Systèmes de management environnemental — Exigences et lignes directrices  
pour son utilisation

Tercera edición 2015-09-15

Ginebra, Suiza.

### **NORMA INTERNACIONAL OHSAS 18001**

Serie de evaluación en seguridad y salud ocupacional.

Primera edición 2007

The OHSAS Project Group Secretariat c/o British Standards Institution 389 Chiswick  
High Road, London W4 4AL, United Kingdom Tel: +44 (0)208996 9001. Fax:  
+44 (0)208996 7001. E-mail: OHSAS.Secretariat@bsi-global.com

### **ASAMBLEA NACIONAL DE NICARAGUA.**

<http://digesto.asamblea.gob.ni/consultas/normas/>

Alam, M.; Qureshi, J.A.; Khan, G.; Ali, M.; Abbas, N.; & Ali, I. (2019). The Efficiency of Amalgamation and Cyanidation for the Extraction of Placer Gold Deposits of Indus River Basin along Gilgit to Thalachi (Gilgit-Baltistan). Economic and environmental geology. 10(2). 134-138.

Huitrón, A.; & Santander, G. (2018). La Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe: implicaciones, avances y desafíos. Revista internacional De Cooperación y Desarrollo 5(1), 3-11. Recuperado de <https://revistas.usb.edu.co/index.php/Cooperacion/article/view/3591/3380>

Organización Mundial de la Salud (2017). El mercurio y la salud. Recuperado de: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

Zhang, H. (2014). Impacts of selenium on the Biogeochemical Cycles of Mercury in Terrestrial Ecosystems in Mercury Mining Areas. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=ejXBBAAQBAJ&pg=PR9&dq=mercur>

y+

consequences&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwilyMetnrXIAhUJrVkkHa3mAg  
EQ6AEIKDAA#v=onepage &q=mercury%20consequences&f=false

Juan José Moreno Franco / Ensayo investigativo del seminario de grado "LA  
PRODUCCION MÁS LIMPIA COMO UNA HERRAMIENTA PARA EL  
INGENIERO AMBIENTAL" / Universidad Católica de Manizales, Colombia /  
2019.

CLEANER PRODUCTION MECHANISM: THE REUSE OF SEWAGE IN MINING José  
Antonio Vera Torrejón1 josvertor@gmail.com Abogado por la Pontificia  
Universidad Católica del Perú

Octubre - 2015

ONUDI – Manual de Producción más Limpia

Organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial

[https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf)

Guía de Buenas Prácticas para la minería y la biodiversidad

Consejo Internacional de Minería y Metales.

ICMM 35 Portman Square London W1H 6LR Reino Unido Teléfono: 44 (0) 20 7467

5070 Fax: 44 (0) 20 7467 5071 Correo electrónico: info@icmm.com

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

### 7.1 Conclusiones

- El análisis del check list e evaluación dio como resultado un 33.6 lo cual reveló las áreas críticas en la operación minera que necesitan mejora urgente. La falta de control de residuos, la gestión inadecuada de sustancias químicas peligrosas y la carencia de capacitación en prácticas más limpias demandan cambios significativos para avanzar hacia una producción más sostenible.
- Del análisis se identificó cuanto se consume de materia prima e insumos por cada gramo de oro producido, aunque la reutilización del agua se maneja adecuadamente, se necesita un sistema más eficiente para su registro y consideración de tecnologías más limpias. Además, la ineficiencia en el consumo de energía aumenta los costos operativos y contribuye al agotamiento de recursos. Estos aspectos deben abordarse para garantizar la viabilidad de la mina.
- Los resultados respaldan la necesidad de un plan integral de mejora, que incluye una gestión más efectiva de residuos, la implementación de prácticas de seguridad ambiental y la capacitación de los trabajadores. Esta inversión a largo plazo no solo beneficiará al medio ambiente y la salud pública, sino que también mejorará la eficiencia operativa y garantizará la sostenibilidad a largo plazo de la mina. El plan está realizado con un marco normativo, el cual lleva desarrollar estrategias de PML, evaluaciones del riesgo, aplicación de tecnologías más limpias, medidas preventivas, sistema de gestión ambiental, procedimientos recomendados, métodos alternativos, y un plan de inversión.

Estas conclusiones resumen las áreas críticas identificadas y establecen una base sólida para la implementación exitosa del Plan de Producción Más Limpia en la Mina Artesanal La Bendición.

## CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

### 8.1 Recomendaciones

1. Implementar un sistema de control de registros, desarrollar fichas de calidad, proporcionar capacitación a los operadores sobre químicos y su manejo seguro.
2. Mejorar las prácticas de almacenamiento, mantener registros precisos de producción.
3. Establecer procedimientos de inventario y control de la maquinaria en cuanto a mantenimiento e inspección y el transporte.
4. Realizar auditorías ambientales internas, designar un analista de higiene y seguridad ambiental esto para mejorar el monitoreo y cumplimiento ambiental.
5. Mejorar el almacenamiento de las sustancias toxicológicas y peligrosas establecer un perímetro cerrado para prevenir la contaminación ambiental externa.
6. Desarrollar un plan de manejo de residuos, implementar estrategias de monitoreo.
7. Implementar un monitoreo del consumo de materia prima y aditivos, identificando las sustancias peligrosas para mejorar el control y respetar los tiempos de operación.
8. Mantener el sistema de recirculación de agua y seguir registrando el consumo, pero proyectarlo de una forma más eficiente.
9. Controlar y registrar el consumo y la recuperación de mercurio.
10. Explorar métodos para reducir las impurezas en la producción de oro.
11. Realizar un estudio más completo sobre el consumo energético para analizar más a fondo la capacidad instalada.
12. Continuar con el uso de pilas de lixiviación y optimizar el proceso para aprovechar los residuos sólidos.
13. Mejorar el control del consumo de cianuro y el uso responsable de este químico.
14. Controlar y registrar el consumo de insumos químicos adicionales.
15. Mejorar la infraestructura para una mejor capacidad de la planta posterior a la implementación del plan de producción más limpia

16. Capacitación continua y contratación de un responsable ambiental para el monitoreo de la salud y seguridad ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA

- Irene Juste. (2019). *ecologia verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/14001>, (. (1996). Principios de Produccion mas Limpia. *ISO 14001 Sistema de Gestion Ambiental*.
- Aguilar, J. F. (1 de julio de 2021). *economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/>
- Arboleda, E. R. (2020). *Diagnóstico y propuesta de mejoramiento de los procesos de*.  
Briceño V., G. (12 de Agosto de 2023). *Euston96*. Obtenido de <https://www.euston96.com/acido-nitrico/>
- Cadavid, P. P. (2021). *IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML) EN DOS FINCAS*.  
*Carbotecnia*. (s.f.). Obtenido de <https://www.carbotecnia.info/nuestra-empresa/>
- Carlos Eduardo Hernández Parrales, K. E. (2019). *Diagnóstico de Producción más Limpia en la Panadería y Rosquillería*.
- CNPML. (s.f.). PANAMA. Obtenido de <https://cnpml.org.pa/index.php/antecedente>
- CORFOR. (2006). PROGRAMA DE FOMENTO PRODUCTIVO CONFINANCIADO POR CORFOR. CHACO, PROVINIA, COLOMBIA. Obtenido de <https://corfor.chaco.gob.ar/>
- Dávila, G. E. (2019). *“Diagnóstico de Producción Más Limpia en la Bloquera Esquipulas, en el*.  
*Enciclpedias Humanidades*. (2016-2023). Obtenido de <https://humanidades.com/>
- Espejo Mamani, C. E. (2018). *Eliminación de contaminantes en una empresa de inyección y extrusión de policloruro de vinilo con la metodología de producción más limpia*.
- geologia web*. (s.f.). Obtenido de <https://geologiaweb.com/>
- India, C. G.-M. (s.f.). Los Retos de la Minería Artesanal en Nicaragua. Nicaragua. Obtenido de <https://www.minalaindia.com.ni/>
- Naranjo, H. R. (2018). *PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN*.

- Nicaragua, A. N. (06 de 06 de 1996). Medio Ambiente y Recursos Naturales. (D. O. La Gaceta, Ed.) Nicaragua. Recuperado el Octubre de 2023, de <http://digesto.asamblea.gob.ni/consultas/digestos/digesto.php>
- Nicaragua, A. N. (11 de 10 de 2001). Normas Juridicas. *NORMAS TECNICAS AMBIENTAL PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS*. Managua, Nicaragua: La Gaceta, Diario Oficial.
- Nicaragua, A. N. (8 de 08 de 2002). Normas Juridicas de Nicaragua. *NTON 05-015-02, "NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y ELIMINACION DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS"*. Managua , Nicaragua: La Gaceta, Diario Oficial .
- Nicaragua, A. N. (14 de 08 de 2021). SECTOR ENERGETICO Y MINERO. *Ley Nro,387, " LEY ESPECIAL SOBRE EXPLORACION Y EXPLOTACION DE MINAS .* Managua , Nicaragua: La Gaceta, Diario Oficial.
- Normas Internacionales ISO 14001. (15 de 09 de 2015). *Enviromental management systems - Requiremnets with gidance for use Sistemas de managemental, Tercera edicion .* Ginebra, Suiza. Recuperado el Octubre de 2023
- Normas Internacionales OSHAS 18001. (2007). *Srrie de evaluacion en seguridad y salud ocupacional .* Recuperado el Octubre de 2023, de [OSHAS.Secretaria@bsi-global.com](mailto:OSHAS.Secretaria@bsi-global.com)
- Ochoa, A. A. (2021). *Elaboración de guía de prácticas de producción más limpia para la.*
- Paola Martinez, R. T. (Marzo de 2021). Propueta de Linneamiento tecnico de Politica de buenas Practicas . *Estandarizar los procesos de Presas de Relaves*, 120. (H. Martinez, Ed.)
- Sanín, M. S. (2022). *Estrategias de producción limpia para las empresas cerámicas con tecnología Horno Túnel en el.*
- Spiegato.* (2020). Obtenido de <https://spiegato.com>
- Stea, L. e. (28 de Noviembre de 2019). *Lifeder.* Obtenido de <https://www.lifeder.com/cianuro-de-sodio/>

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



Valverde, F. B. (2020). *Propuesta de un programa de producción más limpia para los talleres de.*

**ANEXOS O APENDICES**

**Anexo 1 Check List utilizado para el diagnóstico de producción más limpia**

LISTA DE CHEQUEO DIAGNOSTICO PARA LA PRODUCCION MAS LIMPIA MINA ARTESANAL LA BENDICION

**DATOS DE LA EMPRESA**

Razón Social : Mina artesanal la bendicion  
 Dirección : Comunidad de Lourdes municipio de Villa Nueva departamento de Chinandega  
 Horario de operaciones : Operación de 72 horas con 3 turnos de 24 horas  
 Ubicación : (Rural)  
 Antigüedad de los equipos : 8 Años  
 Capacidad instalada : 120 Toneladas de MP por mes  
 Capacidad actual de producción : 580 g de Horó al mes

Formula :

Cantidad de preguntas X rango maximo -  
 Suma de puntos en el rango / el total X 100 = %

**PROCESOS**

**MATERIA PRIMA**

		RANGO					COMENTARIOS	
		0	1	2	3	4		5
1	¿Existen tipos de materia primas principales y secundarias?							Se encontro un 40 % en cuanto a cumplimiento de PML en acapite de proceso debido a que la empresa no cuenta con un sistema para controlar sus registros de materia prima e insumos, no cuentan específicamente con fichas de calidad en cuanto a materia prima, no cuentan con un laboratorio de control de calidad , en cuanto a características (físicas, químicas y toxicológicas) se encuentran de forma parcial. actualmente no existen productos alternativos que replazen los ya existentes para una mejora, no cuentan con una forma adecuada de almacenar la materia prima.
2	¿Se encuentra registro de Consumo mensual de cada materia prima.?	✓						
3	¿Hay características físicas, químicas, ambientales, toxicológicas.?			✓				
4	¿Se observan formas de almacenamiento, condiciones y tiempo de almacenamiento.?						✓	
5	¿El proveedor entrega especificaciones escrita de calidad.?	✓						
6	¿Existen operaciones preliminares de preparación de las materias prima? ¿Donde se realizan. ? Indicar datos de concentración de uso.						✓	
7	¿Existen laboratorios de control de calidad y/o de desarrollo. Cual es la cobertura de análisis que se realizan.?	✓						
8	¿Existen fichas de información sobre la composición de las materias primas y otros documentos en la relación a posibles características de peligrosidad.?	✓						
9	¿Existen productos alternativos que reemplacen a alguna materia prima que pueden tener complicaciones ambientales. Si es así, conoce sus ventajas, desventajas, características.?	✓						
10	¿se manejan y almacenan apropiadamente las materias primas. ? ¿Los operarios realizan estas operaciones apropiadamente?	✓						
11	¿Requieren de sistemas de almacenamiento especiales (drenajes en el piso, alarmas y diques de contención).?						✓	

**PRODUCTOS**

		0	1	2	3	4	5	COMENTARIOS
1	¿Existen niveles específicos de producción por unidad de tiempo de materia prima ?	✓						
2	¿manejan buenas practicas de almacenaje y/o se conoce el tiempo ?	✓						
3	¿Hay registro de la cantidad de productos rechazado. ? ¿Qué se hacen con el producto rechazado? Causas as frecuentes del rechazo.	✓						

**OPERACIONES DEL PROCESO**

		0	1	2	3	4	5	COMENTARIOS
1	¿Tienen Condiciones de operación: Batch, continuo, semicontinuo?						✓	
2	¿Existen un diagrama de flujo y visible dentro de la planta.?	✓						
3	¿Existen registro de inventario o procedimientos.?	✓						
4	¿Se encuentra establecido en tiempo consumido en cada parte del proceso las actividades auxiliares (lavado de equipos, mantenimiento), tiempos muertos, tiempos de llenados, descargas, Etc.?						✓	
5	¿Hay registro de información de la maquinaria del proceso: consumo por unidad de tiempo, controles antigüedad, etc.?	✓						
6	¿Existen sistema de información de características de la maquinaria del proceso: consumo de insumo por unidad de tiempo, controles antigüedad, etc.?	✓						
7	¿Existen sistema de control automático?, ¿se pondrían al instalar?						✓	
8	¿Existen sistema de lavado: CIP, manual, contracorriente, ¿etc.?						✓	
9	¿Manejan sistemas de transporte de materiales que se utilizan en el proceso?	✓						

**GESTION AMBIENTAL**

		0	1	2	3	4	5	COMENTARIOS
1	¿Existe un plano regulador de la comuna?	✓						
2	¿ha sido calificada técnicamente su empresa por MINSA, El ministerio de trabajo a través de la comisión de Higiene y el MACFORT?	✓						
3	¿Se han realizado anteriormente auditorias ambientales?	✓						
4	¿Existe encargado medioambiental en la empresa.?	✓						
5	La empresa ¿descarga o emite contaminantes al medio ambiente? ¿Qué tipos de contaminantes?				✓			
6	¿La descarga son continuas? ¿Existen segregación?						✓	
7	La empresa ¿maneja o almacena sustancias peligrosas o desechos de sustancias peligrosas, en el local?						✓	
8	¿Cuenta la empresa con un presupuesto de gestión ambiental?	✓						
10	¿El personal ha sido entrenado en conocimiento ambiental o en gestión ambiental?	✓						
11	¿se rota frecuentemente el personal que trabaja con materias o sustancias peligrosas, etc.?	✓					✓	
12	¿Se mantiene registro de incidentes o reclamos ?	✓						
14	¿La empresa tiene procedimiento de actividades de rutina las cuales tienen potencial impacto ambiental?						✓	
15	¿La empresa tiene procedimiento para proceder a las emergencias?	✓						

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

## CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION



### CUMPLIMIENTO AMBIENTAL

	0	1	2	3	4	5	COMENTARIOS
1 ¿Tiene la empresa legislación ambiental, licencia, normas, guías, código de prácticas?	✓						Evaluando el acapite de cumplimiento ambiental de encuentra un 20 % de cumplimiento, ya que los diferentes tipos de sustancias no se almacenan en lugares con condiciones optimas para controlar la seguridad, las intalaciones no cuentan con un perimetro cerrado para prevenir inundaciones y salida de desechos o contaminación externa.
2 ¿La empresa cuenta con permisos para disponer residuos?	✓						
3 ¿Ha tenido la empresa problemas con los requisitos ambientales?	✓						
4 ¿Hay riesgo de contaminación por inundación dentro de la planta? ¿ha tenido derramamiento en el local en el pasado o signos de que pueden ocurrir?						✓	
5 Las sustancias químicas, residuos u otras sustancias peligrosas, ¿se almacenan en recintos con condiciones de seguridad suficiente?	✓						

### Monitoreo Ambiental

	0	1	2	3	4	5	COMENTARIOS
1 ¿La empresa realiza monitoreos continuos de descargas o emisiones? Detallar las características de estos.	✓						El monitoreo de residuos o monitoreo ambiental general no es algo que practiquen o esten acostumbrados a hacer, tenemos solo un 27% de cumplimneto considerando que si se conocen la generacion de residuos y si hay un buen manejo de ellos
2 ¿Se monitorea los puntos de generación de residuos oh solo las descargas finales?					✓		
3 Se controla periódicamente el uso / consumo de recursos como: ¿Agua, energía, materiales?	✓						

### PREVIO A LA PRODUCCION MAS LIMPIA MANEJO RESPONSABLE DE LOS RESIDUOS

	0	1	2	3	4	5	COMENTARIOS
1 ¿Son conocidos las principales fuentes de residuos ?						✓	En la evaluacion de este acapite si se encuentra un porcentaje de cumplimiento efectivamente notorio , 73 % ya que hay un buen manejo de estos pero sin dejar en cuenta que no hay una clasificacion detallada de los residuos , la misma cuenta con un sistema de reciclaje tanto como de agua residual como de residuos solidos el cuel se usa para el siguiente proceso de produccion con el uso de cianuro
3 ¿Clasifican los residuos de acuerdo a su naturaleza y toxicidad, para su reuso, reciclado, etc. ?	✓						
4 ¿Tienen asignado un lugar para los diferentes tipos de residuos?						✓	
5 ¿Reutilizan o reciclan los diferentes tipos residuos?						✓	
6 ¿Reutilizan o reciclan materiales y sustancias ?						✓	
7 ¿Separan los diferentes flujos de residuos líquidos ?				✓			
8 ¿Reutilizan o reciclan el agua residual?						✓	
9 ¿Separan los solventes usados en el procesos de producción.?						✓	

**FUENTE: Elaboracion organización de las naciones unidad para el desarrollo sostenible (ONUDI).**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



**Anexo 2 Cronograma y presupuesto.**

**Cronograma**

Actividades	Meses	JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
		Semanas	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
Bienvenida y Orientación general del curso.																							
Encuentro con tutores Técnico y Metodológicos.																							
Encuentro con tutores Técnico elaboración de objetivos Generales y Específicos del CAP I, Tutor Metodológico, elaboración Cronograma y presupuesto.																							
Encuentro con tutor técnico, Revisión del CAP I.																							
Encuentro con tutor técnico, Abordando el Marcon Referencial del CAP II.																							
Encuentro con tutor técnico, abordando Diseño Metodológico CAP III.																							
Encuentro con tutor Investigativo, Revisión de Protocolo, CAP I, II y III.																							
Encuentro con el tutor técnico abordando sobre el cap IV.																							
Encuentro con el tutor técnico revisión del cap IV y abordando el cap V.																							
Defensa del Protocolo con el tutor Metodológico.																							
Revisión con del cap V con el tutor técnico.																							
Día aseo por la Universidad																							
Encuentro con tutor técnico.																							
Encuentro tutor técnico																							
Encuentro tutor metodológico																							
Entrega borrador informe final.																							
Entrega final en limpio con cambios incorporados.																							
Entrega informe final a coordinación																							
Predefensa																							
Entrega ejemplares																							
Defensa Final																							

**FUENTE: Elaboración de autores**

**Presupuesto**

ITE	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO UNITARIO C	COSTO TOTAL C\$
1	Arancel del Curso	3	\$ 850.00	C\$ 30,994.3150	C\$ 92,982.9450
2	Trasporte	1	\$ 18.81	C\$ 686.00	C\$ 686.0000
3	Alimentacion	3	\$ 5.76	C\$ 210.0000	C\$ 630.0000
4	Recarga cell	3	\$ 12.07	C\$ 440.0000	C\$ 1,320.0000
5	Impresion de protocolo	1	\$ 9.87	C\$ 360.0000	C\$ 360.0000
6	Copias de Protocolo	2	\$ 1.10	C\$ 40.0000	C\$ 80.0000
7	Engargolado de protocolo	3	\$ 1.37	C\$ 50.0000	C\$ 150.0000
8	Impresion de informe final	1	\$ 13.71	C\$ 500.0000	C\$ 500.0000
9	Copias de informe final	2	\$ 2.74	C\$ 100.0000	C\$ 200.0000
10	Engargolado final	3	\$ 2.74	C\$ 100.0000	C\$ 300.0000
11	visitas al lugar de investigacion	20	\$ 38.40	C\$ 1,400.0000	C\$ 28,000.0000
12	Traje para defensa final	3	\$ 68.60	C\$ 2,500.0000	C\$ 7,500.0000
13	Calzado	3	\$ 41.20	C\$ 1,500.0000	C\$ 4,500.0000
14	refigerio de jueces	3	\$ 9.80	C\$ 360.0000	C\$ 1,080.0000
15	centro de mesa	1	\$ 20.60	C\$ 750.0000	C\$ 750.0000
<b>TOTAL</b>					<b>C\$ 139,038.9450</b>

**FUENTE: Elaboración de autores**

**Anexo 3 Gastos de transporte, alimentación y consumo energético**

**Gastos de transporte y energético.**

Alimentación			Consumo Energético Watts		
Melvin	210	210	Melvin	400	400
Kelly	210	210	Kelly	400	400
Steven	210	210	Steven	400	400
<b>TOTAL</b>		<b>630</b>	<b>TOTAL</b>		<b>1200</b>

**FUENTE:** Elaboración de Autores

**Gastos de transporte y recargas cell por mes**

TRANSPORTE			Recarga Cell por Mes		
Melvin	95	190	Melvin	440	440
Kelly	70	140	Kelly	440	440
Steven	178	356	Steven	440	440
<b>TOTAL</b>		<b>686</b>	<b>TOTAL</b>		<b>1320</b>

**FUENTE:** Elaboración de Autores

**Gastos de vista al lugar de investigación**

Visitas al lugar de investigación.	Cantidad de visitas	Gasto de visitas	Total
Melvin	10	200	2000
Kelly	5	400	2000
Steven	5	800	4000
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>1400</b>	<b>8000</b>

**FUENTE:** Elaboración de Autores

**Anexo 4 Instalaciones a la mina artesanal la Bendición.**

**Instalaciones de la mina artesanal la Bendición**

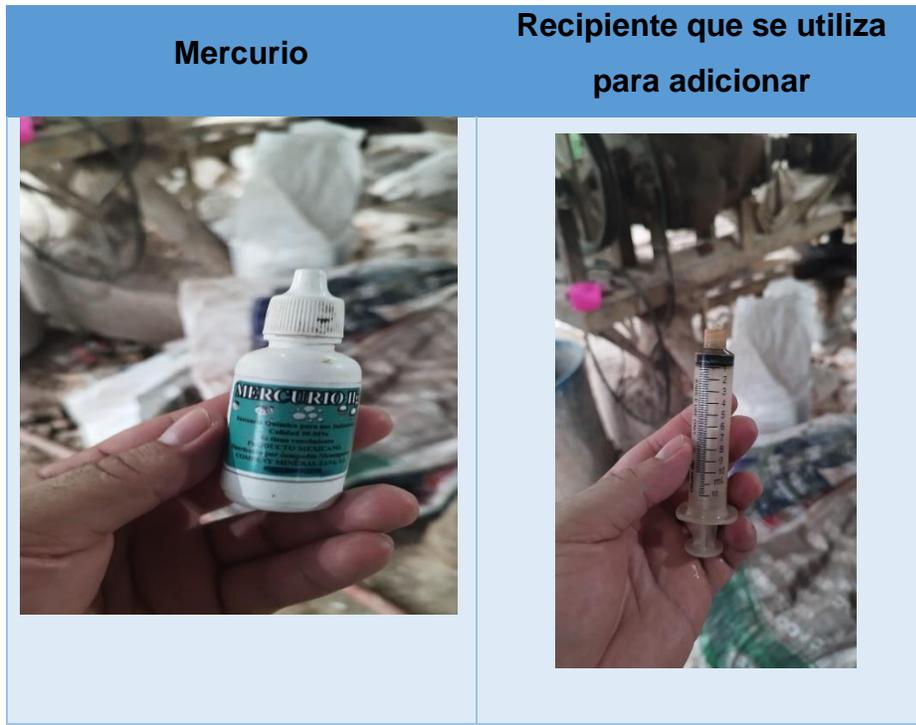


**Anexo 5 Proceso de molienda o llamado rastra.**

**Molienda de cuarzo o proceso llamado rastra.**



**Anexo 6 Adición de químico mercurio a la rastra.**



**Anexo 7 Trituradora y proceso de trituración.**



**Anexo 8 Almacén**

**Almacenamiento de cuarzo apilado**



**Anexo 9 Pilas de contención de residuos sólido.**

**Pilas donde se contiene el residuo sólido**



**Anexo 10 Pilas de agua recuperada.**

**Pilas de agua recuperada, donde retorna hacia la reutilización del agua al mismo proceso de molienda.**



**Anexo 11 Instalaciones de pilas de relave (cola)**

**Lugar de donde se procesa los residuos solo por medio de agua cianurada.**



**Anexo 12 Pilas de relave (cola).**

**Pilas de relave para la recirculación de agua a cianurada.**



**Anexo 13 Deposito donde se encuentra carbón y bomba de recirculación**

**Deposito donde se adiciona cianuro para el proceso**



**Depósito de carbón para la absorción de oro en solución**



**Anexo 14 Recipiente acerado para desorción del carbón**

**Desorción de carbón para extraer oro en solución**



**Anexo 15 Materiales y químicos utilizado en el todo el proceso en las pilas**

**Cianuro**



**Carbón**



Ácido Nítrico



Acido Muriático



Zinc



Alcohol



**Anexo 16 Secado y trituración de residuo sólido.**

Secado y trituración del residuo sólido, para adicionarlo a las pilas de relave



**Anexo 17 Fundición y equipo de fundición.**

Fundición del oro extraído en los dos procesos (Rastra y pilas de relave)



Soplete para fundición



**Anexo 18 Oro extraído por los dos procesos**

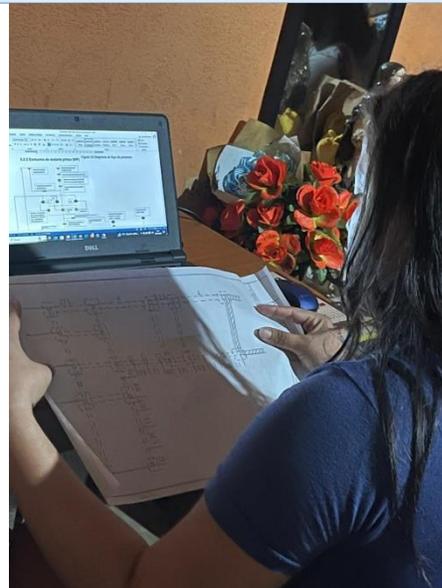
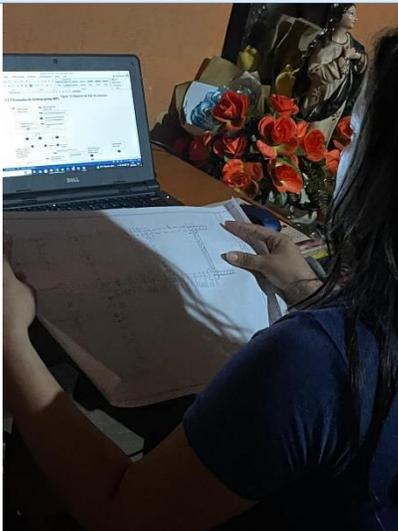
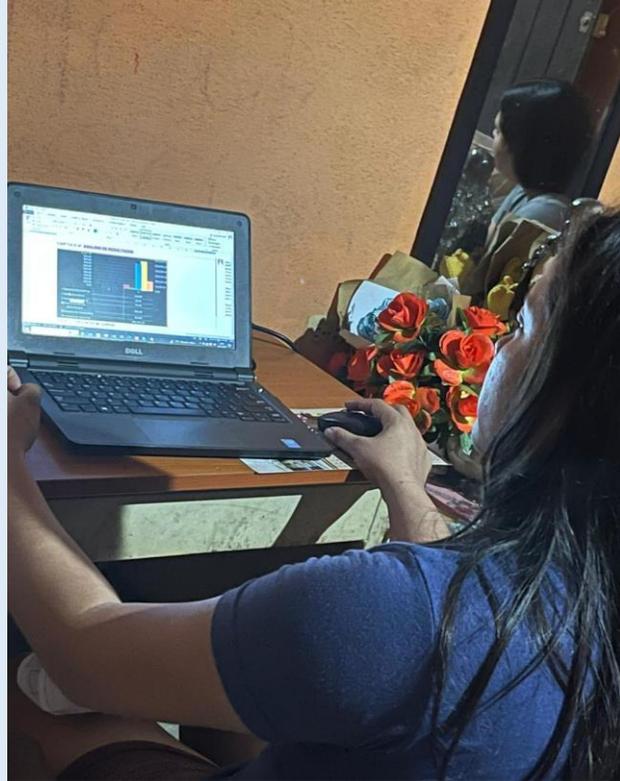
<b>Oro extraído por molienda de cuarzo en rastra antes de fundir</b>	<b>Oro fundido</b>
	
<b>Oro fundido extraído de pilas de relave</b>	
	

**Anexo 19 Visita a las instalaciones para las respectivas análisis y mediciones.**

**Visitas al lugar y entrevista con los trabajadores del lugar**



Haciendo mediciones respectivas para la recopilación de datos



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



**Anexo 20 Tablas de registro de consumo de agua Rastra y Pilas a cianuradas**

REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA MES DE SEPTIEMBRE Y OCTUBRE				
FECHA	R1 Litros	R2 Litros	R3 Litros	Total consumido
1-4/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
4-6/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
6-9/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
10-12/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
13-15/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
16-18/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
19-21/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
22-24/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
25-27/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
28-30/09/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
30-2/10/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
6-9/10/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
9-12/10/2023	5,184.00	3,988.80	4,716.00	13,888.80
12-17/10/2023	10,368.00	7977.6	9,432.00	27,777.60

Rastra	Litros por hora	Consumo de Vin en Horas	Capacidad del Vin litros				
			1000				
R1	72	13.8888889					
R2	55.4	18.0505415					
R3	65.5	15.2671756					
CONSUMO DE AGUA DE LAS PILAS A CIANURADAS (litros)							
FECHA	PILA 1	PILA 2	PILA 2	PILA 4	PILA 5	PILA 6	TOTAL
1-11/09/2023	4,000.00	4,000.00		4,000.00			12,000.00
8-18/09/2023					4,000.00	4,000.00	8,000.00
15-25/09/2023			4,000.00				4,000.00
22-02/9-10/2023	4,000.00			4,000.00			8,000.00
1-11/10/2023		4,000.00	4,000.00				8,000.00
13-23/10/2023	4,000.00				4,000.00		8,000.00
						<b>Total de consumo</b>	<b>48,000.00</b>

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



**Anexo 21 Registro de consumo de MP (curazo)**

Registro de Mineral (Broza o Cuarzo)				
FECHA	R1 Toneladas	R2 Toneladas	R3 Toneladas	Total de consumo por Ciclo
1-4/09/2023	3	3	3	9
4-6/09/2023	3	3	3	9
6-9/09/2023	3	3	3	9
10-12/09/2023	3	3	3	9
13-15/09/2023	3	3	3	9
16-18/09/2023	3	3	3	9
19-21/09/2023	3	3	3	9
22-24/09/2023	3	3	3	9
25-27/09/2023	3	3	3	9
28-30/09/2023	3	3	3	9
30-2/10/2023	3	3	3	9
6-9/10/2023	3	3	3	9
9-12/10/2023	3	3	3	9
12-17/10/2023	5	4.5	3.5	13

**Anexo 22 Registro de Consumo de Mercurio**

Registro de Consumo de Mercurio entre el Mes de Septiembre y Octubre												
FECHA	Adicion de Mercurio para Molienda			Total de Consumo	Recuperacion de Mercurio			Total de Recuperacio	%	Perdida de Mercurio		
	R1 mL	R2 mL	R3 mL		R1 mL	R2 mL	R3 mL			TOTAL	%	
1-4/09/2023	40	40	40	120	34	38	35	107	89%	13	12%	
4-6/09/2023	40	40	40	120	35	36	36	107	89%	13	12%	
6-9/09/2023	40	40	40	120	36	36	34	106	88%	14	13%	
10-12/09/2023	40	40	40	120	33	35	34	102	85%	18	18%	
13-15/09/2023	40	40	40	120	36	34	33	103	86%	17	17%	
16-18/09/2023	40	40	40	120	35	33	3	71	59%	49	69%	
19-21/09/2023	40	40	40	120	34	32	32	98	82%	22	22%	
22-24/09/2023	40	40	40	120	36	31	32	99	83%	21	21%	
25-27/09/2023	40	40	40	120	36	30	31	97	81%	23	24%	
28-30/09/2023	30	30	30	90	28	25	28	81	90%	9	11%	
30-2/10/2023	30	30	30	90	29	23	24	76	84%	14	18%	
6-9/10/2023	30	30	30	90	26	20	25	71	79%	19	27%	
9-12/10/2023	30	30	30	90	26	17	23	66	73%	24	36%	
12-17/10/2023	43	43	40	126	36	40	22	98	78%	28	29%	

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



**Anexo 23 Registro de extraccion de oro.**

Extraccion de ORO por cada Tonelada molida													
FECHA	Oro en BRUTO gm			TOTAL	Oro fundido gm			TOTAL	Impurezas			TOTAL	
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3		
1-3/09/2023	45	31	44.2	120.2	15.552	10.7136	15.27552	41.54112	29.448	20.2864	28.92448	78.65888	
4-6/09/2023	36.4	28	43.1	107.5	12.57984	9.6768	14.89536	37.152	23.82016	18.3232	28.20464	70.348	
7-9/09/2023	47.5	27.5	38.12	113.12	16.416	9.504	13.174272	39.094272	31.084	17.996	24.945728	74.025728	
10-12/09/2023	34	33.2	36.3	103.5	11.7504	11.47392	12.54528	35.7696	22.2496	21.72608	23.75472	67.7304	
13-15/09/2023	31	32	34.5	97.5	10.7136	11.0592	11.9232	33.696	20.2864	20.9408	22.5768	63.804	
16-18/09/2023	30.8	29	37.4	97.2	10.64448	10.0224	12.92544	33.59232	20.15552	18.9776	24.47456	63.60768	
19-21/09/2023	38	32	30.23	100.23	13.1328	11.0592	10.447488	34.639488	24.8672	20.9408	19.782512	65.590512	
22-24/09/2023	33.8	34.8	35.2	103.8	11.68128	12.02688	12.16512	35.87328	22.11872	22.77312	23.03488	67.92672	
25-27/09/2023	35.4	31.5	31.8	98.7	12.23424	10.8864	10.99008	34.11072	23.16576	20.6136	20.80992	64.58928	
28-30/09/2023	34.8	34	55.4	124.2	12.02688	11.7504	19.14624	42.92352	22.77312	22.2496	36.25376	81.27648	
30-2/10/2023	34.5	30.7	38.5	103.7	11.9232	10.60992	13.3056	35.83872	22.5768	20.09008	25.1944	67.86128	
6-9/10/2023	35	35	34	104	12.096	12.096	11.7504	35.9424	22.904	22.904	22.2496	68.0576	
9-12/10/2023	52	30	52	134	17.9712	10.368	17.9712	46.3104	34.0288	19.632	34.0288	87.6896	
12-14/10/2023	76.9	85.5	19.3	181.7	26.57664	29.5488	6.67008	62.79552	50.32336	55.9512	12.62992	118.90448	

El ciclo dura 7 dia							
Extraccion de Oro de pilas acianurada(gm)							
FECHA	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4	PILA 5	PILA 6	TOTAL
1-7/09/2023	30	35		33			98
8-14/09/2023					28	32	60
15-21/09/2023			29				29
22-28/09/2023	30			34			64
1-7/10/2023		35	33				68
13-19/10/2023							0

El ciclo dura 5 dias							
Extraccion de oro segunda etapa al mismo proceso para recircular (gm)							
FECHA	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4	PILA 5	PILA 6	TOTAL
7-11/09/2023	7	6		5			18
14-18/09/2023					4	6	10
21-25/09/2023			4				4
28-2/10/2023	6			7			13
7-11/10/2023		7	6				13
19-23/10/2023							0

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACION DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACION**



**Anexo 24 Registro de cianuro**

Consumo de Cianuro en cada ciclo utilizado(libras)							
CICLO DE 7 DIAS							
FECHA	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4	PILA 5	PILA 6	TOTAL
1-7/09/2023	12	12		12			36
8-14/09/2023					12	12	24
15-21/09/2023			12				12
22-28/09/2023	12			12			24
1-7/10/2023		12	12				24
13-19/10/2023	12				12		24
CICLO DE 5 DIAS							
FECHA	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4	PILA 5	PILA 6	TOTAL
7-11/09/2023	12	12		12			36
14-18/09/2023					12	12	24
21-25/09/2023			12				12
28-2/10/2023	12			12			24
7-11/10/2023		12	12				24
19-23/10/2023	12				12		24

**Anexo 25 Registro de insumos químicos.**

Productos quimicos utilizados para desorcion de oro del carbon (CICLO 7DIAS)																					
FECHA	CIANURO (LIBRAS)						Total	ALCHOOL(LITROS)						Total	ACIDO MURIATICO(Litros)						Total
	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4	Pila 5	Pila 6		Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4	Pila 5	Pila 6		Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4	Pila 5	Pila 6	
1-7/09/2023	0.5	0.5		0.5			1.5	1.85	1.85		1.85			5.55	1.85	1.85		1.85			5.55
8-14/09/2023					0.5	0.5	1					1.85	1.85	3.7					1.85	1.85	3.7
15-21/09/2023			0.5				0.5			1.85				1.85			1.85				1.85
22-28/09/2023	0.5			0.5			1	1.85			1.85			3.7	1.85			1.85			3.7
1-7/10/2023		0.5	0.5				1		1.85	1.85				3.7		1.85	1.85				3.7
13-19/10/2023	0.5					0.5	1	1.85				1.85		3.7	1.85				1.85		3.7
						<b>Total</b>	<b>6</b>						<b>Total</b>	<b>22.2</b>						<b>Total</b>	<b>22.2</b>
Productos quimicos utilizados para desorcion de oro del carbon (CICLO 5 DIAS)																					
FECHA	CIANURO (LIBRAS)						Total	ALCHOOL(LITROS)						Total	ACIDO MURIATICO(Litros)						Total
	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4	Pila 5	Pila 6		Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4	Pila 5	Pila 6		Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4	Pila 5	Pila 6	
7-11/09/2023	0.5	0.5		0.5			1.5	1.85	1.85		1.85			5.55	1.85	1.85		1.85			5.55
14-18/09/2023					0.5	0.5	1					1.85	1.85	3.7					1.85	1.85	3.7
21-25/09/2023			0.5				0.5			1.85				1.85			1.85				1.85
28-2/10/2023	0.5			0.5			1	1.85			1.85			3.7	1.85			1.85			3.7
7-11/10/2023		0.5	0.5				1		1.85	1.85				3.7		1.85	1.85				3.7
19-23/10/2023	0.5					0.5	1	1.85				1.85		3.7	1.85				1.85		3.7
						<b>Total</b>	<b>6</b>						<b>Total</b>	<b>22.2</b>						<b>Total</b>	<b>22.2</b>