

Universidad Mayor de San Andrés

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Industrial



MEMORIA LABORAL

**PARTICIPACIÓN EN EL DISEÑO DE UNA PLANTA
MODELO DE PROCESAMIENTO DE MINERAL
AURIFERO PARA LA “COOPERATIVA MINERA
AURIFERA INGENIO R.L.”**

POR: AMILCAR RODRIGO SUXO PIZARROSO

TUTOR: Ph.D. Ing. Ahmed Ernesto Amusquivar Caballero

LA PAZ - BOLIVIA

DICIEMBRE, 2023



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPOSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionado la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

A mi querido papá: Edwin Suxo, quien estuvo para apoyarme en cada decisión que tomé y a mi madre (+) Zonia Pizarroso quién con su apoyo supo guiarme para salir adelante.

A toda mi familia, en especial a mi Esposa, hermanos e hijo, quienes estuvieron para colaborarme en cada etapa.

AGRADECIMIENTO

A Dios y toda mi familia que me brindaron su ayuda.

A la Universidad Mayor de San Andrés por abrirme las puertas para permitirme adquirir conocimientos de mi campo laboral y a mis compañeros de clases.

A mi Tutor, Ing. Ahmed Amusquivar que me brindo su colaboración.

Y a mis docentes, quienes me guiaron transmitiendo su conocimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES	1
1. Introducción.....	1
1.1. Origen de la Cooperativas mineras	2
1.2. La Situación Actual del Sector Aurífero Internacional.....	4
1.3. Evolución histórica del precio del Oro	4
1.4. Proyección del precio del Oro	5
1.5. La Situación Actual de las Cooperativas en Bolivia	6
1.5.1. Modelo de la administración Organizacional.....	7
1.6. Método de los seis pasos.....	7
1.6.1. Identificación del problema.....	7
1.6.2. Descripción del problema	7
1.6.3. Análisis de las causas del problema	8
1.6.4. Soluciones opcionales	10
1.6.5. Toma de decisiones.....	10
1.6.6. Plan de acción	10
1.7. Objetivos	12
1.7.1. Objetivo general	12
1.7.2. Objetivos específicos	12
1.7.3. Justificación académica	12
1.7.4. Justificación económica - social	14
1.7.5. Justificación metodológica.....	14
1.7.6. Justificación legal	15
1.8. Alcance y limitaciones.....	15
1.8.1. Alcance	15
1.8.2. Limitaciones.....	16
CAPITULO II: LA COOPERATIVA MINERA AURÍFERA INGENIO R. L.	17

2.	Historia y antecedentes de la Cooperativa.....	17
2.1.	Descripción de la organización	17
2.1.1.	Presentación de la Cooperativa.....	17
2.1.2.	Ubicación geográfica de la Cooperativa.....	17
2.1.3.	Información general de la Cooperativa.....	18
2.1.4.	Estructura Organizacional de la Cooperativa.....	19
2.2.	Descripción de áreas de la Cooperativa	19
2.2.1.	Área de Consejo Administrativo.....	20
2.2.2.	Área de tesorería	20
2.2.3.	Área de Control y Vigilancia.....	20
2.2.4.	Área Gestión de campamento	20
2.2.5.	Área de Mantenimiento y Maquinaria.....	20
	CAPITULO III: MARCO TEÓRICO	21
3.	PLANTAS DE PROCESAMIENTO INDUSTRIAL.....	21
3.1.	Descripción del mineral Oro	22
3.1.1.	Propiedades del mineral aurífero	23
3.1.2.	Aplicación del mineral	24
3.2.	La Minería del Oro	26
3.2.1.	Técnicas de extracción del Oro	27
3.2.2.	Etapas del proceso de Explotación Minera.....	30
3.2.3.	El Valor del oro en la historia	31
3.3.	Planta de procesamiento de mineral	31
3.3.1.	Señalización e Iluminación de Plantas de procesamiento	32
3.4.	Tipos de distribución de plantas industriales	35
3.4.1.	Ubicación fija.....	36
3.4.2.	Fabricación por procesos.....	37
3.4.3.	Línea de Producción	37
3.5.	Tamaño de planta.....	37

3.6.	Equipo y Maquinaria de procesamiento de mineral aurífero.....	38
3.6.1.	Buzones o Embudos para el acopio de mineral	38
3.6.2.	Bandas transportadoras para minería	39
3.6.3.	Molino de Bola.....	41
3.6.4.	Concentración gravimétrica rudimentario (Canaletas de Recuperación) 43	
3.6.5.	Mesas de concentración gravimétricas por vibración	44
3.6.6.	Molino Amalgamador	46
3.6.7.	Refinación por Retorta	47
3.7.	Localización de plantas.....	48
3.7.1.	Análisis de los factores de localización	49
3.7.2.	Niveles de ubicación	50
3.8.	Condiciones Ambientales de trabajo.....	51
 CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA COOPERATIVA INGENIO R.L.		
ANTES DEL PROYECTO.....		
4.	Cooperativa Ingenio R. L.	53
4.1.	Capacidad de producción Antes de la nueva planta de procesamiento	53
4.2.	Localización del Actual Planta de procesamiento.....	54
4.3.	Proceso productivo de la Cooperativa Ingenio R. L.	54
4.4.	Diagrama de procesos de funciones cruzadas	56
4.5.	Matriz FODA.....	56
4.5.1.	Estructura de matriz FODA.	56
 CAPÍTULO V: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA		
5.	Distribución de la planta de procesamiento.....	60
5.1.	Diagrama de proceso productivo.....	68
5.1.1.	Producción en línea	69
5.2.	Localización y tamaño de Planta	69

5.2.1.	Análisis de los factores de localización	70
5.2.2.	Proximidad a las materias primas	70
5.2.3.	Disponibilidad de mano de obra	70
5.2.4.	Abastecimiento de energía.....	70
5.2.5.	Servicios de transporte	70
5.2.6.	Terrenos	71
5.2.7.	Clima	71
5.2.8.	Niveles de ubicación	71
5.2.9.	Ubicación por puntos ponderados	71
5.2.10.	Tamaño de Planta	72
5.3.	Equipos y Maquinaria para la nueva planta de procesamiento	73
5.3.1.	Buzón primario y secundario.....	73
5.3.2.	Correas transportadoras	74
5.3.3.	Molino de Bolas	75
5.3.4.	Canaletas.....	77
5.3.5.	Mesas de concentración	77
5.3.6.	Recuperación por circuito cerrado en molino amalgamador	78
5.3.7.	Refinado y recuperador de Mercurio.....	79
5.4.	Instalaciones Industriales	80
5.4.1.	Calculo de Iluminación de la planta de procesamiento	80
5.4.2.	Distribución de lámparas luminarias necesarias	80
5.5.	Señalización	81
5.5.1.	Diseño de vías de acceso y escape.....	82
CAPITULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....		83
6.	Producción estimada	83
6.1.	Inversión en infraestructura e instalaciones, muebles y equipo, maquinaria.....	83
6.1.1.	Resumen de la inversión en Equipos, maquinaria, Infraestructura, Instalaciones y Otras inversiones.....	83

6.1.2. Infraestructura e Instalaciones	84
6.1.3. Muebles y Enseres	85
6.1.4. Equipo y Maquinaria	85
6.2. CAPITAL DE OPERACIONES	86
6.3. EVALUACIÓN DE INDICADORES FINANCIEROS.....	86
6.3.1. Ingresos, Costos y Utilidades.....	86
6.3.2. Flujo de fondos del proyecto puro	88
6.3.3. Valor Actual Neto.....	89
6.3.4. Tasa interna de retorno	90
6.3.5. Relación Beneficio – Costo	90
6.3.6. Tiempo de recuperación de Capital.....	90
6.4. FACTIBILIDAD EN UN ESCENARIO PESIMISTA DE PRECIOS INTERNACIONALES	92
CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
7. Conclusiones y recomendaciones	93
7.1. Conclusiones	93
BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de la actividad laboral	xvi
Tabla 2. Pronostico Optimista del precio del Oro 2023-2027	5
Tabla 3. Pronostico Pesimista del precio del Oro 2023-207	6
Tabla 4. Agrupación de las ideas más importantes.....	8
Tabla 5. Agrupación de las ideas más importantes.....	9
Tabla 6. Plan de acción para la Cooperativa Ingenio R.L.	11

Tabla 7.	Justificación académica	13
Tabla 8.	Información general de la Cooperativa.....	18
Tabla 9.	Capacidad Actual de Producción	53
Tabla 10.	Capital de operaciones mensual requerido.....	54
Tabla 11.	Análisis Interno - FODA.....	57
Tabla 12.	Análisis Externo - FODA.....	58
Tabla 13.	Estrategia de adecuación	59
Tabla 14.	Áreas de la Cooperativa.....	60
Tabla 15.	Funcionamiento de Equipo y Maquinaria	62
Tabla 16.	Distribución porcentual de las áreas de la Cooperativa	67
Tabla 17.	Ubicación por puntos ponderados	72
Tabla 18.	Numero de Lámparas requeridas.....	80
Tabla 19.	Producción estimada con la nueva planta de procesamiento.....	83
Tabla 20.	Resumen de Inversiones en Equipos, Maquinaria e Infraestructura ...	84
Tabla 21.	Detalle de Infraestructura e Instalaciones	84
Tabla 22.	Detalle de Muebles y Enseres.....	85
Tabla 23.	Detalle de Equipo y Maquinaria.....	85
Tabla 24.	Detalle de Capital de operaciones.....	86
Tabla 25.	Calculo de utilidad Bruta en Dólares Estadounidenses.....	87
Tabla 26.	Flujos de fondo del proyecto	88
Tabla 27.	Calculo del Valor Actual Neto	89
Tabla 28.	Calculo de la Tasa Interna de Retorno	90
Tabla 29.	Calculo de la relación Beneficio-Costo.....	90
Tabla 30.	Tiempo de Recuperación de Capital	91

Tabla 31.	Flujos de fondo del proyecto en un escenario pesimista	92
Tabla 32.	Valor actual Neto en escenario pesimista.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Datos históricos del Oro 1980-2023	5
Figura 2.	Ubicación Geográfica de la Cooperativa Ingenio R. L.	18
Figura 3.	Flujo másico y flujo de embudo	38
Figura 4.	Molienda al interior del Molino	42
Figura 5.	Distribución de agua hacia las canaletas de cobre	43
Figura 6.	Cortadores de concentrado	45
Figura 7.	Efecto del flujo de partículas con desplazamiento lateral	45
Figura 8.	Dimensiones de los buzones primario y secundario	73
Figura 9.	Banda transportadora de mineral	74
Figura 10.	Características del molino de bolas	75
Figura 11.	Comportamiento de la carga en un Molino de bolas	76
Figura 12.	Mesas gravimétricas por vibración	77
Figura 13.	Molino de circuito cerrado amalgamador	79
Figura 14.	Recuperador de Mercurio o Retorta	79

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1.	Diagrama Causa – Efecto de la Cooperativa Ingenio R.L.	9
Diagrama 2.	Organigrama de la Cooperativa	19
Diagrama 3.	Molino o tambor amalgamador	47
Diagrama 4.	Partes de la retorta.....	48
Diagrama 5.	Diagrama de procesos Productivo	55
Diagrama 6.	Diagrama de procesos de funciones cruzadas	56
Diagrama 7.	Distribución de la planta de procesamiento.....	61
Diagrama 8.	Diagrama de flujo de procesos	68
Diagrama 9.	Diagrama de flujo del proceso productivo.....	69
Diagrama 10.	Distribución de Lámparas requeridas	81

RESUMEN

El Diseño de una Planta Modelo de Procesamiento de Mineral Aurífero para la Cooperativa Minera Aurífera Ingenio R.L. se estructuró de la siguiente manera: descripción, diagnóstico de la cooperativa, identificación del problema y determinación de objetivos, para finalmente llegar al diseño de acuerdo a requerimientos y condiciones de la Cooperativa Minera. El objetivo de la memoria laboral fue diseñar una planta de procesamiento de mineral estratégicamente cercana al yacimiento actual de explotación, con el fin de reducir tiempos y acarreo del mineral, así como minimizar incidentes y accidentes durante el traslado. Dentro del macro proceso de la Exploración, Explotación, y Procesamiento del mineral, se analizó únicamente la parte del procesamiento. La superficie de la planta productiva se estableció en 720 metros cuadrados, con capacidad para duplicar la producción en caso que la Cooperativa requiera. La planta de procesamiento fue dividida en 3 áreas: Área de Molinos, Área de Mesas Concentradoras por vibración y Área de Amalgamado, Refinado. El área de molinos tiene una superficie de 18 metros cuadrados, el área de mesas concentradoras por vibración tiene una superficie de 450 metros cuadrados y el área de amalgamación, refinado tiene una superficie de 90 metros cuadrados. Se evaluaron 3 alternativas de ubicación para la construcción dentro del área concesionada para la Cooperativa. La principal reducción de costos por traslado del mineral aurífero fue de un 25%, utilizando menos maquinaria, mano de obra y principalmente combustible. Finalmente se tuvo un Valor Actual neto de 4.052.722,55 USD y una Tasa Interna de retorno del 211% con una inversión inicial de 494.564,29. Por tanto es factible y prometedor construir la planta de procesamiento tomando en cuenta los mejores precios históricos del mineral aurífero, la cercanía del actual yacimiento de explotación hacia la nueva planta de procesamiento y predisposición de la Cooperativa a invertir en una nueva planta de procesamiento.

Palabras Clave: Diseño, Planta, Procesamiento, Mineral Aurífero, Cooperativa Minera, Inversión, Molinos, Mesas concentradoras por vibración, Amalgamado y Factibilidad.

SUMMARY

The design of a Model Gold Ore Processing Plant for the Mining Cooperative Aurífera Ingenio R.L. was structured as follows: description, cooperative diagnosis, problem identification, and objective determination, ultimately leading to the design in accordance with the requirements and conditions of the Mining Cooperative. The goal of the work was to design a mineral processing plant strategically located near the current exploitation deposit, aiming to reduce processing times and ore transportation, as well as to minimize incidents and accidents during transport. Within the macro process of Exploration, Exploitation, and Mineral Processing, only the processing part was analyzed. The productive plant's surface was established at 720 square meters, with the capacity to double production if needed by the Cooperative. The processing plant was divided into 3 areas: Mills Area, Vibration Concentration Tables Area, and Amalgamation, Refining Area. The mills area covers 18 square meters, the vibration concentration tables area covers 450 square meters, and the amalgamation, refining area covers 90 square meters. Three location alternatives were evaluated for construction within the concession area for the Cooperative. The primary cost reduction for the transportation of gold ore was 25%, achieved by using less machinery, labor, and mainly fuel. Finally, a Net Present Value of USD 4.052.722,55 and an Internal Rate of Return of 211% were obtained with an initial investment of USD 494,564.29. Therefore, building the processing plant is feasible and promising, considering the best historical prices of gold ore, the proximity of the current exploitation deposit to the new processing plant, and the Cooperative's willingness to invest in a new processing plant.

Keywords: Design, Plant, Processing, Gold Ore, Mining Cooperative, Investment, Mills, Vibration Concentration Tables, Amalgamation, and Feasibility.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD LABORAL

Luego de Egresar el primer semestre del 2016, comienzo con mis primeras funciones laborales en áreas de producción, importación y comercialización.

A continuación, se detallan las fechas de inicio y fin de la experiencia laboral en las empresas que preste mis servicios como egresado.

Tabla 1. Descripción de la actividad laboral

AÑO DE INICIO Y FINALIZACIÓN	CARGO	EMPRESA	FUNCIÓN DESEMPEÑADA
2016 (Septiembre) al 2017 (Mayo)	Auxiliar Jr. Control de Producción	Industria de Alimentos la Copacabaneña IALCO SRL	- Recabar los registros diarios y Control de producto terminado. - Gestionar los requerimientos e insumos de producción. - Implementar las 5 S, además de la mejora continua en el área de producción.
2017 (Junio) al 2018 (Marzo)	Encargado de Producción	Industria de Alimentos la Copacabaneña IALCO SRL	- Gestión los recursos disponibles para la producción. - Coordinar los planes de producción con el área de distribución. - Controlar la productividad de la mano de obra y la maquinaria.
2018 (Septiembre) al 2020 (Marzo)	Encargado de Importación y Comercialización	Empresa Propia Unipersonal	- Funciones Operativas y administrativas de la comercialización e importación de muebles. - Cotizar productos de importación para su comercialización.

			<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de preferencias y requerimientos del mercado interno. - Evaluar el coste final del producto de importación y su viabilidad.
2020 (Enero) al 2023 (Diciembre)	Encargado de la Planificación y Control de la Producción	Cooperativa Minera Aurífera Ingenio R. L.	<ul style="list-style-type: none"> - Encargado de Gestionar los procesos productivos. - Controlar la cantidad de materia prima procesada diariamente. - Evaluar la productividad de la planta de procesamiento de mineral. - Realizar el plan de requerimiento de compras de insumos productivos. - Evaluar la utilización de la maquinaria y balancear según el requerimiento productivo. - Planificar la cantidad de procesamiento semanal del mineral.

Fuente: Elaboración propia en base a experiencia Laboral

CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES

1. INTRODUCCIÓN

Los comienzos de la minería como una industria extractivo-productiva en estas latitudes, solo se verifican con la dominación española. Los geólogos hoy en día quedan admirados al ver el enorme número de depósitos argentíferos trabajados por los ibéricos en regiones remotas y casi inaccesibles del actual territorio boliviano.¹

Desde el descubrimiento de un rico depósito de plata en el Cerro Rico de Potosí, en 1545, la mayoría de las operaciones mineras fueron llevadas a cabo en este distrito, dando lugar a la urbe colonial más poblada de la América Hispana hacia mediados del Siglo XVII, alcanzando a tener 150.000 habitantes aproximadamente. La riqueza de este cerro, dio origen a la conocida expresión “Vale un Potosí”. Posteriormente, en 1595 se descubrieron otros importantes yacimientos de plata en Oruro y distritos aledaños.²

Se estima que, en los cuatro siglos de explotación de sus yacimientos, desde su descubrimiento, Potosí habría producido más de dos mil millones de onzas de plata. Oruro fue la fuente de más de 171 millones de onzas, lo que sitúa a ese distrito como uno de los mayores productores de planta del mundo.

Para aprovechar la plata de Potosí se introducen tecnologías de punta para su tiempo; pero no se toman en cuenta ni los efectos para la población originaria ni los impactos para el medio ambiente. Las utilidades generadas no son distributivas equitativamente y la minería colonial no resulta en una amplia corriente de desarrollo regional. Tampoco se crean empresas que duren en el tiempo, ya que los beneficios obtenidos no son reinvertidos en las zonas de aprovechamiento minero. Sin embargo, la minería colonial inicia un circuito económico en el cual el transporte y el comercio asumen un rol determinante. La producción se basa en el trabajo de los indígenas bajo el régimen de la

¹, Guzmán, A., (1991). “La Minería en Bolivia” CEPAL [Archivo PDF]

² Guzmán, A., (1991). “La Minería en Bolivia” CEPAL

mita. Cada año llegan a Potosí alrededor de 13500 mitayos con sus familias formando un contingente de 40000 personas. La ciudad se convierte en uno de los principales centros urbanos del mundo y cuenta con unos 160.000 habitantes en 1560, mientras Madrid solo tiene 45.000 habitantes. Este fenómeno migratorio deshabita las 15 provincias sometidas a la mita y afecta severamente a su producción agropecuaria.³

El ciclo de la plata se extendería aun durante la época republicana hasta casi fines del siglo XIX. Prácticamente desde 1825 en que se creó la Republica de Bolívar, hoy Bolivia, sus finanzas públicas y economía en general dependían de la producción de ese metal.⁴

Desde que se iniciara su producción de 1861, el estaño alcanzó notables niveles de exportación en 1900; y en 1929 su mayor volumen, equivalente a una cuarta parte de la producción mundial, es decir 47.000 Toneladas, por muchos años, desde entonces, Bolivia mantuvo niveles de producción expectables entre 30.000 y 33.000 toneladas, ocupando el segundo lugar entre los países estanníferos del mundo. Y con ellos se conforman tres importantes grupos mineros privados de notable y dramática historia. Los Patiño, Los Hochschild y los Aramayo quienes habían logrado el control de la producción minera.⁵

1.1. Origen de la Cooperativas mineras

El cooperativismo en Bolivia data de los años 50 sin ir más allá, donde los principios de la reciprocidad y la solidaridad eran la base del proceso económico que actualmente se han perdido. Las cooperativas en Bolivia han sido una forma de protección para los trabajadores mineros y no mineros, en este tipo de trabajo no existía una relación obrero patrón, y la actividad laboral se desenvolvía armoniosamente en un ambiente de mutua colaboración.

³ Balboa, I. V. y Cotaja, M. E., (2011). "Impacto Impositivo de la AA-IUE en las Cooperativas Mineras". Facultad de ciencias Económicas y financieras, Carrera de auditoria, Unidad de Postgrado. Universidad Mayor de San Andrés.

⁴ Condarco, R., "Historia del Saber y la ciencia en Bolivia" 1er. Premio Concurso de Investigación (1978). Eds. Academia Nacional de Ciencias. La Paz, 1981.

⁵ Contreras, M., "Medio Siglo de Minería Mediana en Bolivia 1939-1989" Biblioteca Minera Boliviana. ANMM La Paz, 1989.

La primera cooperativa en Bolivia fue “Chicote Grande”, antes de esta ya existían otras organizadas desde el año 30 que se dedicaban a la explotación del oro. Lo que produjo un movimiento obrero aurífero creando la Federación de Cooperativas Mineras a nivel Nacional donde confluían todos los sectores de la minería y el sector aurífero, logrando regular mediante una norma específica sus facultades, competencias y establecer las formas de asociación y reconocimiento del Estado Plurinacional de Bolivia. Dando institucionalmente el origen y forma legal de las Cooperativas Mineras en Bolivia con la promulgación de la Ley General de las Cooperativas Mineras de Bolivia N° 5035, dictada el 13 de septiembre de 1958 por el gobierno de Hernán Siles Zuazo, en la cual se señalan los fines y objetivos de la libre asociación y organización social y económica del sector minero. A partir de la fecha el sector minero se ha organizado y estructurado conforme a normativa, estableciendo legalmente su actividad laboral.

La Alianza Cooperativa Internacional define una cooperativa como: “una asociación autónoma de personas que se han unido de forma voluntaria para satisfacer sus necesidades y aspiraciones económicas, sociales y culturales en común mediante una empresa de propiedad conjunta y de gestión democrática”.

Esas dos últimas características, la propiedad conjunta y la gestión democrática, constituyen la diferencia de las cooperativas con otros tipos de emprendimientos económicos. Sobre todo, las cooperativas se diferencian de las empresas privadas por buscar fines sociales y no fines de lucro, siguiendo los llamados principios rochdilianos, por la cooperativa Rochdale, primera cooperativa en sistematizarlos en 1844 y que son los siguientes:

- Libre acceso y adhesión voluntaria
- Control democrático (decisiones tomadas en asamblea general, donde cada socio tiene un voto)
- Distribución de excedentes en proporción a operaciones.
- Limitación del interés del capital, que debe estar al servicio de los trabajadores, y no encima de ellos como en una empresa privada
- Neutralidad política y religiosa

- Ventas al contado, lo que debe garantizar el comprar sólo lo necesario
- Fomento de la educación y obras sociales.

1.2. La Situación Actual del Sector Aurífero Internacional.

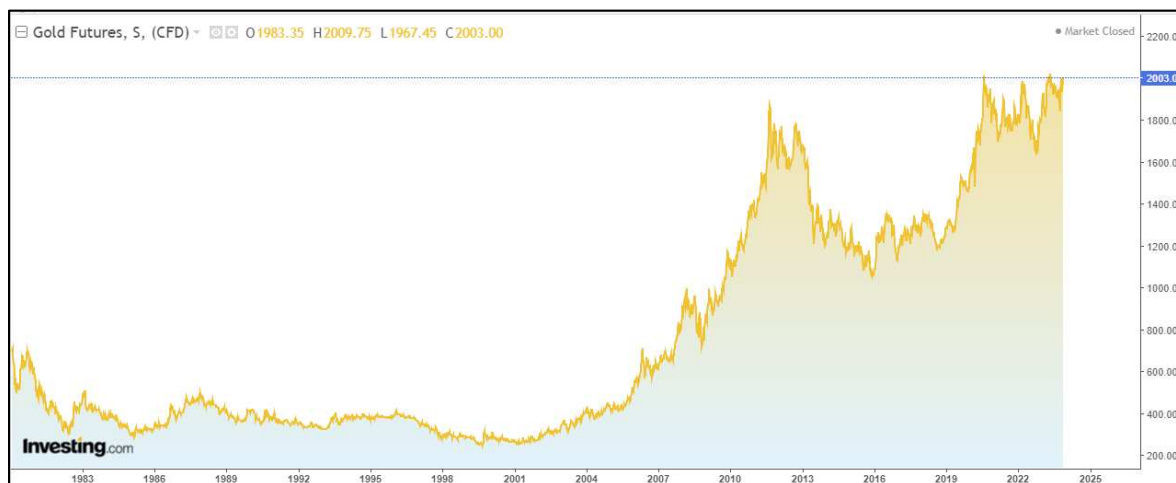
Según los estudios actuales, alrededor del 46% de todo el oro extraído se encuentra transformado en joyas. India y China están siendo los mercados más grandes para el consumo de joyas de oro y su demanda combinada para esta industria supera el 50% mundial en 2020. Más del 20% del resto de oro extraído está en mano privadas como inversión ya que tradicionalmente ha sido empleado como cobertura ante la inflación. Otro 17% está en posesión de los bancos centrales como reservas y el restante 15% está destinado a fines diversos. Y es que, aunque el oro es ampliamente codiciado como metal precioso, también tiene varios usos industriales, con aplicaciones en electrónica, odontología. De hecho, se estima que un iPhone contiene alrededor de 0,034 gramos de oro, además de otros metales preciosos. Son estos usos industriales los que representan 29.448 toneladas o aproximadamente el 15% de todo el oro extraído. Además del oro extraído, existen reservas de oro identificadas pero que permanecen bajo el suelo. Hablamos de 53.000 toneladas de oro en reservas identificadas que principalmente se reparten entre Australia (19%), Rusia (14%), Estados Unidos (6%), Perú (5%) y Sudáfrica (5%). El 51% restante se encontraría repartido por otros países del mundo. En 2020 se extrajeron apenas 3.000 toneladas de oro y, a este ritmo, las reservas subterráneas durarán menos de 18 años sin nuevos descubrimientos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las reservas pueden cambiar y crecer a medida que los exploradores encuentran oro en diferentes partes del mundo.⁶

1.3. Evolución histórica del precio del Oro

A noviembre del 2023 el oro se encuentra muy cerca de máximos históricos marcados el año 2020.

⁶ Portal Bankinter. (30 de noviembre de 2011). ¿Cuánto oro hay en el Mundo? ¿Dónde está? (Infografía). <https://bit.ly/3SMz494>

Figura 1. Datos históricos del Oro 1980-2023



Fuente: Investing.com, datos históricos del precio del Oro

1.4. Proyección del precio del Oro

En oro es considerado un activo refugio ante una degradación del poder adquisitivo de una divisa, en este caso la divisa de referencia mundial es el dólar. Los altos niveles y permanentes de inflación provocan incertidumbre.

A pesar que los tipos de interés reales en Estados Unidos continúan siendo negativos dados los todavía altos niveles de inflación.

Una previsión optimista para el Oro declara un crecimiento promedio del 6% para los próximos 5 años.

Tabla 2. Pronostico Optimista del precio del Oro 2023-2027

Año	Pronostico del oro	Variación Porcentual
2022	1825	0%
2023	1950	7%
2024	2151	10%
2025	2308	7%
2026	2208	-4%
2027	2621	19%

Fuente: Elaboración propia en base a datos históricos

Sin embargo, en caso que la inflación decaiga y los tipos de interés reales del dólar estadounidense sean positivos sin provocar una recesión profunda los precios del oro tenderán a decaer.

Pronostico pesimista para los próximos 5 años con una tasa de -2% de decrecimiento promedio anual.

Tabla 3. Pronostico Pesimista del precio del Oro 2023-207

Año	Pronostico del oro	variación Porcentual
2022	1825	0%
2023	1900	4%
2024	1750	-8%
2025	1550	-11%
2026	1620	5%
2027	1600	-1%

Elaboración propia en base a datos históricos

1.5. La Situación Actual de las Cooperativas en Bolivia

Actualmente existen cerca de 1300 cooperativas auríferas con el 98% acentuadas en el departamento de La Paz. El 80% de la oferta exportable boliviana está concentrada en cinco productos: oro metálico, gas natural, mineral de zinc, productos derivados de la soya y mineral de plata. Sólo los dos primeros suman el 49,6% de las ventas externas.⁷

El sector cooperativista se ha convertido en el responsable de más del 90% de la producción aurífera del país. El 2022 se exporto Oro por un valor aproximado de 3000 millones de dólares, unas 64 toneladas de mineral refinado.⁸

⁷ Portal ATB. (09 de junio de 2023). 5 productos representan el 80% de las exportaciones bolivianas. <https://www.atb.com.bo/2023/06/09/5-productos-representan-el-80-de-las-exportaciones-bolivianas/>

⁸ Portal MONGABAY. (19 de marzo de 2023). El impacto de las cooperativas auríferas en Bolivia. Entrevista a Héctor Córdova. <https://bit.ly/3sMIQys>

1.5.1. Modelo de la administración Organizacional

El sector cooperativista minero tiene una fuerza social importante en el país. Su asociación es autónoma, tienen una propiedad conjunta que está constituida mínimamente por diez personas. Cada cooperativa debe ser aprobada por su federación correspondiente

La Cooperativa se encuentra organizada por un secretario general que es elegido por votación mayoritaria cada año, y sus respectivos encargados de áreas.

1.6. Método de los seis pasos

1.6.1. Identificación del problema

- Uso excesivo de maquinaria, combustible y horas de trabajo para el traslado de mineral del yacimiento aurífero hacia la planta de procesamiento.
- Distancia larga de acarreo del yacimiento mineral a la primera planta de procesamiento y refinamiento.
- Falta de productividad en la primera planta de procesamiento de la Cooperativa Minera Aurífera “Ingenio” R.L.
- Falta de organización en áreas que cuenta la Cooperativa como su gestión de producción y logística.

1.6.2. Descripción del problema

Actualmente existe una distancia considerable para trasladar el mineral del yacimiento hacia la planta de procesamiento, esto debido al trabajo de más de 30 años extrayendo el mineral. Esto llevo a que la tierra removida se vaya alejando de la primera planta de procesamiento.

El problema principal es la falta de productividad en el refinamiento de mineral de la Cooperativa minera Ingenio R.L. debido a la distancia de acarreo del mineral hacia la planta procesadora de minerales.

Desde el aspecto Global, existe mucha dependencia de la cotización del Mineral, los Cooperativistas tienden a ser reacios a inversiones en infraestructura y equipamiento

moderno debido principalmente a la incertidumbre del precio del Oro y su volatilidad en contextos geopolíticos de incertidumbre.

1.6.3. Análisis de las causas del problema

Se presentan cuatro pilares en el cuadro 1 que son; Maquinaria, Mano de Obra, Método y Materiales, para analizar la situación de la Cooperativa por el método causa y efecto.

Tabla 4. Agrupación de las ideas más importantes

MANO DE OBRA	MÉTODO	MAQUINARIA
<ul style="list-style-type: none"> ▸ Alta rotación de personal. ▸ Falta de Uso de equipos de protección personal ▸ Falta de compromiso en la Seguridad Ocupacional. ▸ Rechazo a la estandarización de procesos 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Exceso de transporte para acarreo de mineral ▸ Mala secuencia en operaciones ▸ Mala organización de paradas planeadas ▸ Mala disposición de tiempos 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Uso inadecuado de la maquinaria ▸ Falta de capacitación de uso correcto de maquinaria ▸ Mala distribución de la maquinaria. ▸ Maquinaria inadecuada u obsoleta

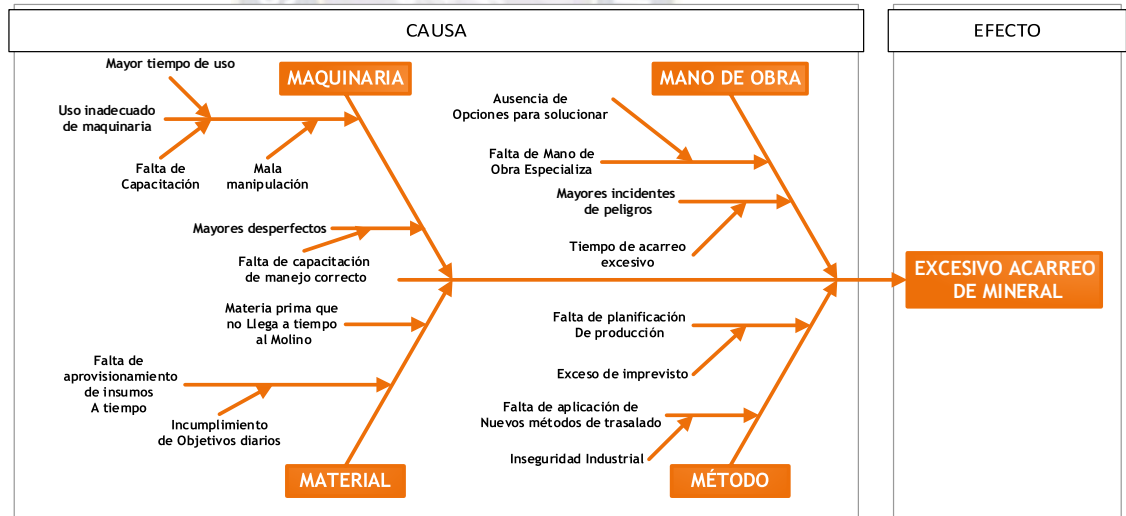
Fuete: Elaboración Propia

Tabla 5. Agrupación de las ideas más importantes

MEDIO AMBIENTE	MEDICIONES	MATERIALES
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Falta de orden y limpieza ▶ Poca iluminación ▶ Condiciones climáticas de muy bajas temperaturas y humedad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Falta de estandarización ▶ Falta de normalización ▶ Distancia considerable a yacimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mala organización del almacén ▶ Incorrecto uso de los materiales ▶ Poco manejo de inventarios

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 1. Diagrama Causa – Efecto de la Cooperativa Ingenio R.L.



Fuente: Elaboración en base a datos de la Cooperativa

Actualmente existe una distancia considerable para trasladar el mineral del actual yacimiento hacia la planta de procesamiento, esto debido al trabajo de más de 30 años extrayendo el mineral con la remoción de tierra, así quedando la planta de procesamiento

mucho más alejada del yacimiento aurífero actual. Esto llevó a que los yacimientos se vayan alejando de la primera planta de procesamiento.

1.6.4. Soluciones opcionales

- Construcción de planta procesadora de mineral aurífero cercana al yacimiento.
- Trasladar el mineral Mediante el uso de bandas transportadora
- Mejorar los caminos para las volquetas que trasladan el mineral.
- Construcción de vagones eléctricos para el traslado directos de mineral.
- Disminuir la distancia con la construcción de túneles para que el recorrido sea más directo

1.6.5. Toma de decisiones

- Se realizará pruebas de diseño de construcción de bandas de transportadoras de mineral según la topografía, costo y beneficio.
- Se aplicará un sistema de diseño por factibilidad en: distribución, aprovisionamiento, ubicación, productividad y capacidad variable.
- Realizar un registro costos fijos y variables con la nueva planta de procesamiento
- Realizar una Planificación del diseño según las necesidades de la cooperativa.

1.6.6. Plan de acción

Una vez identificado las causas del problema, se estructura un plan de acción acorde a las necesidades de la Cooperativa.

El plan de acción que se efectuara es el siguiente:

Tabla 6. Plan de acción para la Cooperativa Ingenio R.L.

ACCION	ACTIVIDADES
Identificar los factores que dificulten el traslado de mineral aurífero	<ul style="list-style-type: none"> • Medir los recorridos antes y después de la construcción de la nueva planta de procesamiento. • Determinar el lugar óptimo de construcción
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer objetivos y determinar los procesos, capacidades necesarias para el diseño de la nueva planta de procesamiento
Contexto de la organización	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar las necesidades de los socios cooperativistas y el alcance que quieran conseguir con la nueva planta de procesamiento
Co-participación de las partes interesadas	<ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer el alcance del proyecto, junto al cantidad de maquinaria, equipos, infraestructura
Identificar los factores de riesgo del trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los principales riesgos que atraviesan los mineros en la Cooperativa. • Capacitación de condiciones de trabajo favorables
Poner en marcha el proceso de diseño de la nueva planta de procesamiento de mineral aurífero	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva instalación de trabajo y distribución • Presentar a los socios de la Cooperativa para dar el visto bueno del trabajo o recibir sugerencias para mejorar el proyecto.
Evaluación del desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de los elementos que deben cumplir las instalaciones y maquinaria del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- Diseñar una planta procesadora de mineral a una distancia óptima del yacimiento aurífero para mejorar la productividad de la “Cooperativa Minera Aurífera Ingenio R.L.”

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar la capacidad productiva para conocer la cantidad de procesamiento necesaria y tamaño de la planta de procesamiento.
- Elegir el equipamiento necesario para la capacidad productiva requerida.
- Establecer parámetros de localización y distribución productiva para la nueva planta de procesamiento de mineral.
- Determinar los factores claves de éxito para el buen funcionamiento de la planta de procesamiento.
- Establecer la viabilidad económica para el diseño de la nueva planta de procesamiento de mineral aurífero.

1.7.3. Justificación académica

El presente plan se fundamenta sobre las bases teóricas y prácticas que se llevan en las materias de la carrera de Ingeniería Industrial

Tabla 7. Justificación académica

ACCIÓN	JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA
DIAGNÓSTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia Empresarial • Estadística: manejo de histogramas.
PLANIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Administración Industrial • ingeniería Ambiental y Desarrollo Sostenible • Construcciones e Instalaciones Industriales • Investigación de Mercados • Seguridad Industrial y Salud Ocupacional • Gestión de la Producción y Operaciones • Logística Aprovisionamiento y Distribución • Estrategia Empresarial
IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS	<ul style="list-style-type: none"> • Control Estadístico • Ingeniería de Métodos y Laboratorio • Diseño de Procesos Industriales
DISEÑO DE PROCESOS INDUSTRIALES	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de costos • Administración industrial • Logística aprovisionamiento y distribución • Control estadístico de la calidad • Ingeniería de métodos y laboratorio • Diseño de procesos industrial
IMPLEMENTACION	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de procesos Industriales • Operaciones Unitarias • Gestión de la producción • Administración Industrial • Ingeniería de métodos y laboratorio • Logística aprovisionamiento y distribución

EVALUACIÓN

- Estadística
- Preparación y evaluación de proyectos
- Administración financiera
- Investigación de Operaciones

Fuente: Elaboración propia

1.7.4. Justificación económica - social

El diseño de la nueva planta de procesamiento beneficiara a la cooperativa en la reducción de acarreo, incrementado la productividad, la utilidad para los socios cooperativistas y la reducción del esfuerzo laboral para los trabajadores.

1.7.5. Justificación metodológica

El proyecto busca realizar la evaluación de la metodología actual de medición y seguimiento y ver si la misma es adecuada

Dentro de la metodología de investigación se usará lo siguiente:

- El estudio exploratorio ayuda a observar las necesidades de la Cooperativa para la aplicación de una nueva distribución en la nueva planta de procesamiento son determinantes para implementar un diseño óptimo.
- Se aplicará como técnica los estudios experimentales, puesto que para sacar nuestra variable de producción y restricciones.

El método inductivo o inductivismo es aquel método científico que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.⁹

⁹ Definición de método inductivo (Sin fecha). Instituto nacional educativo. Recuperado de <http://definicion.de/metodo-inductivo/#ixzz46Omj2Xiv>

1.7.6. Justificación legal

A partir de la ley general de Sociedades Cooperativa (LGSC, o Decreto Ley Nro. 5035) del 13 de septiembre de 1958, que rige la organización interna de las cooperativas, sus campos de actividad, etc., siguiendo los principios internacionales del cooperativismo retomándolos en su primer artículo, que declara la igualdad de derechos y obligaciones de los socios, la gestión democrática, el control social y los fines sociales de la institución, así como la limitación de los intereses del capital. La formación de una cooperativa, que necesite un mínimo de diez personas, deber ser aprobada por la federación respectiva, o sea la Fencomin, y la afiliación a esta federación es obligatoria.

El ámbito de aplicación de la Ley 1777 de 17/03/97 (Código de Minería), son las sustancias minerales en estado natural, cualquiera sea su procedencia y forma de presentación, hállese en el interior o en la superficie de la tierra. Excluyéndose el petróleo, los demás hidrocarburos y las aguas minero medicinales, que se rigen por leyes especiales. Asimismo, mediante Ley 3425 de 20/06/06, se excluye de las disposiciones del Código de Minería los áridos y agregados, mismos que quedan bajo la administración y regulación de los Gobiernos Municipales en coordinación con las comunidades colindantes con los ríos.

La Ley 1777 define los términos legales de las diferentes actividades del sector minero en Bolivia, entre los que se destacan: la forma de concesión de los recursos mineralógicos, la clasificación de las actividades mineras, los requisitos ambientales específicos para la realizar actividades mineras, el sistema tributario minero, el rol de COMIBOL y la creación de la Superintendencia General de Minas y de las Superintendencias Regionales (actualmente denominadas Autoridad General Jurisdiccional Administrativa Minera y Autoridad Regional Jurisdiccional Administrativa Minera).

1.8. Alcance y limitaciones

1.8.1. Alcance

El proyecto se centra exclusivamente en la etapa de procesamiento de minerales de la Cooperativa, sin abordar las fases de exploración y extracción de minerales. Estas últimas

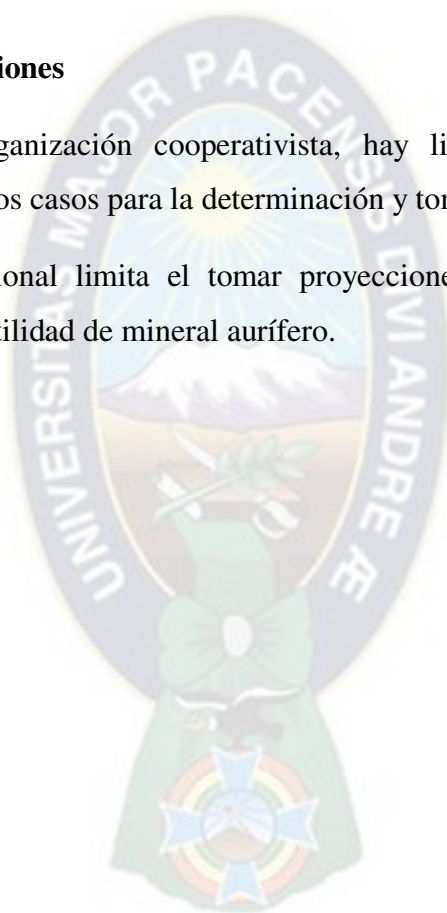
ya cuentan con una cantidad diaria establecida para la extracción de minerales, además de la restricción del área concedida para las actividades de exploración y explotación.

Involucran las operaciones desde la recepción de mineral en los buzones primarios, hasta el refinamiento del mineral

1.8.2. Limitaciones

Como forma de organización cooperativista, hay limitantes de coordinación, de unanimidad, en muchos casos para la determinación y toma de decisiones del proyecto.

El contexto internacional limita el tomar proyecciones a muy largo plazo por las cotizaciones y la volatilidad de mineral aurífero.



CAPITULO II: LA COOPERATIVA MINERA AURÍFERA INGENIO R. L.

2. HISTORIA Y ANTECEDENTES DE LA COOPERATIVA

La Cooperativa Minera Aurífera Ingenio R.L., fue fundada por los comunarios de la comunidad Ingenio, Cantón Yani. El cantón Yani pertenece al Municipio de Sorata, ubicada en la provincia Larecaja del departamento de La Paz. Cuya fundación se llevó a cabo el 17 de septiembre de 1985. Bajo la dirección de comunarios del cantón Yani

Actualmente la cooperativa continúa sus operaciones a 4200 msnm en la Comunidad Ingenio, provincia Larecaja con 92 socios cooperativistas y personal de apoyo.

2.1. Descripción de la organización

La organización cooperativa, actualmente formada por 92 socios Cooperativistas, trabajan junto a profesionales y asesores para una exploración y explotación aurífera. Cada año por nominación y votación se elige a 20 socios para que se encarguen y responsabilicen del correcto funcionamiento de la cooperativa. Esta directiva traza las directrices de trabajo anual.

2.1.1. Presentación de la Cooperativa

La Cooperativa Minera Aurífera Ingenio R.L. pertenece al rubro de la extracción de mineral aurífero desde sus inicios, a pesar que existen otros minerales como el hierro, cobre, su único y principal área de negocio es el Oro.

2.1.2. Ubicación geográfica de la Cooperativa

Exactamente el cantón Yani queda en la provincia Larecaja.

Figura 2. Ubicación Geográfica de la Cooperativa Ingenio R. L.



Fuente: Elaboración en base a datos de la Cooperativa

2.1.3. Información general de la Cooperativa

Tabla 8. Información general de la Cooperativa

Nombre de la Cooperativa:	COOPERATIVA MINERA AURIFERA INGENIO R.L.
Actividad:	EXTRACCION Y COMERCIALIZACION DE MINERAL AURIFERO
Tipo societario:	SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Departamento:	La Paz
Dirección:	Comunidad Ingenio, Cantón Yani, Provincia Larecaja
Clasificación de la actividad:	
Actividad general:	INDUSTRIA MINERA
Actividad primaria:	Exploración, explotación y extracción de mineral Aurífero.

Fuente: Elaboración en base a datos de la Cooperativa

2.1.4. Estructura Organizacional de la Cooperativa

A continuación, se presenta el organigrama de Cooperativa, con la consideración que los dirigentes son rotativos anualmente. La cantidad de dirigentes a cargo de la Cooperativa varía entre 16 a 20 dirigente de acuerdo a requerimientos y necesidades de la Cooperativa y/o Federación Nacional, Regional o Sectorial.

Diagrama 2. Organigrama de la Cooperativa



Fuente: Elaboración en base a datos de la Cooperativa

2.2. Descripción de áreas de la Cooperativa

La Cooperativa trabaja con diferentes áreas.

- ❖ Área de Consejo Administrativo.
- ❖ Área de Tesorería.

- ❖ Área de Control y Vigilancia.
- ❖ Área de Gestión de Campamento
- ❖ Área de Mantenimiento y Maquinaria.

2.2.1. Área de Consejo Administrativo.

Conformado por el Presidente, Vocales, Secretario de Actas quienes se encargan de gestionar los recursos y las necesidades de la Cooperativa.

Los representantes elegidos anualmente se encarguen y responsabilizan del correcto funcionamiento de la Cooperativa. Esta directiva traza las directrices de trabajo anual, previendo los intereses de los 92 socios cooperativistas.

2.2.2. Área de tesorería

El tesorero, junto a los encargados de contabilidad registran, evalúan y reportan al Consejo administrativo, la evaluación y situación económica de la Cooperativa.

2.2.3. Área de Control y Vigilancia

Un encargado es designado para que controle el funcionamiento productivo de las siguientes sub áreas:

- ❖ Exploración
- ❖ Explotación
- ❖ Procesamiento de mineral

Esta persona es la que se encarga de gestionar las necesidades y requerimientos de la parte operativa de la Cooperativa.

2.2.4. Área Gestión de campamento

Se encargan 2 personas para suministrar insumos y necesidades en el campamento, junto al encargado de pulpería, proveen alimentos, dormitorios, servicios a los trabadores de la Cooperativa

2.2.5. Área de Mantenimiento y Maquinaria

Una persona se encarga de controlar y gestionar el mantenimiento de la maquinaria, evaluando las necesidades, los requerimientos de insumos, repuestos de cada área de la Cooperativa.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3. PLANTAS DE PROCESAMIENTO INDUSTRIAL

El diseño de plantas industriales es un trabajo de gestión que implica una correcta coordinación física de todos los elementos industriales, desde lo más insignificante hasta lo más importante, como lo son el personal, equipo, almacenamiento, área, sistemas de manutención de materiales y demás servicios que se necesitaran, ya que se requiere el diseño y la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos para una correcta, segura y satisfactoria producción en torno de la planta industrial.

El desarrollo de nuevas plantas industriales, así como la expansión o re-dimensionamiento de la ya existente, exige el empleo de leyes, principios y teorías de la Ingeniería, adecuadamente combinadas con una valoración práctica de los límites que imponen las condiciones industriales. En este sentido el diseño es un proceso esencialmente creativo. El desarrollo de una planta o de un proceso nuevo a partir de la idea inicial hasta lograr su materialización económicamente factible, es un problema frecuentemente complejo. Sin embargo, esta tarea se puede facilitar en cierta medida si el proyecto de diseño se desarrolla de manera sistemática. La siguiente secuencia es recomendada por diferentes autores.

- i. Concepción del proyecto
- ii. Valoración preliminar económica y de mercado
- iii. Obtención y desarrollo de la información para el diseño final
- iv. Evaluación Económica
- v. Desarrollo de la Ingeniería de detalle
- vi. Gestión de compras de materiales y equipos
- vii. Construcción y montaje

- viii. Puesta en marcha y ensayos iniciales
- ix. Producción.

El problema de diseño de planta consiste en determinar la correcta distribución y más eficiente de un número de departamentos indivisibles con requerimientos de área desigual en el interior de una instalación ya que el objetivo es minimizar los costes dentro de la planta. Resolviendo los problemas de situar los componentes físicos que intervienen en el proceso de fabricación de modo que este sea el más óptimo posible. El éxito para una buena distribución de planta, depende de lograr combinar correctamente la mano de obra, materiales, maquinaria y transporte dentro de las instalaciones de una manera eficiente, en consecuencia, que el orden de las áreas de trabajo y de los equipos sean la más económicas y que a la vez la más seguras y satisfactorias para los trabajadores de tal manera que el proceso productivo sea eficiente

3.1. Descripción del mineral Oro

El oro es un elemento químico cuyo número atómico es 79. Está ubicado en el grupo 11 de la tabla periódica. Es un metal precioso blando de color amarillo dorado. Su símbolo es Au (del latín aurum, 'brillante amanecer'). Además, es uno de los metales más apreciados en joyería por sus propiedades físicas, al tener baja alterabilidad, ser muy maleable, dúctil y brillante, y valorado por su rareza, al ser un metal difícil de encontrar en la naturaleza.

Es un metal de transición blando, brillante, amarillo, pesado, maleable y dúctil. El oro no reacciona con la mayoría de los productos químicos, pero es sensible y soluble al cianuro, al mercurio, al agua regia, al cloro y a la lejía. Este metal se encuentra normalmente en estado puro, en forma de pepitas y depósitos aluviales. Es un elemento que se crea gracias a las condiciones extremas en el núcleo colapsante de las supernovas. Cuando la reacción de una fusión nuclear cesa, las capas superiores de la estrella se desploman sobre el núcleo estelar, comprimiendo y calentando la materia hasta el punto de que los núcleos más ligeros, como por ejemplo el hierro, se fusionan para dar lugar a los metales más pesados

uranio, oro, etc.). Un estudio sugiere que el oro del planeta provino de la colisión de estrellas de neutrones.¹⁰

Los depósitos primarios de oro en la corteza se forman a partir de gases y líquidos muy calientes, metasomáticos, que se elevan desde el interior de la Tierra, los cuales se trasladan a la superficie a través de fallas de la corteza terrestre.

3.1.1. Propiedades del mineral aurífero

El oro exhibe un color amarillo en bruto. Es considerado como el metal más maleable y dúctil que se conoce. Una onza troy (31,10 g) de oro puede moldearse en una lámina que cubra 28 m². Como es un metal blando, son frecuentes las aleaciones con otros metales con el fin de proporcionarle dureza.

Además, es un buen conductor del calor y de la electricidad, y no le afecta el aire ni la mayoría de los agentes químicos. Tiene una alta resistencia a la alteración química por parte del calor, la humedad y la mayoría de los agentes corrosivos, y así está bien adaptado a su uso en la acuñación de monedas y en la joyería.

El oro es sumamente inactivo. Es inalterable por el aire, el calor, la humedad y la mayoría de los agentes químicos, aunque se disuelve en mezclas que contienen cloruros, bromuros o yoduro. También se disuelve en otras mezclas oxidantes, en cianuros alcalinos y en agua regia, una mezcla de ácido nítrico y ácido clorhídrico. Una vez disuelto en agua regia, se obtiene ácido cloroáurico, que se puede transformar en oro metal con disulfito de sodio. El oro se vuelve soluble al estar expuesto al cianuro.

¹⁰ Portal CNN en español. Landau, Elizabeth (18 de julio de 2013). Todo el oro del planeta provino de la colisión de estrellas de neutrones. <https://cnnespanol.cnn.com/2013/07/18/todo-el-oro-del-planeta-provino-de-la-colision-de-estrellas-de-neutrones/>

3.1.2. Aplicación del mineral

El consumo mundial de oro nuevo producido es aproximadamente el 50% en joyería, el 40% en inversiones y el 10% en la industria.¹¹

El oro puro o de 24 kt (quilates) es demasiado blando para ser usado normalmente y se endurece aleándolo con plata y/o cobre, con lo cual podrá tener distintos tonos de color o matices. El oro y sus muchas aleaciones se emplean bastante en joyería, en relación con el intercambio monetario (para la fabricación de monedas y como patrón monetario), como mercancía, en medicina, en alimentos y bebidas, en la industria, en electrónica y en química comercial.

El oro se conoce y se aprecia desde tiempos remotos, no solamente por su belleza y resistencia a la corrosión, sino también por ser más fácil de trabajar que otros metales y menos costosa su extracción. Debido a su relativa rareza, comenzó a usarse como moneda de cambio y como referencia en las transacciones monetarias internacionales. Hoy por hoy, los países emplean reservas de oro puro en lingotes que dan cuenta de su riqueza.

En joyería fina se denomina oro alto o de 18 kt aquel que tiene 18 partes de oro y 6 de otro metal o metales (75 % en oro), oro medio o de 14 kt al que tiene 14 partes de oro y 10 de otros metales (58,33 % en oro) y oro bajo o de 10 kt al que tiene 10 partes de oro por 14 de otros metales (41,67 % en oro). En joyería, el oro de 18 kt es muy brillante y vistoso, pero es caro y poco resistente al desgaste; el oro medio es el de más amplio uso en joyería, ya que es menos caro que el oro de 18 kt y más resistente al desgaste por las aleaciones que contiene, y el oro de 10 kt es el más simple. Debido a su buena conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión, así como una buena combinación de propiedades químicas y físicas, se comenzó a emplear a finales del siglo xx como metal en la industria.

¹¹ Portal Oil Price. Andy Soos (6 de enero de 2011). El auge de la minería de oro aumenta el riesgo de contaminación por mercurio. <https://oilprice.com/Metals/Gold/Gold-Mining-Boom-Increasing-Mercury-Pollution-Risk.html>

En joyería se utilizan diferentes aleaciones de oro alto para obtener diferentes colores, a saber:

Oro azul = 75% de oro y 25% de hierro.

Oro gris = 75% de oro, 15% de níquel y 10% de cobre.

Oro rojo = 75% de oro y 25% de cobre.

Oro rosa = 75% de oro, 5% de plata y 20% de cobre.

Oro amarillo = 75% de oro, 12,5% de plata y 12,5% de cobre.

Oro verde = 75% de oro y 25% de plata.

Oro blanco = 75% de oro, 16% de paladio y 9% de plata.

En la actualidad se le ha dado algunos usos terapéuticos: algunos tiolatos (o parecidos) de oro (I) se emplean como antiinflamatorios en el tratamiento de la artritis reumatoide y otras enfermedades reumáticas.¹¹ No se conoce bien el funcionamiento de estas sales de oro. El uso de oro en medicina es conocido como crisoterapia.

3.1.2.1. Otras aplicaciones

- ❖ El oro ejerce funciones críticas en comunicaciones, naves espaciales, motores de aviones de reacción y otros muchos productos.
- ❖ Su alta conductividad eléctrica y su resistencia a la oxidación han permitido un amplio uso como capas delgadas electro depositadas sobre la superficie de conexiones eléctricas para asegurar una conexión buena, de baja resistencia.
- ❖ Como la plata, el oro puede formar fuertes amalgamas con el mercurio que a veces se emplean en empastes dentales.
- ❖ El oro coloidal (nano partículas de oro) es una solución intensamente coloreada que se está estudiando en muchos laboratorios con fines médicos y biológicos. También es la forma empleada como pintura dorada en cerámicas.
- ❖ El ácido cloro áurico se emplea en fotografía.
- ❖ El isótopo de oro ^{198}Au , con un periodo de semi desintegración de 2,7 días, se emplea en algunos tratamientos de cáncer y de otras enfermedades.

- ❖ Se emplea como recubrimiento de materiales biológicos que puede mirarse a través del microscopio electrónico de barrido (SEM).
- ❖ Se emplea como recubrimiento protector en muchos satélites debido a que es un buen reflector de la luz infrarroja.
- ❖ En la mayoría de las competencias deportivas se entrega una medalla de oro al/a la deportista del primer lugar, una de plata a la del segundo lugar y una de bronce a la del tercer lugar.
- ❖ Se ha iniciado su uso en cremas faciales.
- ❖ Se utiliza para la elaboración de flautas traveseras finas, debido a que se calienta con mayor rapidez que otros materiales, lo que facilita la interpretación del instrumento.
- ❖ Se usó en los primeros cables eléctricos en vez del cobre, debido a su gran conductividad eléctrica. Sin embargo, se sustituyó por la plata, debido a que se producían robos, lo que también condujo a la decisión de sustituir la plata por cobre.

3.2. La Minería del Oro

Debido a que es relativamente inerte, se suele encontrar como metal, a veces como pepitas grandes, pero generalmente se encuentra en pequeñas inclusiones en algunos minerales, vetas de cuarzo, pizarra, rocas metamórficas y depósitos aluviales originados de estas fuentes. El oro está ampliamente distribuido y a menudo se encuentra asociado a los minerales cuarzo y pirita, y se combina con telurio en los minerales calaverita, silvanita y otros. Los romanos extraían mucho oro de las minas españolas, pero hoy en día muchas de las minas de este país están agotadas.

El oro se extrae por lixiviación con cianuro o por amalgamación con mercurio. El uso del cianuro facilita la oxidación del oro formándose $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ en la disolución. Para separar el oro se vuelve a reducir empleando, por ejemplo, cinc. Se ha intentado reemplazar el cianuro por algún otro ligando debido a los problemas medioambientales que genera, pero o no son rentables o también son tóxicos.

3.2.1. Técnicas de extracción del Oro

Bateo

Se utiliza un recipiente cóncavo de poca profundidad, similar a un plato hondo de unos 25 a 35 centímetros de diámetro. Años atrás estos recipientes o bateas eran de metal, pero ahora se usan también de plástico.

El procedimiento consiste en llenar el recipiente con la arena y gravilla que contiene oro, sumergirlo en agua y agitarlo. El oro, al ser más denso que la arena y la roca, se asienta en el fondo del recipiente.

El material generalmente se obtiene en las orillas de los arroyos, ríos o playas aprovechando esta misma agua para separar el oro, pero también suelen hallarse yacimientos en lechos de arroyos o ríos secos, en cuyo caso es necesaria una fuente auxiliar de agua.

Para determinar la riqueza en oro en los minerales de las vetas o filones, se utiliza una pequeña batea de unos 20 centímetros de diámetro similar a un cucharón, que en otros países como, por ejemplo: Chile y Argentina se le suele llamar "uña"; se muele el mineral medianamente fino, se coloca un puñado en la uña, se agita con agua y el oro se asienta en el fondo. De esta manera se puede calcular la cantidad de oro que contiene el mineral.

El bateo o panning es la técnica más sencilla para la búsqueda de oro y suele usarse en forma individual pero no es comercialmente viable para extraer el oro de los grandes depósitos, salvo que los costos de estas labores sean muy bajos. A menudo se comercializan como atracción turística en las primeras compañías de oro.

Detector de metales

Con un detector de metales, una persona camina alrededor de un área de exploración y recibe señales sonoras que indican la presencia de algún metal por debajo de la superficie que no siempre es oro. El sensor puede dar una medida positiva de una cantidad indeterminada de metal, hasta una profundidad de un metro por debajo de la superficie.

Como el dispositivo es fácil de operar y de gran movilidad, este método de prospección es muy popular entre los excavadores de oro.

Tamización

Tamización para separar la arena/grava del resto de piedras. En los años 1970, hubo avances que han promovido el uso del carbón en la extracción de oro de la solución de filtración. El oro es absorbido por la matriz porosa del carbono. El carbón activo tiene una superficie interna tan grande que quince gramos (media onza troy), podrían cubrir 18,000 m². El oro puede ser separado del carbono mediante el uso de una solución fuerte de alcohol, soda cáustica y cianuro. A este se le conoce como la lixiviación o desorción. El oro se adhiere a lana de acero por medio de electro-obtención. Unas resinas de oro específicas también pueden ser utilizadas en lugar de carbón activo o donde se requiera la separación selectiva de oro, de cobre o de otros metales disueltos.

Proceso con cianuro

La extracción de oro o metal con cianuro se puede utilizar en zonas donde haya finas rocas que contienen oro. La solución de cianuro de sodio se mezcla con rocas finas, que anteriormente se haya comprobado que puedan contener oro y/o plata. Para lograr que se separen de las rocas en forma de solución de carburación del oro y/o carburación de plata, se le añade zinc a la solución, lo que precipita los residuos de zinc y también los de metales deseados como el oro y la plata. Se elimina el zinc con ácido nítrico o ácido sulfúrico, dejando la plata y/o barras de oro, que generalmente se funden en lingotes que luego son enviados a una refinería de metales para su transformación final con agua para convertirlos en metales puros en un 99,9999 %. Medgold fue una de las primeras empresas en utilizar este método.

La técnica con cianuro es muy simple y sencilla de aplicar, también es un método muy popular para el procesamiento de oro y plata de bajo grado. Como en la mayoría de los procesos químicos industriales, existen riesgos ambientales que se presentan con este método de extracción, además de la alta toxicidad del cianuro en sí.

Una situación en la que este problema se presentó fue en el desastre ambiental que hubo en Europa Central y Oriental en el año 2000 (Derrame de cianuro de Baia Mare de 2000), cuando durante la noche del 30 de enero, de una presa en una instalación de una mina de oro en Rumanía se liberaron aproximadamente 100 000 m³ de aguas residuales contaminadas con metales pesados de hasta 120 toneladas de cianuro en el Tisza. El proyecto se diseñó para procesar residuos procedentes de antiguas actividades mineras que eran causa de graves problemas ambientales. Para hacerlo económicamente viable se extraía el oro de esos residuos para reducir costos, y en vez de neutralizar el cianuro se reciclaba el agua cianurada, que fue la causa de la alta concentración de cianuro al romperse la presa.

Por amplia mayoría, los eurodiputados dictaron una resolución que cuestiona duramente la extracción de minerales con cianuro. Advirtieron sobre los riesgos para la salud y el medio ambiente y pidieron la “prohibición total” del uso del cianuro en los 27 Estados miembro.¹² Peticiones semejantes se dan en diversos países latinoamericanos como Argentina, Uruguay y Perú, llevados adelante por organizaciones medioambiental. Por otro lado, los gobiernos de la región, Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay y Ecuador, con la adhesión de Brasil, firmaron en Buenos Aires la Declaración Minera del Mercosur, que rechaza las restricciones comerciales e industriales impulsadas por la Unión Europea a actividades productivas como la minería.¹³

Las operaciones pequeñas de minería

Mientras que las grandes corporaciones producen la mayor cantidad de oro, decenas de miles de personas trabajan de forma independiente en las operaciones artesanales más pequeñas, en algunos casos de manera ilegal.

¹² Portal web, Pagina 12. (9 de julio de 2010). Rechazo en Europa a la minería con cianuro. <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-149146-2010-07-09.html>

¹³ Portal Noalamina. (18 de junio de 2010). Mercosur rechaza restricciones al cianuro en Europa. <https://web.archive.org/web/20130203120316/http://www.noalamina.org/mineria-latinoamerica/mineria-general/mercosur-rechaza-restricciones-al-cianuro-en-europa>

Entre ellos están los galamseys (nombre de los trabajadores independientes en Ghana) cuya cantidad oscila entre 20,000 a 50,000. A estos trabajadores se les llama Orpailleurs en los países francófonos vecinos.

La extracción de oro en la cultura popular o minería en pequeña escala con Mercurio

Los minerales extraídos de las vetas o filones que tienen una buena concentración de oro, especialmente de partículas libres y granuladas, se mezclan con agua y se muelen en unas piedras llamadas quimbaletes, las que tienen una concavidad que permite usarlas como un mortero.

A continuación, se agrega mercurio para formar una amalgama con el oro, la que es separada del resto colándola a través de una tela fina. Luego se refoga o quema la amalgama para evaporar el mercurio, quedando el oro en forma de bolas, cuyo tamaño depende de la cantidad de metal existente en el mineral.

3.2.2. Etapas del proceso de Explotación Minera

La etapa para la explotación Minera varía según el tipo de yacimiento y según el tipo de mineral que se desee explotar.

Generalmente el proceso de explotación Minera tiene las siguientes etapas:

Explotación: procesos de extracción del mineral en la mina.

Carga: carguío del mineral en los camiones.

Transporte: desplazamiento del mineral hasta los lugares donde se procesa.

Chancado o trituración: se realizan en centros especializados donde se machacan las rocas para obtener los minerales.

Refinamiento: es la transformación y purificación de los minerales mediante técnicas como la fundición.

Comercialización: Compra, venta y distribución del producto.

Reciclaje: después de la vida útil del material se funde para darles nuevos usos.

3.2.3. El Valor del oro en la historia

- ❖ Su uso especulativo ha creado una burbuja de oro que estalló el 16 de abril de 2013, que fue una jornada histórica en la que el precio de la onza se desplomó un 9 %, el mayor descenso en un solo día desde 1983 (el mayor en 30 años), pero en dos sesiones ha bajado un 13,5 %, con lo que el precio de la onza quedó en 1351 dólares. En lo que va de año 2013, acumula bajadas de casi un 20 % (19,5 %).
- ❖ Tras el mínimo de noviembre de 2013, en el que se alcanzó la cifra de 1187 dólares por cada onza de oro, un mínimo que no se alcanzaba desde 2010, el año 2014 empezó con una dinámica positiva que colocó el precio del oro por encima de los 1400 dólares apenas llegados a febrero de 2014, un aumento del 24 % muy importante en los primeros meses de 2014. a partir de abril comenzó un paulatino descenso durante diciembre de 2015 llegó a un mínimo histórico de 1180 dólares la onza, inició un leve ascenso durante 2016 y 2019 entre un rango variable de 1200 y 1400 dólares la onza. a partir de 2019 inició un ascenso que no ha parado hasta agosto de 2020.
- ❖ El martes 4 de agosto de 2020, los precios del oro alcanzaron los 2000 dólares la onza por primera vez en la historia, al ser visto como un activo refugio en medio de la incertidumbre económica causada por la crisis del COVID-19. Para el cierre del año 2020 el precio del oro quedó en 1893.84 dólares la onza.
- ❖ Para marzo de 2021 el precio de la onza de oro marcaba los 1740.99 dólares la onza. A mediados de mayo la onza alcanza 1.911,56 dólares
- ❖ El oro tocó su máximo histórico en agosto de 2020, cuando cotizó en 2.075 dólares, y con la invasión de Ucrania, en marzo de 2022, llegó hasta los 2.070 dólares. En abril de 2023 el precio de la onza de oro alcanza US \$ 2 025

3.3. Planta de procesamiento de mineral

El diseño de plantas industriales es un trabajo de gestión que implica una correcta coordinación física de todos los elementos industriales, desde lo más insignificante hasta lo más importante, como lo son el personal, equipo, almacenamiento, área, sistemas e manutención de materiales y demás servicios que se necesitaran, ya que se requiere el

diseño y la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos para una correcta, segura y satisfactoria producción en torno a la planta industrial.

El problema de diseño de planta consiste en determinar la correcta distribución y más eficiente de un número de departamentos indivisibles es minimizar los costes dentro de la planta. Resolviendo los problemas de situar los componentes físicos que intervienen en el proceso de fabricación de modo que este sea el más óptimo posible.

El éxito para una buena distribución de planta, depende de lograr combinar correctamente la *mano de obra, materiales, maquinaria y transporte dentro de las instalaciones de una manera eficiente*, en consecuencia, que el orden de las áreas de trabajo y de los equipos sean la más económicas y que a la vez la más seguras y satisfactorias para los trabajadores de tal manera que el proceso productivo sea eficiente.¹⁴

La planta de procesamiento de mineral de oro tiene como finalidad el procesamiento de varias etapas hasta obtener Concentrado de este metal. Este Concentrado es luego procesado en fundiciones o plantas químicas para obtener oro en la forma de barras o lingotes.

3.3.1. Señalización e Iluminación de Plantas de procesamiento

3.3.1.1. Señalización Industrial

Existe la necesidad de normalizar un sistema que transmita una información sobre la seguridad y que podamos reducir a un mínimo posible el uso de palabras para lograr el entendimiento.

Según la Norma Boliviana NB 55001: Establece la identificación de los colores de seguridad y los principios de diseño de las señales de seguridad usadas en los lugares de trabajo, con el propósito de informar sobre prohibición, advertencia, obligación, salvamiento, evacuación, entre otros.

¹⁴ Bocángel Weydert G. A., Rosas Echeveria C. W., Bocángel Marin G. A., (2021) "INGENIERIA INDUSTRIAL – INTRODUCCION AL DISEÑO DE PLANTAS" Primera Edición 2021. p. 22

Características de las señales

para que toda señalización sea eficaz y cumpla su finalidad debe emplazarse en el lugar adecuado a fin de que:

- ❖ Atraiga la atención de quienes sean los destinatarios de información
- ❖ De a conocer la información con suficiente antelación para poder ser cumplida
- ❖ Sea clara y con una interpretación única.
- ❖ Informe sobre la forma de actuar en cada caso concreto
- ❖ Ofrezca la posibilidad real de cumplimiento.
- ❖ La señalización debe permanecer en tanto persiste la situación que la motiva

3.3.1.2. Iluminación Industrial

Cuando se hace referencia a la iluminación se debe considerar tanto la iluminación natural como la iluminación artificial. A la hora de diseñar un área de trabajo siempre se deben considerar ambas. La luz natural causa menor fatiga visual que la iluminación artificial. Por eso, en la actualidad se han desarrollado técnicas que maximizan el aprovechamiento de la luz natural. Muchos proyectos de centros de trabajo tienen en consideración tragaluces, ventanales, etc. Las principales ventajas de la iluminación natural son las siguientes:

- ❖ Produce menor cansancio a la vista.
- ❖ Permite apreciar los colores tal y como son.
- ❖ Es la más económica.
- ❖ Psicológicamente un contacto con el exterior a través de una ventana, por ejemplo, produce un aumento del bienestar.
- ❖ Salvo en situaciones muy concretas en las que el trabajador se encuentre situado en una determinada posición e incida un haz de luz de forma directa, la iluminación natural suele producir un deslumbramiento tolerable.¹⁵

¹⁵ Alvarez, T., (2015). "Iluminación en el puesto de trabajo". Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo [Archivo PDF]

La iluminación artificial se debe usar cuando no se puede emplear la luz natural o, como ocurre en la mayoría de los casos, para complementar la luz natural. La calidad de la luz artificial será mejor cuanto más próximo esté el espectro de esa luz al que produce el sol. A la hora de evaluar o adecuar una iluminación artificial en un puesto de trabajo se deben considerar aspectos relacionados con el trabajador, con el tipo de tarea que vaya a desempeñar y los propiamente relacionados con la iluminación. Por un lado, la iluminación se produce gracias a unas lámparas, que son las que van a emitir la luz; esas lámparas se encontrarán colocadas en unas luminarias concretas que modificarán las características de la luz y formarán parte de todo un sistema de iluminación que también modificará las características de la luz conseguida en el local. Todos estos aspectos se deberán considerar, pues un fallo en uno solo hará que la iluminación no sea la adecuada. Si las lámparas no emiten suficiente flujo luminoso, si hay zonas donde no se dispone de luminarias, si la luz no es la adecuada para la tarea del trabajador, sólo uno de estos aspectos será suficiente para que la luz no sea adecuada y se deba rectificar.

3.3.1.3. Nivel de iluminación recomendado

Se conoce también como iluminancia. Es el cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto por el área de ese elemento. Se representa con el símbolo # y su unidad es Lux¹⁶

Se expresa mediante la formula

$$E = \frac{\phi}{S}$$

E es el nivel de iluminación expresa en luxes

ϕ es el flujo luminoso incidente en una superficie en lúmenes

S es la superficie en m²

¹⁶ Alvarez, T., (2015). "Iluminación en el puesto de trabajo". Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo [Archivo PDF]

Según la norma boliviana NB 51002:2012 “Condiciones mínimas de niveles de iluminación en los lugares de trabajo”, existen niveles de iluminación dependiendo del tipo y lugar de trabajo.

Para actividades difíciles de exigentes requerimientos visuales, podrán consultar y/o adoptar normas específicas

3.3.1.4. Metodología para identificación de cantidad de puntos a medir

Para calcular el nivel de iluminación promedio en una estación de trabajo a partir de una constante se debe determinar en función de una fórmula

$$K = \frac{A * L}{h (A + L)}$$

Donde

L es el largo del salón

A es el ancho del Salón

H es la altura de las luminarias sobre el plano útil

3.4. Tipos de distribución de plantas industriales

Según Muther R. (1970) debemos comprender claramente lo que significa producción. Previa a la clasificación de la distribución de plantas. Podemos afirmar que la producción es el resultado obtenido de un conjunto de hombres, materiales y maquinaria, que actúan bajo alguna forma de dirección. Los hombres trabajan sobre el material con ayuda de la maquinaria.

Las diferentes combinaciones de posibilidades de movimiento entre los tres elementos del proceso, llevara a una disposición de una planta u otra. Por ejemplo:

- ❖ Movimiento de personas y maquinas, como por ejemplo en la construcción de un buque.
- ❖ Movimiento de materiales y personas, como el proceso que se da en un taller de mantenimiento.

- ❖ Movimiento de materiales, personas y maquinas en el caso de almacenes de distribución (Centros Europeos de Empresas Innovadoras, 2008).

Entonces, la forma de organización del proceso productivo resulta determinante para la selección del tipo de distribución de planta. Este criterio es el que tradicionalmente se sigue para la clasificación de las distintas distribuciones en planta, por el cual para el desarrollo de este libro adoptaremos esta forma. ***Debemos destacar que existen tres formas básicas para la distribución de una planta: orientadas al producto, que se asocian a configuraciones continuas o repetitivas, las orientadas al proceso asociadas a las configuraciones por lotes y finalmente las distribuciones por posición fija, correspondientes a las configuraciones por proyecto.*** Como se lee, los diseños de cada uno de estos se diferencian entre sí de acuerdo con los siguientes tres factores:

- ❖ Producto: Se revisa si es un solo producto o si son productos estandarizados, ya sea este varios productos o un producto a pedido.
- ❖ Cantidad. Se debe evaluar si se requieren grandes volúmenes de producción, cantidades intermitentes o solo una unidad. (Díaz Garay, Jarufe Zedán, & Noriega Aranibar, 2014, p. 113)
- ❖ Proceso productivo. Si la producción es continua, por lotes (batch) o por proyectos. (Díaz Garay, Jarufe Zedan, & Noriega Aranibar, 2014)¹⁷

3.4.1. Ubicación fija

Es la distribución en planta en la que el material permanece en su ubicación definida desde el inicio del proceso. El personal, el equipo y materiales que se necesitan serán los que realicen todos los movimientos. También se denomina “proceso unitario”, es recomendable cuando el proceso no pueda realizarse de otra forma por limitaciones técnicas, construcción, fabricación de elementos tremendamente voluminosos (construcción naval, aeronáutica, material ferroviario, obras de construcción, etc.) (Centros Europeos de Empresas Innovadoras, 2008).

¹⁷ Bocángel Weydert G. A., Rosas Echeveria C. W., Bocángel Marin G. A., (2021) “INGENIERIA INDUSTRIAL – INTRODUCCION AL DISEÑO DE PLANTAS” Primera Edición 2021. p. 22

3.4.2. Fabricación por procesos

La distribución en planta por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes (por ejemplo: muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones o por talleres. En ellas, los distintos ítems tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención. La variedad de productos fabricados supondrá, por regla general, diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres. A esta dificultad hay que añadir la generada por las variaciones de la producción a lo largo del tiempo que pueden suponer modificaciones (incluso de una semana a otra) tanto en las cantidades fabricadas como en los propios productos elaborados. Esto hace indispensable la adopción de distribuciones flexibles, con especial hincapié en la flexibilidad de los equipos utilizados para el transporte y manejo de materiales de unas áreas de trabajo a otras. (UPV, 2018).

3.4.3. Línea de Producción

El producto se fabrica en un área determinada, el material se mueve según la secuencia de operaciones desde la materia prima hasta el producto final. Se dispone cada operación adyacente a la siguiente. Las máquinas y equipos utilizados independientemente del proceso que realicen, estarán colocados siguiendo el Flujo de Producción. (CIDETER)

3.5. Tamaño de planta

La determinación del tamaño de planta se encontrará tomando en cuenta la determinación de la superficie necesaria para la realización de las operaciones. Es la capacidad nominal de producción de una planta industrial. Se utiliza también el término capacidad de diseño, para referirse al tamaño de una planta industrial. Ambos términos se refieren a la máxima cantidad que es posible producir, sin forzar la planta. La determinación del tamaño de planta industrial (y por lo tanto el tamaño del proyecto) es para conformar el estudio económico de todo proyecto de factibilidad. El tamaño de la planta incide sobre el nivel

de inversiones y costos que se calcularán, así como sobre la rentabilidad que podría generar la implementación del proyecto.

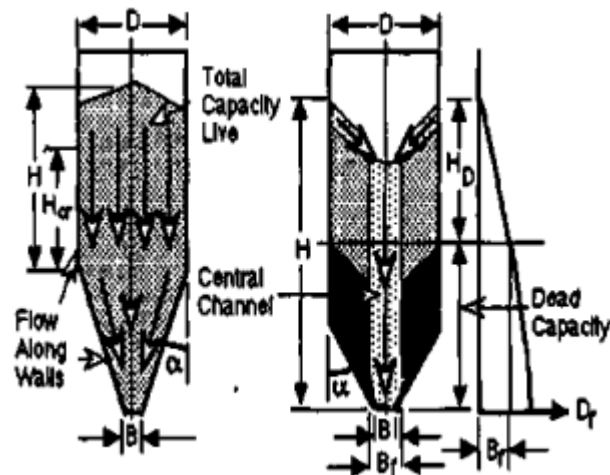
3.6. Equipo y Maquinaria de procesamiento de mineral aurífero

Los distintos equipos, se combinan y complementan para crear instalaciones completas que permitan una correcta explotación y procesamiento del material extraído.

3.6.1. Buzones o Embudos para el acopio de mineral

El acopio de minerales a granel en pilas o stockpiles es una forma económica y segura de almacenar grandes cantidades de mineral chancado ya sea grueso y/o fino. La capacidad de almacenamiento de un acopio puede alcanzar varias toneladas dependiendo de la geometría y el diseño. El principal objetivo de los stockpiles es proveer una capacidad pulmón entre la mina y la planta concentradora o planta de molienda, y asegurar un flujo de alimentación continuo, uniforme y controlado a los equipos aguas-abajo.¹⁸

Figura 3. Flujo másico y flujo de embudo



Fuente: Mejoramiento de la gestión de carga viva en acopio los colorados, minera Escondida Ltda. Universidad de Chile, departamento de ingeniería de minas

¹⁸ Wilhelm, S. S. (2013). Mejoramiento De La Gestión De Carga Viva En Acopio Los Colorados, Minera Escondida Ltda. Universidad De Chile, Departamento De Ingeniería De Minas

Flujo másico: Este tipo de flujo ocurre cuando las paredes de la tolva son lo suficientemente inclinadas y suaves para forzar al material a deslizar sobre ellas. En una tolva de flujo másico, está en movimiento todo el volumen de mineral cada vez que se extrae mineral desde la apertura. Este flujo garantiza la descarga completa del contenido del acopio a tasas predecibles de flujo y tiene un patrón first-in, first-out, con la habilidad de mezclar el mineral durante la descarga. Tres consideraciones son importantes en el diseño de tolvas de flujo másico: la rugosidad e inclinación de las paredes de la tolva necesarias para forzar al material a deslizar sobre ellas, las dimensiones de la apertura para obtener la tasa de extracción requerida sin la formación de arcos (por entrelazado y/o cohesivos).

Flujo embudo: Este tipo de flujo ocurre en stockpiles, silos de fondo plano y/o tolvas cuando sus paredes no son lo suficientemente inclinadas ni suaves para forzar al material a deslizar sobre ellas, o cuando la apertura de descarga no es completamente efectiva. En este caso, el material fluye hacia la apertura de descarga a través de un canal de flujo que se forma dentro de material estacionario. Con materiales cohesivos y cuando la apertura de descarga es completamente efectiva, este canal de flujo es casi vertical y de diámetro similar al diámetro de la apertura de descarga en el caso de tolvas cónicas, o a la diagonal en caso de tolvas con aberturas cuadradas o rectangulares. Además, este canal de flujo será estable si su diámetro es menor que el diámetro crítico de rathole. Con materiales de alta fluidez y cuando la apertura de descarga es completamente

3.6.2. Bandas transportadoras para minería

Son sistemas mecánicos esenciales utilizados en la industria minera para el traslado eficiente y seguro de materiales a granes. Como minerales, rocas y otros elementos, al largo de distancias variables y terrenos desafiantes.

3.6.2.1. Tipos de bandas transportadoras para la industria de la minería

En la industria minera, existen varios tipos de bandas transportadoras diseñadas para satisfacer diversas necesidades y condiciones operativas. Algunos de los tipos más comunes de bandas transportadoras utilizadas en minería son:

1. **Bandas Transportadoras de Caucho Textil:** Estas son las bandas más tradicionales y versátiles en la industria minera. Están compuestas por capas de tela de algodón, nylon o poliéster recubiertas con caucho. Son adecuadas para transportar una amplia gama de materiales y son resistentes a la abrasión, lo que las hace ideales para aplicaciones en minas a cielo abierto y canteras.
2. **Bandas Transportadoras de Caucho con Refuerzo de Cable de Acero:** Estas bandas cuentan con cables de acero incrustados en el caucho, lo que les confiere una alta resistencia a la tracción y la capacidad de transportar materiales a granel de gran peso. Son utilizadas en operaciones mineras que manejan cargas pesadas y en aplicaciones donde se requiere resistencia a la tensión y al impacto.
3. **Bandas Transportadoras de PVC y PU:** Estas bandas están fabricadas con polímeros como PVC (cloruro de polivinilo) o PU (uretano). Son conocidas por su resistencia a productos químicos y su durabilidad. Se utilizan en situaciones donde la resistencia a la humedad y los químicos es esencial.
4. **Bandas Transportadoras para Altas Temperaturas:** Para entornos mineros que involucran altas temperaturas, se utilizan bandas con materiales resistentes al calor, como elastómeros de silicona o caucho de alta temperatura. Estas bandas son esenciales en operaciones como fundiciones y procesos metalúrgicos.
5. **Bandas Transportadoras con Perfiles:** Estas bandas cuentan con perfiles elevados en la superficie para evitar el deslizamiento de materiales a granel inclinados. Son útiles en áreas donde el transporte inclinado es necesario, como en la transferencia de material de una altura a otra.
6. **Bandas Transportadoras Resistentes a la Abrasión:** Diseñadas para soportar ambientes abrasivos y cargas agresivas, estas bandas incorporan materiales resistentes al desgaste, como caucho de alta abrasión y compuestos especiales. Son ideales para transportar materiales como minerales y rocas duras.
7. **Bandas Transportadoras Resistentes a la Llama:** En minas de carbón y otros entornos potencialmente explosivos, se utilizan bandas resistentes a la llama para minimizar los riesgos de incendio y explosión en caso de situaciones peligrosas.

Estos son solo algunos ejemplos de los tipos de bandas transportadoras utilizadas en la industria minera. La elección de la banda adecuada dependerá de factores como el tipo de material a transportar, el entorno operativo, las condiciones de carga y la seguridad requerida.¹⁹

Fórmula para calcular la capacidad de una banda transportadora

Al tener presentes todos los aspectos mencionados anteriormente y tener clara su importancia, es hora de calcular la capacidad real del sistema, para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$IVM = Ivt * Pe * K * K1) * V$$

A continuación, aclaramos los valores que se toman en cuenta para esta fórmula:

- IVM capacidad total (t/h)
- Ivt: capacidad volumétrica (m³/h)
- Pe: peso específico del material (t/m³)
- K: factor de corrección por inclinación
- K1: factor de corrección por alimentación
- V: velocidad de la banda en m/s

3.6.3. Molino de Bola

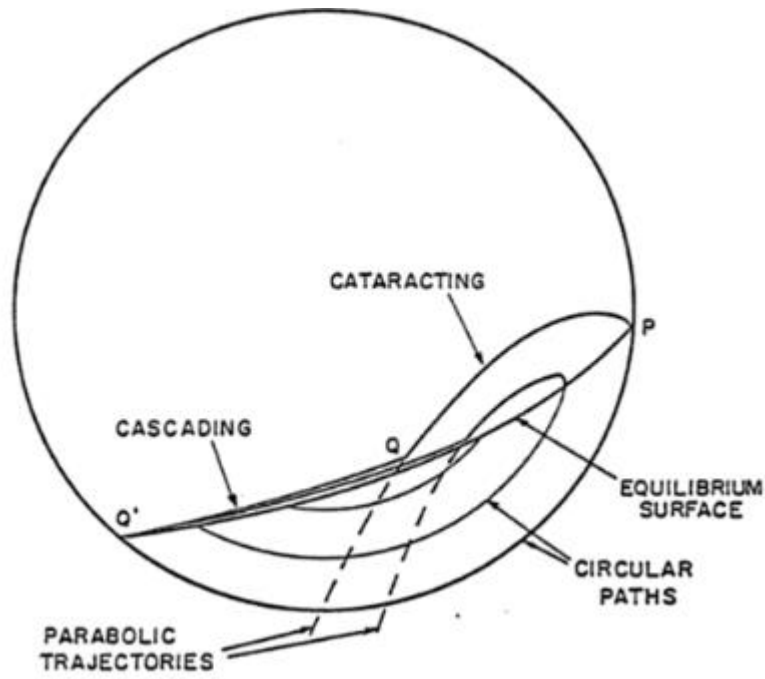
Todos los tipos de molino consisten esencialmente de cilindros rotatorios con los lados planos o cónicos, y usan bolas de acero, barras de acero o pebbles como medios de molienda.

El término “molino de bolas” se usa generalmente para referirse a un molino cilíndrico cuya longitud es igual o más gran que su diámetro. Fue inicialmente desarrollado para la

¹⁹ Portal web Semaiq. (28 de agosto de 2023). Bandas transportadoras para la industria de la minería. <https://semaiq.com/bandas-transportadoras-para-mineria/>

molienda gruesa, pero usándolo en circuito cerrado con un clasificador su uso ha estado extendido para la molienda fina.

Figura 4. Molienda al interior del Molino



Fuente: Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

La molienda que tiene lugar en molinos de este tipo está usualmente adscrita para dos acciones, el impacto y la atrición, aunque algunos autores no creen que una línea de demarcación puede trazarse entre las dos acciones.

Asumiendo que el correcto medio de molienda se ha determinado, la energía neta puede variarse al cambiar:

- ❖ El peso total de los medios de molienda
- ❖ La velocidad del molino
- ❖ El tamaño de la descarga
- ❖ El porcentaje de sólidos en la pulpa

El volumen de la carga es limitado a un máximo de aproximadamente 50 por ciento del volumen del molino. Si la carga es demasiado grande, sus cambios de centro de gravedad son demasiado se acercan el axis del molino y la potencia alimentadora cae.

La velocidad del molino está limitada por lo que es conocido como lo “la velocidad crítica.” Ésta es la velocidad en la cual la carga comienza a pegarse a los forros, o empieza a centrifugarse. Es dado por la fórmula.

$$N = \frac{76,5}{\sqrt{d}}$$

N = revoluciones por minuto

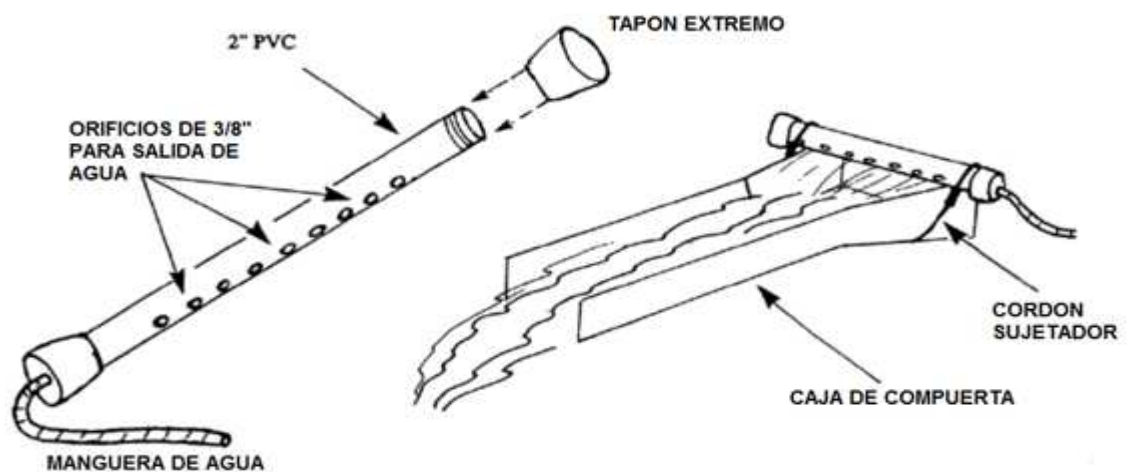
d = diámetro interior en pies

En la practica la velocidad usada varia de 60 a 80% de la velocidad critica, dependiendo además de la preferencia de los operadores y los fabricantes.

3.6.4. Concentración gravimétrica rudimentario (Canaletas de Recuperación)

Son las canaletas recubiertas de planchas de cobre y alfombras de fieltro, destinadas a la recuperación del oro fino y parte de la harina de mercurios.

Figura 5. Distribución de agua hacia las canaletas de cobre



Fuente: Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro

Responsable

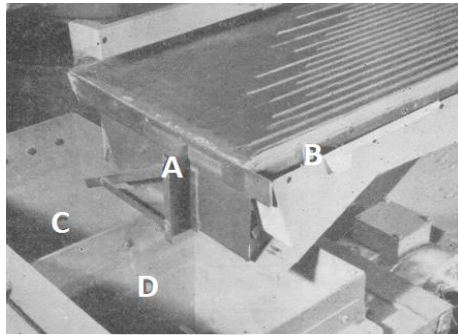
Los orificios se pueden perforar en línea recta a lo largo del tubo distribuidor. Estos deben ser de una pulgada de separación y alrededor de 3/8 de pulgada de diámetro, o más, dependiendo de la cantidad de agua que se necesita. En general, los agujeros de 3/8 de pulgada son correctos, pero pueden ampliarse si es necesario. Este distribuidor de agua se puede sujetar a la cabeza de su compuerta si se va a quedar allí permanentemente, o se puede unir con una cuerda elástica de goma gruesa si se trata de una cuestión temporal. Una de las razones por las que este tipo de esparcidor de agua funciona tan bien es porque es una adaptación a los requerimientos. Otra razón es que la línea de agujeros se puede girar para ajustar la dirección en la que el agua fluye hacia la cabeza de la caja. A veces, es necesario tapar el cabezal de la caja de compuerta, de modo que el agua bombeada solo tenga una forma de fluir a través de la caja.

3.6.5. Mesas de concentración gravimétricas por vibración

La mesa de concentración gravimétrica se usa a escala industrial para limpiar concentrados gravimétricos impuros, y a nivel laboratorio para evaluar la presencia de minerales pesados. El caso más común de uso es el tratamiento de metales preciosos, y de minerales de estaño, oro, etc.

Es importante indicar que la concentración gravimétrica ha sido considerada como el primer método para separar y concentrar materiales pesados. La concentración gravimétrica en mesa se apoya en el hecho que partículas valiosas de tamaño relativamente grueso pueden ser recuperadas un costo bajo. Por ejemplo, la diferencia entre la gravedad específica del oro y la ganga, 19 versus 2.7, hace que la limpieza en la mesa de concentración sea una buena alternativa para la limpieza de concentrados gravimétricos impuros obtenidos por un pulsadora, o por concentrador centrifugo. El uso de la mesa no requiere de equipo complejo, el costo del capital requerido suele ser pequeño, y también, los productos sin valor se podrían descargar al medio ambiente, ya que no tienen reactivos químicos.

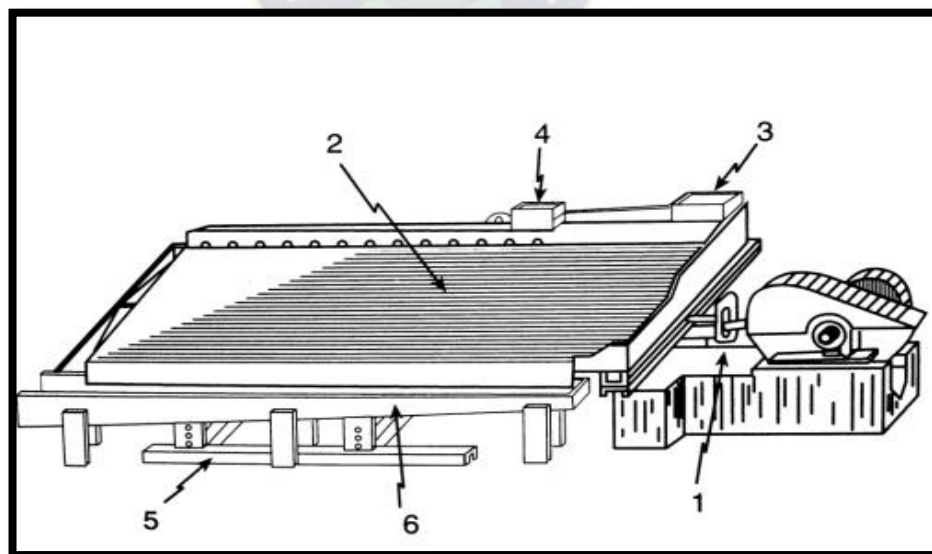
Figura 6. Cortadores de concentrado



Fuente: Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

- A) Cortador Concentrado-Medios;
- B) Cortador Medios-Relaves.
- C) Colector de concentrado
- D) Colector de medios

Figura 7. Efecto del flujo de partículas con desplazamiento lateral



Fuente: Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

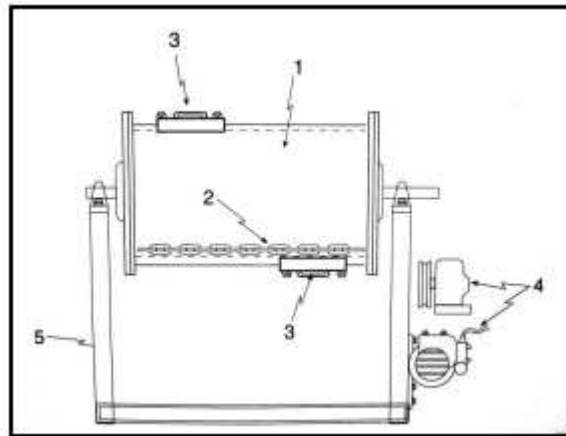
Considere un número de esferas rodando hacia debajo de una superficie ligeramente inclinado y bajo la influencia de una película formada por un flujo de agua. Una cierta cantidad de las esferas (oscuras) representan mineral pesado y los otros (en blanco) son la ganga. La esfera más grande viaja más rápido y la más pequeña más lento, bajo la influencia combinada de del flujo y la caída gravitacional. De dos esferas teniendo la misma densidad, lo más grande se mueve más rápido. En el caso de dos esferas teniendo el mismo diámetro, si la inclinación es relativamente suave y el efecto hidráulico relativamente fuertemente, la esfera más ligera viaja más rápido.

3.6.6. Molino Amalgamador

El amalgamador es un equipo que facilita la amalgamación para la recuperación de oro fino mediante el uso de mercurio y azogue, en un ambiente cerrado. Existe una variedad de tipos de amalgamadores, la presente guía sólo se referirá al más difundido como es el del tipo tambor rotatorio. Uno de los aspectos críticos en esta etapa complementaria del proceso productivo, sin duda es la generación de polvo o harina de mercurio por diferentes razones, entre las principales figuras el exceso de velocidad del tambor y/o la presencia de algunos contaminantes del mercurio o mercuricidas. La producción de polvo de mercurio no solo significa perder mercurio contaminante, sino que las microbolitas también tienen atrapadas partículas de oro finísimo que igualmente se pierden en las colas.²⁰

²⁰ Hentschel, T., (octubre 2019). Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

Diagrama 3. Molino o tambor amalgamador



Fuente: Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

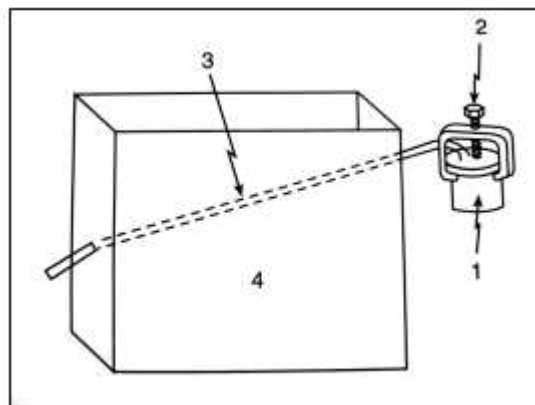
1. Tambor o recipiente giratorio (algunas veces revestido interiormente con goma).
2. Objetos de frotamiento (cadena de acero, piedras redondeadas, no se recomienda el uso de bolas de molino).
3. Ventanas de carga y descarga.
4. Sistema motriz que puede incluir un reductor de velocidad.
5. Base o soporte del tambor y del motor en algunos casos.

3.6.7. Refinación por Retorta

En la minería del oro, tanto aluvial como filoniana, la recuperación del oro fino se la hace mediante el uso de mercurio (azogue), para obtener la amalgama de la cual se obtiene el oro por volatilización del mercurio.²¹

²¹ Hentschel, T., (octubre 2019). Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

Diagrama 4. Partes de la retorta



Fuente: Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

UNA RETORTA CONSTA DE LAS SIGUIENTES PARTES

- 1.Crisol
- 2.Tornillo fijador
- 3.Tubo condensador
- 4.Refrigerador (tanque de agua)²²

3.7. Localización de plantas

El concepto de la localización de una planta industrial se refiere a la ubicación de la nueva unidad productora, de tal forma que se logre la máxima rentabilidad del proyecto o el mínimo de los costos unitarios. Los elementos más importantes que se consideran en un análisis de localización son:

- ❖ El total de los costos de transporte de las materias primas hacia la planta y el mineral refinado hacia el mercado.

²² Hentschel, T., (octubre 2019). Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

- ❖ Disposición a la infraestructura industrial: caminos de acceso, abastecimiento, agua, etc.
- ❖ Servicios de transporte: carreteras, ferrocarriles, puertos, aeropuertos, etc.
- ❖ Estímulos fiscales, leyes y reglamentos, condiciones generales de vida.

3.7.1. Análisis de los factores de localización

Los factores de localización para este análisis pueden ser muy variados, dependiendo de la naturaleza del proyecto industrial que está en estudio.

3.7.1.1. Disponibilidad de mano de obra

En relación con cada ubicación predeterminada analizar:

- ❖ El tipo de empleados y nivel de capacitación
- ❖ Tipo de obreros y nivel de calificaciones, disponibilidad y salarios.

3.7.1.2. Abastecimiento de energía

La electricidad suministrada por empresas públicas o privadas.

- ❖ Energía disponible (KVA).
- ❖ Tensión (V) alta o baja
- ❖ Punto de concesión
- ❖ Precios

3.7.1.3. Abastecimiento de agua

Características

- ❖ Contenido disuelto: dureza, corrosividad, gases
- ❖ Sólidos en suspensión.

Fuentes

- ❖ Empresas públicas: cantidad máxima obtenible, lugar de conexión posible, diámetro y material de la red existente, presión, precio.
- ❖ Aprovechamiento de fuentes superficiales (ríos), fuentes subterráneas, afluentes regenerados.

3.7.1.4. Servicios de transporte

Carreteras

- ❖ Ancho de las carreteras y puentes.
- ❖ Carga admisible
- ❖ Alturas de paso bajo los puentes
- ❖ Tipos de carreteras (Asfaltadas, afirmadas, otros)

3.7.1.5. Terrenos

Ubicación de los terrenos

- ❖ Dirección (distrito, ciudad, calle, número)
- ❖ Plantas vecinas (nombre, dirección, tipos de industrias).

Descripción de los terrenos

- ❖ Dimensiones y altura sobre el nivel del mar
- ❖ Orientación geográfica y topografía

3.7.1.6. Clima

- ❖ Temperatura ambiental y humedad
- ❖ Horas de sol y vientos
- ❖ Precipitaciones atmosféricas.

3.7.2. Niveles de ubicación

La localización de una planta tiene diferentes niveles de decisión, dependiendo del carácter del estudio, esto es, si se está desarrollando un perfil de proyecto, un estudio de pre factibilidad o un estudio de factibilidad.

Macro localización: Se relaciona con los aspectos sociales y nacionales de desarrollo, toma en consideración las condiciones regionales de oferta y la demanda y posibilidades de infraestructura.

La macro localización podrá ser:

- ❖ Internacional
- ❖ Nacional
- ❖ Regional

Micro localización: se incide en el análisis de detalles relacionados con recursos de región y la comparación de componentes de costo.

Para la micro localización se evaluará dentro de:

- ❖ La región
- ❖ El departamento
- ❖ La provincia
- ❖ La ciudad.

3.8. Condiciones Ambientales de trabajo

Cuando un trabajador nativo de nivel de mar desempeña actividades laborales productivas en altitudes sobre 3000 metros de altura, confluyen condiciones médicas, laborales y ambientales que demandan respuestas de la Salud Ocupacional y la Medicina de Montaña. A medida que se asciende en altitud el desempeño humano ocupacional es afectado por factores ambientales, tales como:²³

- ❖ Disminución de la presión barométrica, PB, entre 57 y 86 mmHg c/1000 metros, y caída de la presión parcial de oxígeno, PO₂.
- ❖ Descenso de la temperatura 6, 5° c/1000 metros de altitud.
- ❖ Aumento de la radiación solar, 5,6% c/1000 metros del Índice de Riesgo Solar UV.
- ❖ Presencia de lluvias, nieve y viento; según altura, latitud norte-sur y estación del año.
- ❖ Exigencias inhabituales por esfuerzos físicos, aislamiento psicosocial, cambios en la alimentación, habitabilidad de recintos, etcétera.

²³ Jimenez, D., (2015). Trabajadores Sobre 3000 Metros De Altura. Donde La Medicina De Montaña Y La Salud Ocupacional Se Encuentran. Escuela De Salud Publica

El trabajo del procesamiento de mineral aurífero se realiza en 3 turnos de 8 horas, lo que condiciona a implementar una adecuada iluminación de ambiente. Se toma de referencia la Norma de condiciones mínimas de niveles de iluminación en lugares de trabajo” NRS-001/17 para que los encargados del procesamiento tengan buenos niveles de iluminación.



CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA COOPERATIVA INGENIO R.L. ANTES DEL PROYECTO

4. COOPERATIVA INGENIO R. L.

La Cooperativa minera Aurífera Ingenio R.L., tiene una primera planta de procesamiento cercana al Campamento. Sin embargo, fue quedando alejada a más de 2500 kilómetros del actual yacimiento de extracción de mineral. Esto hace que se deba alquilar maquinaria extra para la carga y acarreo del mineral, teniendo gastos ocultos y más mano de obra indirecta. Por decisión de los socios cooperativistas, tomaron la alternativa de construir la nueva planta modelo para que quedara colindante al yacimiento.

4.1. Capacidad de producción Antes de la nueva planta de procesamiento

La Capacidad de procesamiento promedio diario de mineral es de 4 toneladas métricas, mucho depende de la época del año, condiciones del camino, y mantenimiento de maquinaria.

Tabla 9. Capacidad Actual de Producción

Características	Cantidad	Unid Medida
Procesamiento diario	4	Tn/Día
Días trabajados	25	Día/Mes
Procesamiento Mensual	95	Tn/Mes
Recuperación Aurífero físico	60	%
Producción fina en Onzas Troy Mensual	123,12	Oz t/Mes
Producción fina en Onzas Troy Anual	1477,44	Oz t/Año
Cotización Onza Troy del Oro	1.980,00	Usd
Ingreso Bruto Anual	2.925.331,20	Usd

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Cooperativa

La cantidad de recuperación aurífera es del 60%, esto debido a la complejidad de atrapamiento de partículas pequeñas de oro.

Para el procesamiento de 4 toneladas métricas, se estima un Capital de operaciones Mensual de 302.342,86 Dólares Americanos.

Tabla 10. Capital de operaciones mensual requerido

Antes	
CAPITAL DE OPERACIONES	USD/MES
Combustible y Lubricantes	72.942,86
Mano de Obra Directa	29.900,00
Mano de Obra Indirecta	80.000,00
Accesorios y repuestos de Mantenimiento	69.000,00
Minerales de refinamiento	12.500,00
Materiales e Insumos operativos	28.000,00
Otros Gastos	10.000,00
TOTAL CAPITAL DE OPERACIÓN	302.342,86

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Cooperativa

Los datos obtenidos van de acuerdo a recolección interna de la Cooperativa.

4.2. Localización del Actual Planta de procesamiento

La Cooperativa Minera Aurífera Ingenio R. L., cuenta con una primera planta de procesamiento al lado del Campamento. Y el actual yacimiento de mineral se encuentra a una distancia de 2500 metros.

La Cooperativa al encontrarse a 4200 msnm. dificulta el desempeño del trabajador sumado a las condiciones climáticas de frío y precipitaciones fluviales.

4.3. Proceso productivo de la Cooperativa Ingenio R. L.

Existen distintas etapas de recuperación de producto final, las funciones cruzadas ayudan a diagramar por las secciones de la Cooperativa que entrelazan las fases del proceso.

Diagrama 5. Diagrama de procesos Productivo

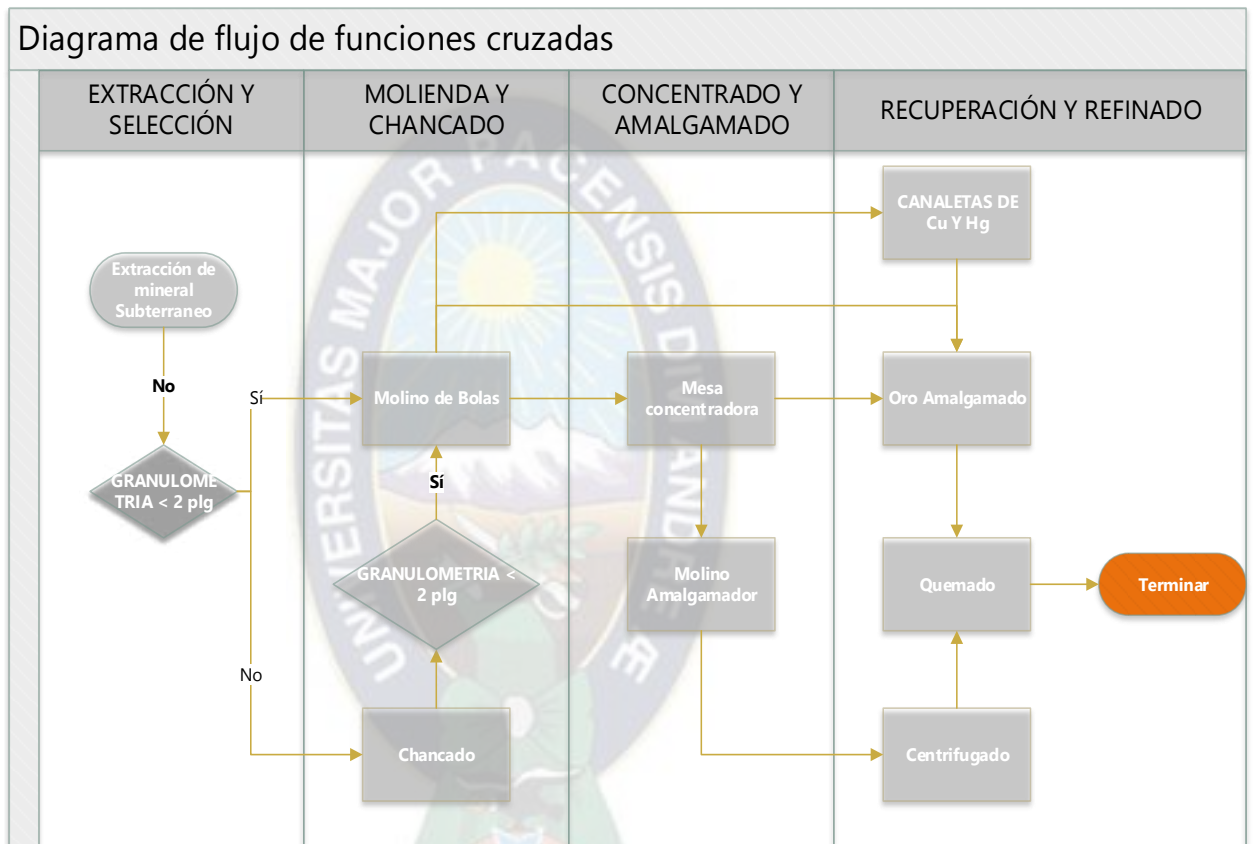


Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados en la Cooperativa

4.4. Diagrama de procesos de funciones cruzadas

Existen distintas etapas de recuperación de producto final, las funciones cruzadas ayudan a diagramar por las secciones de la Cooperativa que entrelazan las fases del proceso.

Diagrama 6. Diagrama de procesos de funciones cruzadas



Fuente: Elaboración propia

4.5. Matriz FODA

4.5.1. Estructura de matriz FODA.

Se hace un análisis interno y externo de la Cooperativa para identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la Cooperativa

Tabla 11. Análisis Interno - FODA

ANÁLISIS INTERNO			
DEBILIDADES		FORTALEZAS	
1	Rotación alta de personal	1	Cooperativistas con más de 30 años de experiencia.
2	Carencia de políticas de capacitación al personal	2	Dimensión de las Instalaciones de planta
3	Lejanía o distancia de la planta para el personal	3	Personal con Experiencia en el rubro
4	Falta del cumplimiento de las normas de Seguridad industrial	4	Existencias de minerales altos en la zona
5	Falta de mejora en el Soporte Técnico de la planta	5	Apoyo de la central de cooperativas para el crecimiento
6	Falta de apoyo financiero (presupuesto muy ajustado)	6	Demanda constante de mineral a nivel internacional.
7	No se cuenta con el apoyo del municipio para delimitación de áreas de explotación	7	Socios unidos junto a la asociación de cooperativas de La Paz
8	Falta de comprobación propia la calidad del producto	8	Cuenta con registros y permisos de exploración y explotación aurífera
9	Carencia de metodología estándar de trabajo		
12	Carencia de políticas e incentivos para el Desarrollo Humano		
13	Ausencia de planificación para todas las actividades		
14	Dependencia media de la central de Cooperativas		

Fuente: Elaboración en base a información de la Cooperativa

Tabla 12. Análisis Externo - FODA

ANÁLISIS EXTERNO	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1 Entorno de incertidumbre lo que hace que el precio del Oro este a altos precios.	1 Conflictos Sociales, políticos (bloqueos, marchas, nuevas legislaciones)
2 Gran demanda de mineral aurífero	2 Reducción de yacimientos auríferos
3 Mayor demanda aurífera de medio oriente y Asia	3 Falta e incremento de precios de insumos y suministros
4 Incentivo para la producción nacional	4 Variación de precios de las materias primas
5 Oportunidad de venta al Gobierno Central a precios internacionales	5 Desabastecimiento de materias primas por temporadas
	6 Falta de diésel en algunas temporadas
	7 Avasallamiento y explotación ilegal

Elaboración en base a información de la Cooperativa

Tabla 13. Estrategia de adecuación

ANÁLISIS EXTERNO			
		OPORTUNIDADES	AMENAZAS
ANÁLISIS INTERNO	FORTALEZAS	ESTRATEGIA OFENSIVA (max-max)	ESTRATEGIA DEFENSIVAS (max-min)
	DEBILIDADES	ESTRATEGIA DE ADECUACIÓN (min-max)	ESTRATEGIA DE SUPERVICENCIA (min-min)

Elaboración en base a información de la Cooperativa

ESTRATEGIAS DE ADECUACIÓN:

- Implantar una política de expansión aprovechando los precios internacionales
- Implantar una metodología de trabajo estandarizada para evitar accidentes
- Mejorar la imagen de la Cooperativa

CAPÍTULO V: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA

El dimensionamiento de la planta de procesamiento de mineral está diseñado para los actuales requerimientos de la Cooperativa, también considerando una posible ampliación de la capacidad productiva con la implementación de maquinaria adicional o auxiliar.

Las bases del diseño de la planta de procesamiento son:

- ❖ Requerimientos de la Cooperativa.
- ❖ Tamaño de terreno a disposición.
- ❖ Capacidad de procesamiento según los yacimientos.
- ❖ Ubicación estratégica.

5. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE PROCESAMIENTO

La actual distribución se considera: espacios de desplazamiento de los trabajadores, áreas estacionales de los trabajadores, maquinaria, acarreo, traslados, etc.

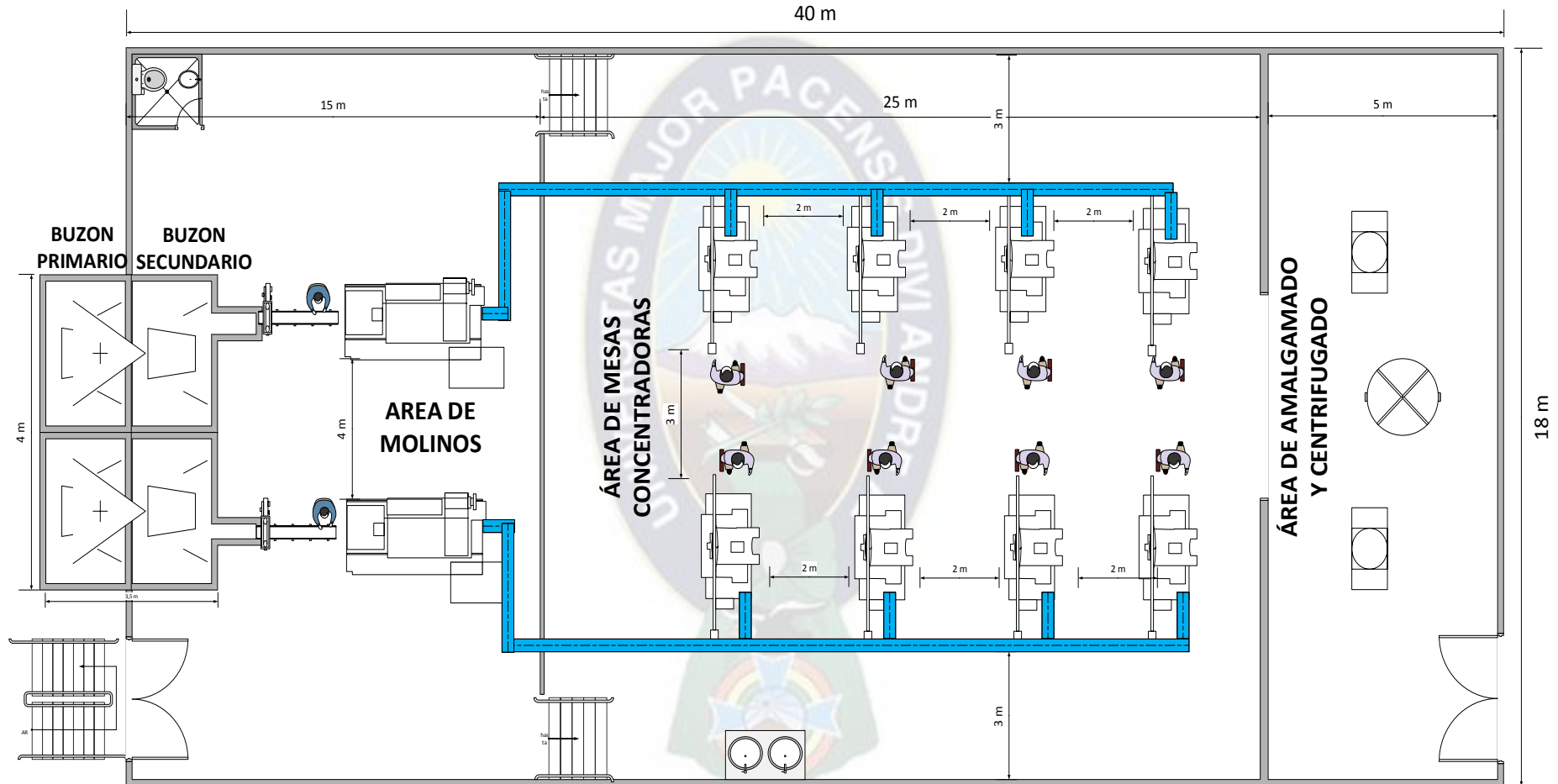
Las áreas son las siguientes

Tabla 14. Áreas de la Cooperativa

Área	Metros Cuadrados [m²]
Mesas de Concentrado gravimétricas	450
Molino de Bolas	176
Amalgamador y refinación	90
Buzones	14
Sanitario	5
Superficie de Planta	735

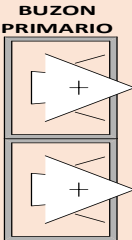
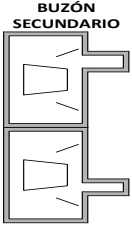
Fuente: Elaboración propia

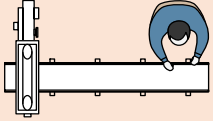
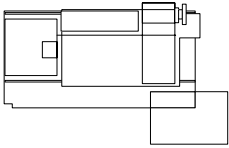
Diagrama 7. Distribución de la planta de procesamiento

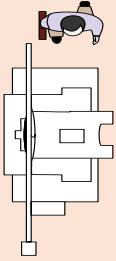
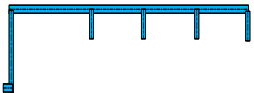


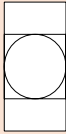
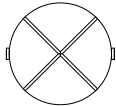
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Funcionamiento de Equipo y Maquinaria

Cantidad	Equipo y Maquinaria	Características	Fotografía
1	Buzón Primario	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Primera acumulación del mineral aurífero, luego de su reducción de tamaño entre 3 a 6 pulgadas, posterior al área de chancado. ❖ El buzón primario sirve para acumular el mineral, con forma de embudo, esta forma tiene la ventaja de acumular volumen y descargo pausado. ❖ Estos buzones ayudan a ahorrar tiempo para alimentar posteriormente al molino de Bolas 	
2	Buzón Secundario	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Segunda acumulación de mineral, luego de la reducción del mineral pasa a este buzón con el fin de acumular mineral de tamaño entre 3/4 a 1/2 pulgadas. ❖ Este buzón entra en contacto secuencial para la alimentación al molino de bolas. 	

2	Bandas trasportadoras	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La banda transportadora sirve como medio de alimentación al molino de bolas, transportando mineral reducido. 	
2	Molino de Bolas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La operación de molienda constituye la última etapa del proceso de reducción de tamaño, donde las partículas de alimentación de alrededor ½ pulgada son reducidas a tamaños de partículas optimas menores a 16 mallas de la serie Tyler (991 micrones), tamaños que depende de varios factores como la dispersión de los valores de la mena, la operación de separación a utilizarse posteriormente, etc. ❖ Generalmente la molienda se realiza en tambores cilíndricos rotatorios, (bolas, barras, fragmentos grandes del mismo mineral, etc.) que se mueven en forma libre juntamente con el material a ser molido. 	

6	Mesas de Concentración Por vibración	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La operación de molienda constituye la última etapa del proceso de reducción de tamaño, donde las partículas de alimentación de alrededor ½ pulgada son reducidas a tamaños de partículas optimas menores a 16 mallas de la serie Tyler (991 micrones), tamaños que depende de varios factores como la dispersión de los valores de la mena, la operación de separación a utilizarse posteriormente, etc. ❖ Generalmente la molienda se realiza en tambores cilíndricos rotatorios, (bolas, barras, fragmentos grandes del mismo mineral, etc.) que se mueven en forma libre juntamente con el material a ser molido. 	
7	Canaletas Gravimétricas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Su principal función de las canaletas es recuperar el Oro muy fino que pasa luego de la molienda quedándose atrapado el 	

		<p>Oro en la alfombra de fieltro.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se construyen a partir de láminas de cobre amalgamadas para su retención de Oro fino. 	
8	Amalgamado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los molinos de amalgamación son utilizados para amalgamar concentrados. La principal ventaja de la amalgamación en tambores es que las alimentaciones están contenidas dentro de un recipiente cerrado, sin fuga de pulpa y sin participación directa de un operador durante el proceso. El reactor en sí normalmente es de forma cilíndrica con un eje horizontal, parecido a un molino de bolas o rodillos, pero con la diferencia que trabaja con menos revoluciones y que no trabajan en forma continua. 	
9	Refinado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Es el proceso utilizado para separar y extraer el oro de las rocas en las que este se 	

		<p>encuentra. El mercurio se une con el oro formando lo que se conoce como la amalgama. Para obtener el oro, la amalgama se calienta y evapora el mercurio.²⁴</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Los Cooperativistas calientan la amalgama para recuperar el oro. En el caso de la Cooperativa se utiliza un proceso de recuperación de mercurio por circuito cerrado, es decir: los vapores de Mercurio se recuperan por una cámara de absorción para luego condensarlo y volver a reutilizarlo. No se evapora el mercurio al aire libre.	
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

²⁴ ©Alianza por la Minería Responsable 2017. Guía para el manejo responsable y alternativas de eliminación del mercurio en ambientes de trabajo del sector minero. [Archivo PDF]

A continuación, se muestra porcentaje de uso de las áreas.

Tabla 16. Distribución porcentual de las áreas de la Cooperativa

Área	Metros Cuadrados [m²]	%
Mesas de Concentrado gravimétricas	450	61%
Molino de Bolas	176	24%
Amalgamador y refinación	90	12%
Buzones	14	2%
Sanitario	5	1%
Superficie de Planta	735	100%

Fuente: Elaboración en base a datos de la Cooperativa

5.1. Diagrama de proceso productivo

Diagrama 8. Diagrama de flujo de procesos



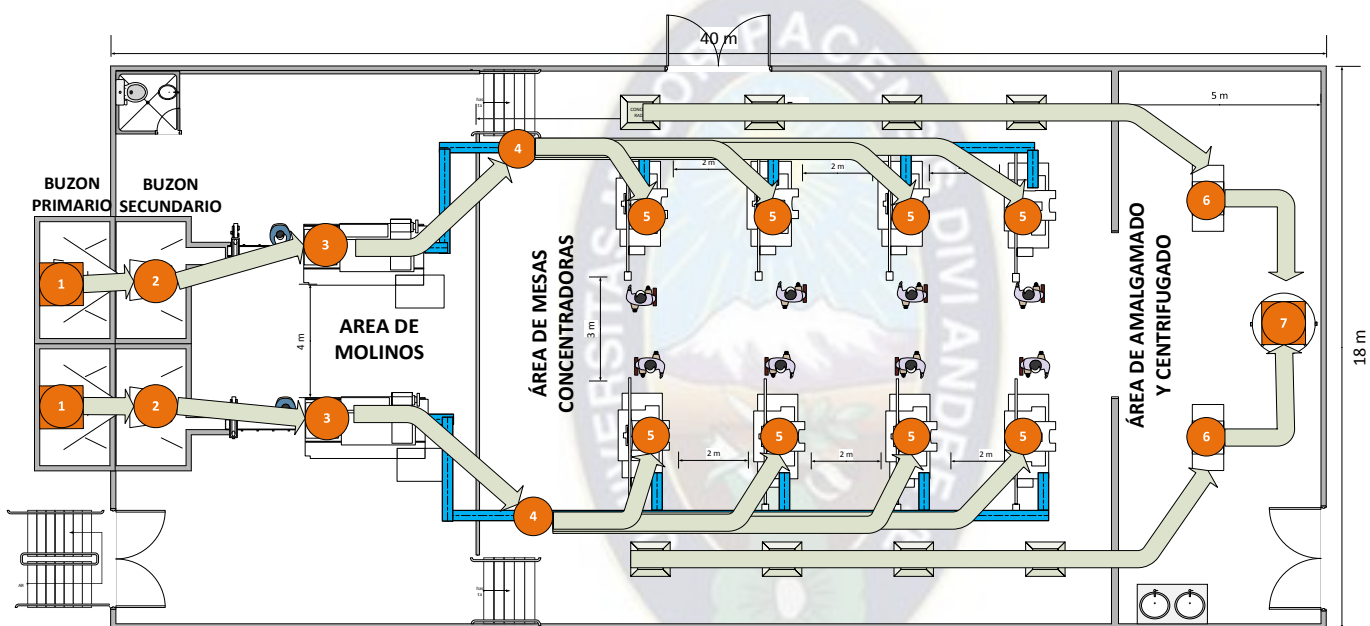
Fuente: Elaboración propia

5.1.1. Producción en línea

El mineral se mueve por las distintas operaciones y estaciones de trabajo por eso se determina realizar la: Producción en Línea.

El flujo constante hace que sea más productivo instalar los equipos en línea, para que fluya junto a los caudales de agua.

Diagrama 9. Diagrama de flujo del proceso productivo



Fuente: Elaboración propia

Todas las maquinas son estacionales, la mineral es el que rota por cada área para tener el producto final refinado.

5.2. Localización y tamaño de Planta

Existe una preferencia respecto a la ubicación de la nueva planta de procesamiento de mineral aurífero, sin embargo, se realizará un análisis por el método de ponderación para determinar el lugar más conveniente.

5.2.1. Análisis de los factores de localización

La localización de la planta de procesamiento está limitada por la asignación de territorio cedido para cada cooperativa y sobre todo por el yacimiento mineral. La cooperativa tiene unos terrenos montañosos que dificulta el libre transporte y acceso inmediato.

Se tienen 3 opciones al respecto:

1. Construir a 1500 metros del yacimiento por el espacio que existe. En un lugar llamado “la playa”
2. Mantener la Ubicación actual, cercana al campamento, con la debida ampliación de la planta de procesamiento, pero el costo de acarrear diariamente incrementaba un 25% al costo operativo del mineral aurífero
3. Construir adyacente al yacimiento actual de extracción.

5.2.2. Proximidad a las materias primas

El proyecto de construcción de la planta de procesamiento de mineral se encuentra muy cercano a las materias primas, es importante resaltar que existen diferentes puntos de recolección de mineral aurífero, pero el más cercano a la nueva planta de procesamiento es el más importante.

5.2.3. Disponibilidad de mano de obra

La provincia Larecaja tiene un gran número de cooperativas mineras auríferas, por lo que existe personal calificado cerca. Sin embargo, tienden a rotar según la carga de trabajo y el yacimiento de mineral de explotación.

5.2.4. Abastecimiento de energía

La energía eléctrica es un factor clave para el desarrollo diario de la cooperativa, utilizándolo en maquinarias e iluminación. Existe una discontinuidad en el suministro por ello se recurre a utilizar grupos electrógenos o grupo moto generador que ayuden a suministrar energía eléctrica a la maquinaria e instalaciones de la Cooperativa. Para el funcionamiento del grupo electrógeno es necesario diésel como combustible de combustión interna.

5.2.5. Servicios de transporte

Los caminos fueron aperturados por la propia cooperativa, no existía carreteras hacia la actual ubicación de la Cooperativa.

La carretera fue afirmada para que pasara la maquinaria y el transporte de los socios cooperativistas.

5.2.6. Terrenos

Los terrenos de explotación de la Cooperativa minera se encuentran a 4200 msnm. El suelo en muchas partes es firme, sin embargo, existen lugares de deslizamientos

5.2.7. Clima

Debido a la altitud en la que se encuentra la Cooperativa, el Clima es polar o en términos coloquiales “Frio”, con una humedad de condensación por las montañas de alrededor.

5.2.8. Niveles de ubicación

La localización de una planta de procesamiento de mineral tiene diferentes factores de decisión, mucho depende de la ubicación de las betas de mineral.

Los niveles de localización a considerar son la macro localización y micro localización.

Macro localización: En aspectos generales del contexto regional, Nacional, se considera a la provincia Larecaja como una región con yacimientos auríferos desde tiempos precolombinos, además de encontrarse en el departamento de La Paz, representando un 90% de Cooperativas auríferas a nivel nacional.

Micro localización: Cerca a la comunidad Yani existen varias Cooperativas que se dedican a la explotación aurífera. La provincia tiene por tradición la explotación aurífera.

En anexos se encuentra el cálculo de ponderación que califica la mejor ubicación para la planta de procesamiento.

5.2.9. Ubicación por puntos ponderados

Se considera 3 ubicación, La Playa, Campamento y Bosquecillo

Tabla 17. Ubicación por puntos ponderados

FACTORES	PESO	La Playa		Campament		Bosquecillo	
		Calf	Punts.	Calf.	Punts.	Calf	Punts.
Disposición de Terreno	0,15	8	1,2	6	0,9	8	1,2
Proximidad a Materias Primas	0,3	5	1,5	3	0,9	10	3
Vías de acceso y medios de comunicación	0,15	6	0,9	7	1,05	6	0,9
Servicios Básicos	0,1	5	0,5	8	0,8	6	0,6
Clima	0,1	5	0,5	4	0,4	6	0,6
Disposición de Mano de obra	0,2	6	1,2	8	1,6	4	0,8
Total	1		5,8		5,65		7,1

Fuente: Elaboración propia

5.2.10. Tamaño de Planta

El tamaño de la planta depende de diversos factores, económicos, tecnológico, acceso, recursos, localización.

Se toma las cantidades mínimas de producción, pero con la prospección de posible ampliación en caso de existencia de más reservas auríferas de la Cooperativa.

Mediante La cantidad mínima a producir se proyecta el tamaño y volumen de producción de la Planta

$$Cant. m = \frac{CFt}{Pu - CVu}$$

Donde

Cant. m = Tamaño mínimo de la planta

CFt = Costo fijo total (USD)

Pu = Precio de venta Unitario (Oz Tr)

CVu = Costo variable unitario (Oz Tr)

$$Cant. m = \frac{193214}{1980 - 790} = 162,4 \text{ Oz Tr}$$

Se necesitan producir mínimamente 162 Onzas troy de oro al mes, lo que equivale aproximadamente a 5 toneladas de procesamiento de mineral diario.

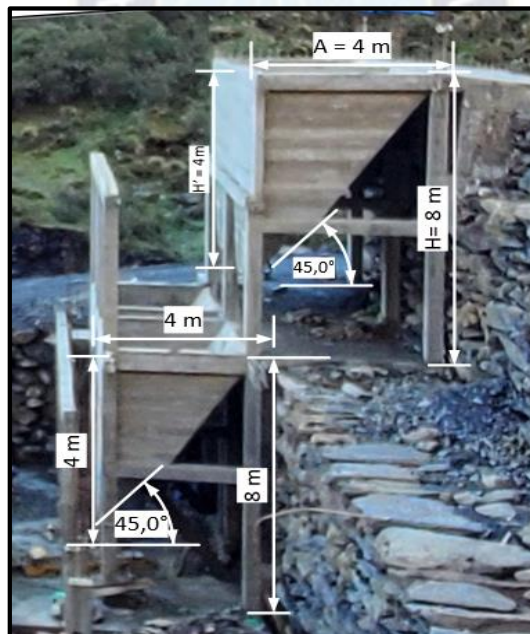
5.3. Equipos y Maquinaria para la nueva planta de procesamiento

5.3.1. Buzón primario y secundario

El buzón primario acopia el mineral de rocas de mediano tamaño, menores a 2 pulgadas de diámetro para reducirlo con la Chancadora de mandíbulas y pasar al buzón de finos.

El buzón de finos o buzón secundario se dimensionó del mismo tamaño del buzón primario para acopiar la misma capacidad de carga que lleva el buzón primario pero con mineral menor a 1 pulgada de diámetro.

Figura 8. Dimensiones de los buzones primario y secundario



Fuente: Elaboración propia en base a registros de la Cooperativa

$H = 8$ Donde H Es la altura total del buzón primario

$H' = 4$ Donde H' Es la altura de caída de mineral

$A = 4$ Donde A es el ancho del buzón

Angulo = 45° Donde el Angulo es la inclinación necesaria para que el buzón sirva como embudo de caída constante.

5.3.2. Correas transportadoras

Existen 2 bandas trasportadoras que ayudan a separar el mineral en diferentes medidas para su posterior proceso

Figura 9. Banda transportadora de mineral



Fuente: Registros de la Cooperativa

Correa de alimentación 4 metros x 0,40 metros con un motor de 5 HP de potencia que alimentaran al Molino de Bolas a una tasa de 105 kilos de mineral por hora. La velocidad es controlada por el operario.

5.3.3. Molino de Bolas

Para el dimensionamiento del molino a bolas de descarga por rebose, que se muestra en la figura 10, se utilizó el método convencional de circuito abierto. La molienda es la última etapa del proceso de fragmentación para la reducción del tamaño a partículas.

En esta etapa se procesa por rebose a molienda gruesa entre 1 a 2 mm de diámetro y molienda fina a 200µm a 500µm descargando en las canaletas con fieltro para pasar a las mesas de concentración gravimétrica por vibración.

El molino se apertura una vez al mes para recuperar el oro amalgamado y pasar al quemado en la retorta.

Figura 10. Características del molino de bolas



Fuente: Registros de la Cooperativa

Molino de Bolas de tamaño **4 pies por 8 pies** con un motor de 50 HP, Estos molinos son fabricados en Bolivia

$$N_{critica} = \frac{76,6}{\sqrt{D}}$$

Donde

$N_{critica} = \text{Velocidad crítica (RPM)}$

$76,6 = \text{Factor de conversión en pies}$

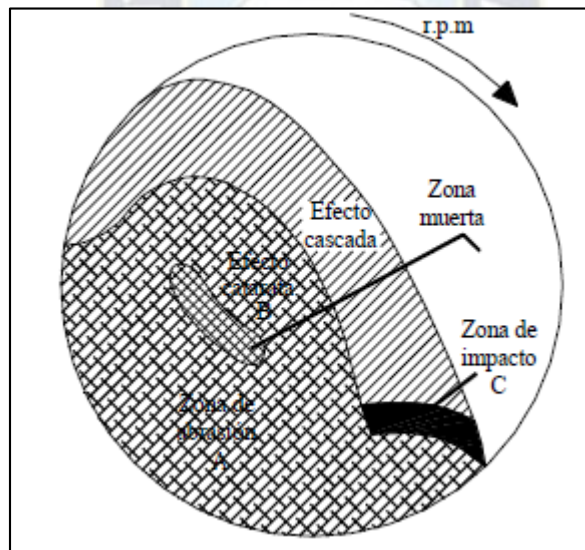
$D = \text{Diámetro del molino (pies)}$

$$N_{critica Teorica} = 38,3 \text{ RPM}$$

Es la máxima velocidad teórica es 38,3 RPM, antes que el molino empiece a girar junto a las bolas del molino, por ello la velocidad crítica debe estar a un 70% u 80%. El Volumen con que se trabaja con carga de mineral está limitada al 50%

$$N_{critica Real} = 30 \text{ RPM}$$

Figura 11. Comportamiento de la carga en un Molino de bolas



Fuente: Universidad Politécnica de Cartagena: Sustancias minerales

Cada molino tiene un procesamiento de 2,5 toneladas diarias. El trabajo realizado por el operador consiste en seleccionar, alimentar y transportar el mineral bruto a una razón de 105 kilos por hora más el incremento de 300% de agua.

Esta etapa es la más importante en cuanto a recuperación de oro amalgamado, ya que aquí se recupera cerca de un 70% del mineral aurífero.

5.3.4. Canaletas

Es un canal por el cual pasa la pulpa (agua con sólidos). Los sólidos pesados bajan al piso (se hunden) y quedan atrapados en diversas trampas de alfombra de fieltro, mientras que a los sólidos livianos se los lleva la corriente de agua hacia las mesas de concentración por vibración.

25

El caudal por rebose de molienda fina de 300 kilos de pulpa se le agrega otros 300 litros de agua para que circule la pulpa con mayor facilidad.

Estas canaletas recuperan el 10% del total producido por la Cooperativa en forma de partículas con azogue. Las alfombras de fieltro son lavadas 2 veces al día para recuperar las partículas del mineral aurífero con azogue.

5.3.5. Mesas de concentración

Las mesas de concentración gravimétricas por vibración se encargan limpiar concentrados gravimétricos mediante un flujo laminar con una superficie de inclinación ajustable, según las necesidades de la Cooperativa Ingenio R. L.

Figura 12. Mesas gravimétricas por vibración



Fuente: Registros de la Cooperativa

²⁵ Hentschel, T., (octubre 2019). Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

El movimiento vibrante horizontal provoca 250-300 golpes por minuto. El flujo de agua es el 75% para alimentación por el 25% de pulpa proveniente de las canaletas.

El mineral formado con pirita, azufre y otros, pasa al molino de circuito cerrado para su recuperar el 20% del total de Oro producido por la Cooperativa.

5.3.6. Recuperación por circuito cerrado en molino amalgamador

El amalgamador es un equipo que facilita la amalgamación para la recuperación de oro fino mediante el uso de mercurio y azogue, en un ambiente cerrado. Existe una variedad de tipos de amalgamadores, la presente guía sólo se referirá al más difundido como es el del tipo tambor rotatorio. Uno de los aspectos críticos en esta etapa complementaria del proceso productivo, sin duda es la generación de polvo o harina de mercurio por diferentes razones, entre las principales, figura el exceso de velocidad del tambor y/o la presencia de algunos contaminantes del mercurio o mercuricidas. La producción de polvo de mercurio no solo significa perder mercurio contaminante, sino que las microbolitas también tienen atrapadas partículas de oro finísimo que igualmente se pierden en las colas.²⁶

Los molinos de circuito cerrado recuperan el 20% del mineral producido por la Cooperativa.

Cada molino tiene una capacidad de proceso de 250 kilos de mineral concentrado con pulpa por cada 6 horas.

²⁶ Hentschel, T., (octubre 2019). Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

Figura 13. Molino de circuito cerrado amalgamador



Fuente: Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

5.3.7. Refinado y recuperador de Mercurio

Es un aparato que sirve para separar el oro del mercurio que conforman la amalgama, en su forma más simple el horno de recuperación es un recipiente parecido a un crisol.

Tiene una capacidad de refinación de 2,5 kilogramos de Oro. Refinando en total 5 kilogramos al mes. El circuito de condensado permite recuperar el mercurio evaporado por el quemado de la retorta.

Figura 14. Recuperador de Mercurio o Retorta



Fuente: Manual de tecnologías limpias para el sector Aurífero. Cooperación Suiza. Oro Responsable

De esta manera el mercurio se recupera y no se evapora al medio ambiente. La Cooperativa pertenecía a la Alianza por la Minería responsable por lo que usan técnicas para evitar la contaminación ambiental excesiva.

5.4. Instalaciones Industriales

5.4.1. Calculo de Iluminación de la planta de procesamiento

Principalmente la iluminación se calcula según el nivel de iluminación. Se calcula según el flujo luminoso requerido, y el flujo necesario para cada área.

Tabla 18. Numero de Lámparas requeridas

NUMERO DE LAMPARAS POR ESPACIO		
AREA DE MOLINO	4	LAMPARAS
AREA DE MESAS CONCENTRADORAS	8	LAMPARAS
AREA AMALGAMADO	3	LAMPARAS
PASILLOS	6	LAMPARAS
BAÑOS	8	LAMPARAS

Fuente: Elaboración propia

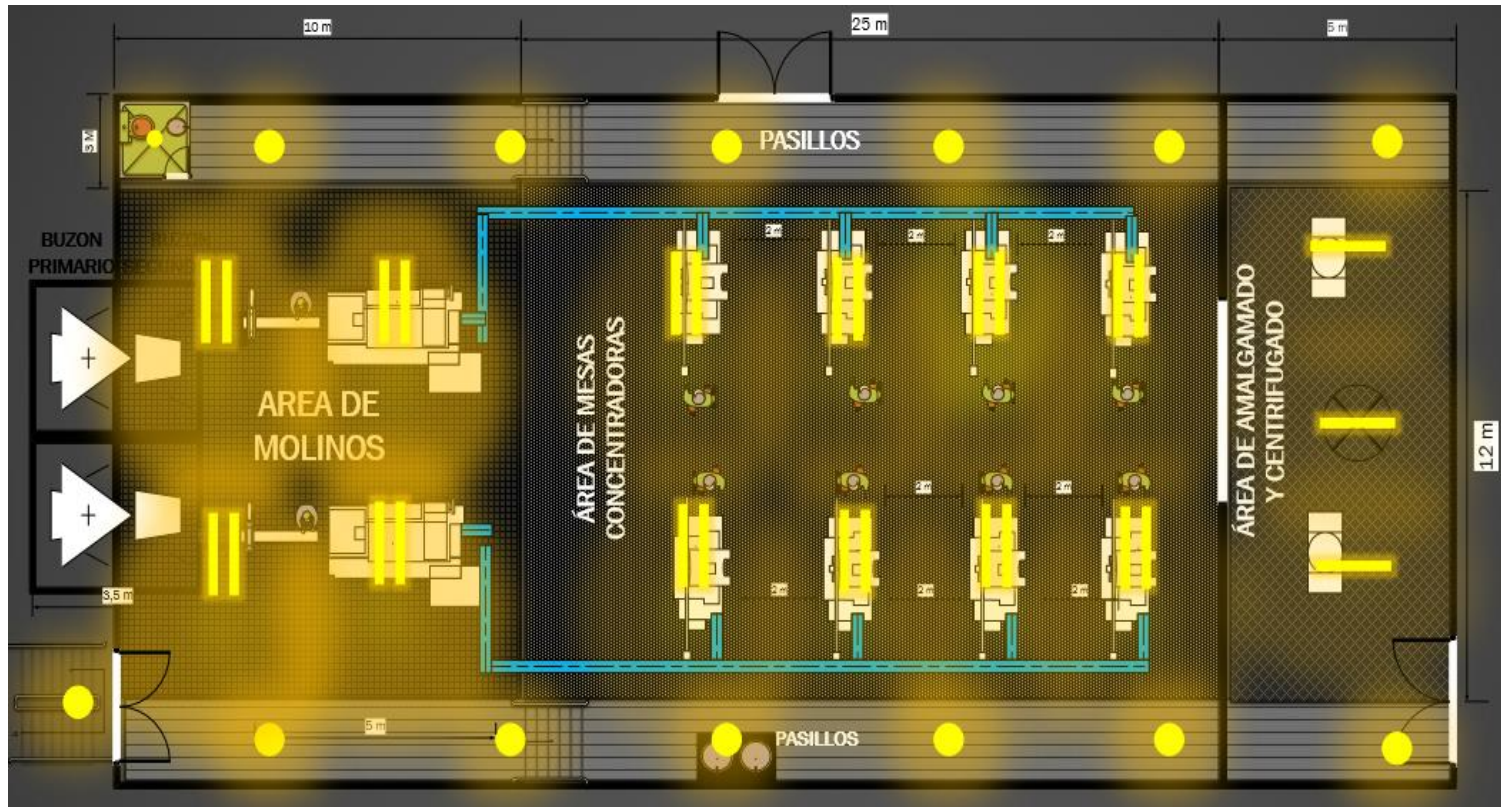
En los Anexos de Cálculo de iluminación se presentan los resultados obtenidos

5.4.2. Distribución de lámparas luminarias necesarias

Existen 3 áreas debidamente iluminadas, según el requerimiento y necesidades de la planta de procesamiento.

Área de molinos, mesas concentradoras y amalgamación

Diagrama 10. Distribución de Lámparas requeridas

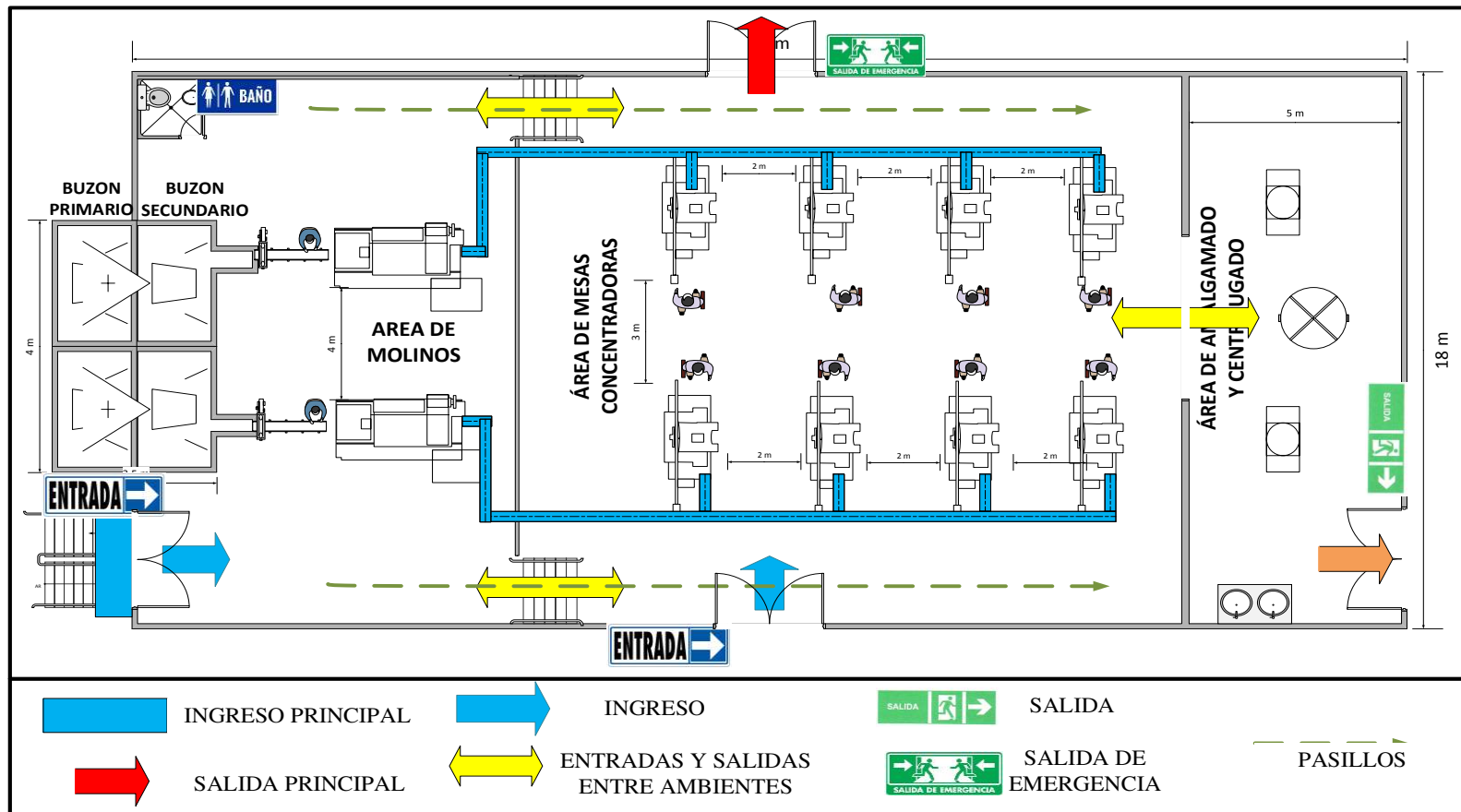


Fuente: Elaboración propia

5.5. Señalización

La señalización se refiere a alguna actividad o situación determinada, la cual otorga una indicación o una obligación relacionada a la seguridad o la salud en el trabajo.

5.5.1. Diseño de vías de acceso y escape



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA

6. PRODUCCIÓN ESTIMADA

Se estima la producción de acuerdo a datos históricos y cuantificación geológica de reservas auríferas existentes.

La capacidad de planta de procesamiento total en la primera etapa es de aproximadamente 32 onzas troy que son aproximadamente 5 kilogramos de oro refinado, existiendo la posibilidad de duplicar la producción con la ampliación de la planta de procesamiento. Eso de acuerdo a cantidad de mineral encontrado.

Tabla 19. Producción estimada con la nueva planta de procesamiento

Características	Cantidad	Unid Medida
Procesamiento diario	5	Tn/Día
Días trabajados	25	Día/Mes
Procesamiento Mensual	125	Tn/Mes
Recuperación Aurífera Refinado	60	%
Producción fina en Onzas Troy Mensual	160,7	Oz t/Mes
Producción fina en Onzas Troy Anual	1929	Oz t/Año
Cotización Onza Troy del Oro	1.980,00	Usd
Ingreso Bruto Anual	3.819.420,00	Usd

Fuente: Información recolectada en la Cooperativa

6.1. Inversión en infraestructura e instalaciones, muebles y equipo, maquinaria

6.1.1. Resumen de la inversión en Equipos, maquinaria, Infraestructura, Instalaciones y Otras inversiones

En resumen, el mayor porcentaje de la inversión se la lleva la maquinaria, seguido de la infraestructura y las instalaciones.

Tabla 20. Resumen de Inversiones en Equipos, Maquinaria e Infraestructura

Descripción	Importe Total	%
	[USD]	
Maquinaria	203000,00	67%
Infraestructura e Instalaciones	96000,00	32%
Muebles y Enseres	2350,00	1%
TOTAL	301350,00	

Fuente: Elaboración propia

6.1.2. Infraestructura e Instalaciones

Se considera que la infraestructura y las instalaciones en gran aporte, fueron realizadas por personal de la Cooperativa.

Tabla 21. Detalle de Infraestructura e Instalaciones

INFRAESTRUCURA E INSTALACIONES		
Detalle	Unidad	Total Usd
Preparación del terreno	Unid.	3000
Construcción de soporte para la Maquinaria	Unid.	20000
Vaciado de loza	Unid.	25000
Construcción de Tinglado	Unid.	20000
Instalación Eléctrica		15000
Instalación de Agua		5000
Transporte		5000
Otros		3000
TOTAL		96000

Fuente: Elaboración propia

6.1.3. Muebles y Enseres

La nueva planta de procesamiento de mineral se encuentra alejada del campamento, por lo que los trabajadores son trasladados diariamente y no son necesarios mobiliario fijo en la planta de procesamiento

Tabla 22. Detalle de Muebles y Enseres

MUEBLES Y ENSERES				
Cantidad	Detalle	Unidad	precio/Unidad	Total
2	Casilleros para el personal	Unid.	400	800
1	Escritorio Y Sillas	Unid.	250	250
2	Gavetero	Unid.	150	300
1	Otros	Unid.	1000	1000
TOTAL MUEBLES				2350

Fuente: Elaboración propia

6.1.4. Equipo y Maquinaria

La descripción e importes de la inversión en equipo y maquinaria son estimaciones y cotizaciones hechas por el encargado de control de avance de la nueva planta de procesamiento. La cotización de equipos y maquinarias se realizaron en el mercado local.

Tabla 23. Detalle de Equipo y Maquinaria

EQUIPO Y MAQUINARIA				
Cantidad	Detalle	Unidad	USD/Unidad	Total
1	Buzón de estructura metálica	Unid.	5000	5000
2	Faja transportadora de mineral	Unid.	2000	4000
2	Tritura de mandíbulas Primaria y Secundaria	Unid.	12000	24000
2	Buzón de hormigón primario y secundario	Unid.	6000	12000
2	Molino de Bolas	Unid.	55000	110000
8	Mesas Concentradoras	Unid.	5000	40000
3	Amalgamadores	Unid.	2000	6000
2	Concentradores de Colas	Unid.	1000	2000
TOTAL MAQUINARIA				203000

Fuente: Elaboración propia

6.2. CAPITAL DE OPERACIONES

Se recolecta el capital de operaciones proyectado de acuerdo al historial de requerimiento de la Cooperativa de gestiones pasadas. Existe una alta rotación de personal directo e Indirecto por las condiciones climáticas y geográficas del lugar de operaciones.

Tabla 24. Detalle de Capital de operaciones

CAPITAL DE OPERACIONES	USD/MES
Combustible y Lubricantes	38.814,29
Mano de Obra Directa	29.900,00
Mano de Obra Indirecta	35.000,00
Accesorios y repuestos de Mantenimiento	39.000,00
Minerales de refinamiento	12.500,00
Materiales e Insumos operativos	28.000,00
Otros Gastos	10.000,00
TOTAL CAPITAL DE OPERACIÓN	193.214,29

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en la Cooperativa

El desglose del capital de operaciones se encuentra en Anexo.

6.3. EVALUACIÓN DE INDICADORES FINANCIEROS

Para tomar la decisión de poner en marcha el proyecto y su implementación nos apoyamos en indicadores financieros que nos permitan evaluar la factibilidad, los beneficios que traerán para los socios cooperativistas.

Las mediciones se evaluarán con el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Beneficio y costo (B/C), y tiempo de recuperación de capital.

6.3.1. Ingresos, Costos y Utilidades

Los ingresos son considerados por la venta directa a comercializadoras de oro. Aun no se considera el impuesto directo del 4.8% a la venta de oro aprobada por la “Ley del Oro”, Ley Nro. 1503 del 5 de mayo de 2023.

Tabla 25. Cálculo de utilidad Bruta en Dólares Estadounidenses

	Año	1	2	3	4	5
Detalle		[USD]	[USD]	[USD]	[USD]	[USD]
I) Ingresos						
Ingresos		3.849.120,00	3.849.120,00	3.849.120,00	3.849.120,00	3.849.120,00
Regalías (2,5%)		96.228,00	96.228,00	96.228,00	96.228,00	96.228,00
Impuesto Venta Directa (4,8%)		184.757,76	184.757,76	184.757,76	184.757,76	184.757,76
Total Ingresos		3.568.134,24	3.568.134,24	3.568.134,24	3.568.134,24	3.568.134,24
II) Costo Producción						
Costo de Operación		2.318.571,43	2.318.571,43	2.318.571,43	2.318.571,43	2.318.571,43
Otros costos		50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
Total Costos		2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43
MARGEN (I-II)		1.384.320,57	1.384.320,57	1.384.320,57	1.384.320,57	1.384.320,57

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en la Cooperativa

6.3.2. Flujo de fondos del proyecto puro

Por la capacidad productiva que actualmente tiene la Cooperativa se decide usar el proyecto con recursos propios

Tabla 26. Flujos de fondo del proyecto

Detalle / Año	0	1	2	3	4	5
Detalle						
Ingresos		3.568.134,24	3.568.134,24	3.568.134,24	3.568.134,24	3.568.134,24
Egresos		2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43
Utilidad Después de impuestos		1.199.562,81	1.199.562,81	1.199.562,81	1.199.562,81	1.199.562,81
Inversión	301.350,00					
Capital de operación Inicial	193.214,29					
Financiamiento	494.564,29					
Flujo Financiero	(494.564,29)	1.090.511,65	991.374,22	901.249,29	819.317,54	744.834,13

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en la Cooperativa

6.3.3. Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_F}{(1+k)^n} - I_0$$

Donde:

VF representa los flujos de caja.

Io es el valor del desembolso inicial de la inversión.

Nn es el número de períodos considerado.

La tasa de oportunidad es k. Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico. En otros casos, se utilizará el costo de oportunidad.

Tabla 27. Cálculo del Valor Actual Neto

Flujo financiero	(494.564,29)	1.090.511,65	991.374,22	901.249,29	819.317,54	744.834,13
-------------------------	---------------------	---------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en la Cooperativa

VAN	\$US 4.052.722,55
------------	--------------------------

El valor actual neto es muy bueno porque el yacimiento aurífero ya se encuentra en fase de explotación, el hecho de construir una planta de procesamiento cercana al yacimiento hace que bajen los costos de operación y sea de gran provecho la cercanía de la nueva planta de procesado.

6.3.4. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

Se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo) . Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

Tabla 28. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Flujo financiero	(494.564,29)	1.090.511,65	991.374,22	901.249,29	819.317,54	744.834,13
-------------------------	---------------------	---------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en la Cooperativa

TIR	211%
------------	-------------

6.3.5. Relación Beneficio – Costo

Otro criterio de evaluación del proyecto es la relación Beneficio Costo, criterio que indica el beneficio generado por cada unidad monetaria gastada. Para que un proyecto sea rentable, esta relación deber ser mayor a la unidad.

Tabla 29. Cálculo de la relación Beneficio-Costo

B/C	7,19
------------	-------------

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en la Cooperativa

6.3.6. Tiempo de recuperación de Capital

El tiempo requerido para la recuperación del capital se ha establecido en la tabla

Periodo de Recuperación del Capital

Tabla 30. Tiempo de Recuperación de Capital

Flujo financiero	(494.564,29)	1.090.511,65	991.374,22	901.249,29	819.317,54	744.834,13
VAN	4.052.722,55					

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en la Cooperativa

$$Re\ cup.Capital = \frac{Inv.Total}{PROM.Flujo.Neto} = \frac{494,564,29}{4.052.722,55} = 0,12años$$

Según el cálculo realizado, el tiempo que se debe esperar para poder recuperar el capital invertido es máximo 1 año.



6.4. FACTIBILIDAD EN UN ESCENARIO PESIMISTA DE PRECIOS INTERNACIONALES

Si el precio internacional del oro se desplomara un 25% como sucedió en el pasado el proyecto aún es factible pero el tiempo de recuperación tomaría más tiempo.

Tabla 31. Flujos de fondo del proyecto en un escenario pesimista

Detalle / Año	0	1	2	3	4	5
Detalle		[USD]	[USD]	[USD]	[USD]	[USD]
Ingresos		2.703.132,00	2.703.132,00	2.703.132,00	2.703.132,00	2.703.132,00
Egresos		2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43	2.368.571,43
Utilidad Después de impuestos		334.560,57	334.560,57	334.560,57	334.560,57	334.560,57
Inversión	301.350,00					
Capital de operación Inicial	193.214,29					
Financiamiento	494.564,29					
Flujo Financiero	(494.564,29)	304.145,97	276.496,34	251.360,31	228.509,37	207.735,79

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Valor actual Neto en escenario pesimista

VAN	773.683,50	USD
TIR	47%	
B/C	0,56	
Tiempo de Recuperación	1 Año	

Fuente: Elaboración propia

En caso que la cotización del oro cayera hasta los 1500 USD/Oz T, aproximadamente, el proyecto continúa siendo factible a realizar.

CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La nueva planta de procesamiento es ubicada a 200 metros del actual yacimiento de explotación. La superficie de la planta productiva se estableció en 720 metros cuadrados, con capacidad para duplicar la producción en caso que la Cooperativa requiera.

Se ha determinado una capacidad productiva de 5 Toneladas por día de procesamiento de mineral.

Se determina la instalación de 2 molinos de bolas con una velocidad crítica de giro de un 60% de acuerdo a requerimiento, 2 canaletas de distribución hacia las 8 mesas concentradoras por vibración, 2 amalgamadoras y 1 retorta para la refinación final.

La planta de procesamiento fue elegida en el sector del “Bosquesillo” y sub dividida en 3 áreas: Área de Molinos, Área de Mesas Concentradoras por vibración y Área de Amalgamado, Refinado. El área de molinos tiene una superficie de 18 metros cuadrados, el área de mesas concentradoras por vibración tiene una superficie de 450 metros cuadrados y el área de amalgamación, refinado tiene una superficie de 90 metros cuadrados. Con una distribución de Producción en Línea.

La ubicación de la nueva planta de procesamiento es estratégica para sacar unos retornos muy favorables. Con el nuevo recorrido para el acarreo de mineral se ahorran un 25 % en costos variables. Además de contar con los precios internacionales aurífero muy favorable.

El Valor Actual Neto de 4.052.722,55 USD, y una tasa interna de retorno del 211% refleja la importancia de construir la planta de procesamiento junto a los precios internacionales del Oro hacen que la inversión sea muy prometedora.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guzmán, A., (1991). “La Minería en Bolivia” CEPAL
2. Condarco, R., “Historia del Saber y la ciencia en Bolivia” 1er. Premio Concurso de Investigación (1978). Eds. Academia Nacional de Ciencias. La Paz, 1981.
3. Alianza por la Minería Responsable 2017. Guía para el manejo responsable y alternativas de eliminación del mercurio en ambientes de trabajo del sector minero. [Archivo PDF].
4. Contreras, M., “Medio Siglo de Minería Mediana en Bolivia 1939-1989” Biblioteca Minera Boliviana. ANMM La Paz, 1989.
5. Balboa, I. V. y Cotaja, M. E., (2011). “Impacto Impositivo de la AA-IUE en las Cooperativas Mineras”. Facultad de ciencias Económicas y financieras, Carrera de auditoría, Unidad de Postgrado. Universidad Mayor de San Andrés.
6. Bocángel Weydert G. A., Rosas Echeveria C. W., Bocángel Marin G. A., (2021) “INGENIERIA INDUSTRIAL – INTRODUCCION AL DISEÑO DE PLANTAS” Primera Edición 2021. p. 22

ANEXOS

CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES

Precios históricos de los 3 principales minerales de exportación boliviana en la actualidad.

Precio histórico del Oro



Precio histórico del Zinc



Precio histórico de la Plata



CAPITULO II: LA COOPERATIVA MINERA AURÍFERA INGENIO R. L.

Trabajadores de la Cooperativa Ingenio R.L.





Antigua planta de procesamiento de mineral Ingenio R. L.



Nueva planta de procesamiento “BOSQUESILLO”



INFRAESTRUCTURA Y MAQUINARIA DE LA NUEVA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE LA COOPERATIVA INGENIO R. L.

Cantidad	Equipo y Maquinaria	Fotografía
2	Buzón Primario	 A photograph showing a concrete hopper structure under construction. The structure consists of a rectangular upper section supported by a metal frame, with a large, dark, conical opening at the bottom. The construction is set outdoors on a rocky, uneven ground.
2	Buzón Secundario	 A photograph showing a secondary hopper structure under construction. It is similar in design to the primary hopper, with a rectangular upper section and a conical opening at the bottom, supported by a metal frame. The construction is outdoors on a rocky site.

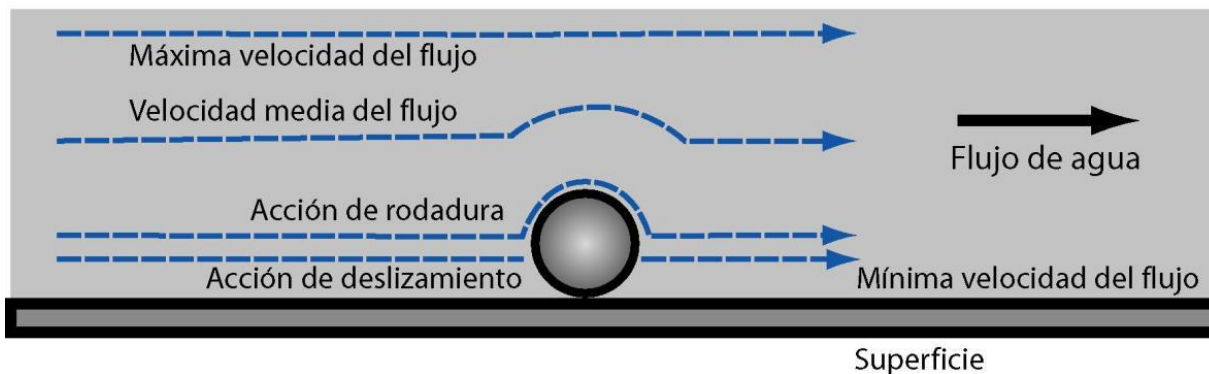
2	Bandas trasportadoras	
2	Molino de Bolas	
8	Mesas de Concentración Por vibración	

CAPACIDADES DE MOLINO DE BOLAS

Capacidad del Circuito de Molienda de Varias Operaciones																	
Plant	Mill shell dimensions, ft.		Speed, r.p.m.	Horse-power	Grinding circuit	Grinding load, tons		New feed			Product, per cent		Production, tons per mill day		Power, kw.-hr. per ton		
	Din.	Length				Balls	Pebbles	Tons	Per cent +100	Per cent -200	+100	-200	100 mesh	200 mesh	New feed	100 mesh	200 mesh
A	8	16	24.5	350	Prim.	7	12	900	95.8	2.9	62.5	26.9	300	216	7.0	20.9	29.0
C	6½	20	26.0	250	Prim.	4	10	480	98.0	1.0	53.0	31.0	234	156	9.4	19.1	28.8
E	8	16	21.0	340	Prim.	12	17	1400	72.5	7.2	42.7	17.9	452	291	4.4	13.5	21.0
B	8	8	20.0	202	Prim.	25	0	950	....	4.5	....	30.5	....	248	5.7	....	21.9
F	9	10	17.5	400	Prim.	34	0	1100	....	5.0	....	35.0	....	330	6.5	....	21.7
G	6½	9	21.5	145	Prim.	14	0	300	....	5.8	....	49.8	....	130	8.8	....	20.2
H	6½	9	21.5	166	Prim.	14	0	260	....	4.2	....	51.0	....	122	11.4	....	24.4
D	8½	20	26.0	240	Prim.	Nil	15	400	94.0	4.0	44.0	38.0	219	149	10.7	19.1	28.8
G	6½	20	25.5	160	Prim.	Nil	14	270	....	5.3	....	49.4	....	129	10.6	....	22.2
H	6½	20	25.5	195	Prim.	Nil	14	240	....	4.2	....	51.0	....	128	14.5	....	27.3
A	8	16	19.5	280	Sec.	4	13	450	62.5	26.9	4.6	72.5	303	215	11.1	16.6	23.3
B	8	16	24.5	308	Sec.	...†	...†	540	....	30.0	....	79.6	....	290	10.5	....	19.0
C	6½	20	26.0	250	Sec.	6	10	480	53.0	31.0	5.0	70.0	238	193	9.4	18.8	23.2
E	5½	22	30.0	181	Sec.	6	12	625	42.7	39.4	15.0	61.2	192	150	5.2	16.9	21.6
D	6½	20	26.0	240	Sec.	Nil	15	400	44.0	38.0	2.0	75.0	182	158	10.7	23.6	27.2
F	8	16	20.5	215	Sec.	Nil	19	550	....	35.0	....	63.6	....	170	7.0	....	22.7
G	6½	20	25.5	165	Sec.	Nil	15	540	....	49.4	....	73.7	....	153	5.5	....	19.4
H	6	20	28.0	164	Sec.	Nil	15	530	....	49.1	....	72.0	....	131	5.6	....	22.5
J	6	15	....	245	Conct.	...	Nil	110	6.4	44.7	0.0	99.6	60.0†	80.0§	30.9	73.1†	54.8§









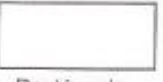
FUERZA SOBRE UNA PARTICULA SUMERGIDA EN REGIMEN LAMINAR

Tipos de fuerza sobre una partícula sumergida en régimen laminar



Señalización Según Norma Boliviana NB55001

Tabla 1 – Significado general y formas geométricas de los colores de seguridad y de contraste

Formas geométricas	Significado	Color de seguridad	Color de contraste	Color del símbolo gráfico o pictograma	Ejemplos de los usos
 Círculo con barra diagonal	Prohibición	Rojo	Blanco ^a	Negro	Véase Anexo B
 Círculo	Acción obligatoria	Azul	Blanco ^a	Blanco	Véase Anexo B
 Triángulo equilátero	Advertencia	Amarillo	Negro	Negro	Véase Anexo B
 Cuadrado  Rectángulo	Condición segura Significa escape Equipos de seguridad	Verde	Blanco ^a	Blanco	Véase Anexo B
 Cuadrado  Rectángulo	Seguridad contra incendios	Rojo	Blanco ^a	Blanco	Véase Anexo B
 Cuadrado  Rectángulo	Información complementaria	Blanco o del color de la señal de seguridad	Negro o del color de contraste relevante de la señal de seguridad	Color relevante del círculo de la señal de seguridad	Apropiado para reflejar un mensaje que se da por un símbolo gráfico.

Calculo de Luminarias para la planta de procesamiento de mineral

NUMERO DE LAMPARAS POR ESPACIO	
AREA DE MOLINO	4 LAMPARAS
AREA DE MESAS CONCENTRADORAS	8 LAMPARAS
AREA AMALGAMADO	3 LAMPARAS
PASILLOS	6 LAMPARAS

AREA DE MOLINO

LOCAL/RECINTO:	AREA DE MOLINO			
DATOS:				
DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DEL LOCAL				
NIVEL DE ILUMINACION	300	Lux		
DIMENSIONES				
LONGITUD	12	m	SUPERFICIE LOCAL (m2)	186
ANCHO	15,5	m		
ALTURA	3	m		
ALTURA DE TRABAJO	1	m		
ALTURA UTIL	0,8	m		
FACTORES DE REFLEXION	TECHO	PARED	SUELO	
	0,4	0,7	0,4	

TIPO DE LAMPARA:	LAMPARA DE TECHO		
MODELO	LED RS 200		
POTENCIA	4 X 75	W	
FLUJO LUMINOSO	22000	Lm	
COEFICIENTE DE CONSERVACION (Cd):	0,90		
CALCULOS:			
INDICE DEL LOCAL/RECINTO (K)	8,45	$K = \frac{L.a}{[hu.(L+a)]}$	
COEFICIENTE UTILIZACION (Cu)	0,70	según fabricante	
FLUJO NECESARIO (flujo total)	88571,43	Lm	Flujo = Emed. S/Cd.Cu
NUMERO DE LAMPARAS (N)	4,03	LAMPARAS	

AREA DE MESAS CONCENTRADORAS

LOCAL/RECINTO:	AREA DE MESAS CONCENTRADORAS		
DATOS:			
DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DEL LOCAL			
NIVEL DE ILUMINACION	300	Lux	
DIMENSIONES			
LONGITUD	12	m	SUPERFICIE LOCAL (m2) 300
ANCHO	25	m	

ALTURA	3	m		
ALTURA DE TRABAJO	1	m		
ALTURA UTIL	0,8	m		
FACTORES DE REFLEXION	TECHO	PARED	SUELO	
	0,4	0,7	0,4	
TIPO DE LAMPARA:	LAMPARA DE TECHO			
MODELO	CEILING 400 STEEL			
POTENCIA	34		W	
FLUJO LUMINOSO	29000		Lm	
COEFICIENTE DE CONSERVACION (Cd):		0,62		
CALCULOS:				
INDICE DEL LOCAL/RECINTO (K)	10,14	$K = \frac{L.a}{[hu.(L+a)]}$		
COEFICIENTE UTILIZACION (Cu)	0,62	según fabricante		
FLUJO NECESARIO (flujo total)	234131,11	Lm	Flujo = Emed. S/Cd. Cu	
NUMERO DE LAMPARAS (N)	8,07	LAMPARAS		

AREA AMALGAMADO

LOCAL/RECINTO:		AREA DE AMALGAMADO			
DATOS:					
DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DEL LOCAL					
NIVEL DE ILUMINACION		750	Lux		
DIMENSIONES					
LONGITUD	5	m	SUPERFICIE LOCAL (m2)	60	
ANCHO	12	m			
ALTURA	3	m			
ALTURA DE TRABAJO	1	m			
ALTURA UTIL	0,8	m			
FACTORES DE REFLEXION	TECHO	PARED	SUELO		
	0,4	0,7	0,4		
TIPO DE LAMPARA:	LAMPARA DE TECHO				
MODELO	CEILING 400 STEEL				
POTENCIA	34				W
FLUJO LUMINOSO	20000				Lm
COEFICIENTE DE CONSERVACION (Cd):		0,85			
CALCULOS:					
INDICE DEL LOCAL/RECINTO (K)		4,41	$K = \frac{L.a}{[hu.(L+a)]}$		

COEFICIENTE UTILIZACION (Cu)	0,85	según fabricante	
FLUJO NECESARIO (flujo total)	62283,74	Lm	Flujo = Emed. S/Cd.Cu
NUMERO DE LAMPARAS (N)	3,11	LAMPARAS	

PASILLOS

LOCAL/RECINTO:		PASILLOS		
DATOS:				
DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DEL LOCAL				
NIVEL DE ILUMINACION	300	Lux		
DIMENSIONES				
LONGITUD	40	m	SUPERFICIE LOCAL (m2)	120
ANCHO	3	m		
ALTURA	2,6	m		
ALTURA DE TRABAJO	1	m		
ALTURA UTIL	0,8	m		
FACTORES DE REFLEXION	TECHO	PARED	SUELO	
	0,4	0,7	0,4	
TIPO DE LAMPARA:	LAMPARA DE TECHO			
MODELO	BACOLLI			

POTENCIA	50	W	
FLUJO LUMINOSO	10000	Lm	
COEFICIENTE DE CONSERVACION (Cd):	0,80		
CALCULOS:			
INDICE DEL LOCAL/RECINTO (K)	3,49	$K = \frac{L.a}{[hu.(L+a)]}$	
COEFICIENTE UTILIZACION (Cu)	0,75	según fabricante	
FLUJO NECESARIO (flujo total)	60000,00	Lm	Flujo = Emed. S/Cd.Cu
NUMERO DE LAMPARAS (N)	6,00	LAMPARAS	

Nombre del Autor: **Amilcar Rodrigo Suxo Pizarroso**

Correo: **amrosu70@gmail.com**

Número de celular: **78915852**



MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL



2024-1111-51-0-1

DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-253/2024
La Paz, 8 de Febrero del 2024

VISTOS:

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha 1 de febrero del 2024, por AMILCAR RODRIGO SUXO PIZARROSO con C.I. N° 8317629 LP, con número de trámite DA 132/2024, señala la pretensión de inscripción de la Memoria Laboral titulada: "PARTICIPACIÓN EN EL DISEÑO DE UNA PLANTA MODELO DE PROCESAMIENTO DE MINERAL AURIFERO PARA LA "COOPERATIVA MINERA AURIFERA INGENIO R.L.", cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el "Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todas sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adaptado en el marco del proceso andino de integración".

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece "Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión". En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: "la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios".

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina



"2025 AÑO DE LA JUVENTUD HACIA EL BICENTENARIO"

Oficina Central - La Paz
Av. Mariscal, N° 216,
entre las Alamedas y
La Paz Alameda
Tel.: 2222
www.senapi.gov.bo

Oficina - Santa Cruz
Av. Arce, Calle
Independencia (Bajada),
N° 20, Edif. Bismarck
Tel.: 2222 - 2222

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 20,
entre el Bº Bolívar y Alameda
Tel.: 2222 - 2222

Oficina - Oruro
Av. San Pedro, N° 200
COP. Alameda El Valle
Edif. Pinar, Bº. El
Valle
Tel.: 2222
Tel.: 2222 - 2222

Oficina - Sucre
Calle Bolívar, N° 20
entre Alameda y Bolívar
Calle Nueva Bolívar
Tel.: 2222

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calle San Diego y Alameda
COP. Santa Cruz, N° 20
Tel.: 2222

Oficina - Potosí
Calle 6 de Agosto N° 200
entre Alameda y Bolívar
Calle Bolívar, Bº. N.
Tel.: 2222

Oficina - Beni
Av. Villazón entre Calle
Bolívar y San Martín,
COP. Av. Villazón N° 20,
entre Paz, Bº. N.
Tel.: 2222



MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

que: "...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial".

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: "... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, la Memoria Laboral titulada: **"PARTICIPACIÓN EN EL DISEÑO DE UNA PLANTA MODELO DE PROCESAMIENTO DE MINERAL AURIFERO PARA LA "COOPERATIVA MINERA AURIFERA INGENIO R.L."**, a favor del autor y titular: **AMILCAR RODRIGO SUXO PIZARROSO** con C.I. Nº **8317629 LP**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.




Abg. Carlos Alberto Soruco Arroyo
**DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS**
SERVICIO NACIONAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

CRS/000000
C.A. Senapi



"2025 AÑO DE LA JUVENTUD HACIA EL BICENTENARIO"

Oficina Central - La Paz
Av. Sucre, N° 205
Calle La Independencia
C. San Sebastián
Tel.: 2200
2200 - 2200

Oficina - Santa Cruz
Av. Arce, Calle
Independencia 1000
N° 20, C/ San Martín
Tel.: 2000 - 2000

Oficina - Cochabamba
Calle Sucre, N° 100
entre el cruce y el cruce
Tel.: 2000 - 2000

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo, N° 100
C/ San Martín 1000
Calle Sucre, N° 100
C/ San Martín
Tel.: 2000 - 2000

Oficina - Oruro
Calle Sucre y N° 100
C/ San Martín
Calle Sucre y N° 100
Tel.: 2000

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calle San Martín y N° 100
C/ San Martín, N° 100
Tel.: 2000

Oficina - Sucre
Calle San Martín y N° 100
entre San Martín y San
C/ San Martín, N° 100
Tel.: 2000

Oficina - Potosí
Av. Sucre entre calles:
San Martín y San Martín
C/ San Martín, N° 100
C/ San Martín, N° 100
Tel.: 2000

www.senapi.gov.bo