

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS  
Y METALÚRGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
METALÚRGICA**



**TESIS:**

**INSTALACIÓN DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE  
FLOTACIÓN DE MINERALES SULFURADOS DE COBRE EN LA  
ZONA DE COCHASAYHUAS, GRAU - APURIMAC**

**(Estudio-Pre factibilidad)**

**PRESENTADO POR:**

Br. César Quispe Huaraya

Br. Edgardo Suca Cjuno

**Para optar al Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico**

**ASESOR:**

Ing. Porfirio Carrasco Tapia

**CUSCO – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida, por estar siempre conmigo en mis momentos difíciles, en mis alegrías, en mis tristezas, que escucho mi oración que hoy se hace realidad uno de mis sueños de ser profesional.

¡Doy gracias por siempre!

A mi madre EVANGELINA HUARAYA GAMARRA, por darme esa fuerza para seguir adelante, por su amor incondicional que me brinda, por enseñarme los valores de la vida de ser una buena persona, siempre te llevare en el corazón nunca Te defraudare.

A mi padre ZOILO QUISPE APAZA y mis hermanos, HONORIO, EVER Y ROSA LUZ, por estar siempre presentes cada momento, por su apoyo moral, por su palabra de aliento, motivación y exigencia para concluir mis objetivos.

A mis tíos, HIPOLITO Y ROSA, por su apoyo incondicional para poder culminar mis estudios seré agradecido eternamente.

A mi asesor Ing. Porfirio Carrasco Tapia y a mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica, por la enseñanza y transmitirme sus conocimientos valiosos.

A todos mis familiares, amistades y compañeros que contribuyeron con su apoyo.

César Q.H

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a:

Mis padres, MARCELINO SUCA VARGAS y HONORATA CJUNO CCAMA, están muy agradecidos por su legado de formación y educación. Me dio ejemplos de superación y dedicación porque siempre me animó en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis hermanos, RAÚL, ALBERTA, WUILLAM, HONORATA y REINA en especial a EMMA y ELIZABETH por estar siempre apoyándome, por ser un mejor amigo(a) y confidente.

A mis familiares, compañeros y amigos de estudio por darme su apoyo incondicional para conseguir la meta más ansiada en nuestra Escuela Profesional.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por haberme acogido y darme tantas alegrías, que hoy me considero antoniano.

A los catedráticos de la Escuela Profesional que me ha llevado y dado, lo mejor de sus conocimientos en la realización de este trabajo de investigación.

Edgardo S.C.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a DIOS, por todas las cosas que hacemos día a día.

A nuestra casa de estudios de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por formarnos profesionales.

A la facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica. En especial a la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica.

A toda la plana de docentes por ser parte de su contribución de sus conocimientos para nuestra formación profesional.

Al Ing. Porfirio Carrasco Tapia por ser nuestro asesor para poder lograr la elaboración de la tesis y brindarnos el acceso al laboratorio para realizar nuestras pruebas Metalúrgicas.

A la empresa Consorcio Cochasayhuas SAC. Por habernos permitido, acceder a su concesión minera y por brindarnos su apoyo para instalación de una planta concentradora.

Y en especial a nuestros familiares, amistades, compañeros y personas que de una u otra manera contribuyeron para que este trabajo sea concluido.

SUCA CJUNO, EDGARDO

QUISPE HUARAYA, CESAR

## **PRESENTACIÓN**

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Señores miembros del jurado:

De acuerdo con la normativa vigente de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica, ponemos a vuestra disposición este trabajo colectivo intitulado.

**“INSTALACIÓN DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE FLOTACIÓN DE MINERALES SULFURADOS DE COBRE EN LA ZONA DE COCHASAYHUAS GRAU - APURIMAC (Estudio-Pre factibilidad)”**

El presente trabajo de gran utilidad que ayudara el desarrollo de las comunidades que se dedican a la actividad de la pequeña minería y minería artesanal, en la región de Apurímac.

SUCA CJUNO, EDGARDO

QUISPE HUARAYA, CESAR

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1. Ubicación de la planta concentradora .....	4
Figura N° 1.2. Mapa Progreso-Graú-Apurímac.....	5
Figura N° 2.1. Producción mensual de cobre (miles de TMF) .....	14
Figura N° 2.2. Estructura de la producción de cobre por empresas, enero-agosto 2020 .....	14
Figura N° 2.3 Balance de oferta y demanda del cobre.....	17
Figura N° 2.4. Valor de exportaciones por sectores económicos (Valor FOB en millones de US\$).....	21
Figura N° 2.5. Valor de exportaciones minería metálica (Valor FOB en millones de US\$).....	21
Figura N° 2.6. Valor de las Exportaciones de Cobre (Valor FOB en millones de US\$) .....	22
Figura N° 2.7. Destino de las exportaciones de cobre (enero-julio) .....	23
Figura N° 2.8 Cotización diaria de principales metales.....	25
Figura N° 2.9. Proyección mundial de la demanda de cobre refinado 2019-2035 (Mt).....	26
Figura N° 2.10 Precio del concentrado de cobre .....	28
Figura N° 2.11 Proyección de Precio del cobre 2018-2035.....	29
Figura N° 2.12. Modelo de las cinco fuerzas de Poder de cobre .....	30
Figura N° 4.1. Toma de muestra .....	36
Figura N° 4.2. Chancadora cónica.....	36
Figura N° 4.3. Determinación de gravedad específica.....	39
Figura N° 4.4. Stereomicroscopico .....	41
Figura N° 4.5. Abertura de mallas vs porcentaje pasante.....	43
Figura N° 4.6. Cinética de la molienda .....	44
Figura N° 4.7. Determinación de tiempo de molienda .....	44
Figura N° 4.8. Tamaño de partícula Vs % acumulado pasante.....	46
Figura N° 4.9. Curva del análisis granulométrico en escala semi-log Gates Gaudim Shuhmann .....	47
Figura N° 4.10 Análisis granulométrico .....	48
Figura N° 4.11. Determinación de Índice de trabajo (Wi).....	51
Figura N° 4.12. Prueba de Flotación .....	53
Figura N° 4.13. Tolva de gruesos.....	56
Figura N° 4.14. Tolva de finos.....	69
Figura N° 4.15. Almacenamiento de relave (AGUAS ARRIBA).....	107
Figura N° 4.16. Balance de agua en la planta concentradora.....	111
Figura N° 9.1. Ubicación satelital de Cochasayhuas-Progreso .....	148
Figura N° 10.1. Proceso de planificación del proyecto.....	154
Figura N° 10.2. Proceso de planificación del proyecto.....	155

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1. 1 Área de polígono del proyecto .....	4
Tabla N° 1. 2 Vías de acceso a la planta concentradora .....	5
Tabla N° 1. 3 Ubicación desde el área del proyecto a los centros poblados .....	6
Tabla N° 1. 4 Reserva de mineral probados y probables .....	7
Tabla N° 2.1. Producción nacional de cobre .....	13
Tabla N° 2.2. PBI por sectores económicos .....	19
Tabla N° 2.4 Cotización promedio de los principales metales .....	24
Tabla N° 2.5. Proyección mundial de la demanda de cobre refinado 2018-2035 (Mt) .....	26
Tabla N° 2.6. Importaciones de Concentrado de Cobre en (Mt).....	27
Tabla N° 2.7. Proyección del precio del cobre, 2019-2035 .....	29
Tabla N° 3.1 Coordenadas de localización Cochasayhuas .....	32
Tabla N° 3.2. Identificación de factores .....	33
Tabla N° 3.3. Coeficiente de ponderación.....	33
Tabla N° 3.4. Escala de calificación.....	34
Tabla N° 3.5. Calificación puntaje ponderado.....	34
Tabla N° 4.1. Característica mineralógica.....	37
Tabla N° 4.2. Resultados de análisis químico (ley de cabeza de la mina) .....	37
Tabla N° 4.3. Grado de liberación cualitativo .....	41
Tabla N° 4.4. Análisis granulométrico tiempo de molienda .....	43
Tabla N° 4.5. Cinética de tiempo de molienda .....	44
Tabla N° 4.6. Distribución granulométrica en peso.....	45
Tabla N° 4.7. Cálculos de análisis granulométrico en función de Gates Gaudim Schuman .....	47
Tabla N° 4.8. Análisis granulométrico de alimento.....	50
Tabla N° 4.9. Análisis granulométrico del producto de la prueba estándar de bond.....	50
Tabla N° 4.10. Pruebas estándar de bond para el cálculo de Word index.....	51
Tabla N° 4.11. Resultados de análisis químico (ley de concentrado peso 0.85 kg) .....	53
Tabla N° 4.12. Resultados de análisis químico (ley de relave peso 0.665 kg).....	53
Tabla N° 4.13. Balance metalúrgico.....	54
Tabla N° 4.14 Datos para calcular volumen de tolva de gruesos.....	56
Tabla N° 4.15 Calculo de la capacidad de la tolva de gruesos.....	57
Tabla N° 4.16. Ratios de parámetros para la sección de chancado .....	58
Tabla N° 4.17. Características de operación de la chancadora Blake .....	59
Tabla N° 4.18. Teniendo el cuadro de análisis granulométrico de clasificación de las zarandas	63
Tabla N° 4.19 Datos del factor de abertura de tamiz de la zaranda .....	65
Tabla N° 4.20 Datos para calcular el volumen de la tolva de finos .....	70
Tabla N° 4.21 Calculo de la capacidad de la tolva de finos.....	71
Tabla N° 4.22. Valor de kb de la tabla de la descarga del molino .....	73
Tabla N° 4.23 Eficiencia de la molienda .....	76
Tabla N° 4.24. Distribución de tamaño de bolas .....	78
Tabla N° 4.25. Distribución de tamaño de bolas secundario.....	83

Tabla N° 4.26 Valores de coeficiente de arrastre .....	93
Tabla N° 4.27. Consumo de energía eléctrica en la planta concentradora .....	109
Tabla N° 4.28. Consumo de agua cruda en la planta concentradora .....	110
Tabla N° 5.1. Obras civiles e infraestructuras .....	115
Tabla N° 5.2. Relación de equipos de la planta concentradora .....	116
Tabla N° 5.3. Inversiones fijas intangibles .....	118
Tabla N° 5.4. Inversiones capitales de trabajo al mes .....	119
Tabla N° 5.5. Inversión total del proyecto .....	119
Tabla N° 5.6. Estructura de financiamiento para el proyecto .....	120
Tabla N° 5.7. Cronograma de pago de la deuda .....	121
Tabla N° 5.8. Cronograma de pago de la deuda .....	122
Tabla N° 5.9. Cronograma de pago de la deuda .....	123
Tabla N° 6.1. Mano de obra directa.....	124
Tabla N° 6.2. Materiales directos .....	125
Tabla N° 6.3. Materia prima.....	125
Tabla N° 6.4. Mano de obra indirecta .....	125
Tabla N° 6.5. Materiales indirectos .....	126
Tabla N° 6.6. Servicios y suministros .....	126
Tabla N° 6.7. Gastos de operación .....	126
Tabla N° 6.8. Resumen de egresos totales.....	127
Tabla N° 6.9. Balance metalúrgico.....	128
Tabla N° 6.10. Bolsa de metales Londres (LMT).....	128
Tabla N° 6.11. Valorización de concentrado de cobre .....	129
Tabla N° 6.12. Presupuesto de ingreso total .....	129
Tabla N° 6.13. Cálculo de depreciación .....	130
Tabla N° 6.14. Estado de pérdida y ganancia del proyecto.....	130
Tabla N° 6.15 grafico del punto de equilibrio .....	131
Tabla N° 7.1. Flujo de caja de la inversión.....	132
Tabla N° 7.2 Determinación del VAN de la inversión .....	133
Tabla N° 7.3. Determinación del TIR.....	134
Tabla N° 7.4. Determinación costo-beneficio .....	134
Tabla N° 7.5. Periodo de recuperación de la inversión.....	135
Tabla N° 7.6. Flujo de caja financiero .....	135
Tabla N° 7.7. Determinación del VAN financiero .....	136
Tabla N° 7.8. Determinación del TIR financiero.....	136
Tabla N° 7.9. Determinación beneficio-costo .....	137
Tabla N° 7.10. Periodo de recuperación de la inversión.....	137
Tabla N° 8.1. Matriz de identificación causa-efecto.....	140
Tabla N° 9.1. Matriz de identificación de impactos ambientales.....	153



## LISTA DE SÍMBOLOS

HP	: Caballos de Fuerza
K	: Constante ancho de la faja transportadora
Kcal	: kilocalorías
Km	: kilómetros
Kw	: kilowatts
Kw-hr	: kilowatts/hora
lb	: Libra
m	: Metro
m <sup>3</sup>	: Metro Cubico
min	: Minuto
mm	: Milímetro
msnm	: Metros sobre el nivel del mar
Vc	: Velocidad critica
NP	: Número de potencia
°C	: Grados Celsius
°F	: Grados Fahrenheit
P	: Potencia
P <sub>80</sub>	: Es el tamaño del 80 % acumulado pasante en el producto ( $\mu\text{m}$ ).
F <sub>80</sub>	: Tamaño del 80% acumulado pasante en la alimentación ( $\mu\text{m}$ ).
Pie <sup>2</sup>	: Pies cuadrados
Pulg.	: Pulgadas
Q	: Caudal de pulpa
RPM	: Revoluciones por minuto
Seg	: Segundos
TC	: Toneladas cortas

TCPD : Toneladas cortas por día  
TCPH : Toneladas cortas por hora  
TCS : Toneladas cortas secas  
TM : Toneladas métricas  
TMS : Toneladas métricas secas  
U : Viscosidad de pulpa.  
V : Volumen  
Vp : Volumen de pulpa del molino  
Vt : Volumen total  
Vutil : Volumen útil  
Wi : Work index  
Cu : Cobre  
CuFeS<sub>2</sub>: Calcopirita  
CuS : Cobelina  
Cu<sub>2</sub>S : Calcocina  
2CuS.CuSFeS: Bornita  
ASTM: Asociación Americana de Ensayo de Materiales  
g/cc : Gramos por centímetro cubico  
Kg : kilogramos  
EPP : Equipo de protección personal  
VAN : Valor anual neto

## RESUMEN

El presente estudio de investigación intitulado, INSTALACION DE UNA PLANTA CONCENTRADORA DE FLOTACION DE MINERALES SULFURADOS DE COBRE EN LA ZONA DE COCHASAYHUAS PROVINCIA GRAU EN LA REGIÓN DE APURÍMAC (estudio pre factibilidad), se realiza con el objetivo de instalar una planta concentradora, mediante el uso de tecnología moderna como programas de software simulación METSIM, conminucion JKSimMet, solver y control automatización de procesos para obtener mayores beneficios a costos menores y obtener mayores beneficios a costos menores, la planta concentradora tendrá una capacidad de procesamiento de 300 TMSD de mineral sulfurados de cobre según la reserva y la producción diaria de materia prima de los yacimientos mineros de minerales sulfurados de cobre (calcopirita, bornita, calcosina y covelina). La ley mínima de cabeza para el mineral de cobre para procesar en la planta concentradora es de 3.07% de cobre, 3.15 Oz/Tc de plata y 0.57 Oz/Tc de oro.

Se realizó las diferentes pruebas metalúrgicas obteniendo resultados óptimos para el dimensionamiento de los equipos para cada circuito de: chancado, molienda-clasificación, flotación, espesamiento y filtrado. Que permitirá obtener concentrado bulk de 30.272 TMNSD valorizado en \$104,817.06 con una ley promedio de 26.24% de Cu, 13.34 Oz/Tc de Ag y 1.13 Oz/Tc de Au. Que dependerá del contenido mineralógico y el porcentaje de especies valiosas del mineral de cabeza.

Concluimos que el presente trabajo de instalación de una planta concentradora, será factible porque tiene una buena rentabilidad económica generando mayor oportunidad de trabajo, crecimiento económico y bienestar de social de las comunidades aledañas.

### **Palabras claves:**

Instalación de una planta concentradora, ley de minerales, dimensionamiento de equipos, concentrado bulk.

## ADSTRACT

This research study entitled, INSTALLATION OF A CONCENTRATOR PLANT OF FLOTATION OF SULFURATED COPPER MINERALS IN THE AREA OF COCHASAYHUAS PROVINCE GRAU IN THE REGION OF APURÍMAC (pre-feasibility study), is carried out with the objective of installing a concentrator plant, through the Using modern technology such as METSIM simulation software, JKSimMet comminution, solver and process automation control to obtain greater benefits at lower costs and obtain greater benefits at lower costs, the concentrator plant will have a processing capacity of 300 TMSD of sulfurized ore of copper according to the reserve and daily production of raw material from the mining deposits of copper sulphide minerals (chalcopyrite, bornite, chalcosine and covelina). The minimum head grade for copper ore to be processed at the concentrator plant is 3.07% copper, 3.15 Oz / Tc of silver and 0.57 Oz / Tc of gold.

The different metallurgical tests were carried out, obtaining optimal results for the sizing of the equipment for each circuit of: crushing, grinding-classification, flotation, thickening and filtering. That will allow to obtain bulk concentrate of 30,272 TMNSD valued at \$ 104,817.06 with an average grade of 26.24% of Cu, 13.34 Oz / Tc of Ag and 1.13 Oz / Tc of Au. That will depend on the mineralogical content and the percentage of valuable species of the mineral head.

We conclude that the present work of installing a concentrator plant will be feasible because it has a good economic profitability generating greater job opportunities, economic growth and social welfare of the surrounding communities.

Keywords:

Installation of a concentrator plant, mineral grade, equipment sizing, bulk concentrate.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú se encuentran muchos yacimientos mineros de minerales sulfurados de cobre, pero si nos ubicamos en la región de Apurímac, las actividades mineras son intensivas, los protagonistas son las grandes minas, las pequeñas minas y minería artesanal están directamente involucradas en la producción de metales de Cobre, Oro y plata, por lo tanto es importante instalar una planta concentradora de procesamiento de minerales en la zona, para generar desarrollo en las comunidades aledañas que se relacionan con la sociedad, política y cultural desde las épocas antepasadas hasta la actualidad.

Como en los últimos años, en la región de Apurímac provincia de Grau, distrito de Progreso, la pequeña minería y la minería artesanal ha crecido, por ese motivo se ha tomado la iniciativa de instalar una planta concentradora de procesamiento de minerales, utilizando la última tecnología moderna en el diseño de los equipos.

Para la selección de los equipos en las diferentes etapas como chancado, molienda, flotación, espesadores y filtros, se diseñó de acuerdo a los parámetros obtenidos realizada en la prueba metalúrgica en la escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica, según a la capacidad de procesamiento de la planta concentradora.

En la actualidad la actividad pequeña minera y minería artesanal de extracción de minerales sulfurados, está ampliamente difundida en la región y es realizada por pobladores de diferentes comunidades que serán beneficiados con el proyecto que ya no serán trasladados a plantas fuera de la región como a Nazca u otras localidades, así podrán desarrollar sus actividades y mejorar sus condiciones de vida.

El estudio de mercado del proyecto, permite aseverar que el producto obtenido concentrado bulk de cobre, plata y oro, estará dentro de la exigencia del mercado nacional e internacional, así como satisfacer la oferta de 22.6 millones de contenido de cobre y la demanda nacional, y encontrar los canales de comercialización del producto.

El tamaño y localización de la planta, se ubica por el método ponderado que se demuestra el lugar determinado es denominado cerro nuevo San Lucas Cochasayhuas-Progreso de la Región de Apurímac, este lugar es apropiado por diferentes factores, favorables tales como materia prima, agua y transporte barato.

Ingeniería del Proyecto estudia la pre factibilidad, se diseña el proceso a aplicar y su selección de su maquinaria y equipos a instalar a la planta con las dimensiones y capacidades calculadas respectivamente.

Inversión y Financiamiento, la inversión del proyecto será un monto de \$ 2'994,496.45 el financiamiento de \$ 1'437,604.00 aporte propio y \$ 1'536,891.933 préstamo de la caja municipal de Cusco.

Presupuesto de egresos e ingresos, los egresos al año suman \$ 6'918,656.4 y el ingreso por año es de \$ 33'960,738.1 el proyecto genera ganancias.

El flujo de fondos o flujo de caja del proyecto, se determina el egreso e ingreso de dinero en un determinado tiempo de 5 años. Donde el Valor actual neto (VAN) es de \$ 54'943,744.96 mayor a cero, tasa interna de retorno (TIR) es de 20.27% y la relación beneficio costo (B/C) es de 1.21 obteniendo los indicadores, entonces el proyecto es favorable que genera ganancias.

La evaluación del proyecto, es muy rentable la inversión, el financiamiento y los estudios económicos se realizan en un período de 05 años.

El estudio de Impacto Ambiental hace que cumpla toda la norma establecida para proteger el medioambiente.

Demostrando que la instalación de la planta concentradora es factible porque tiene una buena rentabilidad generando bienestar a la sociedad en general.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	III
PRESENTACIÓN .....	IV
LISTA DE FIGURAS .....	V
LISTA DE TABLAS .....	VI
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VIII
RESUMEN.....	X
ADSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
ÍNDICE GENERAL.....	XIV

### CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.2.1. Justificación tecnológica.....	2
1.2.2. Justificación social.....	2
1.2.3. Justificación ambiental.....	2
1.2.4. Justificación económica.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4.2. Accesos y vías de comunicación .....	5
1.4.3. Geomorfología .....	6
1.4.4. Fisiografía .....	6
1.4.5. Clima y vegetación.....	6
1.5. CARACTERÍSTICA GENERAL DEL PROYECTO .....	6
1.5.1. Tamaño del proyecto .....	6
1.5.2. Vida útil del proyecto.....	7
1.5.3. Mineralogía .....	7
1.5.4. Reservas de mineral probadas y probables .....	7

### CAPITULO II ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Mercado .....	8
2.1.1. Los riesgos asociados a la actividad minera del cobre .....	8
2.1.1.1. Riesgos de la unidad estratégica de negocio.....	9

2.1.1.2.	Riesgos financieros .....	9
2.1.1.3.	Riesgos operacionales .....	9
2.1.1.4.	Riesgos de liquidez .....	9
2.1.1.5.	Riesgo legal.....	10
2.1.1.6.	Riesgo de crédito .....	10
2.1.1.7.	Riesgo de mercado .....	10
2.1.1.8.	Riesgo del proyecto minero .....	10
2.1.1.9.	Riesgo de la naturaleza.....	10
2.2.	<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....</b>	<b>11</b>
2.2.1.	Características del cobre .....	11
2.3.	<b>USOS DEL COBRE .....</b>	<b>11</b>
2.4.	<b>ESTUDIO DEL MERCADO DE MATERIA PRIMA .....</b>	<b>12</b>
2.4.1.	Concentrado bulk .....	12
2.4.2.	Mercado del cobre .....	12
2.4.3.	Producción nacional .....	12
2.4.3.1.	Producción nacional de cobre .....	12
2.4.4.	Producción mundial .....	15
2.4.4.1.	Producción mundial de cobre .....	15
2.4.5.	Demanda .....	16
2.4.6.	Oferta .....	16
2.4.7.	Consumo nacional de materia prima .....	17
2.5.	<b>PRINCIPALES INDICADORES MACROECONÓMICOS .....</b>	<b>19</b>
2.6.	<b>EXPORTACIONES DE PRODUCTOS MINEROS .....</b>	<b>20</b>
2.7.	<b>COMERCIALIZACIÓN .....</b>	<b>23</b>
2.7.1.	Formas de comercialización de concentrados .....	23
2.7.2.	Consumo local.....	23
2.7.3.	Cotización de principales metales.....	23
2.7.4.	Proyección mundial de cobre.....	25
2.7.5.	Importaciones de concentrado de cobre .....	26
2.8.	<b>PRECIO DE CONCENTRADO DE COBRE .....</b>	<b>27</b>
2.8.1.	Proyección del precio de cobre al 2035 .....	28
2.9.	<b>ANÁLISIS DE LAS CINCO FUERZAS DE PODER PARA EL MERCADO DEL COBRE .....</b>	<b>29</b>

### **CAPITULO III**

#### **TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN**

3.1.	<b>TAMAÑO DEL PROYECTO .....</b>	<b>31</b>
------	----------------------------------	-----------



3.1.1.	Relaciones de tamaño del mercado .....	31
3.1.1.1.	Tamaño - mercado.....	31
3.1.1.2.	Tamaño – inversión – recursos financieros.....	31
3.1.1.3.	Tamaño – rentabilidad .....	31
3.1.2.	Tamaño del proyecto .....	31
3.2.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	32
3.2.1.	Alternativas de localización .....	32
3.2.1.	Factores determinantes de la localización.....	32
3.2.1.1.	Evacuación de desechos.....	32
3.2.1.2.	Parámetros cuantitativos .....	32
3.2.1.3.	Selección por método de puntuación ponderada .....	33
3.2.1.4.	Determinación de la localización .....	34

## CAPITULO IV

### INGENIERÍA DE PROYECTO

4.1.	INTRODUCCIÓN.....	35
4.1.1.	Muestreo.....	35
4.1.2.	Preparación mecánica de la muestra .....	36
4.2.	CARACTERIZACIÓN DEL MINERAL Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PRINCIPALES.....	37
4.2.1.	Determinación de la humedad .....	37
4.2.2.	Determinación de gravedad específica del mineral.....	38
4.2.3.	Determinación de densidad aparente.....	39
4.3.	PRUEBAS METALURGICAS.....	40
4.4.	TIEMPO DE MOLIENDA .....	41
4.4.1.	Análisis granulométrico del mineral .....	45
4.5.	ÍNDICE DE TRABAJO (WI).....	48
4.6.	PRUEBAS DE FLOTACION REALIZADOS EN LA UNSAAC.....	52
4.7.	BALANCE METALURGICO.....	53
4.7.1.	Análisis de leyes .....	55
4.8.	DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DE LA PLANTA CONCENTRADORA	55
4.8.1.	Balanza de pesaje.....	55
4.9.	TOLVA DE GRUESOS .....	55
4.9.1.	Alimentador de gruesos compuerta.....	57
4.9.2.	Parrilla o grizzly fijo.....	57
4.9.3.	Sección de chancado .....	57
4.9.3.1.	Chancadora primaria de quijas.....	58

<b>4.10.</b>	<b>FAJA TRANSPORTADORA N° 01</b> .....	<b>60</b>
4.10.1.	Selección de la faja transportadora.....	60
<b>4.11.</b>	<b>ZARANDA VIBRATORIA</b> .....	<b>62</b>
<b>4.12.</b>	<b>FAJA TRANSPORTADORA N° 02</b> .....	<b>66</b>
4.12.1.	Selección de la faja transportadora.....	66
4.12.2.	Chancadora secundaria cónica.....	68
4.12.3.	Tolva de finos.....	69
<b>4.13.</b>	<b>SECCION DE MOLIENDA</b> .....	<b>71</b>
4.13.1.	Faja transportadora N° 03.....	71
4.13.2.	Molino de bolas primario.....	72
4.13.2.1.	Método bond para dimensionar molino de bolas primario .....	73
4.13.3.	Molino de bolas secundario .....	78
4.13.3.1.	Método bond para dimensionar molino de bolas secundario .....	78
<b>4.14.</b>	<b>CLASIFICACION POR HIDROCICLONES</b> .....	<b>83</b>
4.14.1.	Calculo del diámetro del ápex.....	85
<b>4.15.</b>	<b>SELECCIÓN DE LA BOMBA DE PULPA DE LOS MOLINOS</b> .....	<b>86</b>
<b>4.16.</b>	<b>SECCION DE FLOTACION DE MINERALES</b> .....	<b>95</b>
4.16.1.	Diseño de circuito de flotación.....	95
4.16.2.	Tanque acondicionador de pulpa .....	96
4.16.3.	Determinando el tiempo de residencia del tanque acondicionador.....	96
4.16.4.	Determinación de los volúmenes de las celdas de flotación .....	97
4.16.4.1.	Celdas Denver sud-A .....	97
4.16.4.2.	Calculo de número de celdas para celdas Denver sud-A .....	97
4.16.4.3.	Celdas morococha o serranas (ws).....	98
4.16.4.4.	Calculo el volumen de la celda morococha .....	98
<b>4.17.</b>	<b>REACTIVOS PARA EL PROCESO DE FLOTACIÓN</b> .....	<b>100</b>
<b>4.18.</b>	<b>SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO DE PULPA DE CONCENTRADO Y RELAVE</b> .....	<b>101</b>
<b>4.19.</b>	<b>SECCION DE ESPESAMINTO - SEDIMENTACION</b> .....	<b>101</b>
4.19.1.	Espesador de concentrado de cobre .....	101
<b>4.20.</b>	<b>FILTRO DE CONCENTRADO</b> .....	<b>104</b>
<b>4.21.</b>	<b>DISPOSICION DE RELAVES</b> .....	<b>106</b>
4.21.1.	Dimensionamiento de la relavara .....	106
<b>4.22.</b>	<b>LABORATORIO</b> .....	<b>107</b>
4.22.1.	Laboratorio metalúrgico .....	107
4.22.2.	Infraestructura de laboratorio metalúrgico .....	107

4.23.	<b>LABORATORIO QUIMICO</b> .....	108
4.23.1.	<b>Infraestructura de laboratorio metalúrgico</b> .....	108
4.24.	<b>ENERGIA ELECTRICA PARA LA PLANTA CONCENTRADORA</b> .....	108
4.24.1.	<b>Subestación eléctrica</b> .....	110
4.24.2.	<b>Sistema de pararrayos</b> .....	110
4.25.	<b>BALANCE DE AGUA EN LA PLANTA CONCENTRADORA</b> .....	110
4.25.1.	<b>Sistema de agua fresca</b> .....	110
4.25.2.	<b>Sistema de agua recuperada</b> .....	111
4.26.	<b>SERVICIOS Y SUMINISTROS</b> .....	111
4.27.	<b>SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE GRIFO</b> .....	112
4.28.	<b>TALLER DE MANTENIMIENTO</b> .....	112
4.29.	<b>DEPOSITO DE RESIDUOS</b> .....	113
4.30.	<b>INFRESTRUCTURA DE LOS COMPONENTES DEL CAMPAMENTO</b> .....	113

## **CAPITULO V**

### **INVERSION Y FINANCIAMIENTO**

5.1.	<b>INVERSION DEL PROYECTO</b> .....	115
5.1.1.	<b>Aspectos generales</b> .....	115
5.1.2.	<b>Infraestructuras de las inversiones</b> .....	115
5.1.2.1.	<b>Inversiones fijas tangibles</b> .....	115
5.1.2.2.	<b>Inversiones fijas intangibles</b> .....	118
5.1.2.3.	<b>Inversiones capitales de trabajo</b> .....	119
5.1.3.	<b>Inversión total del proyecto</b> .....	119
5.2.	<b>FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO</b> .....	119
5.2.1.	<b>Aspectos generales</b> .....	119
5.2.2.	<b>Fuentes de financiamiento para el proyecto</b> .....	120
5.2.2.1.	<b>Aporte propio de los socios</b> .....	120
5.2.2.2.	<b>Préstamo de caja municipal cusco</b> .....	120
5.2.3.	<b>Condiciones de financiamiento para el proyecto</b> .....	120
5.2.4.	<b>Estructura de financiamiento para el proyecto</b> .....	120
5.2.5.	<b>Cronograma de pagos de los préstamos</b> .....	121
5.2.5.1.	<b>Financiamiento de inversión fijas tangibles</b> .....	121
5.2.5.3.	<b>Financiamiento de inversión capital de trabajo</b> .....	123

## **CAPITULO VI**

### **PRESUPUESTO DE EGRESOS E INGRESOS**

6.1.	<b>PRESUPUESTO DE EGRESOS</b> .....	124
6.1.1.	<b>Estructura de costos y gastos</b> .....	124

6.1.1.1.	Costos de producción.....	124
6.1.1.2.	Gastos de operación.....	126
6.1.1.3.	Gastos financieros.....	127
6.1.1.4.	Otros gastos.....	127
6.1.2.	Resumen egresos totales.....	127
6.2.	<b>PRESUPUESTO DE INGRESOS</b> .....	127
6.2.1.	Presupuesto de ingresos por venta.....	127
6.2.2.	Cotización en el mercado de los metales.....	128
6.2.3.	Presupuesto de ingresos por valorización de concentrado de cobre.....	128
6.2.4.	Presupuesto de ingreso total.....	129
6.3.	<b>DEPRECIACION DE LA INVERSION</b> .....	130
6.4.	<b>ESTADO DE PÉRDIDA Y GANANCIAS DEL PROYECTO</b> .....	130
6.5.	<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b> .....	130

## **CAPITULO VII**

### **FLUJO DE FONDOS**

7.1.	<b>FLUJO DE CAJA DE LA INVERSIÓN</b> .....	132
7.1.1.	Cálculo del valor actual neto (VAN) de la inversión.....	132
7.1.2.	Calculo de tasa interna de retorno (TIR) inversión.....	133
7.1.3.	Calculo de relación beneficio – costo (B/C).....	134
7.1.4.	Periodo de recuperación de la inversión (PRI).....	135
7.2.	<b>FLUJO DE CAJA FINANCIERO</b> .....	135
7.2.1.	Cálculo del valor actual neto (VAN) financiero.....	136
7.2.2.	Calculo de tasa interna de retorno (TIR) financiero.....	136
7.2.3.	Calculo de relación beneficio – costo (B/C).....	137
7.2.4.	Periodo de recuperación de la inversión (PRI).....	137

## **CAPITULO VIII**

### **EVALUACION DEL PROYECTO**

8.1.	<b>EVALUACION EMPRESARIAL</b> .....	138
8.1.1.	Evaluación económica del proyecto.....	138
8.1.2.	Evaluación financiera del proyecto.....	138
8.2.	<b>EVALUACION SOCIAL DEL PROYECTO</b> .....	138
8.3.	<b>EVALUACION AMBIENTAL DEL PROYECTO</b> .....	139
8.3.1.	Identificación de las principales acciones.....	139
8.3.2.	Identificación de los principales componentes.....	139
8.3.3.	Confección de la matriz de identificación causa-efecto.....	140
8.3.4.	Lineamiento general de impacto ambiental.....	140

8.3.4.1.	Impacto ambiental potenciales .....	140
8.3.4.2.	Plan de manejo ambiental.....	140
8.3.4.3.	Plan de contingencia .....	141

## **CAPITULO IX**

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

9.1.	<b>OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EIA.....</b>	142
9.1.1.	Objetivo general .....	142
9.1.2.	Objetivos específicos.....	142
9.2.	<b>NORMAS GENERALES.....</b>	142
9.3.	<b>DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL .....</b>	143
9.3.1.	Marco legal ambiental.....	143
9.3.2.	Ley de evaluación de impacto ambiental para obras y actividades .....	145
9.3.3.	Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental .....	145
9.3.4.	Ley general de residuos sólidos.....	146
9.3.5.	Ley general de aguas .....	146
9.3.6.	Ley de áreas naturales protegidas .....	147
9.3.7.	Ley forestal y de fauna silvestre .....	148
9.4.	<b>AREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL.....</b>	148
9.5.	<b>ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>	149
9.5.1.	Etapa de planificación y formulación de estudios .....	149
9.6.	<b>ETAPA DE ABANDONO Y CIERRE.....</b>	150
9.6.1.	Acciones generales a implementar en la etapa de cierre.....	150
9.6.1.1.	Desmantelamiento de maquinaria y equipo de planta .....	150
9.6.1.2.	Demolición de las infraestructuras .....	151
9.6.1.3.	Cierre y nivelación de vías de acceso.....	151
9.7.	<b>ACCIONES DE REVEGETACIÓN.....</b>	151
9.8.	<b>ACTIVIDADES DE MONITOREO POST CIERRE.....</b>	152
9.8.1.	Monitoreo de la estabilidad física .....	152
9.8.2.	Monitoreo de estabilidad geoquímica .....	152
9.8.3.	Monitoreo de estabilidad hidrológico.....	152
9.8.4.	Monitoreo de estabilidad ecológica .....	152
9.8.5.	Programa de monitoreo de la revegetación .....	152
9.8.6.	Matriz de identificación de impactos ambientales .....	152

## **CAPITULO X**

### **ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN**

10.1.	<b>ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACION.....</b>	154
-------	---	-----

<b>10.2.</b>	<b>FUNCIONES BASICAS DE LA ABMINISTRACION.....</b>	<b>154</b>
<b>10.2.1.</b>	<b>Planeamiento.....</b>	<b>154</b>
<b>10.2.2.</b>	<b>Organización.....</b>	<b>154</b>
<b>10.2.3.</b>	<b>Directorio .....</b>	<b>155</b>
<b>10.2.4.</b>	<b>Control .....</b>	<b>156</b>
<b>10.3.</b>	<b>HORARIO DE TRABAJO .....</b>	<b>156</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>157</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>158</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>159</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>163</b>

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1.ANTECEDENTES

Sobre este tipo de trabajo de instalación de una planta concentradora no se han encontrado estudios en la zona de Cochasayhuas de la región de Apurímac. Pero existen estudios similares, entre los cuales podemos citar los siguientes:

- ❖ Carrasco T. Porfirio y Ramos O. Rolando (1987), Proyecto para la instalación de una planta concentradora de minerales sulfurados en Minea Cusco S.A. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, cuyo objetivo es instalar una planta concentradora de capacidad de 100 TMD, en resumen. El yacimiento Escarabajo I, se estuvo trabajando en el periodo comprendido entre 1960-1965 por el Ing. Rolando Slater, posiblemente por el cobre y plata existente en sus diversas labores en el año 1979 es denunciado e inscrita en el tomo 13, folio 377 N° 1 del registro de sociedades por Minera Cusco S.A. La capacidad instalada para el presente proyecto, será de 30,000 TM de mineral al año con un tratamiento de 100 TM/día; debiendo tener en consideración que el punto de equilibrio para este proyecto alcanza el 55% de su capacidad sin pérdidas ni ganancia para el primer año de operación. La planta concentradora de Minera Cusco S.A. está ubicado en el paraje de Mantabay, en la provincia de Urubamba a 80 Km del departamento del Cusco. A través de pruebas de laboratorio utilizando el método comparativo y haciendo uso de las ecuaciones de F. Bond, se ha determinado el work Index para el mineral en estudio de 10.60 KWH/TC. Los cálculos de maquinarias y equipos se han realizado en base a los criterios técnicos experimentales de acuerdo a catálogos y cotizaciones de los fabricantes y representantes en el Perú. La inversión será de \$ 9'592,580.45 y el financiamiento del presente proyecto etara a cargo del Banco Minero del Perú.
  
- ❖ Luna C. Viveca (2012), Instalación de una planta concentradora en la zona de Aymaraes Apurimac. Universidad Nacional de San Agustín. Cuyo objetivo es implementar a partir del proceso óptimo para el tratamiento del mineral de la zona de Aymaraes-Apurímac, las instalaciones de la planta requerida para el tratamiento económico del mismo. Se realizaran las pruebas metalúrgicas de cianuración, gravimetría y flotación para la implementación de los equipos.

- ❖ Cortez C. Fredy, (2012), Diseño y construcción de una planta de LIX-SX-TF-EW de minerales de cobre para la producción de 30 ton/mes de cátodos de cobre Corocoro-Bolivia, cuyo objetivo es diseñar una planta con un nuevo proceso de tratamiento de minerales, con el empleo de técnicas modernas en la lixiviación, extracción por solventes (SX) y electrowinning (EW), para obtener cobre catódico a partir de los minerales oxidados de cobre, dentro del marco de la rentabilidad.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La instalación de una planta concentradora de capacidad de 300 TMSD, según la capacidad de producción de materia prima de los yacimientos mineros y el diseño de los equipos. Utilizando tecnología moderna, como programas de software, tele operación, digitalización y control de automatización de procesos para recuperar económicamente los recursos minerales de sulfuro que es una de las principales actividades de las operaciones mineras, desarrollada para el manejo de minerales procesados que resulta así una alternativa sostenible para los vecinos de esta comunidad y aldeñas de la región.

### **1.2.1. Justificación tecnológica**

Al utilizar los equipos para la instalación de la planta, se realizará la recuperación de metales preciosos por concentración de flotación utilizando la tecnología moderna, mientras al mismo tiempo se brindarán servicios a varios empresarios mineros de la zona que no cuenta con una planta concentradora.

### **1.2.2. Justificación social**

Para el desarrollo del proyecto, se formulará y elaborara el plan de consulta y participación ciudadana donde, se detallarán las acciones y medidas de comunicación antes y durante el proceso de elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. Este plan involucrara el programa referido a la consulta con poblaciones del área de influencia directa del proyecto.

### **1.2.3. Justificación ambiental**

Para la instalación de la planta concentradora, en el cerro nuevo San Lucas, previamente se realizará un registro, monitoreo y descripción de todo el pasivo ambiental, generado en la instalación y cuando entre en operación, para su control y aplicación de acciones de cierre de ser el caso, que permitirá una operación sostenible en el tiempo, con responsabilidad ambiental y social que finalmente se concreta a la rentabilidad económica del proyecto.



#### **1.2.4. Justificación económica**

El proyecto minero tendrá una contribución económica al año de PBI y generará puestos de trabajo, que dinamizará la economía local del área de influencia directa del proyecto.

### **1.3.OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Instalar una planta concentradora de flotación de minerales sulfurados de cobre en la zona de Cochasayhuas provincia Grau en la región de Apurímac, mediante el uso de tecnología moderna como programas de software simulación METSIM, conminucion JKSimMet, solver y control automatización de procesos para obtener mayores beneficios a costos menores.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar pruebas metalúrgicas a nivel de laboratorio, para evaluar los parámetros que formaran parte del diseño de la planta.
- Seleccionar los equipos para cada etapa de chancado, molienda, flotación y filtros.
- Lograr el desarrollo sostenible de las comunidades que se dedican a la actividad pequeña minería y minería artesanal de la región de Apurímac.

### **1.4.ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO**

#### **1.4.1. Ubicación del proyecto**

El proyecto está ubicado en el sur del Perú, en el lado oriental de los andes peruanos, entre los 3850 msnm a 4500 msnm. Políticamente se ubica en el distrito de Progreso, provincia de Grau, región de Apurímac que se presentan en la tabla N° 1.1. Desde punto de vista hidrográfico el proyecto se ubica en nuevo San Lucas que se encuentra en la comunidad campesina de Progreso, donde se muestra en polígono del área autorizada para el proyecto y la ubicación de los bofedales y manantiales, las que no serán afectadas por encontrarse a más de 100 metros de distancia del área de polígono del proyecto.

**Tabla N° 1. 1 Área de polígono del proyecto**

AREA=21.1569 Ha PERIMETRO=2031.63 m			
VERTICE	COORDENADAS UTM DATUM		Distancia (m)
	WGS84-ESTE	ZONA 18S NORTE	
1	772381.57	8439110.8	206.28
2	772587.82	8439107.1	653.97
3	772496.76	843815946	447.96
4	772056.06	8438539.8	224.14
5	772081.33	8438762.5	142.6
6	772212.13	8438819.3	243.03
7	772377.71	8439997.2	113.65

FUENTE: GEOMINCO S.R.L

**Figura N° 1.1. Ubicación de la planta concentradora**



Fuente: <https://mapas.deperu.com/apurimac/grau/progreso/>

**Figura N° 1.2. Mapa Progreso-Grau-Apurímac**



Fuente: <https://mapas.deperu.com/apurimac/grau/progreso/>

#### 1.4.2. Accesos y vías de comunicación

El acceso a la zona del proyecto desde la ciudad de Abancay es siguiendo la carretera Abancay-Vilcabamba-Progreso, luego se continúa de conexión con el distrito de Challhuahuacho hasta el desvío que conduce a la antigua mina de Cochasayhuas a 2 kilómetros del distrito de Progreso. Y de Cusco-Challhuahuacho-Progreso son 10 horas de viaje. (Ver tabla N° 1.2. vías de acceso a la planta concentradora).

#### Distancia a centros poblados cercanos.

El área del proyecto se ubica en el sector denominado cerro nuevo San Lucas, políticamente pertenece al distrito de Progreso, provincia de Grau, región de Apurímac. Las distancias y ubicación desde el área del proyecto a los centros poblados más cercanos se aprecian en la siguiente tabla N° 1.3.

**Tabla N° 1.2 Vías de acceso a la planta concentradora**

ÍTEM	TRAMO	TIPO DE VÍA	DISTANCIA (km.)	TIEMPO (hrs)
1	Abancay-Lambrama - Chuquibambilla	Asfaltado	101	3
2	Chuquibambilla - Progreso	Asfaltado	50	2
3	Progreso - Proyecto	Trocha	7	0.5
<b>total</b>			<b>158</b>	<b>5.5</b>
	Cusco-Cotabambas-Progreso	Asfaltado	248	10

FUENTE: GEOMINCO S.R.L

**Tabla N° 1. 3 Ubicación desde el área del proyecto a los centros poblados**

<b>CENTRO POBLADO</b>	<b>DISTANCIA (KM)</b>
Progreso	7.9
Curasco	20
Record	10
Ccasanca	12
Chalhuahuacho	45
Chuquibambilla	70

FUENTE: GEOMINCO S.R.L

### **1.4.3. Geomorfología**

Tiene una geomorfológica muy diversa sumamente abrupta variada, aproximadamente el 89.9% de la superficie son cordilleras escarpadas está a 3890 msnm (zona alto andina).

### **1.4.4. Fisiografía**

El sector Cochasayhuas del área de instalación de una planta concentradora, configuran un espacio de montaña estrecho y encajonado, quebradas abruptas y agrestes y llanura aluvial ligeramente accidentada, con gran paisaje de montañas rocosas muy empinada, terraza estructural fluvio coluvial y de relieves de llanuras fluvio aluviales.

### **1.4.5. Clima y vegetación**

Temperaturas en la provincia están a razones de las precipitaciones fluviales en el distrito de Progreso podemos ver:

En el mes enero las precipitaciones fluviales son más constantes ya que es bueno para la vegetación de las plantas, también es muy buena para la captación del agua para la irrigación de la agricultura, aquí podemos ver el crecimiento de los ríos, riachuelos, también el aumento de sus lagunas, ya que se da hasta a fines de mayo, después comienza la sequía luego podemos ver algunos chubascos, después comienza la temporada de las precipitaciones fluviales.

## **1.5. CARACTERÍSTICA GENERAL DEL PROYECTO**

### **1.5.1. Tamaño del proyecto**

EL proyecto de instalación de una planta concentradora de flotación de minerales sulfurados de cobre, ha sido percibido como una planta de servicios de procesamiento de minerales para pequeños mineros y mineros artesanales que se encuentran en proceso de formalización en las provincias de Cotabambas y Grau. Este

proyecto tendrá una capacidad de procesamiento de 300 TMSD de minerales, que permitirá satisfacer la demanda en el área.

### 1.5.2. Vida útil del proyecto

El proyecto de instalación de una planta concentradora de flotación de minerales sulfurados de cobre, contempla una operación industrial, con la utilización de lo más moderna tecnología existente en el mercado, en base a la reserva del mineral y la capacidad de planta, la vida útil del proyecto es de 15 años, su ampliación estará sujeta a la rentabilidad económica.

### 1.5.3. Mineralogía

La composición mineralógica de los yacimientos mineros, en la zona donde se instalará la planta concentradora está constituido por minerales sulfurados de Cobre, Plata y Oro, con leyes promedio de 3.07 %Cu, 3.157 Ag Oz/Tc y 0.571 Au Oz/Tc, como minerales de mena tenemos a Calcopirita, Bornita, Covelina y Calcosina y minerales de ganga tenemos a Pirita, Cuarzo, Calcita.

### 1.5.4. Reservas de mineral probadas y probables

Se encuentra en el distrito de Progreso de la región de Apurímac, yacimientos mineros denominados Pamputa, Huancuri, Picosayhuas, Quivirumi, Minascucho, Colca, Huaracopata, Yuringa, Cochapata que son depósitos de tipo epitermal de alta sulfurización y de contenidos asociados a minerales sulfurados de cobre, según el cálculo de reservas de mineral actualizado, se ha calculado en total 1'642,500.00 TMS de mineral de los cuales 1'000,000.00 TMS corresponden al mineral probados y 642,500.00 TMS corresponden al mineral probables, el estudio realizado por el Consorcio Minero Horizonte y Minera Panoro en 2009. Que se visualiza en la tabla N° 1.4 Reserva del mineral probados y probables.

**Tabla N° 1. 4 Reserva de minerales probados y probables**

RESERVA	CANTIDAD (TMS)
Probados	1'000,000.00
Probables	642,500.00
Total de reserva	1'642,500.00
Leyes de mineral	3.07% Cu, 3.157 Oz/Tc Ag y 0.157 Oz/Tc Au

Fuente: elaboración propia/ Minera Panoro l.t.d.

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO DE MERCADO**

#### **2.1. Mercado**

Con el fin de completar un estudio preliminar del mercado de concentrados, la planta concentradora producirá 30.272 TMNS/D de concentrado bulk de cobre, valorizado en \$ 104,817.06, Se hará convenio con una empresa consultora especializada en la comercialización de concentrados. Donde se proporcionará una orientación sobre los términos y características del concentrado bulk de cobre y su comercialización, de tarifas portuarias, de embarques, fundición o refinación de concentrados, por lo que las asunciones hechas en este reporte son preliminares y podrían estar sujetas a cambios menores al momento de firmar dichos contratos. Tampoco existen contratos firmados para la venta del concentrado de cobre, ni los contenidos de oro y plata del mismo. Se ha supuesto que el concentrado que producirá en la planta concentradora, será comercializado en fundiciones internacionales en Europa, Asia o América. Un aspecto relevante del concentrado de cobre de la mina Consorcio Cochasayhuas es que los ensayos realizados hasta ahora no muestran la presencia de ningún elemento nocivo en el mismo, lo que se considerara de gran valor en la comercialización de concentrados. Este hecho permite suponer que no existirá ningún tipo de penalidad en su comercialización y que por el contrario podría generar ganancia en su valor.

La importancia de estudio del mercado de “cobre, sobre la base de las características particulares del metal, su evolución, los riesgos y el mercado que se destaca como uno de los mercados de mayor relevancia en la industrialización de los países desarrollados y en vías de desarrollo. La minería del cobre es una de las actividades que ha venido en constante crecimiento en los últimos años previos a la crisis financiera. Los países productores y exportadores del intercambio han generado un importante aporte a la economía interna que les ha permitido mitigar los efectos de la contracción económica nacional y mundial”. (mundial, 2020)

##### **2.1.1. Los riesgos asociados a la actividad minera del cobre**

Un aspecto relevante en la actividad minera del cobre, al igual que otras actividades similares, es la presencia permanente de una serie de factores de riesgo que obligan a las empresas a gestionarlos debidamente para evitar un impacto negativo en sus resultados.

A continuación, se describen algunos de los riesgos más relevantes que afectan a la actividad”. (mundial, 2020).

#### **2.1.1.1.Riesgos de la unidad estratégica de negocio**

Son aquellos que la empresa asume con el fin de obtener una ventaja competitiva y crear valor sostenido para los accionistas. Algunos autores utilizan la expresión Riesgo económico o de la empresa para denotarlo. En cualquier caso, se trata de riesgos inherentes al par producto-mercado, como, por ejemplo, las innovaciones tecnológicas, el diseño y lanzamiento de un nuevo producto o servicio, el marketing mix, etcétera. Sirva de ejemplo el comercio electrónico o comercio vía Internet, que, en el caso de la minería actualmente se configura como una nueva forma de comercialización de los metales (mundial, 2020).

#### **2.1.1.2.Riesgos financieros**

Son aquellos que aparecen en los mercados financieros y se traducen, generalmente, en importantes pérdidas de capital. Los riesgos financieros a su vez también se pueden clasificar a partir de su relación con determinadas variables financieras. A continuación, se presentan y enumeran los riesgos financieros más relevantes”. (mundial, 2020).

#### **2.1.1.3.Riesgos operacionales**

Son aquellos que se originan a partir de ciertos aspectos propios de las operaciones. Entre los más conocidos tenemos los que se generan por anomalías en la infraestructura tecnológica (Riesgo tecnológico); errores humanos en la ejecución de procesos (Riesgo de ejecución) o de información fraudulenta (Riesgo de fraude) respecto de una operación financiera. Igualmente aparece cuando se utiliza un modelo inadecuado para valorar una posición de mercado (Riesgo de modelo)”. (mundial, 2020).

#### **2.1.1.4.Riesgos de liquidez**

Pérdidas que se producen ante la existencia de una contrapartida para deshacer una posición de mercado (Riesgo de liquidez en mercado o producto), este tipo de riesgo también es llamado Riesgo de contratación. Es particularmente característico en mercados de oferta y demanda directas, como son los mercados organizados (OTC). Cuando el Riesgo de liquidez se deriva de la dificultad para hacer frente a obligaciones de pago futuras se denomina Riesgo de liquidez en flujo de caja”. (mundial, 2020).

#### **2.1.1.5.Riesgo legal**

Este tipo de riesgo se manifiesta cuando una modificación legal o cambia de manera significativa los términos establecidos originalmente en una transacción o cuando existe un vacío legal o no hay jurisprudencia que apoye una posición. Este tipo de riesgo también emerge cuando una de las partes carece de autoridad legal suficiente para llevar a cabo una transacción económica”. (mundial, 2020).

#### **2.1.1.6.Riesgo de crédito**

Surge frente a la posibilidad de incumplimiento de las obligaciones contractuales entre las partes de una transacción financiera. Este tipo de riesgo también aparece cuando las agencias de calificación deciden modificar la calidad crediticia del deudor”. (mundial, 2020).

#### **2.1.1.7.Riesgo de mercado**

Denominado comúnmente Riesgo de posición, representa un cambio en variables como precio del commodity, tipo de interés y tipo de cambio sobre posiciones abiertas en los mercados financieros que pueden incidir de manera significativa en el valor de la posición mantenida por un operador de una empresa o entidad financiera”. (mundial, 2020).

#### **2.1.1.8.Riesgo del proyecto minero**

La errónea estimación de los costos operacionales en la determinación de la ley del mineral mediante las pruebas metalúrgicas (aquellas que estiman la cantidad de cobre contenido en cada tonelada de mineral) y en la obtención de las muestras empleadas para hacerlas y/o la subestimación de la inversión en la etapa de evaluación, pueden condicionar el desarrollo futuro del proyecto minero”. (mundial, 2020).

#### **2.1.1.9.Riesgo de la naturaleza**

La sobrevaloración de la calidad del yacimiento minero puede en su etapa de operación dar lugar a factores adversos, como terremotos, deslizamientos, fallas geológicas, entre otros similares”. (mundial, 2020).



## **2.2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

El cobre es un elemento metálico que se formó en las profundidades de la tierra hace millones de años, impulsado por la formación de procesos geológicos que en la superficie se encuentra en diversos tipos de yacimientos. En su manifestación más evidente aparece en vetas con muy alto contenido de cobre, e incluso como cobre nativo o natural que permitió su descubrimiento por los hombres primitivos.

En la actualidad la mayor parte del cobre disponible aparece disperso en grandes áreas, mezclado con material mineralizado y con roca estéril. Estos son los yacimientos porfídicos, que solo pudieron ser explotadas cuando se desarrollaron las habilidades metalúrgicas necesarias para separar y recuperar el metal valioso. Hay una gran cantidad de compuestos que contienen cobre, que se clasifican en dos grupos:

- Los minerales sulfurados.
- Los minerales oxidados.

El porcentaje de cobre presente en estos minerales es conocido como ley de cobre, y su valor es variable". (canaza, 2021)

### **2.2.1. Características del cobre**

- Elemento metálico de color rojo pardo, brillante maleable y dúctil.
- Símbolo químico Cu.
- Punto de fusión 1358 k°.
- Densidad 8.94.
- Muy buen conductor de la electricidad y el calor.
- Presenta alto grado de acritud (se vuelve quebradizo si es sometido a martilleo).
- Posee gran resistencia a la corrosión atmosférica. (canaza, 2021).

## **2.3. USOS DEL COBRE**

Los usos tanto industriales como domésticos están condicionados por algunas de sus propiedades:

- Su elevada conductividad eléctrica permite su empleo en aplicaciones como: cable, hilo, piezas varias de aparatos eléctricos.
- Su elevada conductividad térmica, permite su utilización en utensilios domésticos, en la industria de alimentación y química (alambiques) y en las aplicaciones de

equipos térmicos (intercambiadores, depósitos refrigerantes, radiadores). (canaza, 2021).

## **2.4. ESTUDIO DEL MERCADO DE MATERIA PRIMA**

### **2.4.1. Concentrado bulk**

El concentrado bulk es nuestro producto, obtenido de la etapa de flotación del proceso productivo, que contiene una mezcla de sulfuro de cobre, oro, plata, hierro y una serie de elementos metálicos. Su proporción depende de la mineralogía de minas con leyes de cobre entre 26% y 28%, producirá 30.272 TMNSD de concentrado y con una reserva calculado en total 1'642,500.00 TMS de mineral de los cuales 1'000,000.00 TMS corresponden al mineral probado y 642,500.00 TMS de mineral probable. Nuestro comprador, será la empresa CORMIN CALLAO SAC, que compra concentrados". (cobre c. d., 2020)

### **2.4.2. Mercado del cobre**

El cobre es una materia prima muy importante en la vida cotidiana, se explota en más de 50 países, entre los principales se encuentra: Chile, Perú, China, RD Congo, Estados Unidos, Zambia y Australia.

En el corto y mediano plazo, el cobre presenta un comportamiento inelástico, es decir varía proporcionalmente con el precio, sobre todo en el corto plazo el precio puede sufrir fluctuaciones importantes debido a operaciones de tipo expectativas no resaltadas.

Estas variaciones de consumo y producción se deben a diversos factores algunas veces difíciles de evaluar globalmente. Pero la gran parte se debe de mercados como en china es y seguirá siendo el principal consumidor de cobre a nivel mundial. Sin embargo, su demanda en el sector de construcción y electrificación verán una disminución importante, la cual sería hasta cierto punto compensada por una mayor demanda de cobre para la producción de vehículos eléctricos.

### **2.4.3. Producción nacional**

#### **2.4.3.1. Producción nacional de cobre**

La producción nacional de Cobre, Oro y Plata de Perú, un importante exportador mundial de metales, cayó fuertemente en el primer semestre, en medio de restricciones de una cuarentena en busca de frenar el brote del coronavirus COVID-19.

Según informó el Ministerio de Energía y Minas (Minem), la producción de cobre acumuló 949,217.00 toneladas entre enero y junio de 2020, un nivel que mostró una reducción de 20.4% frente a los 1.19 millones de toneladas registradas en el similar período del año pasado.

La producción se vio reducida en 20.4% en comparación al mismo período del 2019. Esto debido principalmente a la menor producción registrada por Sociedad minera Cerro Verde S.A.A. (-23.5%) y Compañía Minera Antamina S.A. (-28.7%); pese al mayor volumen registrado por Southern Perú Copper Corporation (9.5%), principal productor del metal rojo”, señaló el Minem en base a cifras del Boletín Estadístico Minero de junio”. (comercio, s.f.).

La minería es clave para la economía de Perú y sus exportaciones representan un 60% de los envíos del país en la tabla N° 2.1

**Tabla N° 2.1. Producción nacional de cobre**

Metal		Junio			Enero-Junio		
		2019	2020	Var. %	2019	2020	Var.
Cobre	(TMF)	198,688	180,792	-9.0%	1,191,886	949,217	-20.4%
Oro	(g finos)	10,888,731	5,877,891	-46.0%	64,682,402	42,243,166	-34.7%
Zinc	(TMF)	115,990	119,174	2.7%	678,591	517,432	-23.7%
Plata	(kg finos)	321,001	264,965	-17.5%	1,853,913	1,309,800	-29.3%
Plomo	(TMF)	24,605	20,664	-16.0%	149,364	104,242	-30.2%
Hierro	(TMF)	927,601	393,741	-57.6%	4,467,305	2,831,799	-36.6%
Estano	(TMF)	1,704	1,461	-14.3%	10,118	7,657	-24.3%
Molibdeno	(TMF)	2,680	2,773	3.5%	13,197	14,397	9.1%

Fuente: <https://elcomercio.pe/economia/peru/mineria-produccion-de-cobre-cayo-204-en-primer-semester-por-crisis-sanitaria-del-coronavirus-nndc-noticia/>

En el mes de agosto de 2020, la producción peruana de cobre reflejó una contracción interanual de 10.0% en comparación al mismo mes del año pasado, debido a que empresas como Southern Perú Copper Corporation (-6.5%) y Compañía Minera Antamina S.A. (-8.2%) mostraron descensos en sus niveles de producción. Por tal motivo, la producción cuprífera acumulada hasta el mes agosto registró una disminución de 16.7%, con respecto al mismo periodo del año 2019; cabe mencionar que la producción

reportada en los últimos meses ha permitido acortar la brecha de producción interanual acumulada”. (Minen, 2019).

A nivel de empresas, Southern Perú Copper Corporation se posicionó como el primer productor de cobre, con una participación del 21.1%. De manera similar, en segundo y tercer lugar se ubicaron Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. y Compañía Minera Antamina S.A. con el 18.7% y 18.0%, correspondientemente.

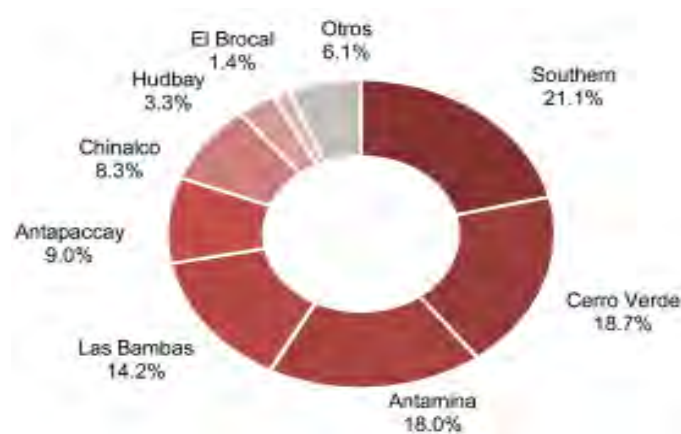
A nivel regional, Arequipa se consolidó como el primer productor de cobre en el país, con una participación del 18.9%. En segunda posición, se encontró Áncash conteniendo el 18.1%, mientras que en tercer lugar se ubicó Apurímac con el 14.2% de participación en la siguiente figura N° 2.1-2.2 (Minera, 2020).

**Figura N° 2.1. Producción mensual de cobre (miles de TMF)**



Fuente: dirección de gestión minera, DGM/ fecha de consulta: 25 de setiembre de 2020.

**Figura N° 2.2. Estructura de la producción de cobre por empresas, enero-agosto 2020**



FUENTE: Dirección de Gestión Minera, DGM/ Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2020

## **2.4.4. Producción mundial**

### **2.4.4.1. Producción mundial de cobre**

El International Copper Study Group (ICSG) ha publicado su pronóstico del mercado del cobre para 2020-21 y espera que este año marque el segundo periodo consecutivo de disminución en la producción mundial de minas de cobre.

Después de una caída del 0.2% en 2019, el ICSG anticipa que la producción mundial de minas de cobre caerá alrededor de un 1.5% este año, antes de crecer alrededor de un 4.5% en 2021.

El pronóstico está en línea con las estimaciones de Colin Hamilton, analista de minería de BMO Capital Markets. El analista con sede en Londres ha proyectado una reducción del 1.7% de la producción mundial de minas de cobre en 2020, con un aumento de la producción del 4.1% en 2021.

La disminución en 2019 se debió, principalmente, a problemas operativos, en particular en Indonesia, dijo ICSG, mientras que la caída de este año se debe, básicamente, a los cierres temporales de las minas causados por el COVID-19, sobre todo en Perú.

Sin embargo, la menor producción de cobre en 2020 se compensará parcialmente con la producción adicional de las minas recientemente puestas en servicio, dijo ICSG, incluida la mina Tominskoye, de Russian Copper Company, y la mina de cobre y cobalto Deziwa, en la República Democrática del Congo (RDC), que entró en producción en enero. Deziwa es una empresa conjunta entre la empresa estatal Gecamines de la República Democrática del Congo y China Nonferrous Metal Mining Company.

La producción adicional de nuevos proyectos, incluidos Tominskoye y Deziwa, junto con la de las minas de refuerzo como Cobre Panamá, y una recuperación significativa en la producción de Indonesia, compensará parcialmente las reducciones resultantes de la pandemia", dijo el grupo en un comunicado.

De cara al 2021, mencionaron que "se espera que la producción se beneficie de una recuperación de los niveles operativos restringidos de 2020 y el aumento de la oferta como resultado del aumento de las minas y expansiones recientemente puestas en servicio, así como de la puesta en marcha planificada de más grandes proyectos que incluyen Kamoakakula, el proyecto de sulfuro de Spence y Lone Star".

El proyecto Kamoia Kakula de Ivanhoe Mines, ubicado en la República Democrática del Congo, está programado para comenzar la producción en el tercer trimestre de 2021. La mina de sulfuro de Spence de BHP, en Chile, está programada para comenzar la producción en 2021, y la mina Lone Star de Freeport McMoRan, en Arizona, está en camino de comenzar la producción a fines de este año”. (cobre p. m., <https://tecnologiaminer.com/noticia/icsg-la-produccion-mundial-de-cobre-aumentara-en-2021-1603690083>, 2021).

#### **2.4.5. Demanda**

Según el ICSG, se espera que el uso mundial aparente de cobre refinado, que es la suma de la producción más las importaciones menos las exportaciones, permanezca sin cambios en 2020 y crezca alrededor del 1.1% en 2021.

Hamilton, de BMO, considera que el pronóstico del ICSG del 1.1% “es ligeramente conservador dada la baja base de 2020 y la recuperación ya vista”, y ha pronosticado un crecimiento del 4.4%.

ICSG pronostica que la demanda mundial de cobre (excluida China) disminuirá un 9% en 2020, debido principalmente a bloqueos relacionados con la pandemia. El grupo dijo que esto se debe a caídas anticipadas en la demanda del 8% y 6% en la Unión Europea y Estados Unidos, respectivamente, y reducciones significativas en India, Japón y varios países del sudeste asiático. Pronostica que la demanda mundial de cobre, excluida China, en 2021 aumentará al uno por ciento.

ICSG estima un déficit de unas 50.000 toneladas de cobre este año y un superávit de unas 70.000 toneladas en 2021 (Minig, 2021)”. (cobre p. m., 2021).

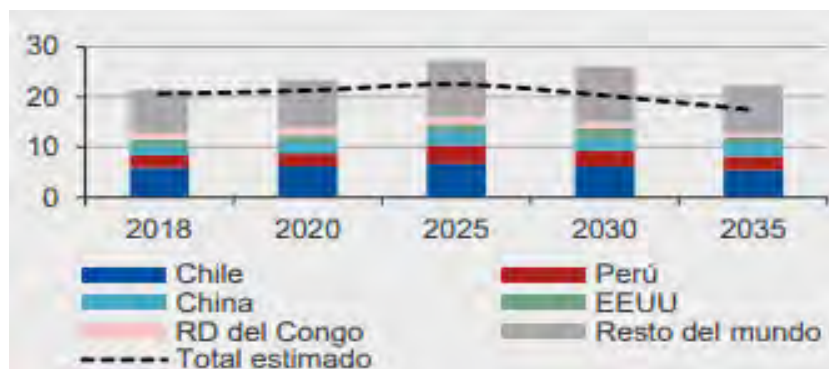
#### **2.4.6. Oferta**

Se espera que la producción de cobre mina alcance su nivel máximo en 2026, con un total de 22,6 millones de toneladas de cobre contenido, para luego disminuir hasta los 17,4 millones de toneladas en 2035.

Dentro de los principales proyectos que se esperan en el mediano plazo se encuentra Cobre Panamá (Panamá, 2019), Qulong (China, 2019) y Kamoia Fase 1 (República Democrática del Congo, 2021).

La entrada de grandes proyectos ayudará a reemplazar el tonelaje proveniente de operaciones cuyos recursos se están agotando, pero no será suficiente para aumentar la oferta en el largo plazo. En la figura N° 2.3 podemos observar el balance de oferta y demanda”. (Consulting, Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y, 2018).

**Figura N° 2.3 Balance de oferta y demanda del cobre**



Fuente: [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)

#### **2.4.7. Consumo nacional de materia prima**

Ministro Incháustegui destacó que el Perú provee el 27% del cobre que demanda la industria china y que hay cinco proyectos de empresas de ese país que representan una inversión de US\$ 10,155 millones.

El Ministerio de Energía y Minas (Minem) informó que las inversiones chinas en el subsector minero peruano totalizaron cerca de US\$ 15 mil millones entre el 2009 y julio pasado, lo que ratifica la importante participación del gigante asiático en el desarrollo de esta importante y sostenible industria.

De los US\$ 2,274 millones ejecutados en la minería peruana entre enero y julio, US\$ 295 millones correspondieron a capitales de China que fueron destinados, principalmente, a la ejecución del proyecto Ampliación Toromocho, en Junín.

Los máximos montos de la inversión del país asiático en la minería local se registraron entre el 2012 y 2015, periodo en que se construyó la operación cuprífera Las Bambas, operada por MMG Las Bambas, subsidiaria de la empresa china MMG Limited, que constituye una de las minas de cobre más grandes del mundo.

Al respecto, el ministro de Energía y Minas, Miguel Incháustegui, resaltó que China, además de ser el principal socio comercial del Perú, es uno de los mayores inversores en el rubro minero y uno de los mayores demandantes de los metales que exporta el país.

La recuperación de la industria china tras y las proyecciones para la mejora de su economía tras la pandemia, permiten avizorar una mayor demanda de los productos mineros que le exportamos”, manifestó Incháustegui en la conferencia virtual “La minería como propulsor de la economía 2020 – 2021”, organizada por la Cámara de Comercio Peruano China.

El ministro indicó que, actualmente, el 23% de la producción cuprífera nacional y el 100% de la de hierro provienen de minas operadas por empresas chinas y que hay cinco proyectos impulsados por mineras de ese país, que representan una inversión de US\$ 10,155 millones: Ampliación Toromocho, Pampa de Pongo, Javier, Galeno y Río Blanco.

En ese sentido, sostuvo que el enfoque de diálogo y los Comités de Gestión que se instalarán en las regiones mineras durante su gestión buscan generar un contexto favorable al desarrollo sostenible de las inversiones mineras de China y de cualquier procedencia.

Destacó que China consume cerca del 50% de los concentrados de cobre que se produce en el mundo y que solo el Perú, que es el segundo productor mundial de ese metal, le provee el 27% de su demanda”. (peru i. d., 2020).



## 2.5. PRINCIPALES INDICADORES MACROECONÓMICOS

Según las proyecciones del Instituto Emisor, la minería será uno de los sectores más dinámicos el próximo año.

La interrupción de actividades para enfrentar la pandemia del Covid-19 llevará a que la minería metálica registre una caída de 12.5% en el 2020, el cual será el peor resultado productivo anual del sector en las últimas tres décadas; en tanto se espera una importante recuperación de 14.4% el 2021, según las proyecciones realizadas por el Banco Central de Reserva (BCR).

A pesar del negativo resultado en el 2020, la producción minera caerá ligeramente menos que la economía en su conjunto. En efecto, el BCR anticipa una caída de 12.7% para la economía en el presente año y un crecimiento de 11% el próximo año, lo que indica que el desempeño de la minería estará por encima de la economía en su conjunto, en el 2021". En la tabla N° 2.2 se aprecia el PBI por sectores económicos. (*peru i. d., 2020*).

**Tabla N° 2.2. PBI por sectores económicos**

<b>PBI por sectores económicos (variaciones porcentuales reales)</b>			
	2019	2020	2021
<b>PBI primario</b>	<b>-1.2</b>	<b>-7</b>	<b>9.6</b>
Agropecuario	3.4	1.3	3.6
Pesca	-25.9	3	8.5
Minería metálica	-0.8	-12.5	14.4
Hidrocarburos	4.6	-11.4	5.9
Manufactura	-8.8	-1.3	7.7
<b>PBI no primario</b>	<b>3.2</b>	<b>-14.4</b>	<b>11.5</b>
Manufactura	1.2	-18.5	16.9
Electricidad y agua	3.9	-6	12.6
Construcción	1.5	-22.2	23.2
Comercio	3	-17.8	17.4
Servicios	3.8	12.3	8.2
<b>Producto Bruto Interno</b>	<b>2.2</b>	<b>-12.7</b>	<b>11</b>

Fuente: <https://iimp.org.pe/raiz/bcr:-produccion-minera-crecera-14.4-en-el-2021,-tras-caer-12.5-en-el-2020>

El favorable resultado estuvo asociado a que en el mes de julio se dio apertura a la fase III de la reactivación económica, misma que permitió el reinicio de todas las

actividades del subsector minero que no estaban comprendidas en las fases II y III de la reactivación económica.

En dicho sentido, la consolidación de las 3 fases ha generado efectos positivos en el subsector minero, pues permite a las empresas continuar con sus operaciones aplicando protocolos sanitarios que salvaguarden la salud de los trabajadores, a su vez, que se continúa promoviendo la ejecución de proyectos mineros”. (minero, <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMAGO2020.pdf>, 2020).

## **2.6. EXPORTACIONES DE PRODUCTOS MINEROS**

Luego de los conservadores resultados obtenidos en el segundo bimestre del presente año, las exportaciones mineras totales muestran recuperación desde mayo; precisamente en julio ascendieron a US\$ 2,116 millones, cifra superior en 15.4% si se compara con lo obtenido en el mes previo. Asimismo, es importante mencionar que, la brecha interanual se va acortando al mes de julio.

De esta manera en el mes de julio, el valor de las exportaciones mineras totales estuvo conformado de la siguiente manera, exportaciones minero metálicas representaron el 98.1% de los productos mineros embarcados en puertos nacionales y los productos mineros no metálicos representaron el 1.9% restante.

Por lo mencionado, el valor de las exportaciones de productos mineros metálicos alcanzó en julio los US\$ 2,075 millones, lo que significó una recuperación de 15.1% en referencia al mes anterior como se ve en la figura N° 2.4. Precisamente hubo importantes incrementos intermensuales en el valor exportado de cobre (19.3%), zinc (29.7%), estaño (14.1%), hierro (278.7%) y plomo (37.5%).

Más aún, la plata alcanzó un incremento de 24.9% en contraste a lo registrado en julio del año previo, debido principalmente al crecimiento interanual del volumen exportado en 8.4%”. (minero, 2020).

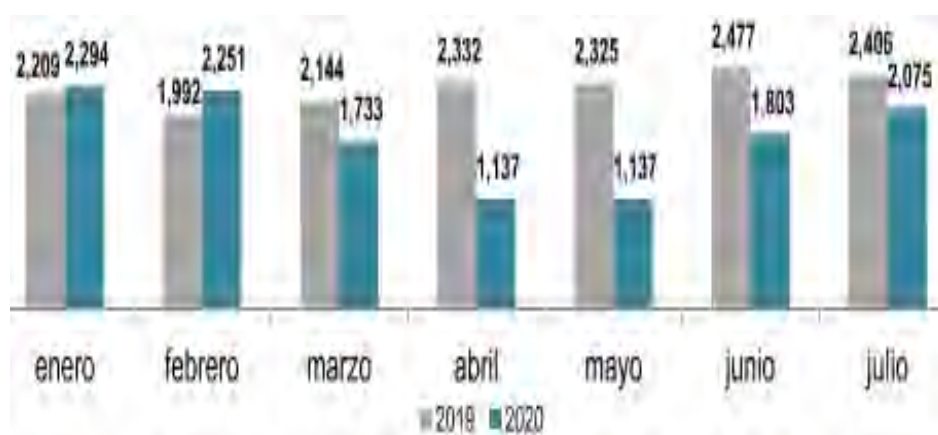
**Figura N° 2.4. Valor de exportaciones por sectores económicos (Valor FOB en millones de US\$)**

Descripción	Julio			Enero-Julio			
	2019	2020	Var. %	2019	2020	Var. %	Part. %
<b>I. Productos tradicionales</b>	<b>2,974</b>	<b>2,560</b>	<b>-13.9%</b>	<b>19,244</b>	<b>14,267</b>	<b>-25.9%</b>	<b>69.5%</b>
a) Minero metálicos	2,406	2,075	-13.8%	15,885	12,430	-21.8%	60.5%
Cobre	1,144	1,135	-0.8%	7,809	6,148	-21.3%	29.9%
Estaño	30	30	-0.4%	232	171	-26.2%	0.8%
Hierro	107	95	-11.4%	513	436	-15.0%	2.1%
Oro	764	569	-25.5%	4,789	3,854	-19.5%	18.8%
Plata refinada	5	7	24.9%	37	40	10.5%	0.2%
Plomo	143	111	-22.6%	870	750	-13.8%	3.7%
Zinc	165	101	-38.7%	1,270	799	-37.1%	3.9%
Molibdeno	48	26	-45.3%	363	227	-37.6%	1.1%
Otros	0	2	463.8%	1	4	163.6%	0.0%

Fuente: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMAGO2020.pdf>.

Sin embargo, los valores de las exportaciones minero metálicas de julio aún se encuentran por debajo de los niveles registrados el año pasado (-13.8%) como se muestra en la siguiente figura N° 2.5.

**Figura N° 2.5. Valor de exportaciones minería metálica (Valor FOB en millones de US\$)**



Fuente: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMAGO2020.pdf>

Mientras que, el valor de las exportaciones minera no metálicas en julio alcanzó los US\$ 41 millones, logrando un incremento intermensual por tercer mes consecutivo. Asimismo, desde mayo se ha empezado a acortar la brecha de diferencia interanual, por lo que en julio la contracción fue de 30.9%, mejor resultado a lo obtenido en junio, en el cual la contracción interanual fue de 45.7%.

Analizando más a detalle, en el mes de julio, el valor de las exportaciones cupríferas ha mostrado una rápida recuperación frente a los meses de paralización de la actividad minera, siendo así que, en el análisis interanual, el valor de los envíos de cobre solo mostró un ligero decrecimiento del 0.8%. De esta manera, el valor de exportación de cobre acumulado a julio fue de US\$ 6,148 millones, cifra menor en 21.3% respecto al mismo periodo del año anterior. Sin embargo, es de destacar que por tercer mes consecutivo el valor de las exportaciones de cobre se ha incrementado, siendo 19.3% superior en julio respecto a junio de este año”, como se muestra en la figura N° 2.6. (minero, 2020).

**Figura N° 2.6. Valor de las Exportaciones de Cobre (Valor FOB en millones de US\$)**

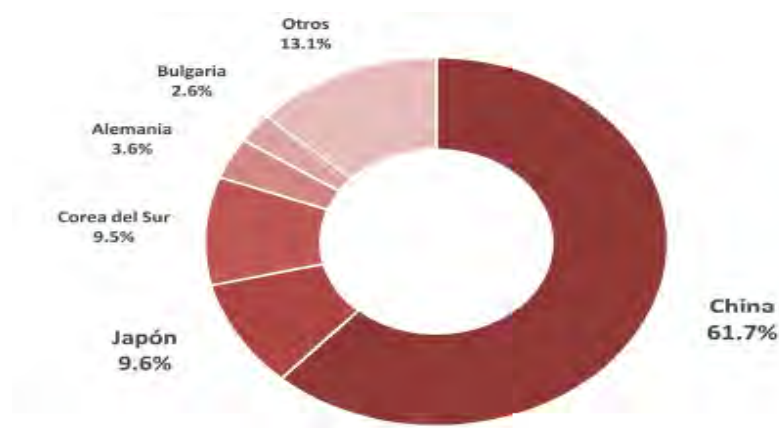


Fuente: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMAGO2020.pdf>

De acuerdo al destino de las exportaciones, China se mantiene en el primer lugar con una participación de 61.7%, le sigue Japón con 9.6% y muy de cerca Corea del Sur con el 9.5%, en la figura 2.7.

El control de la pandemia en los países asiáticos ha permitido que se reanuden las actividades industriales y tomen impulso, influenciando positivamente en la demanda mundial del metal rojo. (minero, 2020).

**Figura N° 2.7. Destino de las exportaciones de cobre (enero-julio)**



Fuente: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMAGO2020.pdf>

## **2.7. COMERCIALIZACIÓN**

### **2.7.1. Formas de comercialización de concentrados**

En la actualidad la comercialización de concentrados es por medio de las empresas privadas, como TRANFIGURA SAC, METCO TRADING SAC, CORMIN CALLAO SAC. Y otras pequeñas empresas acopiadoras que se comercializara en forma directa sin intermediarios, así tener una relación entre en comprador y vendedor.

### **2.7.2. Consumo local**

El consumo local de ventas de concentrado bulk será vendido directamente a las empresas que se encuentran en la ciudad de Lima-Callao, según a su ley de contenido metálico de Cobre y como subproductos Oro y Plata.

### **2.7.3. Cotización de principales metales**

Al cierre de agosto de 2020, la cotización promedio del cobre ascendió en 14% respecto al mismo mes del año anterior, lo que significó su segundo mes consecutivo de crecimiento interanual. Por su parte, el oro y la plata mantienen una tendencia creciente desde el mes de marzo, lo cual permitió que en agosto alcanzaran variaciones interanuales positivas de 32% y 56%, respectivamente. En el mismo mes, la cotización de zinc fue superior en 6% y el hierro en 26%, en contraste a los precios registrados en agosto de 2019. No obstante, el plomo registró una contracción interanual de 5%. En el análisis intermensual todos los metales registraron variaciones positivas, en dicho sentido, el cobre registró una cotización promedio superior en 2% y alcanzó el 28 de septiembre, la máxima cotización anual de 305.18 US\$/lb., sobrepasando la expectante barrera de los

300 US\$/lb". En la tabla N° 2.4 se aprecia la cotización promedio de los principales metales. (minero, 2020).

**Tabla N° 2.4 Cotización promedio de los principales metales**

Metal	Ago. 2020	Variación % respecto de:		
		Jul. 20	Ene 20	Ago. 19
<b>Cobre (cUS\$/lb)</b>	<b>294.69</b>	2%	8%	14%
<b>Oro (US\$/ozt)</b>	<b>1,971.17</b>	7%	26%	32%
<b>Zinc (cUS\$/lb)</b>	<b>109.19</b>	11%	2%	6%
<b>Plata (US\$/ozt)</b>	<b>26.90</b>	32%	50%	56%
<b>Plomo (cUS\$/lb)</b>	<b>87.78</b>	7%	1%	-5%
<b>Hierro (US\$/TM)</b>	<b>120.26</b>	14%	29%	26%

Fuente: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMAGO2020.pdf>

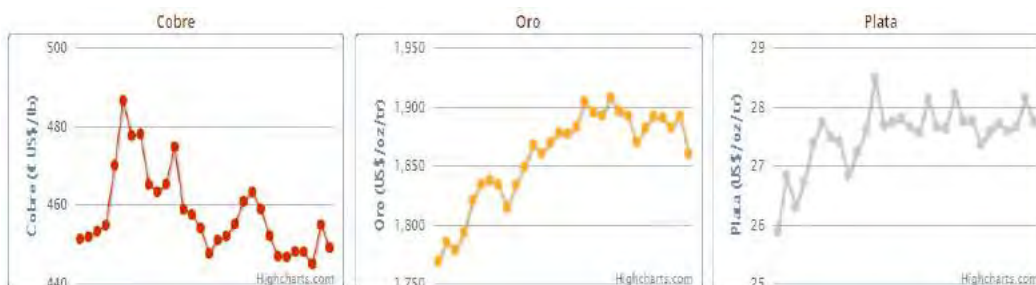
En un análisis más detallado, el cambio positivo en el precio del cobre se ve afectado por los siguientes factores:

- Debido a la continua y creciente actividad industrial, la demanda de cobre de China ha aumentado.
- El índice de compras de manufactura de China (PMI) muestra que después de que el nivel promedio en el primer trimestre de este año fue menor de lo esperado, la actividad manufacturera del país asiático se expandió en agosto del 2020.
- Las existencias de cobre en los almacenes registrados en la Bolsa de Metales de Londres tienen el volumen de comercio más bajo desde 2006.
- China informa una reducción de la producción de cobre refinado y una reducción de la capacidad de fundición, lo que se traduce en una reducción de la oferta.

En el análisis mensual, todos los metales registraron movimientos positivos. En este sentido, el cobre registró un precio promedio superior en 2%, alcanzando un máximo de 305,18 US \$ / lb. El 28 de septiembre superamos el obstáculo esperado de US \$ 300 / lb. En agosto de 2020, las inversiones mineras alcanzaron los US\$ 302 millones, sin embargo, dicha cifra aún es inferior (-43.7%) en comparación a lo reportado en el mismo mes del año pasado. Debido a que la brecha de diferencia interanual recién se irá acortando progresivamente en los siguientes meses del año. En ese sentido, el resultado obtenido en adición al registrado en los meses anteriores coadyuvó a que la inversión privada en el subsector minero sume US\$ 2,577 millones en el periodo acumulado al

octavo mes del año, reportando así una disminución de 27.7% con relación al mismo periodo del año 2019. En la figura N° 2.8 se aprecia la evaluación mensual de las inversiones mineras” y en la tabla N° 2.5 inversiones mineras según rubro. (mineros, 2020).

**Figura N° 2.8 Cotización diaria de principales metales**



Fuente: <https://www.portalminero.com/display/bols/Bolsa+de+Metales>

#### 2.7.4. Proyección mundial de cobre

El consumo mundial del cobre refinado para 2019 es de 24,2 millones de toneladas. Entre 2019 y 2023, se estima que el consumo mundial aumenta en 1,8 millones de toneladas. En el largo plazo, entre 2024 a 2035 se espera un crecimiento sostenido, con un consumo espera de 31,6 millones de toneladas de cobre refinado 2035.

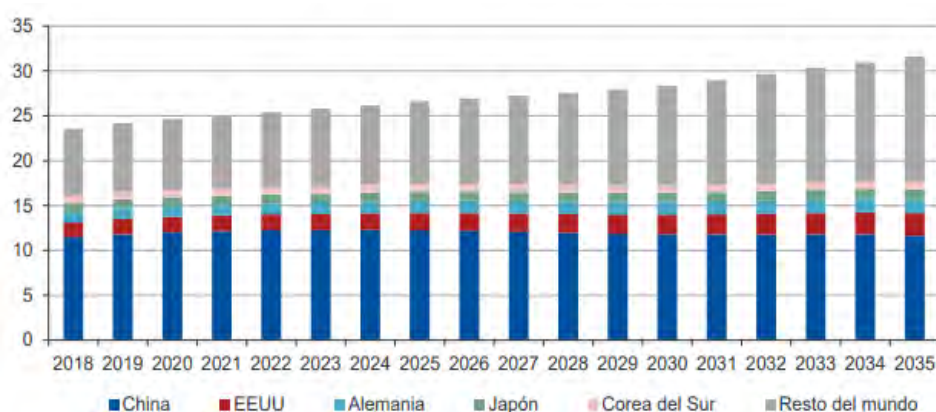
Al igual que en la última década, china continuará siendo el principal consumidor de cobre, se espera que alcance su mayor nivel de consumo en 2024 con una demanda total de 12,3 millones de toneladas, la cual caerá a 11,6 millones de toneladas en 2035.

A diferencia de China, se espera que países como EEUU y Alemania, que disminuyeron su demanda siendo cobre refinado durante el periodo 2008-2017, revientan esta tendencia en base a nueva demanda local de productos de cobre. Esta demanda estaría impulsada por la necesidad de reemplazar construcciones e infraestructura antigua. Ambos países aumentarían su consumo en 0,9 y 0,4 millones de toneladas entre 2019 y 2035, respectivamente.

Japón y Corea del Sur mantendrían sus niveles de consumo estables en el largo plazo, aumentando levemente su demanda en un total aproximadamente de 80 mil toneladas de cobre refinado cada uno entre 2022 y 2035”, como se ve en la figura N° 2.9 y la tabla N° 2.5. (Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, 2018).



**Figura N° 2.9. Proyección mundial de la demanda de cobre refinado 2019-2035 (Mt)**



Fuente: [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)

**Tabla N° 2.5. Proyección mundial de la demanda de cobre refinado 2018-2035 (Mt)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
<b>China</b>	11.5	11.8	12	12.2	12.3	12.3	12.3	12.2	12.2	12.1
<b>EEUU</b>	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2	2
<b>Alemania</b>	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
<b>Japón</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Corea del Sur</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>Resto del Mundo</b>	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.7	8.9	9.3	9.6	9.9
<b>Total mundial</b>	23.5	24.2	24.6	25	25.4	25.8	26.2	26.7	26.9	27.2
<b>% cambio anual</b>		2.70%	1.90%	1.60%	1.40%	1.60%	1.40%	1.90%	1.10%	1.10%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
<b>China</b>	12	11.9	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.6	0.10%
<b>EEUU</b>	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.50%
<b>Alemania</b>	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.90%
<b>Japón</b>	1	1	1	1	1	1	1.1	1.1	0.40%
<b>Corea del Sur</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.60%
<b>Resto del Mundo</b>	10.3	10.7	11.1	11.7	12.2	12.8	13.2	14	3.70%
<b>Total mundial</b>	27.5	27.9	28.4	29	29.7	30.3	30.9	31.6	1.80%
<b>% cambio anual</b>	1.10%	1.40%	1.50%	2.10%	2.40%	2.30%	1.90%	2.30%	

Fuente: [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)

### 2.7.5. Importaciones de concentrado de cobre

Las importaciones de concentrado de cobre son destinadas en su gran mayoría al continente asiático. Dentro de esta región destacan China, Japón, Corea del Sur e India, todos posicionados entre los 5 mayores importadores de concentrado de cobre a nivel



mundial. Europa por su parte tiene el segundo lugar a nivel Regional en importaciones de concentrado de cobre, destacado España y Alemania. Como podemos observar en la tabla N° 2.6 importaciones de concentrado de cobre (Consulting, Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al 2035, 2018).<sup>1</sup>

**Tabla N° 2.6. Importaciones de Concentrado de Cobre en (Mt)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	5,2	6,1	6,5	6,4	7,8	10,1	11,8	13,3	17,0	17,3	14,3%
Japón	4,9	4,8	5,4	4,4	5,1	5,0	5,1	4,8	5,1	5,0	0,1%
España	1,1	1,2	1,2	1,5	1,5	1,6	1,8	1,8	0,9	2,1	7,3%
Corea del Sur	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,8	1,6	1,7	1,2%
India	2,1	2,2	2,1	1,9	1,9	3,0	2,0	1,8	1,2	1,5	-3,8%
Resto del mundo	4,4	4,2	4,0	3,9	3,8	5,0	4,5	4,7	6,1	6,3	4,1%
<b>Total mundial</b>	<b>19,2</b>	<b>20,1</b>	<b>20,8</b>	<b>19,8</b>	<b>21,8</b>	<b>26,4</b>	<b>26,7</b>	<b>28,1</b>	<b>31,9</b>	<b>33,8</b>	<b>6,5%</b>
<b>% cambio anual</b>		<b>4,7%</b>	<b>3,4%</b>	<b>-4,6%</b>	<b>10,1%</b>	<b>20,7%</b>	<b>1,4%</b>	<b>5,3%</b>	<b>13,2%</b>	<b>6,2%</b>	

Fuente:[http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercadointer/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)

[Sectoriales/Datos/mercadointer/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercadointer/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)

## 2.8. PRECIO DE CONCENTRADO DE COBRE

Para determinar el precio de concentrado se tendrá como referencia el precio del metal página de London Metal Exchange, de donde se realiza unos cálculos que se detallaran a continuación de la figura N° 2.10 de precio del cobre.

La serie 'PRECIO COBRE' comenzó el año 2020 con un valor de 6.155,75 \$/TM y lo acabó en 5.736 \$/TM, con una media anual de 5.942,88 \$/TM. Esta media es menor a la del año 2019 que fue de 6.002,99 \$/TM (con un máximo de 6.571 \$/TM y un mínimo de 5.536,5 \$/TM).<sup>2</sup>

<sup>1</sup> [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercadointer/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercadointer/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf).

<sup>2</sup> <https://tematicas.org/indicadores-economicos/economia-internacional/precios/precio-cobre/2020/1123>

Calculado en kilogramos, el precio medio del cobre durante el año 2020 fue de 5,94 dólares por kilo. Durante el 2020 se alcanzó un máximo de 6.300,25 \$/TM y un mínimo de 5.569,5 \$/TM.

**Figura N° 2.10 Precio del concentrado de cobre**



Fuente: <https://tematicas.org/indicadores-economicos/economia-internacional/precios/precio-cobre/2020/>.

- El peso neto de concentrado pagable, el cual se mide en toneladas métrica secas (se debe eliminar la humedad que pueda contener).
- El valor del precio se toma según a la cotización internacional del metal.
- La calidad del producto depende de la presencia de otros elementos en el concentrado, los que son pagables o no.

El actual cuello de botella de la industria del mercado depende de la capacidad de la mina. Para 2029 se espera que el precio del cobre alcance los US\$ 7.496 /t, precio más que suficiente para incentivar la inversión. Que se aprecia en la figura N° 2.19 Proyección de precio del cobre 2018-2035.

### 2.8.1. Proyección del precio de cobre al 2035

En el largo plazo, se proyecta una disminución e oferta de minas existentes, y un pequeño flujo de nuevos proyectos, implicando un mayor déficit. Eso llevaría los precios del cobre al alza de términos reales. Si bien se espera un déficit modesto de aproximadamente 40 mil toneladas de cobre mina para 2020, este debiese ir aumentando rápidamente a contar de 2024, en caso de que no aparezcan nuevos proyectos que puedan

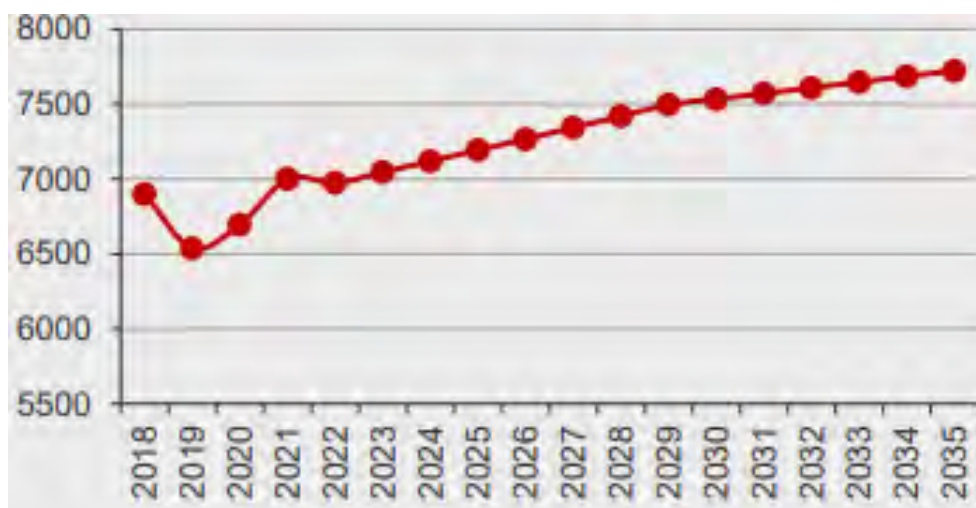
sufrir la demanda necesaria. Como podemos observar en la siguiente tabla N° 2.7 y la figura N° 2.11 (Consulting, Cobre, 2018).

**Tabla N° 2.7. Proyección del precio del cobre, 2019-2035**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Precio (LME 3 meses) (2017 US\$/t)	6.898	6.538	6.696	7.001	6.973	7.046	7.119	7.192	7.267	7.342
Precio (LME 3 meses) (US\$/t)	7.009	6.775	7.087	7.554	7.655	7.880	8.115	8.361	8.615	8.878
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35	
Precio (LME 3 meses) (2017 US\$/t)	7.419	7.496	7.533	7.571	7.609	7.647	7.685	7.723		0,7%
Precio (LME 3 meses) (US\$/t)	9.149	9.429	9.666	9.908	10.157	10.412	10.673	10.941		2,7%

Fuente: Fuente: [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf).

**Figura N° 2.11. Proyección de Precio del cobre 2018-2035**



Fuente: [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf).

## 2.9. ANÁLISIS DE LAS CINCO FUERZAS DE PODER PARA EL MERCADO DEL COBRE

Para entrar en el mercado de cobre es importante entender sus principales características a nivel de proveedores, compradores, productos sustituidos y competidores como se ve en la siguiente figura N° 2.12.

**Figura N° 2.12. Modelo de las cinco fuerzas de Poder de cobre**



Fuente: [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)

El modelo de las cinco fuerzas de poder indica que la rivalidad entre competidores para el mercado del cobre es alta. Si bien el mercado es dominado por 4 principales productores (Codelco, Freeport, Glencore, BHP Billiton) con un 28% de la producción mundial, la producción restante se distribuye entre grandes y pequeños operadores, por lo que la concentración de mercado no es alta. Adicionalmente, las principales mineras compiten entre ellas por nuevos recursos y obtención de capital. Por último, el que el cobre refinado sea un producto con baja diferenciación, implica que los competidores no puedan obtener grandes ventajas competitivas sobre el producto. En general, a excepción de la rivalidad entre competidores, el resto de las fuerzas de poder poseen un grado de impacto medio y/o medio-bajo (Consulting, Cobre , 2018).

## CAPITULO III

### TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

#### 3.1. TAMAÑO DEL PROYECTO

El proyecto de instalación de una planta concentradora, será percibido como una planta de servicios de procesamiento de minerales para los pequeños mineros y mineros artesanales que se encuentran en proceso de formalización en las provincias de Cotabambas y Grau. Este proyecto tendrá una capacidad de procesamiento de 300 TMSD de minerales según la reserva del mineral y la capacidad de producción de materia prima de los yacimientos mineros de la zona y también al dimensionamiento de los equipos de la planta concentradora. Que permitirá satisfacer la demanda en el sector.

##### 3.1.1. Relaciones de tamaño del mercado

###### 3.1.1.1. Tamaño - mercado

Con base en el análisis de la investigación de mercado, se puede determinar que la planta de procesamiento, instalada y operativa deberá satisfacer la demanda de producción total y tener en cuenta la demanda que tiende a aumentar con el tiempo. Según el estudio, la demanda de cobre aumentará durante los próximos años en los mercados nacionales y mundiales.

###### 3.1.1.2. Tamaño – inversión – recursos financieros

La relación tamaño-inversión y recursos financieros, está garantizada ya que la inversión es menor para posteriormente hacer la ampliación de la planta y excederá la capacidad de inversión de los socios y la capacidad financiera de los bancos ya que estos ofrecen recursos económicos a crédito a un interés determinado.

###### 3.1.1.3. Tamaño – rentabilidad

La rentabilidad de un proyecto de instalación de una planta concentradora estará dada de acuerdo a la demanda del cobre que está estimado en situ y el retorno de la inversión será a corto plazo.

##### 3.1.2. Tamaño del proyecto

Según el plan de inversión prevista, la escala óptima será 300 TMS/día, durante 27 días considerando 5 días de mantenimiento es decir 8100 TMS/mes y 97000 TMS/año, con ampliación de la planta a futuro.

### 3.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto está ubicado en el sur del Perú, en el lado oriental de los andes peruanos, entre los 3850 msnm a 4500 msnm. Políticamente se ubica en el distrito de Progreso, provincia de Grau, región de Apurímac que se presentan en la tabla N° 3.1. Desde punto de vista hidrográfico el proyecto se ubica en el nuevo San Lucas que se encuentra en la comunidad campesina de Progreso, donde se muestra en polígono del área autorizada para el proyecto y la ubicación de los bofedales y manantiales, las que no serán afectadas por encontrarse a más de 100 metros de distancia del área de polígono del proyecto.

**Tabla N° 3.1 Coordenadas de localización Cochasayhuas**

VERTICE	COORDENADAS UTM DATUM		Distancia (m)
	WGS84-ESTE	ZONA 18S NORTE	
1	772381.57	8439110.8	206.28
2	772587.82	8439107.1	653.97
3	772496.76	843815946	447.96
4	772056.06	8438539.8	224.14
5	772081.33	8438762.5	142.6
6	772212.13	8438819.3	243.03
7	772377.71	8439997.2	113.65

FUENTE: GEOMINCO S.R.L

#### 3.2.1. Alternativas de localización

Las tres alternativas de localización A, B Y C son las siguientes:

- A. Azul Jacca
- B. Cochasayhuas (Cerro nuevo San Lucas)
- C. Huanacopampa

#### 3.2.1. Factores determinantes de la localización

##### 3.2.1.1. Evacuación de desechos

La evacuación de los desechos es muy importante su localización, para la protección del medio ambiente, la planta se deberá instalar alejada de zona poblada, de las comunidades para manejar adecuadamente los desechos sólidos y las aguas residuales.

##### 3.2.1.2. Parámetros cuantitativos

- ◆ TERRENO, el terreno es importante para la ubicación y construcción de la planta concentradora.

- ◆ **MATERIA PRIMA**, el yacimiento minero se encuentra cerca de la planta a instalarse nuevo San Lucas con las siguientes especies mineralógicas bornita, calcosita, calcopirita, covelita, esfalerita y cuarzo.
- ◆ **ENERGIA ELECTRICA**, se utilizará para el funcionamiento de los equipos con motores eléctricos y alumbramiento de la planta será consumo de 750 KW.
- ◆ **INSUMOS**, que son en general; bolas de acero, combustible, grasa y aceites, reactivos, alimentación, EPPS, etc.
- ◆ **DISPONIBILIDAD DE AGUA**, es muy importante para el funcionamiento de la planta concentradora y servicios generales.
- ◆ **TRANSPORTE Y ACCESO**, la carretera es trocha carrozable, desde distrito de Progreso, para transportar insumos y personal, etc.

### 3.2.1.3. Selección por método de puntuación ponderada

- a) **Identificación de factores.** La siguiente tabla N° 3.2 identifica, codifica los factores de localización.

**Tabla N° 3.2. Identificación de factores**

<b>FACTOR</b>	<b>CODIGO</b>
Evacuación de desechos	1
Terreno	2
Materia prima	3
Energía eléctrica	4
Agua	5
Insumos	6

Fuente: elaboración propia

- b) **Coefficiente de ponderación.** Los coeficientes de ponderación se visualizan en la siguiente tabla N° 3.3.

**Tabla N° 3.3. Coeficiente de ponderación**

<b>FACTOR</b>	<b>COEFICIENTE DE PONDERACIÓN</b>
1	5
2	5
3	10
4	6
5	7
6	4

Fuente: elaboración propia

- c) **Escala de calificación.** Los puntos se otorgan en función de factores de ubicación y se utilizan las siguientes escalas de calificación como se muestra en la siguiente tabla N° 3.4.

**Tabla N° 3.4. Escala de calificación**

CAIFICACION	PUNTAJE
Excelente	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Pésimo	1

Fuente: elaboración propia

- d) **Determinación del puntaje ponderado.** Las puntuaciones de cada escala de calificación se multiplican por las ponderaciones correspondientes y estos productos se sumarán para obtener la puntuación total ponderada correspondiente. El que tiene el puntaje ponderado más alto es la mejor alternativa para determinar la ubicación de la planta concentradora. La calificación se muestra en la siguiente tabla N° 3.5.

**Tabla N° 3.5. Calificación puntaje ponderado**

FACTOR	COEFICIENTE DE PONRDERACION	CALIFICACION NO PONDERDO			CALIFICACION PONDERADO		
		A	B	C	A	B	C
1	5	3	4	3	15	20	15
2	5	3	4	3	15	20	15
3	10	3	4	3	30	40	30
4	6	4	4	4	24	24	24
5	7	4	5	3	28	35	21
6	4	3	4	4	12	16	16
PUNTAJE TOTAL					124	155	121

Fuente: elaboración propia

#### 3.2.1.4. Determinación de la localización

De las tres alternativas Azul Jaca (A), Cochasayhuas (B) y Huanucopampa (C) donde se obtiene los resultados por método de calificación ponderada, la puntuación obtenida más alta es de 155 que corresponde a la alternativa de localización B, se ha decidido la ubicación de la planta concentradora en Cochasayhuas, en el lugar denominado Cerro Nuevo San Lucas distrito de Progreso, provincia de Grau región de Apurímac.



## CAPITULO IV

### INGENIERÍA DE PROYECTO

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

El estudio de ingeniería del proyecto, es el conjunto de conocimientos de carácter científico y tecnológico que determina el proceso productivo, con el objetivo de resolver todo sobre la instalación y el funcionamiento de la planta concentradora. Desde la descripción del proceso, adquisición de equipos y maquinarias, requerimiento de insumos y recursos humanos, determinar la distribución óptima de la planta, hasta aspectos referentes a control de calidad, seguridad e higiene, mantenimiento de planta en otros aspectos en general

Debido a los recursos minerales sulfurados de cobre, oro y plata en la región de Apurímac, se toma la decisión de instalar una planta concentradora de flotación de minerales sulfurados de cobre, con una capacidad de 300 TMSD, previo a una evaluación de la reserva probada del mineral y de la producción de la materia prima de los yacimientos mineros que se encuentran alrededor de la zona, para el dimensionamiento de los equipos se realiza las diferentes pruebas Metalúrgicas en el laboratorio de procesamiento de minerales de la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, obteniendo resultados óptimos y los parámetros adecuados para el diseño de cada circuito de la planta concentradora que son; chancado, molienda y clasificación, flotación, espesamiento y filtrado.

##### 4.1.1. Muestreo

Se tomó insitu una muestra representativa de la mina Cochasayhuas cercanía a la instalación de la planta concentradora de sus distintas labores como se observa en la siguiente figura N° 4.1, el cual ha sido homogenizado y cuarteado para obtener una muestra representativa, con un peso total de 35 Kg, con una humedad de 3.3 %, para poder hacer su análisis de cabeza, características de mineral y pruebas metalúrgicas.

**Figura N° 4.1. Toma de muestra**



Fuente: [fotografía de Cesar Quispe] (Progreso-Grau-Apurímac, 2019)

#### **4.1.2. Preparación mecánica de la muestra**

La preparación mecánica de muestras son técnicas que se deben hacer para llevar la muestra original hasta la forma apropiada, para los estudios, análisis químico y pruebas metalúrgicas en la siguiente figura N° 4.2.

- La muestra traída, fue triturado en 40 min con la chancadora de quijadas de 6” (Gy-ROLL- CRUSHER) obteniendo un producto de ¾” a ¼”.
- El producto de la chancadora de quijadas ha sido homogenizado y cuarteado para obtener una muestra representativa,
- Mediante la chancadora cónica, en 30 min, se trituro el mineral, hasta obtener un tamaño ½”, el 100% -malla 10.
- se pesó 2.350 Kg para análisis químico.

**Figura N° 4.2. Chancadora cónica**



Fuente: [fotografía de Cesar Quispe] (Laboratorio Metalúrgico- Unsaac, 2020)

## 4.2. CARACTERIZACIÓN DEL MINERAL Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PRINCIPALES

### Característica mineralógica del mineral

Las características del mineral procedente del yacimiento minero de Cochasayhuas Progreso, ubicada en la provincia de Grau de la región Apurímac se obtuvo con el Stereomicroscopio de marca ZEIZZ Tiene las siguientes características que se puede ver en la siguiente tabla N° 4.1.

**Tabla N° 4.1. Característica mineralógica**

Mineral	Composición
Calcopirita	$\text{CuFeS}_2$
Bornita	$2\text{Cu}_2\text{S}*\text{CuS}*\text{FeS}$
Pirita	$\text{FeS}_2$
Cuarzo	$\text{SiO}_2$

Fuente: elaboración propio

### Resultado análisis químico

El resultado de una muestra de 2.350 kg que fue enviado al laboratorio químico a la ciudad de Nazca, los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla N° 4.2. Ver anexo N° 1.

**Tabla N° 4.2. Resultados de análisis químico (ley de cabeza de la mina)**

Elemento	Contenido
%Cu	3.07
Au Oz/Tc	0.571
Ag Oz/Tc	3.157

Fuente: TECMINING laboratorio de análisis químico - metalúrgico.

#### 4.2.1. Determinación de la humedad

El porcentaje de humedad se realizó tomando una muestra representativa de 150 g. luego al proceso de secado llegando a un peso de 145 g. para poder calcular el porcentaje de humedad se utiliza la siguiente ecuación.

$$\%H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

- Peso inicial: 150 g.
- Peso final: 145 g.
- Porcentaje de humedad

Reemplazando los valores en la ecuación el porcentaje de humedad es 3.3 %.

#### **4.2.2. Determinación de gravedad específica del mineral**

Para determinar la gravedad específica de la muestra representativa, se realizó por el método de fiola.

##### **Materiales y equipos:**

- Bandeja
- Mineral 100 g. (malla -200)
- Balanza electrónica Sartorius (precisión  $d = 0.1\text{g}$ , máximos = 4100 g) para pesar.
- Pizeta.
- Fiola de 200 ml.

##### **Procedimiento:**

- Pesar el mineral 30 g.
- Llenar agua a la fiola a foro, tomar dato el peso.
- Vaciar el agua, a la mitad aproximado tomar dato el peso.
- Secar el cuello de la fiola.
- Agregar el mineral a la fiola tomar dato el peso.
- Agregar agua aforo tomar dato nuevo peso.

##### **Hallando la gravedad específica**

Para determinar la gravedad específica, se utiliza la siguiente ecuación.

$$G. E. = \frac{W_1}{(W_1 + W_2) - W_3} \quad 4.1$$

**Donde:**

G.E.: gravedad específica.

W1: Peso de la muestra.

W2: peso de la fiola más agua.

W3: peso de la fiola + mineral + agua a foro.

Reemplazando el valor, a la ecuación N° 4.1 se determina la gravedad específica y así como se muestra en la figura N° 4.3, la determinación de gravedad específica del mineral.

$$G. E. = \frac{49.1}{(49.1+278.7)-311.4} = 2.9$$

**Figura N° 4.3. Determinación de gravedad específica**



Fuente: [fotografía de Edgardo Suca] (Laboratorio Metalúrgico- Unsaac, 2020)

#### **4.2.3. Determinación de densidad aparente**

##### **Materiales y equipos:**

- Bandeja.
- Mineral 1000 g.
- Balanza electrónica Sartorius (precisión  $d = 0.1$  g, máximos = 4100 g) para pesar.
- probeta de 100 ml.

##### **Procedimiento:**

- Pesarse la probeta de 100 ml
- Pesarse el mineral 20 g.
- Llenar 50 ml de agua a la probeta (volumen inicial)
- Agregar el mineral pesado, esperar que se vierta todo (volumen final)

- Sacudir la muestra de mineral, hasta que se haya depositado uniformemente dentro de la probeta.
- Volumen ocupado (volumen final – volumen inicial)

### **Hallando la densidad aparente**

Para determinar la densidad aparente, se utiliza la siguiente ecuación. Se determina el peso del mineral de diversos tamaños respecto al volumen que ocupa.

$$D. A. = \frac{\text{peso del mineral}}{\text{Vocupado}} \quad 4.2$$

#### **Donde:**

D.A.: Densidad aparente

Peso del mineral 20 g.

Volumen ocupado: volumen final -volumen inicial = 61.11 - 50= 11.11 ml

Reemplazando en la ecuación 4.2 y calculamos la densidad aparente

$$D. A. = \frac{20 \text{ g}}{11.11 \text{ ml}} = 1.8 \text{ g/ml}$$

## **4.3. PRUEBAS METALURGICAS**

### **Grado de liberación cualitativo**

La determinación de grado de liberación cualitativo es muy importante, para evaluar la eficiencia del proceso.

#### **Materiales y equipos:**

- Bandeja
- Mineral al 100% -malla 10
- Balanza electrónica Sartorius (precisión d = 0.1 g, máximos = 4100 g) para pesar.
- Tamices de la serie A.S.T.M.
- Mallas (48, 65, 100 y 200)
- Stereomicroscopio de marca ZEIZZ

#### **Procedimiento:**

- Realizar el tamizado utilizando las mallas.
- Separar las partículas de mineral de acuerdo a su tamaño y tomar una pequeña cantidad de mineral.
- Observar en el stereomicroscopico cada tamaño de partícula.
- Finalmente establecer la malla donde se produce el mayor grado de liberación.

**Obtención de datos.** Se obtienen observando en el microscopio por el método cualitativo, donde el porcentaje del área ocupada por el mineral y el porcentaje de superficie representativa del mineral valioso se determinan el grado de liberación. En la tabla N° 4.3 observamos los valores donde el mayor grado de liberación de las partículas valiosas se da en la malla 200 con abertura de 75 micras con grado de liberación de 95 %

**Tabla N° 4.3. Grado de liberación cualitativo**

<b>Malla</b>	<b>Abertura (micras)</b>	<b>% grado de liberación</b>
48	300	18
65	265	40
100	150	70
200	75	95

Fuente: elaboración propia

**Figura N° 4.4. Stereomicroscopico**



Fuente: [fotografía de Edgardo Suca] (Laboratorio Metalúrgico- Unsaac, 2020)

#### **4.4. TIEMPO DE MOLIENDA**

El tiempo de molienda es muy importante para la liberación de las partículas valiosas y mayor recuperación en la etapa de flotación.

#### **Materiales y equipos**

- Bandeja.

- Mineral chancado M-10 malla
- RO TAP N° 03 (Testing Sieve Shoker, Model B, TYLER).
- Tamices de la serie A.S.T.M.
- Mallas (100).
- Balanza electrónica Sartorius (precisión  $d = 0.1$  g, máximo = 4100 g).
- Molino de bolas (motor monofásico de 1750 RPM, 60 Hz, 220 V, 15.8 A) de laboratorio (13" x 8").
- Cronómetro.

**Procedimiento:**

- Mineral chancado malla 100 % pasante 10, cuartear 4kg y sacar para cada tiempo 750 g. de mineral.
- Realizar el tamizado en las siguientes mallas N° 20, 30,40, 50, 70, 100, 140, 200, 270 y -270, pesar el retenido de cada malla. (tiempo 0 min)
- con la segunda muestra cargar al molino, realizar la molienda en vía seca (tiempo 4 min) y tamizar en las siguientes mallas N° 30,40, 50, 70, 100, 140, 200, 270 y -270, pesar el retenido de cada malla y repetir el mismo procedimiento para los tiempos 8 y 12 minutos.

Los resultados podemos ver en la tabla N° 4.4 – 4.5 valores de tiempo de molienda



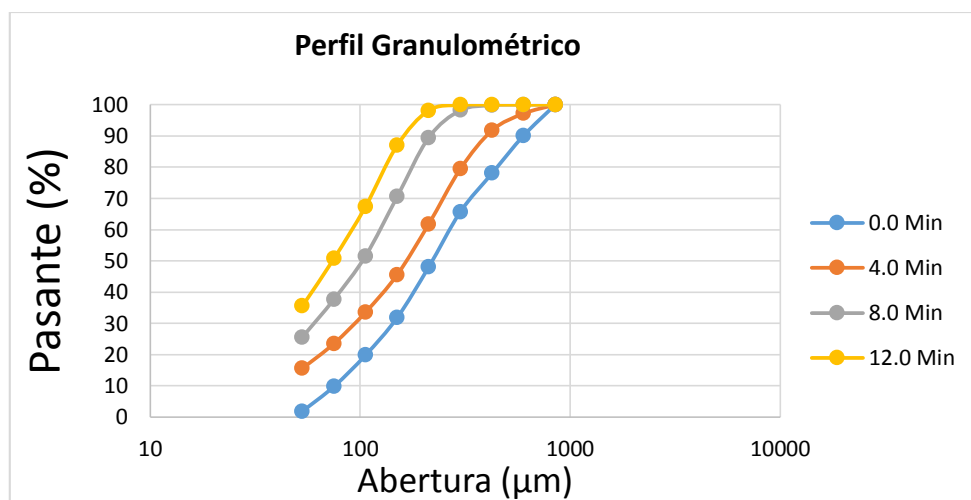
**Tabla N° 4. 4. Análisis granulométrico tiempo de molienda**

Tiempo (min)		4.0 min			8.0 min			12.0 min		
N° Malla ASTM	Abertura (µm)	Peso retenido (g)	Retenido, %	Pasante, %	Peso retenido (g)	Retenido, %	Pasante, %	Peso retenido (g)	Retenido, %	Pasante, %
20	850	0	0	100	0	0	100	0	0	100
30	600	21.4	2.9	97.1	0	0	100	0	0	100
40	425	40.2	5.4	91.8	1.4	0.2	99.8	0	0	100
50	300	92.7	12.4	79.4	12.2	1.6	98.2	0.9	0.1	99.9
70	212	132.5	17.7	61.8	65.6	8.7	89.4	13	1.7	98.1
100	150	121.6	16.2	45.5	141.9	18.9	70.5	83.8	11.2	87
140	106	89.9	12	33.6	142.3	19	51.5	147.1	19.6	67.4
200	75	75.1	10	23.5	103.8	13.8	37.7	124.8	16.6	50.7
270	53	59.9	8	15.6	90.9	12.1	25.6	114	15.2	35.5
PAN	-	116.7	15.6	0	191.9	25.6	0	266.4	35.5	0
Total		750	100		750	100		750	100	
P80 (µm)			305			180			134	

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura N° 4.5 se muestra la abertura de malla vs porcentaje pasante y en la siguiente figura N° 4.6 la cinética de la molienda.

**Figura N° 4.5. Abertura de malla vs porcentaje pasante**



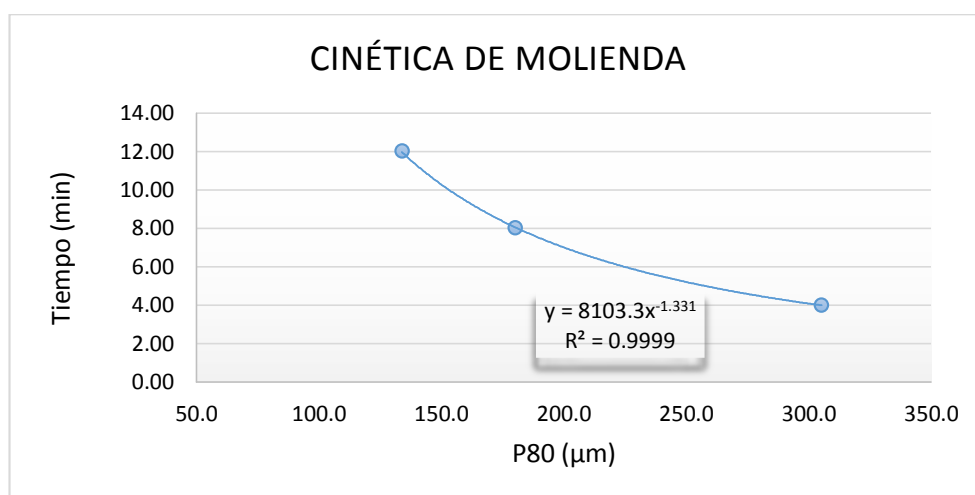
Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 4.5. Cinética de tiempo de molienda**

Tiempo. Molienda (min)	Tiempo 4	Tiempo 8	Tiempo 12	Tiempo, min		P80, $\mu\text{m}$	
Tamaño P80 ( $\mu\text{m}$ )	305.24	180.23	133.9	min	Ln(min)	$\mu\text{m}$	Ln( $\mu\text{m}$ )
% Pasante buscado	80	80	80	4	1.386	305	5.721
Tamaño Mayor	425	212	150	8	2.079	180	5.194
Tamaño Menor	300	150	106	12	2.485	134	4.897
Ac Mayor	91.79	89.44	86.97				
Ac Menor	79.427	70.52	67.36				

Fuente: elaboración propia

**Figura N° 4.6. Cinética de la molienda**



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos en la tabla 4.4 el tiempo óptimo para la liberación de las partículas valiosas es 12 min con P80 de 134  $\mu\text{m}$  figura N° 4.7.

**Figura N° 4.7. Determinación de tiempo de molienda**



Fuente: [fotografía de Edgardo Suca] (Laboratorio Metalúrgico- Unsaac, 2020)

#### 4.4.1. Análisis granulométrico del mineral

##### Materiales y equipos

- Bandeja.
- Mineral chancado.
- RO TAP N° 03 (Testing Sieve Shoker, Model B, TYLER).
- Tamices de la serie A.S.T.M.
- Mallas N° (4, 6, 8, 16, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 100, 140, 200, 270).
- Balanza electrónica Sartorius (precisión d=0.1 g, máximo = 4100 g).
- Brocha.

##### Procedimiento:

- Pesar muestra de mineral 500 g.
- Tamizar en el RO TAP con el sistema de malla A.S.T.M.
- Pesar el peso retenido de cada malla.

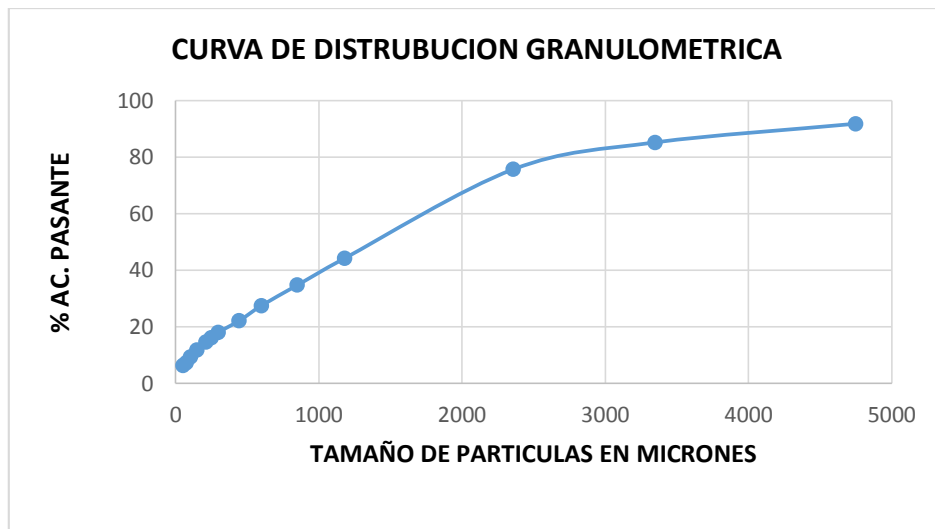
Tabla N° 4.6. Distribución granulométrica en peso

N° DE MALLA	ABERTURA DE MALLA (µm)	PESO RETENIDO (g.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
4	4750	40.6	8.12	8.12	91.88
6	3350	33	6.6	14.72	85.28
8	2360	47.5	9.5	24.22	75.78
16	1180	157.6	31.52	55.74	44.26
20	850	47.5	9.5	65.24	34.76
30	600	36.1	7.22	72.46	27.54
40	445	26.7	5.34	77.8	22.2
50	300	20.3	4.06	81.86	18.14
60	250	9.8	1.96	83.82	16.18
70	212	8	1.6	85.42	14.58
100	150	13.9	2.78	88.2	11.8
140	106	12.2	2.44	90.64	9.36
200	75	10.4	2.08	92.72	7.28
270	53	4.9	0.98	93.7	6.3
-270	-	31.5	6.3	100	0
total		500			

Fuente: elaboración propia.

Según la distribución de análisis granulométrica, se muestra en la figura N° 4.8 y en la tabla 4.6 el tamaño de partícula Vs % acumulado pasante.

**Figura N° 4.8. Tamaño de partícula Vs % acumulado pasante**



Fuente: Elaboración propia.

**Calculo con la Función de distribución de Gaudin-Schuhmann (G-G-D)**

$$F(X) = 100 \times \left(\frac{X}{K}\right)^a \quad 4.3$$

**Donde:**

Fx: porcentaje de peso acumulado

X: abertura de malla

k: tamaño máximo de distribución

a: constante

Si aplicamos logaritmo a la ecuación de G-G-S tenemos los siguientes.

$$\log(Fx) = m\log(x) + \log\left(\frac{100}{K^a}\right) \quad 4.4$$

$$y = mx + b \quad 4.5$$

**Donde:**

m: pendiente

b: intercesión

En la siguiente tabla N° 4.7.se puede ver los cálculos con la función Gates Gaudim Schuman. Realizando los cálculos en Excel función (buscar objetivo).

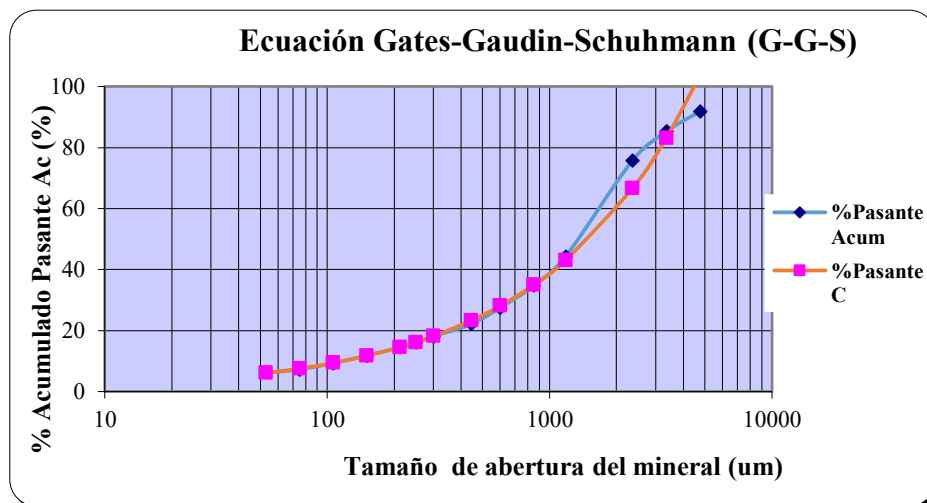
**Tabla N° 4.7. Cálculos de análisis granulométrico en función de Gates Gaudim Schuman**

N° DE MALLA	ABERTURA DE MALLA (µm)	% PASANTE ACUMULADO	LOG (X)	LOG (F (x))	% P.A. CORREGIDO
4	4750	91.88	3.6767	1.9632	103.6263
6	3350	85.28	3.525	1.9308	83.1487
8	2360	75.78	3.3729	1.8796	66.6708
16	1180	44.26	3.0719	1.646	43.0662
20	850	34.76	2.9294	1.5411	35.0198
30	600	27.54	2.7782	1.44	28.1151
40	445	22.2	2.6484	1.3464	23.2866
50	300	18.14	2.4771	1.2586	18.161
60	250	16.18	2.3979	1.209	16.1888
70	212	14.58	2.3263	1.1638	14.5905
100	150	11.8	2.1761	1.0719	11.7311
140	106	9.36	2.0253	0.9713	9.4248
200	75	7.28	1.8751	0.8621	7.5778
270	53	6.3	1.7243	0.7993	6.0879

Fuente: elaboración propia

La grafica se muestra en la siguiente figura N° 4.9 - 4.10 Curva del análisis granulométrico en escala semi-log Gates Gaudim Shuhmann.

**Figura N° 4.9. Curva del análisis granulométrico en escala semi-log Gates Gaudim Shuhmann**



Fuente: Elaboración propia

Donde:

<b>Pendiente(m)</b>	0.6305
<b>Intersección(b)</b>	-0.3033
<b>K</b>	8919.38483
<b>X80 corr (um)</b>	6514.4883
<b>F(X80)</b>	80

**Figura N° 4.10 Análisis granulométrico**



Fuente: [fotografía de Edgardo Suca] (Laboratorio Metalúrgico- Unsaac, 2020)

#### **4.5. ÍNDICE DE TRABAJO (WI)**

##### **Materiales y equipos**

- Bandeja.
- Mineral chancado malla N° 10.
- RO TAP N° 03 (Testing Sieve Shoker, Model B, TYLER).
- Tamices de la serie A.S.T.M.
- Mallas.
- Balanza electrónica Sartorius (precisión  $d=0.1$  g, máximo = 4100 g).
- Molino de bolas (motor monofásico de 1750 RPM, 60 Hz, 220 V, 15.8 A) de laboratorio (13" x 8").
- Cronómetro.

##### **Procedimiento:**

##### **Postulado de Bond:**

$$W = W_i \left[ \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right] \quad 4.6$$

**Dónde:**

W = Energía para conminación (Kw – h / TC)

$W_i$  = Índice de trabajo de Bond (Kw – h / TC)

$F_{80}$  = Tamaño del 80% acumulado pasante en la alimentación ( $\mu\text{m}$ ).

$P_{80}$  = Tamaño del 80% acumulado pasante en el producto ( $\mu\text{m}$ ).

**Determinación del work index por método estándar Bond<sup>3</sup>**

$$W_i = \frac{44.5}{P_1^{0.23} \times Gb^{0.82} \times \left( \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right)} \quad 4.7$$

Donde:

$W_i$  = Índice de trabajo de Bond (Kw - h / TC).

$P_1$  = Malla de corte.

Gb = índice de moliendabilidad.

$F_{80}$  = Tamaño de partícula del alimento que ha pasado un 80 % una malla cualquiera ( $\mu\text{m}$ ).

$P_{80}$  = Tamaño de partícula del producto que ha pasado un 80 % una malla cualquiera ( $\mu\text{m}$ ).

En la siguiente tabla N° 4.8 - 4.9 y 4.10. Tenemos el análisis granulométrico de los alimentos, producto y pruebas de bond.

---

<sup>3</sup> <http://procesaminerales.blogspot.com/2012/06/determinacion-del-work-index-2.html>

**Tabla N° 4.8. Análisis granulométrico de alimento**

Peso (g)	N° Mallas	Abertura (um)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado	F80 (Um)
1.9	6	3350	0.29	0.29	99.71	2502.37
152	8	2360	23.17	23.46	76.54	0
63.4	10	2000	9.67	33.13	66.87	0
200.1	20	850	30.51	63.64	36.36	0
46.8	30	600	7.14	70.78	29.22	0
35.7	40	425	5.44	76.21	23.79	0
26.6	50	300	4.05	80.27	19.73	0
24	70	212	3.67	83.93	16.07	0
105.38	Pan	-212	16.07	100	0	0
655.9	Total	-	100	-	-	2502.37

Fuente: elaboración propia

Del análisis granulométrico de alimento se calcula  $F_{80}$  que es 2502.37  $\mu\text{m}$ .

**Tabla N° 4.9. Análisis granulométrico del producto de la prueba estándar de bond**

Peso (g)	N° Mallas	Abertura (um)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado	P80 (um)
101.4	60	250	13.37	13.37	86.63	223.9
73.7	70	212	9.72	23.09	76.91	0
64.7	80	180	8.53	31.63	68.37	0
71.2	100	150	9.38	41.01	58.99	0
83.6	140	106	11.03	52.04	47.96	0
60.9	200	75	8.03	60.07	39.93	0
49.3	270	53	6.5	66.57	33.43	0
47.8	400	38	6.31	72.87	27.13	0
205.74	Pan	-38	27.13	100	0	0
758.4	Total	-	100	-	-	223.9

Fuente: elaboración propia.

Del Análisis granulométrico del producto de la prueba estándar de bond se calcula  $P_{80}$  que es 223.90  $\mu\text{m}$ .



**Tabla N° 4.10. Pruebas estándar de bond para el cálculo de Word index**

	Malla de prueba:	50 malla	300	μm			
	% Pasante en la alimentación :			19.73	%		
	Masa de alimentación = (ρ <sub>ap</sub> ) * 700 cm <sup>3</sup> :			1325.7	g (C)		
	Producto Potencial Ideal = (C)/3.5 :			378.77	g (IPP)		
	Carga Circulante (%):			252			
Prueba	Pasante de alimentación (S)	Pasante Producido (T)=(C)-(+M)	Pasante Liquido (U)=(T)-(S)	Retenido malla #50 (+M)	Alim. Nueva a incrementar (R)=(T)	Moliendabilidad (V)=(U)/(Q)	Revoluciones (Q)= (IPP)-(S)/(V)
1	261.59	461	199.41	864.68		1.99	100
2	90.97	393.67	302.7	932.01	461	2.1	144
3	77.68	397.6	319.92	928.08	393.67	2.23	144
4	78.46	389.04	310.58	936.64	397.6	2.3	135
5	76.77	370.58	293.81	955.1	389.04	2.24	131
6	73.12	379.56	306.44	946.12	370.58	2.25	136

Fuente: elaboración Propia

**Teniendo los datos siguientes calculamos el Word Index:**

P<sub>1</sub> = Malla de corte 50 m = 300 μm

G<sub>b</sub> = índice de moliendabilidad = 2.25

% pasante en la alimentación = 19.73 %

Densidad aparente de una probeta de 700 cc = 1325.7 g

F<sub>80</sub> = Tamaño del 80% acumulado pasante en la alimentación = 2502.37 (μm).

P<sub>80</sub> = Tamaño del 80% acumulado pasante en el producto = 223.90 (μm).

Reemplazamos en la ecuación 4.7 y calculamos el Word index como se ve en la figura N° 4.11.

$$Wi = \frac{44.5}{300^{0.23} \times 2.25^{0.82} \times \left( \frac{10}{\sqrt{223.90}} - \frac{10}{\sqrt{2502.37}} \right)} = 12.5 \text{ Kw - h / TC}$$

**Figura N° 4.11. Determinación de Índice de trabajo (Wi)**



Fuente: [fotografía de Cesar Quispe] (Laboratorio Metalúrgico- Unsaac, 2020)

#### **4.6. PRUEBAS DE FLOTACION REALIZADOS EN LA UNSAAC**

Las pruebas de flotación con la finalidad determinar algunos parámetros operativos.

##### **Materiales y equipos:**

- Bandeja.
- Mineral molido malla N° 70.
- Máquina de flotación Denver sud A.
- Papel colorimétrico.
- Reactivos: colectores, espumantes y modificadores
- Cronómetro.
- Jeringa con aguja hipodérmica N° 25.

##### **Procedimiento:**

- Pesar 750 g de mineral para 2 L de volumen de pulpa.
- Medir en probeta 1750 ml de agua.
- Agregar el agua y mineral a la celda de flotación.
- Acondicionar la pulpa por espacios de 5 min y controlar la pulpa.
- Realizar la flotación introduciendo poco a poco aire.
- Recoger la espuma mineralizada cada 30 segundos en las bandejas.
- Realizar la flotación por espacios de 8 min,
- Secar y pesar el concentrado como el relave

##### **Condiciones operativas:**

- Volumen de pulpa: 2 L
- Gravedad específica: 2.99 g / cc
- % solido: 30 %
- Ph de pulpa: 8-9

##### **Reactivo empleado:**

- Xantato Isopropilico de sodio Z - 6
- Xantato Isopropilico de sodio Z - 11
- Aerofloat A - 404
- Donfloat D - 250

- Cal

**Figura N° 4.12. Prueba de Flotación**



Fuente: [fotografía de Cesar Quispe] (Laboratorio Metalúrgico- Unsaac, 2020)

Teniendo los resultados de la prueba de flotación como se aprecia en la figura N° 4.12 y en las siguientes tablas N° 4.11 – 4.12 se tiene el balance metalúrgico ver anexo 2 y 3.

**Tabla N° 4.11. Resultados de análisis químico (ley de concentrado peso 0.85 kg)**

ELEMENTO	CONTENIDO
%Cu	26.24
Au Oz/Tc	1.25
Ag Oz/Tc	13.34

Fuente: TECMINING laboratorio de análisis químico - metalúrgico.

**Tabla N° 4.12. Resultados de análisis químico (ley de relave peso 0.665 kg)**

ELEMENTO	CONTENIDO
%Cu	0.15
Au Oz/Tc	0.025
Ag Oz/Tc	0.22

Fuente: TECMINING laboratorio de análisis químico - metalúrgico.

#### 4.7. BALANCE METALURGICO

Para determinar el balance metalúrgico utilizamos las siguientes ecuaciones.

La ecuación 4.8 representa el peso de concentrado de cobre.

$$C_{Cu} = F \frac{f-t}{c-t} \quad 4.8$$

Dónde:

F = Peso de mineral de cabeza.

$C_{Cu}$  = peso de concentrado de Cu.

$f$  = ley de cabeza.

$c$  = ley de concentrado.

$t$  = ley de relave.

La ecuación 4.9 representa el porcentaje de recuperación.

$$\%R = \frac{c \times C}{f \times F} \times 100 \quad 4.9$$

Dónde:

$\%R$  = Porcentaje de recuperación.

$F$  = Peso de mineral de cabeza.

$C$  = peso de concentrado.

$f$  = ley de cabeza.

$c$  = ley de concentrado.

Por su parte, la ecuación 4.10 representa la razón de concentración ( $K$ )<sup>4</sup>. La razón de concentrado (radio de concentración o relación de concentración o ratio de concentración) indica la selectividad del proceso la relación entre el número de mineral de cabeza y el número de toneladas de concentrado producido. Se interpreta como número de toneladas del mineral de cabeza que se requiere para obtener una tonelada de concentrado como se muestra en la tabla N° 4.13.

$$K = \frac{F}{C} \quad 4.10$$

**Donde:**

$K$  = Razón de concentración.

$C$  = Peso del concentrado

$F$  = Peso de cabeza.

**Tabla N° 4.13. Balance metalúrgico**

Elemento	peso (g)	Ley			contenido metálico			% de recuperación	radio (k)
		%Cu	Au	Ag	Cu	Au	Ag	Cu	
			Oz/Tc	Oz/Tc					
F	750	3.07	0.57	3.15	23.025	428	2362.5	100	
C	85	26.24	1.13	13.34	22.304	95.6	1133.9	96.87	8.82
R	665	0.15	0.03	0.22	0.9975	16.6	146.3	4.33	

Fuente: Elaboración propia

<sup>4</sup> file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CONCENTRACIONminerales.pdf

#### **4.7.1. Análisis de leyes**

Se obtendrá un concentrado bulk de cobre, Oro y Plata, con una recuperación de 96.87 % de cobre y una ratio de concentrado 8.82.

### **4.8. DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DE LA PLANTA CONCENTRADORA**

#### **4.8.1. Balanza de pesaje**

Se construirá la plataforma con concreto y acero de alta resistencia para poder controlar el ingreso de mineral hacia la cancha de almacenamiento y para controlar la salida de la producción concentrado de cobre. Se adquirirá una balanza de la empresa ERTIZA SISTEMA DE PESAJE SAC. Presenta las siguientes características: ver anexo 4.

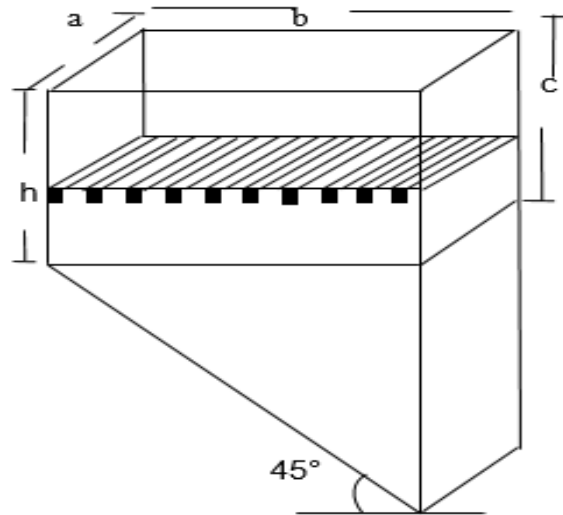
- Marca FLINTEC
- Modelo SMART WEIGHT
- Instalación RAS DEL PISO
- Plataforma de acero y concreto
- Dimensiones 12 x 3 m
- Capacidad 60 TN
- Menor lectura 10 kg.
- Celdas de carga analógica o digitales
- Estructura de metal
- La calibración Se realizará según el patrón INACAL

#### **4.9. TOLVA DE GRUESOS**

La tolva de gruesos será de concreto armado, en forma de un paralelepípedo, truncado por un plano inclinado en el fondo para facilitar la descarga, y en la parte superior tendrá una parrilla para no dejar pasar los minerales más grandes, en la parte inferior contará con una compuerta de descarga.

La tolva de gruesos se considera el 20 % de espacios vacíos como se muestra en la figura N° 4.13 se muestra el diseño de la tolva de grueso. Y la capacidad se calcula con las siguientes formulas.

**Figura N° 4.13. Tolva de grueso**



Fuente: Elaboración propia

$$V_{\text{tolva}} = V_{\text{paralepipedo a}} + V_{\text{paralepipedo b}}$$

$$V_{\text{tolva}} = a \times b \times c + 0.5 \times a \times b \times (h - c) \quad 4.11$$

**Donde:**

a: ancho de recepción

b: largo de recepción

c: altura parte truncada

h: altura total

Calculando el volumen de la tolva de gruesos teniendo los siguientes datos se puede ver en la siguiente tabla N° 4.14 Datos para calcular volumen de tolva de gruesos.

**Tabla N° 4.14 Datos para calcular volumen de tolva de gruesos.**

a(m)	b(m)	c(m)	h(m)	V(m <sup>3</sup> )
4	5.5	2	4.5	71.5

Fuente: Elaboración propia

Calculando la capacidad de la tolva de gruesos teniendo los siguientes datos:

Humedad: 3.3

Densidad aparente: 1.8

$$CTG = Vt \times \frac{100 - e}{100} \times d \times \frac{100 - H}{100} \quad 4.12$$

**Donde:**

CTG: Capacidad de la tolva de gruesos

Vt: volumen de la tolva

e: espacio vacíos

d: densidad aparente

H: humedad.

**Tabla N° 4.15 Calculo de la capacidad de la tolva de gruesos**

V(m3)	e (%)	H (%)	Densidad(g/cm3)	CTG
71.5	20	3.3	1.8	99.56232

Fuente: Elaboración propia

**4.9.1. Alimentador de gruesos compuerta**

Estará instalada en la tolva de gruesos, en la boca de caída a la parrilla, que controlara la descarga de mineral de la tolva de gruesos que caerá por gravedad mediante una compuerta mecánica, tendrá la siguiente medida 3 x 3 pies.

**4.9.2. Parrilla o grizzly fijo**

Estará instalada en la boca de entrada a la chancadora primaria con el fin de que el mineral que es descargado de la tolva de gruesos, antes de alimentar a la chancadora primaria, pasará por el grizzly fijo, con la finalidad de eliminar los finos del mineral grueso tendrá las siguientes medidas.

- Inclinación: 45°.
- Abertura: ½”.
- Ancho: 3 pies
- Largo: 6 pies

**4.9.3. Sección de chancado**

En la planta concentradora de procesamiento de minerales, la reducción de tamaño de mineral se realiza por tres etapas de conminución como se muestre en la tabla N° 4.16.

**Tabla N° 4.16. Ratios de parámetros para la sección de chancado**

<b>Etapas</b>	<b>Sub-etapa</b>	<b>Rango de tamaño</b>	<b>Ratio de reducción</b>	<b>Consumo de energía</b>
Chancado	Primaria	100 a 10 cm	4/1 máx.: 8/1	0.3 a 0.4 kw h/tm
	Secundaria	10 a 1cm	3/1 máx. 5/1	0.3 a 2 kw h/tm
	Terciaria	1 a 0.5 cm	2/1 máx. 3/1	0.4 a 3 kw h/tm

Fuente: trituración y molienda de minerales TECSUP

#### 4.9.3.1.Chancadora primaria de quijas

El principal propósito del chancado es la reducción de tamaño, hasta obtener una granulometría adecuada para seguir el proceso del mineral.

#### Calculo de la capacidad:

Teóricamente se calcula la capacidad de chancadora mediante la fórmula de Taggart.

$$T = 0.6 \times L \times S \quad 4.13$$

Pero:

$$A = L \cdot a \quad R = a / s$$

$$L = A / a \quad S = a / R$$

$$T = 0.6 \times \frac{A}{a} \times \frac{a}{R} \quad 4.14$$

$$\text{Valor teórico de la capacidad de la chancadora} \quad T = 0.6 \times \frac{A}{R} \quad 4.15$$

#### Dónde:

T = Capacidad de la chancadora en T / hr.

L = Longitud de la Chancadora en la boca de alimentación, pulg.

S = Abertura de set de la descarga, pulg.

R = Razón de reducción.

a = ancho de la boca de alimentación de la chancadora, pulg.

A: área de la abertura de la boca de la chancadora.

Tenemos los siguientes datos:



- Capacidad estimada de la planta: 300 TMD
- Tamaño máximo de mineral alimentado: < 12” (304800 μm)
- El P80 determinado por análisis granulométrico como producto: 3” (76200 μm)
- Ratio de reducción 4

Teniendo como dato la relación entre la dimensión del trozo más grande del mineral a la dimensión menor de la boca de alimentación debe ser de 3 a 2.

$$\text{Ancho de la boca} = 12'' \times 3 / 2 = 18''$$

Considerando que la planta trabajara las 24 horas día se alimenta a los molinos, mientras la chancadora trabajara 6 horas día entonces se calcula la capacidad de la chancadora.

$$T = 300 \text{ TMD} \times \frac{1 \text{ dia}}{6 \text{ hr}} = 50 \text{ TM} / \text{hr}$$

El tiempo de operación de la chancadora no será el 100 %, por lo tanto, es necesario el 30 % considerar como seguridad, luego el tonelaje de diseño será.

$$T = \frac{50 \text{ TM}}{\text{hr}} \times 1.30 = 65 \text{ TM} / \text{hr} = 71.63 \text{ TC} / \text{hr}$$

Después de obtener los resultados de los cálculos, comparamos las características de la chancadora Blake como de muestra en la siguiente tabla N° 4.17. Será de 18”x 36”.

**Tabla N° 4.17. Características de la chancadora Blake**

Tamaño de la abertura (pulg.)	Peso aproximado (lb)	Potencia (hp)	Velocidad aproximada (rpm)	Capacidad TC/h
7x10	6000	7	275	07-10
10x24	18000	15	275	15-30
14x24	25000	25	275	45-60
18x36	51000	40	250	70-90
24x36	80000	75	200	150-175

**Fuente:** Robert H. Perry/Cecil H Chilton; Manual del Ingeniero Químico; ed. McGraw Hill 5 ta. Edición: vol. I 1982.

### Calculo de la potencia del motor:

La energía necesaria para la chancadora, se calcula considerando los siguientes datos:

- Alimentación (F): 12” = 304800 μm

- Producto (P): 3" = 76200  $\mu\text{m}$
- Word index (Wi): 12.5 Kw - hr/TC

Mediante la relación de Bond, calculamos la energía necesaria

$$W = W_i \times \left[ \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right]$$

Dónde:

W = Energía para conminación (Kw - hr / TC).

$W_i$  = Índice de trabajo de Bond (Kw - hr / TC).

$F_{80}$  = Tamaño del 80% acumulado pasante en la alimentación ( $\mu\text{m}$ ).

$P_{80}$  = Tamaño del 80% acumulado pasante en el producto ( $\mu\text{m}$ ).

Reemplazando en la ecuación 4.16 calculamos la energía necesaria.

$$W = 12.5 \times \left[ \frac{10}{\sqrt{76200}} - \frac{10}{\sqrt{304800}} \right] = 0.411 \text{ KW} - \text{hr/TC} \quad 4.16$$

La potencia necesaria será:

$$P = 0.411 \text{ KW} - \frac{\text{h}}{\text{TC}} \times 71.63 \frac{\text{TC}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ HP}}{0.746 \text{ KW}} = 39.46 \text{ HP} \cong 40 \text{ HP}$$

#### 4.10. FAJA TRANSPORTADORA N° 01

Es para poder transportar mineral del producto de la chancadora primaria, hasta la zaranda vibratoria, que está constituida de rodillos y polines, polea motriz y estructura de apoyo.

##### 4.10.1. Selección de la faja transportadora

Los criterios para la selección de la faja transportadora

- La pendiente debe mantenerse por debajo de los valores críticos ( $20^\circ$ )
- La capacidad horaria es de 32.5 tn / h
- La gravedad especifica es 2.99 tn /  $\text{m}^3$

##### Calculo del ancho de la faja transportadora N° 01:

$$W = \sqrt{\frac{V}{K}} \quad 4.17$$

**Donde:**

V: volumen  $\text{pie}^3 / \text{hr}$

K: 3.5 (constante)

3.5 para fajas < 20"

4 para fajas < 48"

W: ancho de la faja (pulg)

Reemplazando en la ecuación se calcula el ancho de la faja.

$$V = \frac{32.5 \text{ Tn} / \text{hr}}{2.99 \text{ Tn} / \text{m}^3} = \frac{10.9 \text{ m}^3}{\text{hr}} = 384.92 \text{ pie}^3 / \text{hr}$$

Considerando 20 % de volumen de los espacios vacíos, entonces el volumen será

$$384.92 / 0.8 = 481.1 \text{ pie}^3 / \text{h}$$

Reemplazando en la ecuación 4.17 calculamos el ancho de la faja

$$W = \sqrt{\frac{481.1}{3.5}} = 11.72 \text{ pulg}$$

Considerando que la descarga debe ocupar el 5 / 3 de la faja entonces el ancho de la faja será  $11.72 \text{ pulg} \times 5 / 3 = 19.54 \text{ pulg}$  equivalente a 20 pulg.

**Longitud:**

Tomamos en cuenta la altura que debe alcanzar la faja y el ángulo de inclinación

**Datos:**

Altura, H: 6 m

Angulo de inclinación:  $20^\circ$

Longitud faja horizontal =  $H / \text{tg } 20^\circ = 16.48$

Longitud faja inclinada =  $\text{long horiz} / \cos 20^\circ = 17.54 \text{ m} \approx 18 \text{ m}$

**Potencia:**

$$P = \left[ \frac{0.02 \times L}{100} + \frac{0.01 \times H}{10} \right] \times C \quad 4.18$$

**Donde:**

P: potencia en Hp.

L: longitud de faja (pies).

H: altura de elevación (pies).

C: capacidad Max (Tc/hr).

Reemplazamos en la ecuación 4.18 tenemos:

$$P = \left[ \frac{0.02 \times 57.5}{100} + \frac{0.01 \times 19.7}{10} \right] \times 35.815 = 1.11 \text{ HP}$$

La potencia de la faja inclinada se aumenta a razón de 1 HP por cada 10 pies.

$$57.5 \text{ pies} / 10 = 5.75 \text{ HP}$$

Potencia requerida para vencer la fricción de todas las partes móviles de la faja se considera 20 % de la potencia consumida.

$$P = \frac{1.11 \text{ HP} + 5.75 \text{ HP}}{0.8} = 8.5 \text{ HP}$$

Ver anexo N°. 06 Especificaciones técnicas de selección de fajas transportadora.

**4.11. ZARANDA VIBRATORIA**

En la zaranda vibratoria es donde se clasifica el mineral, donde los finos -1/2" pasan a la tolva de finos y los gruesos descarga por gravedad a la chancadora secundaria y posteriormente faja transportadora N° 02. Para lograr una estimación adecuada de las dimensiones, se debe tener en cuenta una serie de variables referentes al diseño del equipo y las características del mineral en la tabla N° 4.18.

- Alimentación: 32.5 tn / h
- Malla: 1/2"
- Abertura: 12700 um
- Tipo de abertura: rectangular

- Humedad 3.3
- Densidad aparente: 1.8

La “asociación de fabricantes de tamices vibratorios”, se utiliza la siguiente formula.

$$S = \frac{U}{A \times B \times C \times D \times E \times F \times G \times H \times J} \quad 4.19$$

**Donde:**

S: Superficie del tamizado requerido

U: Cantidad pasante alimentado a la superficie (TCPH)

A: Factor capacidad especifica tcph /pie<sup>2</sup>

B: Factor porcentaje de rechazos alimentados

C: Factor porcentaje de tamaño mitad (%)

D: Factor posición del tamiz

E: Factor tamizado en húmedo

F: Factor a densidad aparente a sólidos.

G: Factor porcentaje de área abierta (%)

H: Factor a la forma de abertura del tamiz

J: Factor debido a la eficiencia

Los valores de cada factor podemos ver en anexo N° 07.

**Tabla N° 4.18. Teniendo el cuadro de análisis granulométrico de clasificación de las zarandas**

Malla N°	Abertura(um)	Peso Reten (g)	% Reten	%Reten Acumulado	%Pasante Acumulado
2"	50000	36.2	7.2	7.2	92.8
1 1/2"	37500	29.3	5.9	13.1	86.9
1"	25000	37.5	7.5	20.6	79.4
3/4"	19000	28.7	5.7	26.3	73.7
5/8"	16000	20.3	4.1	30.4	69.6
1/2"	12500	28.1	5.6	36	64
3/8"	9500	38.3	7.7	43.7	56.3
1/4"	6300	34.9	7	50.7	49.3
- 1/4"	6300	246.7	49.3	100	0
<b>Total</b>		500			

Fuente: elaboración propia.

**Donde teniendo los resultados:**

U=cantidad pasante alimentado a la superficie (TCPH)

A: Factor capacidad especifica  $\text{tcph} / \text{pie}^2 = 2.47 \text{ tcph} / \text{pie}^2$

B: Factor porcentaje de rechazos alimentados = 36.0 % = 0.92

C: Factor porcentaje de tamaño mitad (%) = 49.3 % = 1.2

D: Factor posición del tamiz = 1

E: Factor tamizado en húmedo = 1

F: Factor a densidad aparente a sólidos.  $1.8 \text{ tn} / \text{m}^3 \times 62.43 = 112.37 \text{ lb} / \text{pie}^3 = 1.1$

G: Factor porcentaje de área abierta (%) = 54 % = 0.54

H: Factor a la forma de abertura del tamiz = 1.15

J: Factor debido a la eficiencia = 90 % = 1.15

Reemplazando en la ecuación 4.19 tenemos.

$$S = \frac{35.815}{2.47 \times 0.92 \times 1.2 \times 1 \times 1 \times 1.1 \times 0.54 \times 1.15 \times 1.15} = 16.72 \text{ pie}^2$$

Considerando la relación de la zaranda 2 a 1, tenemos:  $b = 2^a$

$$\text{Area} = a \times b = 2 a^2$$

$$16.72 = 2 a^2$$

$$a = 2.89 \text{ pie}$$

$$b = 5.78 \text{ pie}$$

Entonces las dimensiones serán 5 x 10 pies, según catálogo de zarandas ver anexo N° 07 y 08

**Calculo de la potencia**

Según Taggart

$$T = k \times S \times X \qquad 4.20$$

$$P_{\text{util}} = \frac{T \times N^3 \times a^2}{4050000} \quad 4.21$$

**Donde:**

T = capacidad de zaranda

S= área de criba (pie<sup>2</sup>).

X = abertura de la malla (pulg).

P útil = potencia para criba (kw).

N= vibración de criba (rpm).

a = amplitud de vibración (m).

k = factor de abertura

Ver tabla N° 4.19 factor de abertura de tamiz de la zaranda.

**Tabla N° 4.19 Datos del factor de abertura de tamiz de la zaranda**

<b>Abertura de tamiz</b>	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"
<b>Valor de k</b>	12	10	8	7	6.5	6.2	6.1	6

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando en la ecuación 4.21 tenemos.

$$P_{\text{util}} = \frac{32.5 \times 1300^3 \times 0.020^2}{4050000} = 7.05 \text{ Kw} = 9.46 \text{ HP}$$

Considerando el 50% de seguridad, la energía perdida en la transmisión del movimiento y el arranque del equipo.

$$9.46 \times 0.5 + 9.46 = 14.19 \text{ HP} \cong 15 \text{ HP}$$

Calculando la capacidad real de la Zaranda

$$T = 8 \times 16.72 \times 0.5 = 66.88 \text{ TMS / h}$$

#### 4.12. FAJA TRANSPORTADORA N° 02

Es la faja que transportar mineral proveniente del rechazo de la zaranda vibratoria que alimenta hacia la chancadora secundaria, que está constituida de rodillos y polines, polea motriz y contara con un detector de metales.

##### 4.12.1. Selección de la faja transportadora

Los criterios para la selección de la faja transportadora

- La pendiente debe mantenerse por debajo de los valores críticos (20°)
- La capacidad horaria es de 26 tn / h, consideramos el 80 % de retorno
- La gravedad especifica es 2.99 tn / m<sup>3</sup>

**Calculo del ancho:**

$$W = \sqrt{\frac{V}{K}} \quad 4.22$$

**Donde:**

V: volumen pie<sup>3</sup> / hr.

K: 3.5 (constante).

W: ancho de la faja (pulg).

**Reemplazando en la ecuación se calcula el ancho de la faja:**

$$V = \frac{26 \text{ tn / h}}{2.99 \text{ tn / m}^3} = \frac{8.7 \text{ m}^3}{\text{h}} = 307.04 \text{ pie}^3 / \text{h}$$

Considerando 20 % de volumen de los espacios vacíos, entonces el volumen será

$$307.04 / 0.8 = 383.80 \text{ pie}^3 / \text{h}$$

Reemplazando en la ecuación 4.22 calculamos el ancho de la faja

$$W = \sqrt{\frac{383.80}{3.5}} = 10.47 \text{ pulg}$$

Considerando que la descarga debe ocupar el 5/3 de la faja entonces el ancho de la faja será 10.47 pulg x 5 / 3 = 17.45 pulg, según catalogo consideraremos ancho de la faja a 20 pulg.



**Longitud:**

Tomamos en cuenta la altura que debe alcanzar la faja y el Angulo de inclinación

Datos

Altura, H: 3.5 m

Angulo de inclinación: 20°

Longitud faja horizontal = H / tg 20° = 9,62

Longitud faja inclinada= long horiz/cos20°= 10.23 m ≈10 m

**Potencia:**

$$P = \left[ \frac{0.02 \times L}{100} + \frac{0.01 \times H}{10} \right] \times C \quad 4.23$$

**Donde:**

P: potencia en Hp

L: longitud de faja (pies)

H: altura de elevación (pies)

C: capacidad máx. (TC / hr)

Reemplazamos en la ecuación 4.23 tenemos:

$$P = \left[ \frac{0.02 \times 33.56}{100} + \frac{0.01 \times 11.48}{10} \right] \times 25.08 = 0.456 \text{ HP}$$

La potencia de la faja inclinada se aumenta a razón de 1 HP por cada 10 pies.

$$33.56 \text{ pies} / 10 = 3.356 \text{ HP}$$

Potencia requerida para vencer la fricción de todas las partes móviles de la faja se considera 20 % de la potencia consumida.

$$P = \frac{0.456 \text{ HP} + 3.356 \text{ HP}}{0.8} = 4.765 \text{ HP} \cong 5 \text{ HP}$$

Ver anexo 6. Especificaciones técnicas de selección de fajas transportadora

#### **4.12.2. Chancadora secundaria cónica**

Se tomará como producto de la reducción de la chancadora primaria, cuyo trabajo es muy simple entre dos superficies, una tiene forma cónica y la otra corresponde la cabeza o tronco. Produce el chancado del mineral por compresión o golpe, y luego el mineral desciende por gravedad.

Teniendo los siguientes datos:

- Capacidad estimada de la planta: 300 TMD
- Tamaño máximo de mineral alimentado: < 3" (76200 µm)
- Tamaño máximo de producto de chancado: < ¾" (19050 µm)
- Ratio de reducción : 4

Se determina el dimensionamiento de la chancadora secundaria cónica según el catálogo de chancadoras Symons standard (NORDBERG), ver anexo N°.5

- Diámetro del cono: 3"
- Capacidad: 27 tn / h
- Potencia: 100 HP.

#### **Interferencia exterior de la excéntrica y estructura principal de la chancadora cónica**

Ch. Symons 5 ½"      0.002 L a 0.007L

#### **Control largo de resortes**

Ch. symons 5 ½"      longitud libre 23 ½"-20"      longitud instalada 22"-18 ¾"

Mínima longitud de trabajo 21 ¾"-18 ½"

#### **Instalación de piñón**

Ch. symons 5 ½"      posición piñón A ½"      ajuste de presión 40 tn

#### **Interferencia socket – estructura principal**

Ch. Symons 5 ½"      0.003"T a 0.008"T

#### **Socket liner**

Ch. symons 5 ½”      diámetro A 30”      rodaje B 3/16”

### Capacidad de tanque

Ch. symons 5 ½”      832 L

### Flujo y presione normales

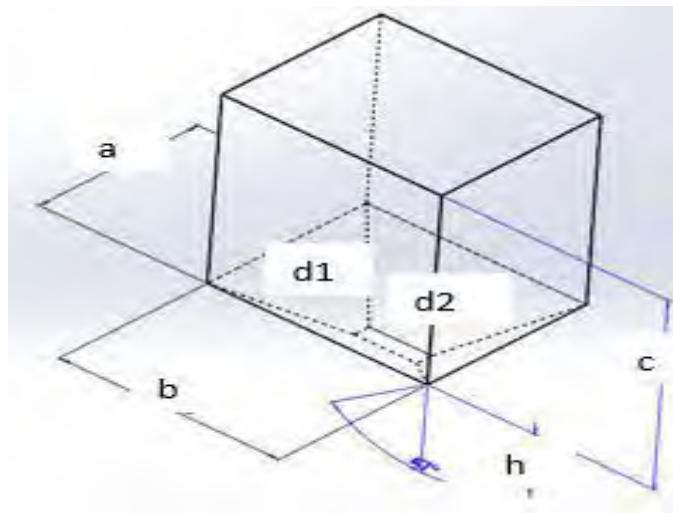
Ch. symons 5 ½”      5 a 15 PSI

#### 4.12.3. Tolva de finos

La tolva de fino será forma de paralelepípedo, con fondo piramidal truncado, para facilitar la descarga del mineral como se ve en la figura N° 4.14.

La tolva de finos se considera el 40 % de espacios vacíos. Y la capacidad se calcula con las siguientes formulas.

**Figura N° 4.14. Tolva de finos**



Fuente: Elaboracion propia

$$V_{total} = V_{paralelepípedo} + V_{truncopiramide}$$

$$V_{total} = a \times b \times c + \frac{1}{3} \{h(a1 \times b1 + d \times e + \sqrt{a1 \times b1 \times d \times e})\} \quad 4.24$$

#### Donde:

a: ancho de paralelepípedo de tolva de finos

b: largo de paralelepípedo de tolva de finos

c: altura de paralelepípedo de tolva fino

h: altura del tronco pirámide

a1: ancho del tronco pirámide

b1: largo del tronco pirámide

d: largo de la base del tronco de pirámide invertido

e: ancho del tronco de la pirámide invertida

Calculando el volumen de la tolva de finos teniendo los siguientes datos que se puede ver en la siguiente tabla N° 4.20. Datos para calcular el volumen de la tolva de finos.

**Tabla N° 4.20. Datos para calcular el volumen de la tolva de finos**

a(m)	b(m)	c(m)	h(m)	d1(m)	d2(m)	V(m3)
7.5	7.5	5.5	3	2	2	384.625

Fuente: Elaboración propia

Calculando la capacidad de la tolva de finos teniendo los siguientes datos y así como se observa en la siguiente tabla N° 4.21:

Humedad: 3.3

Densidad aparente: 1.8

$$CTF = V_t \times \frac{100-e}{100} \times d \times \frac{100-H}{100} \quad 4.25$$

**Donde:**

CTF: Capacidad de la tolva de finos

Vt: volumen de la tolva

e: espacio vacíos

d: densidad aparente

H: humedad

**Tabla N° 4.21 Calculo de la capacidad de la tolva de finos**

V(m3)	e(%)	H(%)	Densidad(g/cm3)	C Tolva™
384.625	40	3.3	1.8	400.00

Fuente: Elaboración propia

#### 4.13. SECCION DE MOLIENDA

##### 4.13.1. Faja transportadora N° 03

Es la faja que transportar mineral proveniente de la descarga de la tolva de finos, hacia el molino de bolas, que está constituida de rodillos y polines, polea motriz.

##### Selección de la faja transportadora;

Los criterios para la selección de la faja transportadora

- Faja horizontal sin pendiente
- La capacidad horaria es de 12.5 tn / h, consideramos 24 h de operación del molino
- La gravedad especifica es 2.99 tn / m<sup>3</sup>.

##### Calculo del ancho:

$$W = \sqrt{\frac{V}{K}} \quad 4.26$$

##### Donde:

V: volumen pie<sup>3</sup> / hr

K: 3.5 (constante)

W: ancho de la faja (pulg)

Reemplazando en la ecuación se calcula el ancho de la faja.

$$V = \frac{12.5 \text{ tn / h}}{2.99 \text{ tn / m}^3} = \frac{4.18 \text{ m}^3}{h} = 147.61 \text{ pie}^3/h$$

Considerando 20% de volumen de los espacios vacíos, entonces el volumen será

$$147.61 / 0.8 = 184.52 \text{ pie}^3 / h.$$

Reemplazando en la ecuación 4.26 calculamos el ancho de la faja.

$$W = \sqrt{\frac{184.52}{3.5}} = 7.26 \text{ pulg}$$

Considerando que la descarga debe ocupar el 5 / 3 de la faja entonces el ancho de la faja será  $7.26 \text{ pulg} \times 5 / 3 = 12.10 \text{ pulg}$ , según catalogo consideraremos ancho de la faja y uniformidad de compra de 20 pulg.

**Longitud:**

Consideramos 10 pies de longitud, según a la instalación de los molinos de bolas.

**Potencia:**

$$P = \left[ \frac{0.02 \times L}{100} + \frac{0.01 \times H}{10} \right] \times C \quad 4.27$$

**Donde:**

P: potencia en Hp

L: longitud de faja (pies)

H: altura de elevación (pies)

C: capacidad max (TC / hr)

Reemplazamos en la ecuación 4.27 tenemos:

$$P = \left[ \frac{0.02 \times 32.8}{100} + \frac{0.01 \times 0}{10} \right] \times 13.775 = 0.090 \text{ HP}$$

La potencia de la faja inclinada se aumenta a razón de 1 HP por cada 10 pies.

$$32.8 \text{ pies} / 10 = 3.28 \text{ HP}$$

Potencia requerida para vencer la fricción de todas las partes móviles de la faja.

$$P = (0.090 \text{ HP} + 3.28 \text{ HP}) = 3.37 \text{ HP} \approx 3.5 \text{ HP}.$$

Ver anexo N° 06 Especificaciones técnicas de selección de fajas transportadora.

**4.13.2. Molino de bolas primario**

La molienda nos permite la reducción de tamaño del mineral hasta tener una granulometría adecuada para la liberación de los minerales valiosos.

#### 4.13.2.1. Método bond para dimensionar molino de bolas primario

Para el dimensionamiento del molino de bolas tenemos los siguientes datos como se observa la siguiente tabla N° 4.22.

- $W_i$ : 12.5 Kw – hr / Tc
- Molienda en húmeda (66 % de solido)
- Circuito de molienda abierto-inverso
- F80: tamaño de alimentación ½” (12700  $\mu$ m)
- P80: tamaño del producto 75  $\mu$ m (-200)
- Molino de bolas (descarga por rebose)
- Razón de largo / diámetro seleccionada 1.25
- Velocidad crítica 70 %
- Porcentaje de volumen de bolas 45 %.
- Valor de  $K_b=4.365 \times 10^{-5}$

**Tabla N° 4.22. Valor de  $k_b$  de la tabla de la descarga del molino**

Molino de bolas	Valor de $k_b$
Descarga por rebalse (molienda en húmedo)	$4.365 \times 10^{-5}$
Descarga por parrilla (molienda en húmedo)	$4.912 \times 10^{-5}$
Descarga por parrilla (molienda seca)	$5.546 \times 10^{-5}$

Fuente: John curri-operaciones unitarias en procesamiento de minerales-lima, Perú.

#### Cálculos de los Factores de corrección:

**Factor F1:** Molienda en seco es 1.3 y molienda en húmedo es 1.0

**Factor F2:** molienda en circuito abierto (solo para molino de bolas), cuando se trabaja en circuito abierto se requiere más potencia que cuando se trabaja en circuito cerrado. Donde  $F_2 = 1$ .

**Factor F3:** la eficiencia de la molienda varía con el diámetro interno de la molienda. Como al inicio no se conoce el diámetro del molino entonces  $F_3 = 1$ .

**Factor F4:** cuando se alimenta mineral más grueso, la fórmula es la siguiente:

$$F4 = \frac{Rr + (Wi - 7) \times \left(\frac{F_{80} - F_o}{F_o}\right)}{Rr} \quad 4.28$$

**Donde:**

Rr: Ratio de reducción del 80 % pasante ( $F_{80} / P_{80}$ ) =  $12700 / 75 = 169.3$

Wi: índice de trabajo de Bond ( $Kw - h / Tc$ ).

$F_{80}$ : tamaño 80 % pasante de alimentación  $\mu m$ .

$F_o$ : tamaño óptimo de la alimentación  $\mu m$  donde es para molino de bolas.

$$F_o = 4000 \times \sqrt{\frac{13}{Wi}} = 4079.21$$

Reemplazamos en la ecuación 4.28 tenemos para hallar el factor F4:

$$F4 = \frac{169.3 + (12.5 - 7) \times \left(\frac{12700 - 4079.21}{4079.21}\right)}{169.3} = 1.068$$

**Factor F5:** remolienda fina, este factor se usa solo cuando el  $P_{80} \leq$  malla 200, la fórmula es:

$$F5 = \frac{P_{80} + 10.3}{1.145 \times P_{80}} = 0.993$$

**Factor F6:** cuando la razón de reducción del mineral en el molino de bolas es inferior a 6.

$$F6 = \frac{20(Rr - 1.35) + 2.6}{20(Rr - 1.35)} = 1.008$$

Con los factores calculados determinamos el Word index corregido

$$Wi \text{ corregido} = Wi \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5 \times F6$$

$$Wi \text{ corregido} = 12.5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1.068 \times 0.993 \times 1.008 = 13.36 \text{ Kw} - h / Tc$$

**Calculo de la energía específica en la molienda:**

$$Wi = Wi \text{ corregido} \left( \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right) \quad 4.29$$



Reemplazando en la ecuación 4.29 tenemos.

$$W_i = 13.36 \times \left( \frac{10}{\sqrt{75}} - \frac{10}{\sqrt{12700}} \right) = 14.23 \text{ Kw} - h / T_c$$

**Calculo de la potencia mecánica requerida:**

$$P_m = 14.23 \text{ Kw} - h / T_c \times 13.775 T_c / h = 196.156 \text{ Kw} \times 1.341 = 262.86 \text{ Hp.}$$

**Calculo de la potencia eléctrica del motor:**

Suponiendo una eficiencia de 95 % calculamos

$$PE = 262.86 \text{ Hp} \times 100 / 95 = 276.69 \text{ Hp} \approx 275 \text{ HP}$$

**Calculo del diámetro y longitud del molino**

$$D = \left( \frac{PE \text{ (PH)}}{KB \times \% V_p^{0.461} \times \% C_s^{1.505} \times \frac{L}{D}} \right)^{\frac{1}{3.5}} \quad 4.30$$

**Donde:**

D: diámetro del molino

KB: descarga por rebalse (molienda húmeda) es  $4.365 \times 10^{-5}$

$\%V_p$ : Porcentaje de volumen de carga de bolas al molino es 45 %

$\%C_s$ : Porcentaje de velocidad crítica es 70 %

L / D: Razón largo/diámetro es 1

Reemplazando en la ecuación 4.30 calculamos diámetro y longitud del molino.

$$D = \left( \frac{276.69 \text{ (PH)}}{4.363 \times 10^{-5} \times 45^{0.461} \times 70^{1.505} \times 1} \right)^{\frac{1}{3.5}}$$

D = 8.55  $\approx$  8 pies.

Dónde: L = 8 pies.

Una vez calculado el D teórico, debemos recalculer el factor F3, tantas veces sea necesario hasta obtener una variación mínima relativa de 1 %.

Obtenemos los siguientes datos que se muestra en la siguiente tabla N°4.23.

**Tabla N° 4.23 Eficiencia de la molienda**

Iteración	F3	Wi corregido	W(kw-h/tc)	PM (HP)	PE(HP)	D Ft	L Ft
1	1	13.36	14.23	262.86	276.96	8.55	8.55
2	0.99	13.18	14.05	259.53	273.2	8.52	8.52
3	0.99	13.18	14.05	259.53	273.2	8.52	8.52

Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar en el cuadro, el 1% de error relativo no supera el % por lo tanto las dimensiones serán: Diámetro interno 8 pies y Largo 8 pies.

#### Calculo de la distribución de bolas del molino

a. Calculo del peso de la carga de bolas, se utiliza la siguiente ecuación según bond.

$$W = \frac{D_i^2 \times L_i \times \%V_w \times D_w}{2680} \quad 4.31$$

**Donde:**

W: peso de carga moledora (TM)

D<sub>i</sub>: diámetro interno del molino (pies) = 8 ft

L<sub>i</sub>: longitud interna del molino (pies) = 8 ft

D<sub>w</sub>: Densidad aparente de carga moledora (lb / pie<sup>3</sup>) = 280 lb / pie<sup>3</sup> según Taggart

%V<sub>w</sub>: porcentaje de carga moledora = 35 % según Taggart

Reemplazando en la ecuación 4.31 tenemos el peso de la carga de la bola:

$$w = \frac{8^2 \times 8 \times 0.35 \times 280}{2680} = 18.72 \text{ tm}$$

b. Calculo distribución del tamaño de bolas.

$$B = \left(\frac{F_{80}}{K}\right)^{0.5} \times \left(\frac{G.E \times W_i}{\%V_c \times \sqrt{D_i}}\right)^{1/3} \quad 4.32$$

**Donde:**

Wi: Word index ( $K_w - hr / tc$ ) = 12.5  $K_w - hr / tc$

**c. tamaño máximo de bola de reemplazo**

Di: diámetro interno del molino = 8 ft

Vc: velocidad critica = 70 %

G.E.: gravedad especifica = 2.99

F<sub>80</sub>: Alimento 80% pasante  $U_m = 12700$

K: Constante donde: = 350

- 350 para molino tipo Over flow y parrilla, húmedo
- 335 para molinos de diafragma, seco
- 330 para molinos de diafragma, húmedo.

Reemplazando en la ecuación 4.32 tenemos distribución del tamaño de bolas

$$B = \left( \frac{12700}{350} \right)^{0.5} \times \left( \frac{2.99 \times 12.5}{70 \times \sqrt{8}} \right)^{1/3}$$

$$B = 3.46'' \approx 4''$$

Con este dato calculamos la distribución del tamaño de bolas mediante la siguiente ecuación.

$$Y = 100 \left( \frac{d}{B} \right)^{3.84} \quad 4.33$$

**Donde:**

Y: % en peso de las bolas de diámetro menor que B.

B: Diámetro máximo de la bola de reemplazo.

d: diámetro de la bola menor que B.

En la siguiente tabla N° 4.24 se muestra la distribución de tamaño de bolas utilizando la ecuación.

**Tabla N° 4.24. Distribución de tamaño de bolas**

Diámetro	% Peso	Peso Kg	Peso TM	N° de Bolas
2	16.45%	3079.53	3.08	5719
3	26.00%	4866.88	4.87	2677
3.5	31.68%	5930.41	5.93	2052
4	25.87%	4843.18	4.84	24
<b>Total</b>		<b>18720</b>	<b>18.72</b>	<b>10472</b>

Fuente: elaboración propia

**d. Cálculo de la velocidad crítica**

$$V_c = \frac{76.8}{\sqrt{D}} \quad 4.34$$

**Donde:**

Vc: velocidad crítica

D: diámetro del molino = 8 ft

Reemplazando en la ecuación 4.35 tenemos la velocidad crítica

$$V_c = \frac{76.8}{\sqrt{8}} = 27.15 \text{ rpm}$$

**e. cálculo de las velocidades operativas**

$$V_o \text{ min} = 0.7 \times V_c = 0.7 \times 27.15 = 19.005 \text{ rpm}$$

$$V_o \text{ max} = 0.85 \times V_c = 0.85 \times 27.15 = 23.078 \text{ rpm}$$

**f. calculo velocidad periférica**

$$V_p = V_c \times \pi \times D = 27.15 \times 3.1416 \times 8 = 682.36 \text{ rpm}$$

$$V_p \text{ min} = 0.7 \times V_p = 0.7 \times 682.36 = 477.652 \text{ rpm}$$

$$V_p \text{ max} = 0.85 \times V_p = 0.85 \times 682.36 = 580.006 \text{ rpm}$$

**4.13.3. Molino de bolas secundario**

El molino de bolas secundario, cumplirá la función de remolienda que será alimentado por la descarga del hidrociclón under/flow.

**4.13.3.1. Método bond para dimensionar molino de bolas secundario**

Para el dimensionamiento del molino de bolas tenemos los siguientes datos como se observa en la tabla N° 4.22.

- $W_i$ : 12.5 Kw – hr / Tc
- Molienda en húmeda (66 % de solido)
- Circuito de molienda abierto-inverso
- F80: tamaño de alimentación 147 um (M-100)
- P80: tamaño del producto 75 um (M-200)
- Molino de bolas (descarga por rebose)
- Razón de largo / diámetro seleccionada 1.25
- Velocidad crítica 70 %
- Porcentaje de volumen de bolas 45 %.
- Valor de  $K_b=4.365 \times 10^{-5}$

### Cálculos de los Factores de corrección:

**Factor F1:** Molienda en seco es 1.3 y molienda en húmedo es 1.0

**Factor F2:** molienda en circuito abierto (solo para molino de bolas), cuando se trabaja en circuito abierto se requiere más potencia que cuando se trabaja en circuito cerrado. Donde  $F_2 = 1$

**Factor F3:** la eficiencia de la molienda varía con el diámetro interno de la molienda. Como al inicio no se conoce el diámetro del molino entonces  $F_3 = 1$ .

**Factor F4:** cuando se alimenta mineral es fino (molino secundario remolienda) entonces  $F_4=1$

**Factor F5:** remolienda fina, este factor se usa solo cuando el  $P_{80} \leq$  malla 200, la fórmula es:

$$F_5 = \frac{P_{80} + 10.3}{1.145 \times P_{80}} = 0.993$$

**Factor F6:** cuando la razón de reducción del mineral en el molino de bolas es inferior a 6 donde,  $R_r = F_{80}/P_{80} = 147/75 = 1.96$

$$F_6 = \frac{20(R_r - 1.35) + 2.6}{20(R_r - 1.35)} = 1.231$$

Con los factores calculados determinamos el Word index corregido

$$W_i \text{ corregido} = W_i \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times F_5 \times F_6$$

$$W_i \text{ corregido} = 12.5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.993 \times 1.231 = 15.280 \text{ Kw} - \text{h} / \text{Tc}$$

**Calculo de la energía específica en la molienda:**

$$W_i = W_i \text{ corregido} \left( \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right)$$

Reemplazando en la ecuación 4.29 tenemos.

$$W_i = 15.280 \times \left( \frac{10}{\sqrt{75}} - \frac{10}{\sqrt{147}} \right) = 5.041 \text{ Kw} - \text{h} / \text{Tc}$$

**Calculo de la potencia mecánica requerida:**

$$P_m = 5.041 \text{ Kw} - \text{h} / \text{Tc} \times 13.775 \text{ Tc} / \text{h} = 69.440 \text{ Kw} \times 1.341 = 93.119 \text{ Hp.}$$

**Calculo de la potencia eléctrica del motor:**

Suponiendo una eficiencia de 95 % calculamos

$$P_E = 93.119 \text{ Hp} \times 100 / 95 = 98.02 \text{ Hp} \approx 100 \text{ HP}$$

**Calculo del diámetro y longitud del molino**

$$D = \left( \frac{P_E \text{ (PH)}}{KB \times \% V_p^{0.461} \times \% C_s^{1.505} \times \frac{L}{D}} \right)^{\frac{1}{3.5}}$$

**Donde:**

D: diámetro del molino

KB: descarga por rebalse (molienda húmeda) es  $4.365 \times 10^{-5}$

$\%V_p$ : Porcentaje de volumen de carga de bolas al molino es 45 %

$\%C_s$ : Porcentaje de velocidad crítica es 70 %

L / D: Razón largo/diámetro es 1.6

Reemplazando en la ecuación 4.30 calculamos diámetro y longitud del molino.

$$D = \left( \frac{98.02 \text{ (PH)}}{4.363 \times 10^{-5} \times 45^{0.461} \times 70^{1.505} \times 1} \right)^{\frac{1}{3.5}}$$

D = 5.5 ≈ 5 pies.

Dónde: L = 5 x 1.6 = 8 pies.

Donde obteniendo los resultados, el molino de bolas secundario será de 5 x 8 pies

### Calculo de la distribución de bolas del molino

a). Calculo del peso de la carga de bolas, se utiliza la siguiente ecuación según bond.

$$W = \frac{D_i^2 \times L_i \times \%V_w \times D_w}{2680}$$

**Donde:**

W: peso de carga moledora (TM)

D<sub>i</sub>: diámetro interno del molino (pies) = 5 ft

L<sub>i</sub>: longitud interna del molino (pies) = 8 ft

D<sub>w</sub>: Densidad aparente de carga moledora (lb / pie<sup>3</sup>) = 280 lb / pie<sup>3</sup> según Taggart

%V<sub>w</sub>: porcentaje de carga moledora = 35 % según Taggart

Reemplazando en la ecuación 4.31 tenemos el peso de la carga de la bola:

$$w = \frac{5^2 \times 8 \times 0.35 \times 280}{2680} = 7.313 \text{ tm}$$

b).- Calculo distribución del tamaño de bolas.

$$B = \left( \frac{F_{80}}{K} \right)^{0.5} \times \left( \frac{G.E \times W_i}{\%V_c \times \sqrt{D_i}} \right)^{1/3}$$

**Donde:**

W<sub>i</sub>: Word index (Kw – hr / tc) = 12.5 Kw – hr / tc

c).- tamaño máximo de bola de reemplazo

D<sub>i</sub>: diámetro interno del molino = 5 ft

Vc: velocidad critica = 70 %

G.E.: gravedad especifica = 2.99

F<sub>80</sub>: Alimento 80% pasante um = 147

K: Constante donde: = 350

- 350 para molino tipo Over flow y parrilla, húmedo
- 335 para molinos de diafragma, seco
- 330 para molinos de diafragma, húmedo.

Reemplazando en la ecuación 4.32 tenemos distribución del tamaño de bolas

$$B = \left(\frac{147}{350}\right)^{0.5} \times \left(\frac{2.99 \times 12.5}{70 \times \sqrt{5}}\right)^{1/3}$$

$$B = 0.4'' \approx 1''$$

Con este dato calculamos la distribución del tamaño de bolas mediante la siguiente ecuación.

$$Y = 100 \left(\frac{d}{B}\right)^{3.84}$$

**Donde:**

Y: % en peso de las bolas de diámetro menor que B.

B: Diámetro máximo de la bola de reemplazo.

d: diámetro de la bola menor que B.

En la siguiente tabla N° 4.25 se muestra la distribución de tamaño de bolas utilizando la ecuación.



**Tabla N° 4.25. Distribución de tamaño de bolas secundario**

DIAMETRO pul.	%PESO	PESO Kg	PESO TM	N° DE BOLAS
1/2	20.0	2000.0	2.0	400
3/4	30.0	2500.0	2.5	500
1	50.0	2813.0	2.813	563
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>	<b>7313</b>	<b>7.313</b>	<b>10463</b>

Fuente: elaboración propia

**d).- Cálculo de la velocidad crítica**

$$V_c = \frac{76.8}{\sqrt{D}} \quad 4.35$$

**Donde:**

Vc: velocidad crítica

D: diámetro del molino = 5 ft

Reemplazando en la ecuación 4.35 tenemos la velocidad crítica

$$V_c = \frac{76.8}{\sqrt{5}} = 34.34 \text{ rpm}$$

**f).- cálculo de las velocidades operativas**

$$V_o \text{ min} = 0.7 \times V_c = 0.7 \times 34.34 = 24.04 \text{ rpm}$$

$$V_o \text{ max} = 0.85 \times V_c = 0.85 \times 34.34 = 29.189 \text{ rpm}$$

**g).- calculo velocidad periférica**

$$V_p = V_c \times \pi \times D = 34.34 \times 3.1416 \times 5 = 569.041 \text{ rpm}$$

$$V_p \text{ min} = 0.7 \times V_p = 0.7 \times 569.041 = 398.328 \text{ rpm}$$

$$V_p \text{ max} = 0.85 \times V_p = 0.85 \times 569.041 = 483.685 \text{ rpm}$$

**4.14. CLASIFICACION POR HIDROCICLONES**

La clasificación de minerales es la separación de un conjunto de partículas en finos y gruesos.

## Método de Krebs para dimensionar la hidrocución.

### Calculo del diámetro:

Calculando el caudal de pulpa con la siguiente ecuación 4.36.

$$Q_p = \frac{18.35 \times C_p}{W \times \%S} \quad 4.36$$

### Donde:

$Q_p$ : Caudal de pulpa (GPM)

$C_p$ : Capacidad de la planta = 300 TMSD

$W$ : densidad de pulpa = 1.250 g / l

$\%s$ : porcentaje de solidos = 30 %

Reemplazando en la ecuación el caudal se obtiene 33.34 m<sup>3</sup>/h

Se tiene la siguiente ecuación volumétrica.

$$Q = 0.408 * F1 * F2 * D_c^{2.047} \quad 4.37$$

### Donde:

$Q$ : caudal de pulpa (m<sup>3</sup>/hr).

$D_c$ : diámetro interno de la sección cilíndrica del ciclón en pulg.

$F1$ : factor corrector de la densidad real del solido alimentado al ciclón.

$$F1 = \left(\frac{P}{10}\right)^{0.475} = 0.719 \quad 4.38$$

### Donde:

$P$ : presión de alimentación = 5 psi

$$F2 = 1 + 4.461 \times 10^{-3} \times 0^{1.28} = 1.35$$

$Q$ : porcentaje de sólidos en alimentación al hidrociclón en volumen = 30 m3.

Reemplazamos en la ecuación

$$Q = 0.408 * F1 * F2 * Dc^{2.047} \quad 4.39$$

Despejado Dc

$$Dc = \sqrt[2.047]{\frac{Qp}{0.408 \times F1 \times F2}} = 8.7''$$

**Calculo de diámetro del vortex y área de entrada**

**Diámetro de vortex = 0.4 DC**

$$\text{Reemplazando } D_o = 0.2 \times 8.7 = 1.7''$$

**Área de entrada al ciclón = Ai = 0.05 DC<sup>2</sup>**

$$\text{Reemplazando } A_i = 0.05 \times 8.7^2 = 3.78 \text{ pug}^2$$

**Altura del hidrociclón**

$$H_c = 2.5 D_c = 2.5 \times 8.7 = 21.75''$$

#### 4.14.1. Calculo del diámetro del ápex

Para poder calcular el diámetro del ápex, usaremos la ecuación de Krebs modificado por Gutierrez L y Oblad, E.A. Asumiendo que el tamaño de corte  $d_{50}$  requerido para el proceso debe ser 75 micrones (65% -200M).

$$DU^{-0.5} = \frac{d_{50}}{K_d \times D_c^{-0.28} \times D_o^{0.64} \times A_i^{-0.14} \times (53-o)^{-1.37} \times (G_e-1)^{-0.5} \times P^{-0.25} \times (H_c \times U)^{0.5}} \quad 4.40$$

Donde:

Kd: constante ( $1.397 \times 10^3$ ), cuando  $D_o$  es menor que 6''.

$d_{50}$ : tamaño  $d_{50}$  corregido = 75  $\mu\text{m}$ .

$D_o$ : diámetro del vortex = 1.7''

$D_c$ : diámetro del hidrociclón = 8.7''

$D_u$ : diámetro del ápex.

$A_i$ , área de entrada al hidrociclón = 3.78 pug<sup>2</sup>.

$H_c$ : Altura del hidrociclón = 21.75''.

O: porcentaje de sólidos en volumen de pulpa de alimentación = 30%.

U: viscosidad de la pulpa alimentada = 2.4 centipoises.

P: presión de alimentación de la pulpa = PSI.

Ge: gravedad específica del mineral = 2.99 gr /cc.

Reemplazando en la ecuación 4.41 se calcula el diámetro el ápex.

$$DU^{-0.5} = \frac{d_{50}}{K_d \times D_c^{-0.28} \times D_o^{0.64} A_i^{-0.14} \times (53 - o)^{-1.37} \times (G_e - 1)^{-0.5} \times P^{-0.25} \times (H_c \times u)^{0.5}}$$
$$DU = 0.45''$$

Las características con más detalle podemos ver en el anexo N°.09.

#### 4.15. SELECCIÓN DE LA BOMBA DE PULPA DE LOS MOLINOS

Para la selección de bomba de pulpa se realiza una serie de procedimientos y se cuenta con los siguientes datos.

##### **Datos:**

Porcentaje de sólidos = 52 %

Gravedad específica = 2.99 g / ml

Diámetro promedio de partícula 75 micrones

Densidad de pulpa = 1800 g / l

Viscosidad = 2.4 centipoises

$$\text{Flujo} = 33.34 \text{ m}^3 / \text{h} = 0.556 \text{ m}^3 / \text{min}$$

##### **Selección de tubería para pulpas:**

Cuando se bombea una pulpa es necesario determinar el diámetro nominal de la tubería.

Dato velocidad media práctica recomendada = 1.86 m / s

$$d = 5.735 * \left(\frac{Q}{v}\right)^{0.5} \quad 4.41$$

##### **Donde:**

d: diámetro optimo

Q: flujo de pulpa

V: velocidad recomendada

Reemplazando en la ecuación 4.41 velocidad media practica recomendada.

$$d = 5.735 \times \left( \frac{0.5556}{1.86} \right)^{0.5} = 3.14$$

Según al catálogo de bombas Denver elegimos una bomba de pulpa 5" x 4". Diámetro de tubería 4".

Calculo velocidad de pulpa.

$$u_2 = 0.0741 g \times dp \left( \frac{Gm \times di}{u} \right) \times 0.775 \left( \frac{GP - Ga}{Ga} \right) \exp 2.519 \quad 4.42$$

**Donde:**

U2 : velocidad de pulpa.

G : aceleración de la gravedad = 9.8 m / s<sup>2</sup>.

Dp : diámetro promedio de partícula = 75 μm.

Gm : densidad de pulpa 1.8 g / l.

Di : diámetro de tuberías en metros = 0.1016 m.

U : viscosidad de pulpa = 2.4.

GP : gravedad especifica del mineral = 2.99 g / l.

Ga : densidad del agua = 1.0 g / l.

Reemplazando en la ecuación 4.43 tenemos velocidad de pulpa.

$$u_2 = 0.0741g \times dp \left( \frac{Gm \times di}{u} \right) \times 0.775 \left( \frac{GP - Ga}{Ga} \right) \exp 2.519$$

$$u_2 = 107.36 \text{ m / s}$$

**Calculo de caída de presión en el sistema de tuberías suponiendo que el flujo transportado es agua.**

$$Re = 835.7 \times \left(\frac{Q}{d}\right) \left(\frac{Ga}{u}\right) \quad 4.43$$

**Donde:**

Re : número de Reynolds

Q : flujo de pulpa = 0.556 m<sup>3</sup> / min

D : diámetro nominal de tubería = 4"

U : viscosidad del agua = 1

G a: densidad de agua = 100 kg / m<sup>3</sup>

Reemplazando en la ecuación 4.44 tenemos presión en el sistema de tuberías suponiendo que el flujo transportado es agua.

$$Re = 835.7 \times \left(\frac{0.556}{4}\right) \times \left(\frac{100}{1}\right) = 1.1616 \times 10^4$$

También se tiene que:

$$f = 0.014 + 1.056 Re^{-0.42} \quad 4.44$$

**Donde:**

F: factor de fricción.

Re: número de Reynolds.

Reemplazando en la ecuación 4.44 tenemos.

$$f = 0.014 + 1.056 Re^{-0.42}$$

$$f = 0.035$$

$$dP_{100} = 21.718 \left(\frac{Q^2 \times f \times Ga}{d^5}\right) \quad 4.45$$

**Donde:**

dP<sub>100</sub>: caída de presión referida a 100 m.

f: factor de fricción.

Q: flujo de pulpa.

Ga: densidad del agua.

d. diámetro interno de tubería.

Reemplazando en la ecuación 4.46 tenemos caída de presión referida.

$$dP_{100} = 21.718 \left( \frac{Q^2 \times f \times Ga}{d^5} \right)$$

$$dP_{100} = 0.023 \text{ kg / cm}^2$$

### Calculo del coeficiente de arrastre:

Suponiendo que Re es menor que 0.2.

$$u_p = \frac{dp^2 \times (G_p - G_m) \times g}{18 u} \quad 4.46$$

Donde:

$u_p$ : velocidad de pulpa.

$dp$ : diámetro promedio de partícula de pulpa =  $7.5 \times 10^{-4}$ .

$G_p$ : gravedad específica del mineral = 2.99 m / l.

$G_m$ : densidad de pulpa = 1.8 g / l.

$g$ : aceleración de la gravedad = 9.8 m / s<sup>2</sup>.

$u$ : Viscosidad de la pulpa = 2.4.

Reemplazando en la ecuación 4.46 tenemos coeficiente de arrastre:

$$u_p = \frac{(7.5 \times 10^{-4})^2 \times (2.99 \text{ ml} - 1.8 \text{ gl}) \times 9.8 \text{ m/s}^2}{18 \times 2.4}$$

$$u_p = 0.1518 \text{ m / s}$$

$$Re = \frac{G_e \times u_p \times dp}{u} \quad 4.47$$

**Donde:**

Re: número de Reynolds.

Gm: densidad de pulpa = 1.8.

Up; velocidad de pulpa = 0.1518 m / s.

U: viscosidad de pulpa = 2.4.

Reemplazando en la ecuación 4.48 tenemos número de Reynolds:

$$Re = \frac{1800 \times 0.1518 \times 7.5 \times 10^{-4}}{0.0024}$$

$$Re = 85.38$$

**Calculando coeficiente de arrastre.**

$$Cd = \frac{24}{Re} \times (1 + 0.15 \times Re^{0.687}) \quad 4.48$$

**Donde:**

Cd: Coeficiente de arrastre.

Re: número de Reynolds.

Reemplazando en la ecuación 4.49 tenemos coeficiente de arrastre.

$$Cd = \frac{24}{85.38} \times (1 + 0.15 \times 85.38^{0.687})$$

$$Cd = 1.176$$

Entonces tenemos.

$$up_2 = \left( \frac{4dp \times (Gp - Gm) \times g}{3 \times Cd \times Gm} \right)^{0.5} \quad 4.49$$

**Donde:**

up<sub>2</sub>: Velocidad de pulpa.

dp: diámetro promedio de partícula de pulpa = 7.5 x 10<sup>-4</sup>.



Gp: gravedad específica del mineral = 2.99 g/l.

Gm: densidad de pulpa = 1800.

g: aceleración de la gravedad = 9.8.

Cd: coeficiente de arrastre = 1.176.

Reemplazando en la ecuación 4.49 tenemos Velocidad de pulpa:

$$up_2 = \left( \frac{7.5 \times 10^{-4} (2.99 \text{ gl} - 1800) \times 9.8}{3 \times 1.176 \times 1800} \right)^{0.5}$$

$$up_2 = 0.0742$$

$$Re_2 = \frac{Ge \times up_2 \times dp}{u} \quad 4.50$$

**Donde:**

Re<sub>2</sub>: Número de Reynolds.

Gm: densidad de pulpa = 1800.

up<sub>2</sub>; Velocidad d pulpa = 0.0742 m/s.

U: viscosidad de pulpa = 2.4.

Reemplazando en la ecuación 4.51 tenemos Número de Reynolds:

$$Re_2 = \frac{1800 \times 0.0742 \times 7.5 \times 10^{-4}}{0.0024}$$

$$Re_2 = 41.74$$

Calculando coeficiente de arrastre.

$$Cd_2 = \frac{24}{Re_2} \times (1 + 0.15 \times Re_2^{0.687}) \quad 4.51$$

**Donde:**

Cd<sub>2</sub>: Coeficiente de arrastre.

Re<sub>2</sub>: Número de Reynolds = 41.74.

Reemplazando en la ecuación 4.51 tenemos coeficiente de arrastre.

$$Cd_2 = \frac{24}{41.74} \times (1 + 0.15 \times 41.74^{0.687})$$

$$Cd_2 = 1.717$$

Seguimos integrando y calculando los valores Cd, up y Re hasta se igualen. Entonces tiene.

$$up_3 = \frac{4dp \times (Gp - Gm) \times g}{3 \times Cd_2 \times Gm} \times 0.5 \quad 4.52$$

**Donde:**

up<sub>3</sub>: Velocidad de pulpa.

dp: diámetro promedio de partícula de pulpa = 7.5 x 10<sup>-4</sup>.

Gp: gravedad específica del mineral = 2.99 g/l.

Gm: densidad de pulpa = 1800.

g: aceleración de la gravedad = 9.8

Cd<sub>2</sub>: Coeficiente de arrastre = 1.717

Reemplazando en la ecuación 4.52 tenemos velocidad de pulpa:

$$up_3 = \frac{4 \times 7.5 \times 10^{-4} \times (2.99 \text{ g/l} - 1800) \times 9.8}{3 \times 1.717 \times 1800} \times 0.5$$

$$up_3 = 0.0614$$

$$Re_3 = \frac{G_e \times up_2 \times dp}{u} \quad 4.53$$

**Donde:**

Re<sub>3</sub>: Número de Reynolds.

Gm: densidad de pulpa = 1800.

up<sub>2</sub>: Velocidad d pulpa = 0.0614 m/s.

U: viscosidad de pulpa = 2.4

Reemplazando en la ecuación 4.53 tenemos Número de Reynolds:

$$Re_3 = \frac{1800 \times 0.0614 \times 7.5 \times 10^{-4}}{0.0024}$$

$$Re_3 = 34.54$$

Calculando coeficiente de arrastre.

$$Cd_3 = \frac{24}{Re_3} \times (1 + 0.15 \times Re_3^{0.687}) \quad 4.54$$

**Donde:**

$Cd_3$ : Coeficiente de arrastre.

$Re_3$ : Número de Reynolds = 34.54.

Reemplazando en la ecuación 4.54 tenemos coeficiente de arrastre.

$$Cd_3 = \frac{24}{34.54} \times (1 + 0.15 \times 34.54^{0.687})$$

$$Cd_3 = 1.882$$

En la siguiente tabla N° 4.26 podemos ver los siguientes valores de coeficiente de arrastre.

**Tabla N° 4.26 Valores de coeficiente de arrastre**

Iteración	Up	Re	Cd
1	0.1518	85.38	1.176
2	0.0742	41.74	1.717
3	0.0614	34.54	1.882

Fuente: elaboración propia

**Calculo de la fracción de volumen de sólidos:**

Utilizamos la siguiente ecuación.

$$Xv = \frac{Gm-Ga}{Gp-Ga} \quad 4.55$$

**Donde:**

Xv: Fracción de volumen de sólidos.

Gm: densidad de pulpa = 1800.

Gp: gravedad específica del mineral = 2.99.

Ga: densidad del agua = 1009.

Reemplazando en la ecuación 4.55 tenemos fracción de volumen de sólidos.

$$Xv = \frac{1800 - 1009}{2.99 - 1009}$$

$$Xv = 0.40$$

### Calculo de potencia de la bomba.

$$HP = \frac{Gm \times Q \times h}{456 \times Ef} \quad 4.56$$

#### Donde:

HP: potencia del motor.

Gm: densidad de pulpa = 1800.

Q: flujo de pulpa = 0.556.

H: distancia total de sistema de bombea = 45 m.

Ef. Eficiencia del motor = 65%.

Reemplazando en la ecuación 4.56 tenemos potencia del motor.

$$HP = \frac{1800 \times 0.555 \times 45}{456 \times 65\%}$$

$$HP = 15.19 \text{ HP}$$

Según a los cálculos realizados se requiere una bomba de pulpa de 5 x 4 con potencia de motor de 15 Hp. Ver anexo N° 09.

#### **4.16. SECCION DE FLOTACION DE MINERALES**

Flotación de minerales es un proceso físico-químico mediante el cual se produce la separación de los minerales valiosos. Se instalará celdas Mecánicas que son, celdas Denver y Morococha o serranas (WS).

##### **4.16.1. Diseño de circuito de flotación**

El circuito de flotación se diseñará, de acuerdo a las características del mineral sulfuro de cobre, en flotación rougher, scavenger y cleaner; en cada etapa se toma en cuenta el tiempo de flotación y dosificación de reactivos.

Para realizar los cálculos se tiene los siguientes datos:

- Un tanque de acondicionamiento de pulpa de 8 x 8 ft.
- 4 celdas Denver de 38" x 38".
- Una celda serrana de 8 x 8ft.
- 5 celdas serrana de 7 x 8 ft.
- Porcentaje de solido 30%.
- Peso de alimento seco 12.5 TM/h.
- Peso de la pulpa alimentada 41.7 TM/h.
- Caudal de agua 29.2 m<sup>3</sup>/h.
- Densidad de solidos 2.99 g/cc.
- Caudal de pulpa 33.35 m<sup>3</sup>/h.
- Densidad de pulpa 1.250 g/cc.
- Dilución 2.33.

En las celdas de flotación es típico considerar que el volumen útil de una celda es de 85% de su volumen total, el resto del volumen es ocupado por el impulsor, difusor, y las burbujas de aire. El porcentaje indicado anteriormente incluye el factor de seguridad de 15% propuesto por Sutulov.

Teniendo como dato el volumen de pulpa 33.35 m<sup>3</sup>/h. considerando el volumen útil de una celda es de 85% de su volumen total.

Entonces el volumen de las celdas será  $39.24 \text{ m}^3/\text{h} = 19.64 \text{ pie}^3/\text{min}$ .

#### 4.16.2. Tanque acondicionador de pulpa

El tanque acondicionador de pulpa es para poder mezclar la pulpa tendrá la siguiente medida 8 x 8 ft.

Calculando el volumen del tanque acondicionador.

$$V = \frac{\pi}{4} (D^2 \times h) \quad 5.57$$

**Donde:**

V: volumen.

D: Diámetro = 8 ft.

H: altura = 8 ft.

Reemplazando a la ecuación 4.57 tenemos volumen.

$$V = \frac{\pi}{4} (8^2 \times 8)$$

$$V = 402.12 \text{ pie}^3$$

#### 4.16.3. Determinando el tiempo de residencia del tanque acondicionador

Para determinar se utiliza la siguiente formula.

$$\text{Tr} = \frac{V}{F_j} \quad 4.58$$

**Donde:**

Tr: Tiempo de residencia

V: Volumen del tanque

Fj: flujo de ingreso de la pulpa =  $33.35 \text{ m}^3/\text{h} = 19.64 \text{ pie}^3/\text{min}$

Reemplazando en la ecuación 4.58 se tiene Tiempo de residencia

$$\text{Tr} = \frac{402.12}{19.64} = 20.5 \text{ min}$$

El tanque acondicionador tendrá las siguientes partes.

- Motor de 30 hp
- Polea
- Faja
- Soporte
- Árbol de sistema de accionamiento
- Eje central
- Agitador.

#### 4.16.4. Determinación de los volúmenes de las celdas de flotación

##### 4.16.4.1. Celdas Denver sud-A

Las celdas Denver sud – A, son celdas cuadradas de acero cada celda con su propio agitador reunidas en grupos o solas.

Se alimentará la pulpa un tubo lateral y se descargará por otro situado a un nivel más bajo, el concentrado se retirará por la parte superior de la celda por medio de paletas giratoria, el esquema de celda Denver sud-A.

##### 4.16.4.2. Cálculo de número de celdas para celdas Denver sud-A

Para poder calcular el número de celdas sud –A se utiliza la siguiente ecuación.

$$\#celdas = \frac{F \times t}{\text{Factor celda}} \quad 4.59$$

#### Donde:

F: Tonelaje de mineral a tratar (tcs /día) = 300 TMSD.

T: tiempo de flotación (8 min) (dato de la prueba de flotación).

El “factor de celda” se encuentra en las tablas de celdas Denver “sub A”, las celdas se unen para formar bancos de flotación los cuales siempre tienen pares. Interpolando el valor del factor de celda resultado 676.8

Teniendo los valores se calcula el número de celdas Denver sud-A. Reemplazando en la ecuación 4.59.

$$\# celdas = \frac{300 \times 8}{676.8}$$

$$celdas = 3.55 \approx 4$$

Se instalará dos pares de celda Denver sud-A N° 21 (38" X 38") de 40 pie<sup>3</sup> con una potencia de motor de 25 HP.

#### 4.16.4.3. Celdas morococha o serranas (ws)

Las celdas morococha o serranas, son celdas que pueden operar individualmente que dispone de un agitador mediante el cual se introduce el aire y se efectúa la agitación de la pulpa los minerales valiosos se flotan por rebose adicionando los reactivos y teniendo los parámetros correspondientes.

#### 4.16.4.4. Calculo el volumen de la celda morococha

Para calcular el volumen de la celda morococha se toma en consideración se va diseñar con 20 % de pulpa que va recircular. Se utilizará la siguiente ecuación.

$$V_{ef} = Q \times t \times E \quad 4.60$$

#### Donde:

$V_{ef}$ : volumen efectivo de la celda morococha m<sup>3</sup>.

Q: caudal a tratar por las celdas morococha (m<sup>3</sup>/min).

T: tiempo de flotación 8 min.

E: Factor de volumen.

Cuando se toma el tiempo tener en cuenta que debe ser corregido, debido que hay una diferencia entre el tiempo de laboratorio con tiempo en planta, para ello se aplica el factor de corrección entre 1.6, 2.1 y 2.6, generalmente se utiliza 2.1.

El factor E de volumen tiene en cuenta el aumento de volumen debido a la aireación considerando 15% del volumen de la celda.

$$E = \frac{1}{0.85} = 1.18$$

Calculo del caudal que se tratara en la celda morococha considerando el 20 % de pulpa que recircula.

$$Q = \frac{15}{2.99} + 15 \times 2.33$$

$$Q = 39.97 \text{ m}^3/\text{h}$$



Teniendo los valores calculamos el volumen reemplazando en la ecuación 4.60 volumen efectivo de la celda morococha m<sup>3</sup>.

$$V_{ef} = 39.97 \times 8 \times 2.1 \times 1.18 = 13.21 \text{ m}^3$$

### Calculo del diámetro y altura de la celda

Sabiendo que el volumen (V) se calcula utilizando la siguiente ecuación y la razón de Diámetro y altura D/H=1.

$$V = \frac{\pi}{4} (D^2 \times h)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 13.20}{3.1416}}$$

$$D = 2.56 \text{ m} = 8.37 \text{ pie} \approx 8 \text{ pie}$$

Entonces

Altura = 8 pies

Diámetro = 8 pies.

### Calculo de número de celdas para celdas serranas (ws) etapa scavegher y clenear

$$\#celdas = \frac{F \times t \times (Ge - (Ge \times \% \frac{w}{w}) + \% \frac{w}{w})}{45 \times V_{util} \times (Ge \times \% \frac{w}{w})} \quad 4.61$$

#### Donde:

F: Tonelaje de mineral a tratar (tcs/dia) = 300 TMSD.

T: tiempo de flotación (min) = 8 min.

Ge: gravedad específica del mineral = 2.99 gr/cc.

%w/w: porcentaje de solido en peso = 30%.

Vutil: volumen útil de la celda (pie<sup>3</sup>) = 33.35.

Reemplazando en la ecuación se tiene 4.61 número de celdas para celdas serranas (ws) etapa scavegher y clenear.

$$\# \text{ celdas} = \frac{30 \times 8 \times (2.99 - (2.99 \times 0.30) + 0.30)}{45 \times 33.35 \times (2.99 \times 0.30)}$$

$$\# \text{ Celdas} = 4.27 \approx 5$$

Entonces se instalará 5 celdas morocochas o serranas (WS) de 8x8ft, con potencia de motor de 30 HP.

#### 4.17. REACTIVOS PARA EL PROCESO DE FLOTACIÓN

Para determinar los reactivos adecuados para flotación del mineral de cobre se determinó en la prueba metalúrgica son los siguientes reactivos para procesar 300 TMSD.

- Colectores: 25 – 300 g/TM.
- Espumantes: 25 – 250 g/TM.
- Modificadores: 1000 – 4000 g/TM.
- Floclulantes: 0.005 – 0.1 Kg/TM.

##### Colectores.

**Xantato Amilico de potasio (Z-6)**, este colector es muy fuerte por lo que se emplea generalmente en aquellas operaciones de flotación que requieran el más alto grado de poder colector. Se preparará 80 g/TM al 10 %.

$$300 \text{ TM} \times \frac{80 \text{ g}}{1 \text{ TM}} \times \frac{100 \text{ cc}}{10} = 240000 \text{ cc de Z - 6}$$

**Ditiofosfato Promotor A-404**, se preparará 80 g/TM al 10%.

$$300 \text{ TM} \times \frac{80 \text{ g}}{1 \text{ TM}} \times \frac{100 \text{ cc}}{10} = 240000 \text{ cc de A - 404}$$

**Espumante Dowfroth (D-250)**, Se preparará a 50g/TM puro.

$$300 \text{ TM} \times \frac{50 \text{ g}}{1 \text{ TM}} \times \frac{1 \text{ cc}}{0.95} = 15789 \text{ cc de D - 250}$$

**Modificador de Ph cal Oxido de calcio (CaO)**, se empleará 2000 g/TM según su Ph del mineral que pueda ser básico entre 8 a 7.

**Floculante**, se usará este reactivo de 10 g/TM para sedimentar los sólidos y tener facilidad de separar el agua para poder reusar.

#### **4.18. SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO DE PULPA DE CONCENTRADO Y RELAVE.**

##### **Bomba de pulpa de concentrado**

La pulpa de concentrado que será descargado de la celda de flotación y será recepcionada en cajón de 3 x 4 x 5 ft, para poder trasladar la pulpa al espesador de concentrado se utilizará la bomba horizontal con sello húmedo de 3" x 3" con potencia de motor de 15 HP. Que será adquirido de la empresa **ESPIASA ASOCIADOS S.A.** La instalación y funcionamiento correcta será según al manual de bombas de pulpa ESPIASA. Ver anexo N°. 09.

##### **Bomba de pulpa de relave**

La pulpa de relave será descargada al cajón de relave de 3 x 4 x 5 ft. De donde la pulpa será trasladada al relave con la bomba horizontal 5" x 4" con potencia de motor de 30 Hp, que será adquirido de la empresa **ESPIASA ASOCIADOS S.A.** la instalación y funcionamiento correcto será según manual de bombas de pulpa ESPIASA. Ver anexo 9.

#### **4.19. SECCION DE ESPESAMIENTO - SEDIMENTACION**

La sedimentación es la separación de partículas sólidas en suspensión de un líquido según su gravedad. Kelly y Spottiswood señalan que la sedimentación es obstaculizada cuando el % de solido en volumen es mayor del 5%.

Se construirá un espesador cilíndrico, la alimentación entre al espesador en un pozo por la parte central. El sólido se sedimente mientras el líquido clarificado se derrama a un canal por el parte periférico del espesador.

##### **4.19.1. Espesador de concentrado de cobre**

El espesador de concentrado es donde se depositarán las espumas provenientes de las celdas de flotación. Que comprende zona de clasificación, sedimentación y compresión. Para la selección adecuada del espesador se tiene los siguientes datos.

##### **Datos**

- Porcentaje de solidos inicial.
- Densidad de pulpa = 1250 g/l.
- gravedad especifica = 2.99.
- % de solido final.

- Área de espesador.
- Diámetro de espesado.

El criterio de Currie clasifica la velocidad de sedimentación de la siguiente manera en partículas finas.

Ley de Stoker, flujo laminar

$$V_t = \frac{g \times d^2 \times (G_e - \tau)}{180000 \times \mu} \times \varphi \quad 4.62$$

**Donde:**

$V_t$ : velocidad de sedimentación (cm/s)

$G$ : aceleración de la gravedad =  $9.8 \text{ m/s}^2$

$d$ : Tamaño de partícula =  $75 \mu\text{m}$

$G_e$ : gravedad específica = 2.99

$\mu$ : Densidad del flujo

$\tau$ : Viscosidad del flujo

$\varphi$ : Factor de esfericidad = 1.0

Calculamos la velocidad de sedimentación del agua utilizando la ecuación 4.62.

$$V_t = \frac{9.8 \times 75^2 \times (2.99 - 1)}{180000 \times 1.0} \times 1 = 0.67 \text{ cm/s}$$

Calculamos la velocidad de sedimentación en pulpa. Sedimentación en pulpa

$$\% \frac{V}{V} = \frac{100}{1 + 2.99 \times \left( \frac{100}{30\%} - 1 \right)} = 12.5 \%$$

$$\tau = \frac{100}{100 - 30 \times \left( 1 - \frac{1}{2.99} \right)} = 1.3 \text{ g/ml}$$

Según Heiskanen y Laapas:

$$\mu_p = \mu_a \times \left\{ 1 + 2.5 \times \% \frac{V}{V} + 14.1 \times \% V/V^2 \right\}$$

**Donde:**

$\mu_p$ : Viscosidad de la pulpa.

$\mu_a$ : Viscosidad del agua.

$\% \frac{V}{V}$ : Porcentaje de solido en Volumen.

$$\mu_p = 1 \times \{1 + 2.5 \times 12.5\% + 14.1 \times 12.5^2\} = 1.5 \text{ cp}$$

Por lo tanto:

$$V_t = \frac{9.8 \times 75^2 \times (2.99 - 1.3)}{180000 \times 1.5} * 1 = 0.35 \text{ m/h}$$

Formula de Coe y Clevenger

$$A = \frac{1.33 (D_A + D_U)}{V_t} \quad H_c = \frac{t_c \times V_t (G.e - \delta)}{G.E \times (T_U - \delta) \times (D_A - D_U)}$$

**Donde:**

A: área u de sedimentación  $\text{ft}^2/\text{TMD}$ .

$D_A$ : Dilución de la alimentación = 2.33.

$D_U$ : Dilución de la descarga = 0.428.

$V_t$ : Velocidad de sedimentación  $\text{ft/hr} = 1.148 \text{ ft/h}$ .

$H_c$ : Altura de compresión (pie y m).

$t_c$ : Tiempo de compresión (h) = 4 horas considerar.

G.e.: Gravedad especifica del mineral = 2.99.

$T_U$ : Densidad del Underflow = 1.3 g/ml.

$\delta$ : Densidad del agua. = 1 g/ml.

Calculamos el área de sedimentación

$$A = \frac{1.33 (2.33 - 0.428)}{1.148} = 2.20 \text{ pie}^2 / \text{TMSD}$$

Para tratar 300 TMSD se necesitan:

$$\text{Área} = 300 \text{ TMSD} \times 2.20 \text{ pie}^2 / \text{TMSD} = 660 \text{ pie}^2$$

**Calculo del diámetro del espesador.**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 660}{\pi}} = 28.99 \text{ pies} \approx 30 \text{ pies}$$

Calculamos la altura de espesador, considerando un tiempo de 4 hora y densidad de pulpa 1.3 g/ml.

$$H_c = \frac{4 \times 1.148 (2.99 - 1)}{2.99 \times (1.3 - 1) \times (2.33 - 0.428)} = 5.36 \text{ pies}$$

Con un margen de 50% para alimentación y gradiente tenemos

$$\text{Altura} = 5.36 \text{ pies} \times 1.5 = 8.04 \text{ pies} \approx 10 \text{ pies}$$

La dimensión del espesador será de 30 × 10 ft.

#### **4.20. FILTRO DE CONCENTRADO**

El concentrado que proviene del espesador, en el filtro donde se puede separar el agua del sólido, para ello interviene dos elementos principales, el medio filtrante y la succión por vacío.

Se controlará el parámetro importante que es la humedad entre 8% y 9%. Con respecto a temas medioambientales para poder trasladar el concentrado obtenido para su embarcación.

#### **Calculo del filtro de concentrado**

Se tiene los siguientes datos:

- Humedad como máximo de la torta de concentrado 9%
- Duración del ciclo de filtración 15 min.

Si se tiene 100 kg de torta de concentrado entonces 10 kg serán de agua y 90 serán de concentrado de cobre.

Calculo del volumen del agua.

$$V_{\text{agua}} = \frac{P_{\text{agua}}}{\rho_{\text{agua}}} = \frac{10 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 10 \text{ L}$$

Calculo de volumen de concentrado cobre

$$V_{\text{Cu}} = \frac{P_{\text{mineral}}}{\rho_{\text{mineral}}} = \frac{90 \text{ kg}}{2.99 \text{ kg/m}^3} = 30 \text{ L}$$

Volumen total será 40 litros.

Calculamos la densidad de la torta seca.

$$V_{\text{seca}} = \frac{P_{\text{mineral}}}{V_T} = \frac{90 \text{ kg}}{40 \text{ L}} = 2.25 \text{ kg L}$$

La planta se procesará 300 TMSD, si la razón de concentrado es 8.82, entonces se obtendrá como producto 34 TMSD de concentrado. Entonces calculamos el volumen necesario para poder alojar la torta por cada ciclo sabiendo que 2.08 tn/h.

$$\frac{2.08 \text{ tn}}{h} \times \frac{1 \text{ h}}{4 \text{ ciclos}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}} \times \frac{1 \text{ L}}{2.25 \text{ kg}} = 231.11 \frac{\text{L}}{\text{ciclo}}$$

Se instalará dos filtros de vacío continuo de discos de 6 ft × 4 discos. La adquisición se realizará de METSO.

Se trabajará con un disco de presión de vacío, se colocará lonas de polipropileno como medio filtrante, con sus componentes respectivos receptor de vacío (recipiente del filtrado), trapa de agua, bomba de filtro y la bomba de vacío en seco de 25 HP conjuntamente serán adquiridos de METSO.

El filtro descargado o tora de concentrado con una humedad de 9 %, caerá por gravedad a la cocha de concentrado posteriormente será trasladado a almacén de concentrado

#### **Almacén de concentrado y despacho.**

Se construirá un almacén de concentrado con techo metálico, donde se almacenará el producto final para su posterior despacho al puerto Matarani – Arequipa para su comercialización en camiones capsulados de capacidad de 30 TMH, controlando su peso en una balanza y muestreando con sondas para determinar su calidad y humedad.

## **4.21. DISPOSICION DE RELAVES**

El relave o material estéril será almacenada en forma segura cumpliendo los estándares de medio ambiente para evitar la contaminación de los ríos, suelos, etc. Se diseñará un depósito de relave para este fin.

### **4.21.1. Dimensionamiento de la relavara**

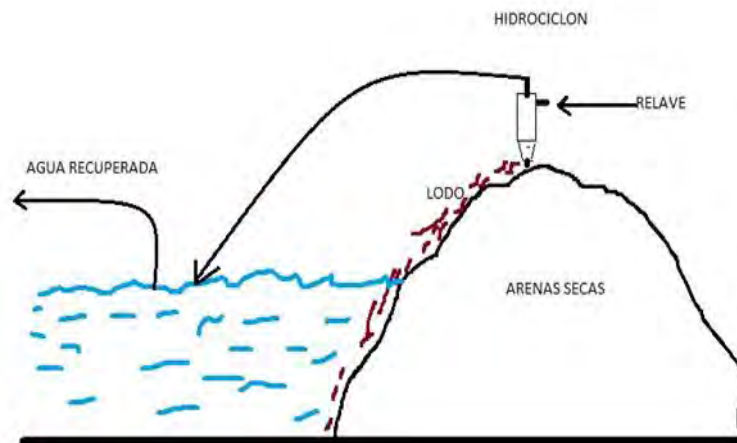
El depósito de relave o canchas de relave serán construidas en una quebrada y estéril a cercanías de la planta concentradora contará con las medidas de seguridad, muros de contención, la superficie del suelo será impermeabilizada con una geomembrana de PVC. Se construirá de 1000 m de largo 100 m de ancho y una profundidad de 3m para almacenar 300000 m<sup>3</sup> de relave en 3 años mientras va creciendo el relave el talud de contención se seguirá incrementando teniendo en cuenta los siguientes factores que limitan para el almacenamiento correcto de relaves: las características de GEOMENBRANA HDPE ver anexo 10.

- Protección al medio ambiente que lo rodea y exteriores.
- Topografía y características del terreno.
- Condiciones climáticas.
- Agentes químicos y físicos que tiene el relave.

Se instalará un hidrociclón de D-8 para poder separar partículas gruesas con los finos, el grueso se utilizará para rellenos hidráulicos, interior de mina, compactación de carreteras mientras el fino será almacenado en la relavara y el agua cuando forme una laguna será recirculada a la planta concentradora mediante una bomba la relavara será en forma (AGUAS ARRIBA). Como podemos ver en la siguiente figura N° 4.15.



**Figura N° 4.15. Almacenamiento de relave (AGUAS ARRIBA)**



Fuente: elaboración de los autores.

## **4.22. LABORATORIO**

Se construirá unos dos ambientes adecuados para laboratorio metalúrgico y laboratorio químico para hacer el control de calidad de las muestras obtenidas de la planta concentradora.

### **4.22.1. Laboratorio metalúrgico**

Es la parte donde se realizará las siguientes pruebas:

- Preparación mecánica de muestras.
- Pruebas de chancado y molienda.
- Determinación de Índice de trabajo  $W_i$ .
- Determinación de análisis granulométrico.
- Pruebas de flotación.
- Determinación la gravedad específica.
- Determinación de humedad.
- Pruebas de sedimentación y filtrado.
- Determinación característica de los minerales.

### **4.22.2. Infraestructura de laboratorio metalúrgico**

El laboratorio metalúrgico ocupará un área de 40 m<sup>2</sup>, será construido con material prefabricado piso de cemento y techo de calamina en la parte interna se diseñará un mesón de forma de L con lavadero en cada esquina. Los equipos que generen ruido y vibración serán cimentados al piso se contara con los siguientes equipos.

- Chancadora de quijadas de laboratorio de 4" x 5"
- Molino de bolas de laboratorio de 8" x 10"
- Celda de flotación a nivel laboratorio D12-A.
- Tamizadora y juego de tamices ASTM.
- Balanza de precisión 6200 g / 0.01 g.
- Mufla eléctrica de 1500 °c.
- Pulverizador tamandina.
- Filtro de mesa.
- Campana recolectora de polvo.
- Mesa de trabajo.

#### **4.23. LABORATORIO QUIMICO**

Es la parte donde se analizarán las muestras para determinar sus leyes de los metales para tener el control de calidad utilizando los equipos de análisis por volumetría y absorción atómica.

##### **4.23.1. Infraestructura de laboratorio metalúrgico**

El laboratorio químico ocupará un área de 20 m<sup>2</sup>, será construido con material prefabricado piso de cerámica y techo de calamina en la parte interna se diseñará en la parte central se colocará un mesón con dos lavaderos a los costados, se armará dos anaqueles fijados en las paredes para el almacén de reactivos y materiales de vidrio. Los equipos que se utilizaran en el laboratorio químico son muy delicados son los siguientes:

- Balanza analítica de 410 g / 0.0001 g.
- Microscopio metalúrgico profesional WF 10 x 22 mm
- Equipo de titulación volumétrica.
- Equipo de espectrómetro de absorción atómica.
- Reactivos químicos.
- Materiales de vidrio.

#### **4.24. ENERGIA ELECTRICA PARA LA PLANTA CONCENTRADORA**

La planta concentradora, utilizara energía eléctrica para su funcionamiento de los equipos para los motores de chancadoras, zaranda vibratoria, molinos, fajas transportadoras, celdas de flotación, bombas de pulpa, agua, uso en laboratorio, taller de mantenimiento, alumbrado toda la instalación de la planta concentradora. La energía

eléctrica será suministrada de la red de media tensión PROGRESO-CHALHUAHUCHO DE 22.1 KV, que pasa a 2.7 km de la ubicación de la planta concentradora. La energía eléctrica total de la planta concentradora está estimada a 19743.9 KW-Hr/D que se puede ver en la siguiente tabla N° 4.27. Consumo de energía eléctrica.

**Tabla N° 4.27. Consumo de energía eléctrica en la planta concentradora**

ITEM	NOMBRE	CANT.	MOTOR	HP TOTAL	OP.HR/D	FACTOR	HP HR-D
1	CHANCADORA PRIMARIA	1	40	40	12	0.85	408
2	FAJA TRANSPORTADORA N° 01	1	8.5	8.5	12	0.85	86.7
3	ZARANDA VIBRATORIA	1	15	15	12	0.85	153
4	CHANCADORA SEGUNDARIA	1	100	100	12	0.85	1020
5	FAJA TRANSPORTADORA N° 02	1	5	5	12	0.85	51
6	CHANCADORA TERCIARIA	1	25	25	12	0.85	255
7	FAJA TRNSPORTADORA N° 03	1	3.5	3.5	24	0.85	71.4
8	DOSIFICADOR DE CAL	1	2	2	24	0.85	40.8
9	MOLINO DE BOLAS N°01	1	275	275	24	0.9	5940
10	BOMBA DE PULPA	2	15	30	24	0.85	612
11	MOLINO DE BOLAS N°02	1	125	125	24	0.9	2700
12	TANQUE DE ACONDICIONADOR DE PULPA (OVER)	1	50	50	24	0.85	1020
13	CELDA DUPLEX N° 01 DENVER	2	25	50	24	0.85	1020
14	CELDA DUPLEX N° 02 DENVER	2	25	50	24	0.85	1020
15	CELDA SERRANAS WS	5	40	200	24	0.85	4080
16	BOMBA DE PULPA DE CONCENTR.	2	15	30	24	0.85	612
17	ESPEADOR DE PULPA DE CONCENTRADO	1	5	5	24	0.85	102
18	BOMBA DE LODOS	2	15	30	24	0.85	612
19	BOMBA DE AGUA	2	5	10	24	0.85	204
20	FILTRO DE CONCENTRADO	2	5	10	24	0.85	204
21	BOMBA DE VACIO	2	5	10	24	0.85	204
22	COMPRESORA ELECTRICO	2	50	100	24	0.85	2040
23	BOMBA DE VERTICAL DE AGUA	2	3	6	24	0.85	122.4
24	BOMBA DE PULPA RELAVE	2	30	60	24	0.85	1224
25	BOMBA DE AGUA RECIRCULADA	2	10	20	24	0.85	408
26	EQUIPOS DE LABORATORIO	1	30	30	12	0.85	306
27	EQUIPOS DE TALLER DE MANTENIMIENTO	1	50	50	12	0.85	510
28	ILUMINACION CAMPAMENTO	1	70	70	12	0	840
29	OTROS	1	50	50	12	0	600
<b>TOTAL HP Y HP-HR/D</b>				<b>1460</b>			<b>26466.3</b>
<b>TOTAL KW Y KW-HR/D</b>				<b>1089.16</b>			<b>19743.9</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.24.1. Subestación eléctrica

Esta infraestructura ocupará un área de 80 m<sup>2</sup>, se construirá la pared de concreto armado y será completamente cercado con postes de tubo de acero con la base de concreto y malla de alambre, donde se ubicará la caseta de control y distribución de energía eléctrica.

#### 4.24.2. Sistema de pararrayos

Se instalará un sistema de pararrayos, por motivo que la planta concentradora se encuentra a 4500 msnm, donde hay alta descargas eléctricas para proteger la infraestructura y las personas que laboran ante una posible descarga eléctrica.

### 4.25. BALANCE DE AGUA EN LA PLANTA CONCENTRADORA

El agua para la planta concentradora, habrá dos sistemas uno agua fresca proveniente de la laguna Cochasayhuas que será bombeada con una bomba de agua y será transportado con manguera PVC que abastecerá este recurso para el proceso de la planta, uso doméstico, para el uso de contra incendios, entre otros. Y el otro sistema de agua será agua recuperada del relave que será utilizado únicamente para el proceso de la planta concentradora.

#### 4.25.1. Sistema de agua fresca

El agua fresca será para el uso doméstico para el campamento, comedor, SS.HH., riego de accesos y riego de áreas verdes la demanda será un promedio de 5 m<sup>3</sup>/D de agua cruda. Y para el área de proceso de 429.216 m<sup>3</sup>/D.

Para poder iniciar el proceso y estación seca el sistema de agua recuperada no estará disponible, deberá provenir la totalidad del agua cruda, hasta poder llenar la poza de almacenamiento de agua y la mitad del relave. En siguiente tabla N° 4.28 se muestra el consumo de agua cruda.

**Tabla N° 4.28. Consumo de agua fresca en la planta concentradora**

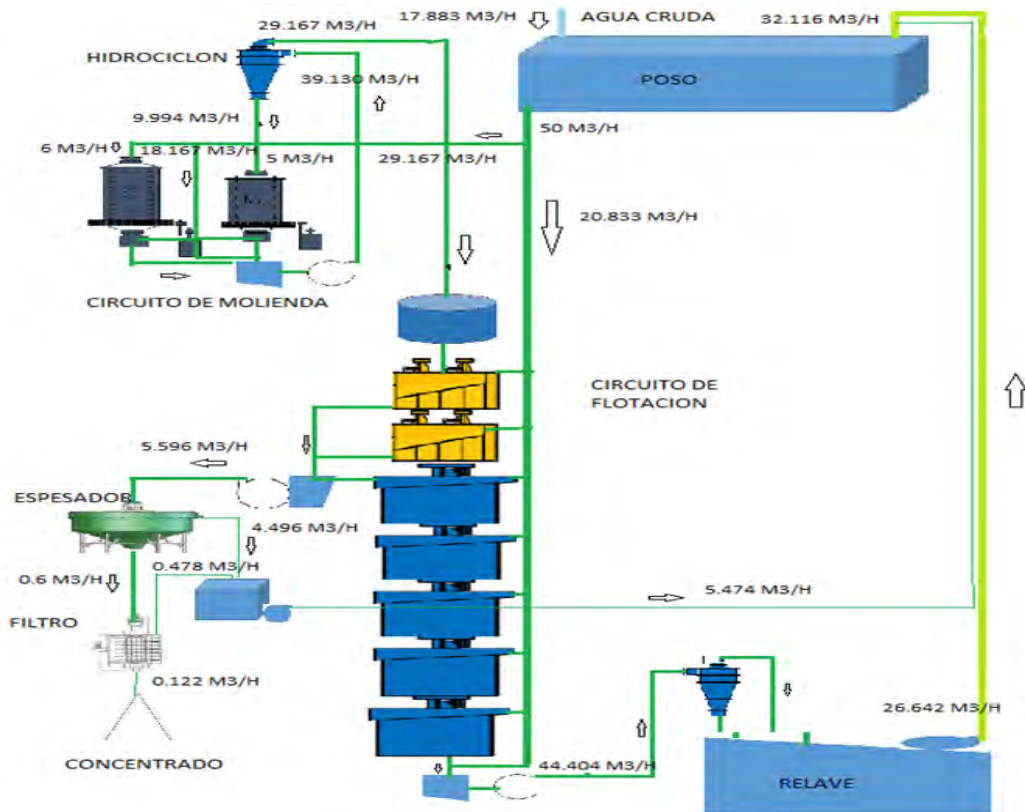
Descripción	Demanda m <sup>3</sup> /h	Demanda m <sup>3</sup> /d
Agua servicios y campamento	0.208	5
Agua para el proceso	17.884	429.216
Total consumo de agua cruda	18.092	434.216

Fuente: elaboración propia

#### 4.25.2. Sistema de agua recuperada

El agua recuperada será utilizada únicamente para el proceso de la planta concentradora y la preparación de reactivos. En el circuito de molienda se utilizará 29.167 m<sup>3</sup>/h de agua y en circuito de flotación 20.833 m<sup>3</sup>/h y el consumo total será de 50 m<sup>3</sup>/h. en la siguiente figura N° 4.16 se muestra el balance agua para el proceso en la planta concentradora.

Figura N° 4.16. Balance de agua en la planta concentradora



Fuente: elaboración propia

#### 4.26. SERVICIOS Y SUMINISTROS

La planta concentradora estará equipada con dormitorios para el personal, oficinas de administración y gerencia, jefatura de planta, oficina de seguridad y reuniones, taller de mantenimiento, comedor cocina entre otros serán construidas dentro de las instalaciones de la planta.

### **Reservorio industrial**

Se construirá con concreto armado de 400 m<sup>3</sup> de volumen para almacenar agua recirculada y agua cruda que será distribuido en el área de proceso de la planta concentradora.

### **Tanque industrial**

Se construirá un tanque con planchas de metal roladas una capacidad de 10 m<sup>3</sup> para el almacenamiento del agua cruda que será distribuido para el consumo doméstico, SS. HH. Y regar áreas verdes.

### **Almacén general de la planta concentradora**

Este almacén ocupará un área de 50 m<sup>2</sup>, será construido con paredes de concreto simple con techo estructura de acero y calamina, será destinada para el almacenamiento de herramientas, epps, repuestos y accesorios para los equipos, materiales en general.

### **Almacén de reactivos**

Ocupará un área de 30 m<sup>2</sup>, será construido con paredes de concreto con techo de calamina, será dividida en dos comportamientos, para almacenar reactivos sólidos y líquidos.

### **Almacén de aceites y grasas**

Ocupará un área de 15 m<sup>2</sup>, será construido con paredes de concreto con techo de calamina, será dividida en dos comportamientos, para almacenar aceites y grasas.

### **4.27. SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE GRIFO**

Ocupará un área de 15 m<sup>2</sup>, será construida con una estructura armada con perfiles y columnas de acero con techo de calamina, donde se ubicará un tanque abastecimiento de combustible.

### **4.28. TALLER DE MANTENIMIENTO**

Ocupará un área de 80 m<sup>2</sup>, será construido con paredes de concreto con techo de calamina, donde se realizarán los diferentes trabajos de mantenimiento de equipos de la planta concentradora contara con las siguientes herramientas y equipos:

- Máquina de soldar arco eléctrico Bauker 180 A.

- Oxicorte
- Torno.
- Esmeril
- Amoladora
- Taladro
- Herramientas manuales.

#### **4.29. DEPOSITO DE RESIDUOS**

Se construirá aislada de la planta concentradora y será escavada en el suelo de 100 m<sup>2</sup>, que será completamente impermeabilizada con geomenbrana, donde se depositará los residuos previa clasificación y regresión.

#### **4.30. INFRESTRUCTURA DE LOS COMPONENTES DEL CAMPAMENTO**

##### **Campamentos**

Los dormitorios serán construidos con material concreto, techo de eternit, piso de madera sobre un piso de concreto, cada habitación será de 3m x 4m, un total de 40 habitaciones.

##### **Oficinas**

Las oficinas serán construidas con material concreto, techo de eternit, piso de madera sobre un piso de concreto de 40 m<sup>2</sup> que serán divididas en salas de reuniones y capacitaciones.

##### **Cocina y comedor**

La cocina y comedor serán construidas con material concreto, techo de eternit, piso de madera sobre un piso de concreto de 50 m<sup>2</sup> que serán divididas para el comedor, cocina y almacén de productos de cocina.

##### **SS.HH. Duchas**

Serán construidas con material concreto, techo de calamina, piso de concreto de 20 m<sup>2</sup>, la evacuación de aguas servidas estará compuesta de un sistema biodigestor.

**Garita de control**

Serán construidas con material concreto, techo de calamina, piso de concreto de 4 m<sup>2</sup>, para el control de ingreso y salida a la planta concentradora.

**Tópico de primeros auxilios**

Serán construidas con material concreto, techo de eternit, piso de madera sobre piso de concreto de 15 m<sup>2</sup>, será implementado con todos los medicamentos y accesorios para acudir los primeros auxilios.



## CAPITULO V

### INVERSION Y FINANCIAMIENTO

#### 5.1. INVERSION DEL PROYECTO

##### 5.1.1. Aspectos generales

Una inversión es una propuesta de acción técnica económica para satisfacer una necesidad, para este proyecto se debe tener en cuenta la inversión necesaria para llevarlo a cabo tanto en obras civiles e infraestructura, equipos y maquinarias, como en materiales e insumos, las operaciones requeridas, recursos humanos. Para la instalación y puesta en marcha de la planta concentradora.

##### 5.1.2. Infraestructuras de las inversiones

Las inversiones del proyecto comprenderán lo siguientes

- ❖ Inversiones fijas tangibles
- ❖ Inversiones fijas intangibles
- ❖ Capital de trabajo

##### 5.1.2.1. Inversiones fijas tangibles

Está constituido por los desembolsos para la ejecución de proyecto, para bienes raíces, trabajo físico, equipo mecánico y otros pagos. Se reconstituye durante el período de amortización.

La depreciación se calcula con base en el precio de adquisición. También debe incluir cualquier gasto similar que pueda necesitar, como flete, seguro, envío, aduanas y equipo de ensamblaje.

En las siguientes tablas N° 5.1 y 5.2 se presentan las inversiones fijas tangibles.

**Tabla N° 5.1 Maquinarias para obras civiles y edificaciones industriales**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	COSTO US\$
1	Cargador frontal	2	50000
2	Retroexcavadora	1	30000
3	Volquete	2	20000
4	Bobcat	2	37000
5	Construcción de acceso externo e interno		5000
6	Excavación, nivelación de plataforma, y construcción de la base de circuito de chancado (tolva de gruesos, tolva de finos, fajas transportadoras, zaranda)		20000

7	Excavación, nivelación de plataforma, y construcción de la base de circuito de molienda, flotación, espesado, filtrado y secado.		50000
8	construcción de la presa de relaves		10000
9	Construcción de techo de la planta en general.		3000
10	Construcción de taller de mantenimiento, almacenes, oficina, servicios, comedor, parque de recreación, trinchera de residuos sólidos, habitaciones.		10000
11	Construcción de estación de combustible.		3000
12	Construcción de captación , conducción y distribución de agua		5000
13	Construcción de reservorio y tanque industrial de agua		7000
14	Construcción de sistema de pararrayos y comunicaciones		5000
15	Construcción de garita de control		2000
16	Construcción de laboratorio		7000
17	Construcción de infraestructura de sub estación eléctrica, casa fuerza		1000
<b>SUB TOTAL</b>			<b>1165000</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 5.2. Relación de equipos de la planta concentradora**

<b>CIRCUITO DE CHANCADO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DIMENSI.</b>	<b>CANT.</b>	<b>COST. US\$</b>
1	BAL-1	Balanza electrónica	12 x 3m (60TM)	1	16815.00
2	CH-1	Tolva de gruesos	(100 TMS)	1	7000.00
3	CH-2	Alimentador de gruesos	3 x 3 ft	1	1000.0
4	CH-3	Parrilla o grizzly	3 x 6 ft	1	4500.00
5	CH-4	Chancadora primaria	16" x 24"	1	22500.00
6	CH-5	Faja transportadora N° 01	20" x 18m	1	8500.00
7	CH-6	Zaranda vibratoria	5 x 10 ft	1	15000.00
8	CH-7	Chancadora secundaria	3 ft	1	115000.00
9	CH-8	Tolva de finos	(400 TMS)	1	10000.00
10	CH-9	Faja transportadora N° 02	20" x 10m	1	5000.00
11	CH-10	Detector de metales		1	500.00
12	CH-11	Controladores	-		2500.00
13	CH-12	Equipos en stand by	-		3000.00
<b>CIRCUITO DE MOLIENDA Y CLASIFICACION</b>					
14	MO-1	Faja transportadora N° 03	20" x 10m	1	6000.00
15	MO-2	Dosificador de cal	1 (TMS)	1	1500.00
16	MO-3	Molino de bolas n°01	8 x 8 ft	1	100000.00
17	MO-4	Cajón de descarga de molino	3 x 4 x 5 ft	1	700.00
18	MO-5	Bomba de pulpa	5" x 4"	2	13000.00
19	MO-6	Hidrociclon	D – 8	2	9000.00
20	MO-7	Cajón de descarga de pulpa (under)	3 x 3 x 4 ft	1	600.00
21	MO-8	Molino de bolas n°02	5 x 8 ft	1	75000.00
22	MO-9	Tuberías, mangueras y accesorios de pulpa	3"	1000 m	10500.00
23	MO-10	Tuberías, mangueras y accesorios de agua	3"	1000 m	10500.00

<b>CIRCUITO DE FLOTACION</b>					
24	FT-1	Tanque de acondicionador de pulpa (over)	8 x 8 ft	1	28000.00
25	FT-2	Celda dúplex n° 01 Denver	38" x 38 "	2	17000.00
26	FT-3	Celda dúplex N° 02 Denver	38" x 38 "	2	1700.00
27	FT-5	Celda serranas ws	8x 8 ft	5	168000.00
28	FT-6	Cajón de descarga de pulpa con.	3 x 4 x 5 ft	1	700.00
29	FT-7	Bomba de pulpa de concentrado	3" x 3"	2	9000.00
30	FT-8	Tubería, mangueras y accesorios de concentrado	3"	500 m	5250.00
31	FT-9	Tubería, mangueras y accesorios de agua recirculado	3"	500 m	5250.00
<b>ESPESADOR</b>					
32	ESP-1	Espesador de pulpa de concentrado	10 x 30 ft	1	10000.00
33	ESP-2	Bomba de lodos	2.5" x 2"	2	8500.00
34	ESP-3	Bomba de agua	2" x 3"	2	3000.00
<b>FILTRO</b>					
35	FIL-1	Filtro de concentrado	6 ft	2	100000.00
36	FIL-2	Bomba de vacío		2	8000.00
37	FIL-3	Compresora eléctrico		2	15000.00
38	FIL-4	Estanque de sedimentación de concentrado	4 x 4 x 2 m	2	4000.00
39	FIL-5	Almacén y secado de concentrado		1	2000.00
40	FIL-6	Tanque de agua recuperada del filtro y espesador	4 x 4 x 2 m	2	800.00
41	FIL-7	Bomba de vertical de agua	2 1/2" x 2"	2	3600.00
42	FIL-8	Tubería, mangueras y accesorios de concentrado	3"	500 m	5250.00
43	FIL-9	Tubería, mangueras y accesorios de agua recirculado	2"	500 m	5250.00
<b>SISTEMA DE DISPOSICION DE RELAVE</b>					
44	REL-1	Cajón de descarga de pulpa relave	3 x 4 x 5 ft	1	700.00
45	REL-2	Bomba de pulpa relave	5" x 4"	2	13000.00
46	REL-3	Tubería, mangueras y accesorios de relave	3"	1000 m	10500.00
47	REL-4	Relavera	1000 x 100 x3 m	1	311000.00
48	REL-5	Bomba de agua recirculada	4" x 4"	2	5000.00
49	REL-6	Hidrociclon	D-8	2	9000.00
<b>EQUIPOS Y MAQUINARIAS PARA LABORATORIO</b>					
50	LAB-1	Chancadora de laboratorio	4" x 5"	1	1000.00
51	LAB-2	Molino de laboratorio	8" x 10"	1	2500.00
52	LAB-3	Celda de flotación a nivel laboratorio	D12-A	1	6500.00
53	LAB-4	Tamizadora y juego de tamices ASTM			3000.00
54	LAB-5	Balanza de precisión	6200 g / 0.01 g	2	1800.00
55	LAB-6	Balanza analítica	410 g / 0.0001 g.	1	1500.00
56	LAB-7	Mufla eléctrico	1500 °C	1	2800.00
57	LAB-8	Pulverizador tmandina		1	6000.00
58	LAB-9	Filtro de mesa		1	1500.00

59	LAB-10	Mesa de trabajo		6	1000.00
60	LAB-11	Compresora de aire		1	1000.00
61	LAB-12	Campana recolector de polvo		1	1500.00
62	LAB-13	Equipo espectrómetro de absorción atómica		1	20000.00
63	LAB-14	Microscópico metalúrgico profesional	WF10 x 22MM	1	10000.00
64	LAB-15	Instrumentos y materiales de laboratorio			5000.00
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
65	ELEC-1	Línea de alimentación de energía		1	10000.00
66	ELEC-2	Transformador de energía eléctrica		1	10000.00
67	ELEC-3	Casa fuerza		1	10000.00
68	ELEC-4	Cableado e instalación a cada equipo e iluminación		1	15000.00
69	ELEC-5	Energía grupo electrógeno		1	10000.00
70	ELEC-6	Sistema de control digital		1	1000.00
<b>SISTEMA MANTENIMIENTO MECANICO</b>					
71	MAM-1	Máquina de soldar arco eléctrico	180 A	2	12000.00
72	MAM-2	Oxicorte		2	5000.00
73	MAM-3	Torno		1	10000.00
74	MAM-4	Esmeril		2	1000.00
75	MAM-5	Amoladora		2	1000.00
76	MAM-6	Taladro		1	4500.00
78	MAM-7	Herramientas manuales			5000.00
79	SUM-1	EPPS			1000.00
80	SUM-2	Equipo de primeros auxilios			500.00
<b>SUB TOTAL</b>					<b>1357715.00</b>

Fuente: elaboración propia

### 5.1.2.2. Inversiones fijas intangibles

Son aquellos gastos que se incurren para poner operativo el proyecto, tales como investigación, pruebas, asesoría, imprevistos, organización administrativa pago de licencias y estudios ambientales en la tabla 5.3 podemos ver las inversiones fijas intangibles.

**Tabla N° 5.3. Inversiones fijas intangibles**

ITEM	INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	COSTO US\$
1	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	2500
2	ESTUDIO DE INGENIERÍA	5000
3	GASTOS DE ORGANIZACIÓN	1000
4	GASTOS DE CAPACITACIÓN Y ASESORÍA	500
5	GASTOS DE PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	2000
6	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	1000
7	IMPREVISTO 3% DE INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	75681.45
<b>SUB TOTAL</b>		<b>86781.45</b>

Fuente: elaboración propia

### 5.1.2.3. Inversiones capitales de trabajo

La inversión en capital de trabajo es muy necesaria como recurso financiero real para ejecutar el proyecto hasta que sea rentable. En la tabla N° 5.4. Se presenta.

**Tabla N° 5.4. Inversiones capitales de trabajo al mes**

ITEM	CAPITAL DE TRABAJO	COSTO US\$
1	Suministros	1000
2	Mantenimiento y reparación	7500
3	Combustible	10000
4	Reactivos para proceso y laboratorio	15000
5	Elementos moledores	10000
6	Forros para los molinos	10000
7	Mineral materia prima	150000
8	Energía eléctrica	100000
9	Planilla	50000
10	Comedor	20000
11	Tratamiento de agua	1000
12	Teléfono fax internet	500
13	Otros en general	10000
<b>Sub total</b>		<b>385000</b>

Fuente. Elaboración propia

### 5.1.3. Inversión total del proyecto

La inversión total del proyecto es el sumatorio de inversión capital fija tangible, inversión de capital fijo intangible y capital de trabajo, que podemos apreciar en la tabla N° 5.5.

**Tabla N° 5.5. Inversión total del proyecto**

Inversiones	COSTO (\$)
Inversiones de capital fijo tangible	2522715.00
Inversiones de capital fijo intangible	86781.45
Inversiones capital de del trabajo	385000.00
<b>Total</b>	<b>2994496.45</b>

Fuente. Elaboración propia

## 5.2. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

### 5.2.1. Aspectos generales

El financiamiento del proyecto de la planta concentradora, es optar, tener los recursos reales financieros el dinero suficiente para la realización y funcionamiento del proyecto.

## 5.2.2. Fuentes de financiamiento para el proyecto

Las fuentes de financiamiento del proyecto serán aporte propio de los socios y de fuentes externas, empresas bancarias y empresas de desarrollo de pequeña y mediana empresa.

### 5.2.2.1. Aporte propio de los socios

Son los aportes propios de los socios, los cuales serán manejados mediante la emisión de acciones nominales. A cada accionista por sus aportes, tienen derecho a una parte proporcional de la propiedad de la planta concentradora de acuerdo al número de acciones, así como las utilidades generadas por el proyecto. El aporte propio financiera será de distribuido de la siguiente forma: el 50% de las inversiones fijas tangibles, el 70% de las inversiones fijas intangibles y el 30% de capital de trabajo.

### 5.2.2.2. Préstamo de caja municipal cusco.

Esta financiera aportara el 50 % restante de las inversiones fijas tangibles, el 30% de las inversiones fijas intangibles y 70% del capital de trabajo.

## 5.2.3. Condiciones de financiamiento para el proyecto

Se asumirá contratos de préstamo a mediano plazo y con posibilidad a largo plazo, los pagos periódicos efectuados por el prestatario generalmente se compondrán en amortizaciones e intereses.

## 5.2.4. Estructura de financiamiento para el proyecto

En la tabla N° 5.6, se presenta la estructura de financiamiento para el proyecto.

**Tabla N° 5.6. Estructura de financiamiento para el proyecto**

<b>INVERSIONES</b>	<b>APORTE PROPIO \$</b>	<b>CAJA MUNICIPAL DE CUSCO \$</b>	<b>TOTAL \$</b>
Inversión fija tangible	1261357.5	1261357.5	2522715.00
Inversión fija intangible	60747.015	26034.435	86781.45
Capital de trabajo	115500.00	269500.00	385000.00
Inversión total	1437604.00	1556891.935	2994496.45
<b>Cobertura</b>	<b>48.00%</b>	<b>52.00%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente. Elaboración propia

## 5.2.5. Cronograma de pagos de los préstamos

### 5.2.5.1. Financiamiento de inversión fijas tangibles

#### a). Estructura del préstamo

- ❖ Préstamo de caja cusco :50.0%
- ❖ Aporte propio :50.0%
- ❖ Total :100.0%

#### b). Esquema financiero del proyecto

- ❖ Inversión fija tangible : \$ 2522715.00
- ❖ Monto financiable : \$ 1261357.5
- ❖ Tasa de interés : 20.27% anual
- ❖ Periodo de gracia : 1 año
- ❖ Plazo : 3 años
- ❖ forma de pago : cuotas trimestrales
- ❖ entidad financiera : caja municipal Cusco.

c). **Cronograma de pago de la deuda.** En la siguiente tabla N° 5.7, se presenta el cronograma de pago de las deudas.

**Tabla N° 5.7. Cronograma de pago de la deuda**

Plazo		saldo	Interés	amortización	cuotas	Saldo
Año	trim.	inicial \$	trimestral \$	trimestral \$	trimestrales \$	final \$
1	1	1261357.5	63919.291		63919.291	1261357.5
	2	1261357.5	63919.291		63919.291	1261357.5
	3	1261357.5	63919.291		63919.291	1261357.5
	4	1261357.5	63919.291		63919.291	1261357.5
2	5	1261357.5	63919.291	79036.7	142956	1182320.8
	6	1182321	60061.896	82894.1	142956	1099426.7
	7	1099427	55850.876	87105.1	142956	1012321.6
	8	1012322	51425.935	91530.1	142956	920791.5
3	9	920791.5	46776.208	96179.8	142956	824611.71
	10	824611.7	41890.275	101065.7	142956	723545.98
	11	723546	36756.136	106199.9	142956	617346.12
	12	617346.1	31361.183	111594.8	142956	505751.3
4	13	505751.3	25692.166	117263.8	142956	388487.47
	14	388487.5	19735.163	123220.8	142956	265266.63
	15	265266.6	13475.545	129480.5	142956	135786.17
	16	135786.2	6897.9376	136058.1	142956	
<b>Total</b>		<b>13982444</b>	<b>709519.78</b>	<b>1261629.4</b>	<b>1971149.2</b>	<b>12721086</b>

Fuente. Elaboración propia

## 5.2.5.2. Financiamiento de inversión fijas intangibles

### a). Estructura del préstamo

- ❖ Préstamo de caja cusco :70.0%
- ❖ Aporte propio :30.0%
- ❖ Total :100.0%

### b). Esquema financiero del proyecto

- ❖ Inversión fija tangible : \$ 86781.45
- ❖ Monto financiable : \$ 26034.435
- ❖ Tasa de interés : 20.27% anual
- ❖ Periodo de gracia : 1 año
- ❖ plazo : 3 años
- ❖ forma de pago : cuotas trimestrales
- ❖ entidad financiera : caja municipal Cusco.

c). **Cronograma de pago de la deuda.** En la tabla N° 5.8, se presenta el cronograma de pago de la deuda.

**Tabla N° 5.8. Cronograma de pago de la deuda**

Plazo		saldo	Interés	amortización	cuotas	Saldo
Año	trim.	inicial \$	trimestral (\$)	trimestral (\$)	trimestrales (\$)	final (\$)
1	1	26034.435	1319.295		1319.295	26034.435
	2	26034.435	1319.295		1319.295	26034.435
	3	26034.435	1319.295		1319.295	26034.435
	4	26034.435	1319.295		1319.295	26034.435
2	5	26034.435	1319.295	1617.4	2936.68	24417.05
	6	24417.05	1240.3861	1696.3	2936.68	22720.756
	7	22720.76	1154.2144	1782.5	2936.68	20938.291
	8	20938.29	1063.6652	1873	2936.68	19065.276
3	9	19065.28	968.51601	1968.2	2936.68	17097.112
	10	17097.11	868.53328	2068.1	2936.68	15028.965
	11	15028.97	763.47142	2173.2	2936.68	12855.756
	12	12855.76	653.07243	2283.6	2936.68	10572.149
4	13	10572.15	537.06516	2399.6	2936.68	8172.534
	14	8172.534	415.16473	2521.5	2936.68	5651.0187
	15	5651.019	287.07175	2649.6	2936.68	3001.4105
	16	3001.41	152.47165	2784.2	2936.68	
<b>Total</b>		<b>289692.51</b>	<b>14700.107</b>	<b>25817.233</b>	<b>40517.34</b>	<b>263658.06</b>

Fuente: elaboración propia



### 5.2.5.3. Financiamiento de inversión capital de trabajo

#### a). Estructura del préstamo

- ❖ Préstamo de caja cusco :30.0%
- ❖ Aporte propio :70.0%
- ❖ Total :100.0%

#### b). Esquema financiero del proyecto

- ❖ Inversión fija tangible : \$ 385000.00
- ❖ Monto financiable : \$ 269500
- ❖ Tasa de interés : 20.27% anual
- ❖ Periodo de gracia : 1 año
- ❖ plazo : 3 años
- ❖ forma de pago : cuotas trimestrales
- ❖ entidad financiera : caja municipal Cusco.

c). **Cronograma de pago de la deuda.** En la tabla N° 5.9 se presenta el cronograma de pago de la deuda.

**Tabla N° 5.9. Cronograma de pago de la deuda**

Plazo		Saldo	Interés	Amortización	Cuotas	Saldo
Año	Trim.	Inicial \$	Trimestral \$	Trimestral \$	Trimestrales \$	Final \$
1	1	269500	13656.913		13656.913	269500
	2	269500	13656.913		13656.913	269500
	3	269500	13656.913		13656.913	269500
	4	269500	13656.913		13656.913	269500
2	5	269500	13656.913	16742.7	30399.6	252757.313
	6	252757.31	12840.072	17559.5	30399.6	235197.784
	7	235197.78	11948.047	18451.6	30399.6	216746.231
	8	216746.23	11010.709	19388.9	30399.6	197357.34
3	9	197357.34	10025.753	20373.8	30399.6	176983.493
	10	176983.49	8990.7614	21408.8	30399.6	155574.654
	11	155574.65	7903.1924	22496.4	30399.6	133078.247
	12	133078.25	6760.3749	23639.2	30399.6	109439.022
4	13	109439.02	5559.5023	24840.1	30399.6	84598.9239
	14	84598.924	4297.6253	26102	30399.6	58496.9493
	15	58496.949	2971.645	27428	30399.6	31068.9943
	16	31068.994	1578.3049	28821.3	30399.6	
<b>total</b>		<b>2998799</b>	<b>152170.55</b>	<b>267252.3</b>	<b>419422.85</b>	<b>2729298.952</b>

Fuente: elaboración propia

## CAPITULO VI

### PRESUPUESTO DE EGRESOS E INGRESOS

#### 6.1. PRESUPUESTO DE EGRESOS

##### 6.1.1. Estructura de costos y gastos

La estructura de costos y gastos está constituida en la etapa de operación se clasifica en los siguientes grupos.

- ❖ Costos de producción
- ❖ Gastos de operación
- ❖ Gastos financieros
- ❖ Otros gastos

##### 6.1.1.1. Costos de producción

Los costos de producción se dividen en dos costos directos de producción y costos indirectos de producción como se observa en las siguientes tablas N° 6.1-6.2-6.3-6.4-6.5 y 6.6.

##### a) Costos directos

- Mano de obra directa
- Materiales directos
- Materia prima.

Tabla N° 6.1. Mano de obra directa

Cargo	Cantidad	Sueldo básico (\$)	Total mes (\$)	Total año (\$)	Gratificación (\$)	Total sueldo (\$/año)
Jefe de guardia	3	2000	1800	21600	3600	25200
Operadores	15	1600	6750	81000	13500	94500
Maquinista	3	1800	1500	18000	3000	21000
<b>Total</b>	<b>21</b>		<b>10050</b>	<b>120600</b>	<b>20100</b>	<b>140700</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 6.2. Materiales directos**

Reactivos	Unidad (UN)	Consumo UN/TM	Costo \$/kg	Costo \$/TM	Costo \$/mes	Costo \$/año
Z-6	Kg	0.08	4.3	0.344	2786.4	33436.8
A-404	Kg	0.08	4.6	0.368	2980.8	35769.6
A-208	Kg	0.02	6.5	0.13	1053	12636
D-250	Kg	0.1	5.9	0.59	4779	57348
A-31	Kg	0.01	10	0.1	810	9720
Cal	Kg	1	0.17	0.17	1377	16524
floculante	Kg	0.01	10	0.1	810	9720
Bolas	kg	0.2	0.5	0.1	810	9720
forros	Kg	0.025	2	0.05	405	4860
aceite	gal	0.5	1	0.5	4050	48600
Grasa	kg	0.5	1	0.5	4050	48600
petróleo	gal	2	3.4	6.8	55080	660960
<b>Total</b>		<b>4.525</b>	<b>49.37</b>	<b>9.752</b>	<b>78991.2</b>	<b>947894.4</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 6.3. Materia prima**

materia prima	Costo \$/TM	costo \$/mes	costo \$/año
mineral de cobre	200	1620000	19440000
<b>total</b>		1620000	19440000

Fuente: elaboración propia

Nota: El costo de la materia prima se determina según su ley de cabeza.

**b) costos indirectos**

- Mano de obra indirecto
- Materiales indirectos
- Servicios y suministros.

**Tabla N° 6.4. Mano de obra indirecta**

Cargo	Cantidad	Sueldo básico (soles)	Total mes (\$)	Total año (\$)	Gratificación (\$)	Total sueldo (\$/año)
Jefe de planta	1	3000	850	10200	1700	11900
Asistente	1	1800	500	6000	1000	7000
Mecánico	2	1800	1000	12000	2000	14000
Electricista	2	1800	1000	12000	2000	14000
Laboratorista	2	1800	1000	12000	2000	14000
Balancero	2	1500	800	9600	1600	11200
Cocinero	4	1500	1600	19200	3200	22400
Vigilante	2	1400	700	8400	1400	9800
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>14600</b>	<b>7450</b>	<b>89400</b>	<b>14900</b>	<b>104300</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 6.5. Materiales indirectos**

<b>Denominación</b>	<b>Costo \$/mes</b>	<b>Costo \$/año</b>
Mantenimiento	5000	60000
Repuestos	3000	36000
Movilidad	2000	24000
Ensayos de laboratorio	1000	12000
Otros	500	6000
<b>Total</b>	<b>11500</b>	<b>138000</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 6.6. Servicios y suministros**

<b>Servicios y suministros</b>	<b>Costo \$/TM</b>	<b>Costo \$/mes</b>	<b>Costo \$/año</b>
Tratamiento de agua	0.12	1000	12000
Energía eléctrica (0.055\$/Kwh)	3.6	29160	349920
Internet		150	1800
Teléfono		150	1800
Insumos		1500	18000
<b>Total</b>	<b>3.72</b>	<b>31960</b>	<b>383520</b>

Fuente: elaboración propia

### 6.1.1.2. Gastos de operación

Los gastos de operación están constituidos, por los gastos generales, ventas y administración como se ve en la siguiente tabla N° 6.7.

**Tabla N° 6.7. Gastos de operación**

<b>Gastos administrativos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total mes (\$)</b>	<b>Total año (\$)</b>	<b>Gratificación (\$)</b>	<b>Total sueldo (\$/año)</b>
Gerente general	1	1500	18000	3000	21000
Administrador	1	800	9600	1600	11200
Contador	2	1400	16800	2800	19600
Logística	2	1000	12000	2000	14000
Secretaria	2	1000	12000	2000	14000
Seguro de planta		1000	12000	0	12000
Enfermera	2	250	300	500	3000
Asistenta social	2	250	300	500	3000
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>7200</b>	<b>86400</b>	<b>11400</b>	<b>97800</b>

Fuente: elaboración propia

### 6.1.1.3. Gastos financieros

Los gastos financieros están constituidos por los gastos por los intereses abonados a las entidades financiera caja cusco anualmente por el financiamiento realizado en una tasa Anual de 274610.5 \$, donde se pagará en cuotas trimestrales durante 4 años.

### 6.1.1.4. Otros gastos

Son otros gastos adicionales en caso de pérdidas o deudas incorporables e imprevistas será de 120000 \$ al año.

### 6.1.2. Resumen egresos totales.

El resumen de egresos totales se puede ver en la siguiente tabla N° 6.8.

**Tabla N° 6.8. Resumen de egresos totales**

<b>Denominación</b>	<b>Tipo de Costo</b>	<b>Costo \$/mes</b>	<b>Costo \$/año</b>
Mano de obra directa	Fijo	10050	140700
Material directo	variable	78991.2	947894.4
Materia prima	variable	32400	3888000
Mano de obra indirecta	Fijo	7450	104300
Materiales indirectos	variable	11500	138000
Servicios y suministros	fijos	31960	383520
Gastos administrativos	fijos	7200	97800
Gastos financieros	fijos	91536.83	1098442
Otros gastos	variable	10000	120000
<b>total</b>		<b>281088.03</b>	<b>6918656.4</b>

Fuente. Elaboración propia

## 6.2. PRESUPUESTO DE INGRESOS

### 6.2.1. Presupuesto de ingresos por venta

El ingreso por venta será únicamente por la comercialización de concentrado de Cobre y los metales pagables, en el mercado nacional o internacional. Según al balance metalúrgico general que se puede ver en la tabla N° 6.9 balance metalúrgico.

**Tabla N° 6.9. Balance metalúrgico**

Elemento	Peso TMSD	Ley			Contenido metálico			% de recup.	Radio (k)
		%Cu	Au Oz/Tc	Ag Oz/Tc	Cu	Au	Ag	Cu	
<b>CBZ</b>	300	3.07	0.57	3.15	9.21	171	945	100	
<b>CONC</b>	33.576	26.24	1.13	13.34	8.8103	37.8	447.904	95.66	8.93
<b>RLV</b>	266.424	0.15	0.03	0.22	0.3996	6.66	58.6133	4.34	

Fuente elaboración propia.

### 6.2.2. Cotización en el mercado de los metales

En la siguiente tabla N° 6.10 se aprecia la valorización de los metales según fecha que corresponde.

**Tabla N° 6.10. Bolsa de metales Londres (LMT)**



Fecha	Cobre
23-09-2021	419,664
22-09-2021	419,800
21-09-2021	413,041
20-09-2021	414,833
17-09-2021	427,987

Fuente: <https://www.portalminero.com>

### 6.2.3. Presupuesto de ingresos por valorización de concentrado de cobre

En la siguiente tabla se calcula la valorización de concentrado de cobre, para 30.272 TMNS/D, con leyes de 26.24 % de Cu, 13.34 Oz/Tc de Ag y 1.13 Oz/Tc de Au. Según de la tabla N° 6.11 balance metalúrgico.

**Tabla N° 6.11. Valorización de concentrado de cobre**

VALORIZACION DE CONCENTRADO DE COBRE							
DATOS							
PESO		LEYES		TERMINOS		COTIZACIONES	
TMH	33.576	Cu %	26.24	% pagable Cu	96.60%	Cu USD/Lb	2.9
%H2O	8%	Ag Oz/Tc	13.34	deducción Cu %	1	Ag USD/Oz	20
TMS	30.89	Au Oz/Tc	1.13	gast x ref USD/Lb	0.12	Au USD/Oz	1500
MERMA %	2%	As %	0.15	protección USD/Lb	0.2		
TMNS	30.272	Sb %	0.1	% pagable Ag	90.00%		
		Bi %	0.05	deducción Ag Gr	30		
		Zn %	0	gast x ref USD/Oz	2		
		Pb %	0	protección USD/Oz	2		
		Pb + Zn	0	% pagable Au	90.00%		
		Hg ppm	0	deducción Au Gr	1		
				gast x ref USD/Oz	10		
				protección USD/Oz	60		
				maquilla USD/TMN S	185		
METALES PAGABLES							
ELEMENTOS	LEYES	% PAGABLE	EDUCCIO	LEY PAG.	REC. APLI	USD/TMNS	
Cu	26.24	96.60%	1	24.348	5952.474	1449.299	
Ag	14.704682	90.00%	0.965	12.27	18	220.853	
Au	1.245599	90.00%	0.032	1.089	1440	1567.994	
DEDUCCIONES							
maquilla							185
refinaciones Cu							107.36
refinaciones Ag							1.47
refinaciones Au							10
PENALIDADES							
ELEMENTOS USD/TMNS	CONTENIDO	LIBRE	POR CADA	PENALIDAD	USD/TMNS		
As %	0.15	0.3	0.1	3.5	0		
Sb %	0.1	0.3	0.1	3.5	0		
Bi %	0.05	0.1	0.01	2.5	0		
Zn %	0	0	0	0	0		
Pb %	0	0	0	0	0		
Pb + Zn	0	10	1	3.5	0		
Hg ppm	0	50	50	10	0		
VALOR							2934.318
SUB TOTAL							88828.019
IGV 18%							15989.043
<b>TOTAL</b>							<b>104817.06</b>

Fuente elaboración propia.

#### 6.2.4. Presupuesto de ingreso total

Se presenta en la siguiente tabla N° 6.12 el ingreso total por valorización de concentrado de cobre por día, mes y año.

**Tabla N° 6.12. Presupuesto de ingreso total**

INGRESO	USD/DIA	USD/MES	USD/AÑO
<b>TOTAL</b>	104817.06	2830060.62	33960727.44

Fuente. Elaboración propia

### 6.3. DEPRECIACION DE LA INVERSION

La depreciación y las amortizaciones se calculan en la tabla siguiente N° 6.13.

Tabla N° 6.13. Cálculo de depreciación

Concepto	Inversión (\$)	% anual	Valor anual a depreciar
Equipos	1357715.0	20%	271543
Obras civiles infraestructura	1165000.0	10%	116500
Gastos pre operativos	11100.0	10%	1110
Imprevistos	75681.5	20%	15136.29
Capital de trabajo	385000.0		0
<b>Total</b>	<b>2994496.5</b>	<b>4 años</b>	<b>404289.29</b>

Fuente. Elaboración propia

### 6.4. ESTADO DE PÉRDIDA Y GANANCIAS DEL PROYECTO

Se presenta en la tabla N° 6.14 estado de pérdida y ganancia del proyecto.

Tabla N° 6.14. Estado de pérdida y ganancia del proyecto

RUBRO -AÑOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>Producción neta</b>	<b>33960728.1</b>	<b>34581974.7</b>	<b>34581974.7</b>	<b>34581974.7</b>	<b>34581974.7</b>
Costos de producción	5602414.40	5602414.40	5602414.40	5602414.40	5602414.40
Utilidad bruta	28358313.70	28979560.25	28979560.25	28979560.25	28979560.25
Gastos de operación	97800.00	97800.00	97800.00	97800.00	97800.00
depreciación	404289.29	404289.29	404289.29	404289.29	404289.29
Utilidad de operación	27856224.41	28477470.96	28477470.96	28477470.96	28477470.96
Gastos financieros	1098442.00	1098442.00	1098442.00	1098442.00	
Otros gastos	120000.00	120000.00	120000.00	120000.00	120000.00
<b>Renta neta</b>	<b>26637782.41</b>	<b>27259028.96</b>	<b>27259028.96</b>	<b>27259028.96</b>	<b>28357470.96</b>
Impuesto a la renta (30%)	7991334.72	8177708.69	8177708.69	8177708.69	8507241.29
Canon minero (20%)	5327556.48	5451805.79	5451805.79	5451805.79	5671494.19
<b>Utilidad distribuible</b>	<b>13318891.21</b>	<b>13629514.48</b>	<b>13629514.48</b>	<b>13629514.48</b>	<b>14178735.48</b>
Partición socios (30%)	3995667.36	4088854.34	4088854.34	4088854.34	4253620.64
Reserva legal (10%)	1331889.12	1362951.45	1362951.45	1362951.45	1417873.55
<b>Utilidad neta</b>	<b>7991334.72</b>	<b>8177708.69</b>	<b>8177708.69</b>	<b>8177708.69</b>	<b>8507241.29</b>

Fuente: elaboración propia

### 6.5. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio del proyecto se calcula con la siguiente formula.

$$P. E. = \frac{\text{costos fijos} * \text{produccion anual}}{\text{ingresos totales} - \text{costos variables}}$$



Donde:

- P.E.: Punto de equilibrio
- Costos fijos: 1824762.0 USD
- Costos variables: 5093894.4
- Producción anual: 9808.128 TMNS de concentrado de cobre
- Ingresos totales: 33960728.1 USD

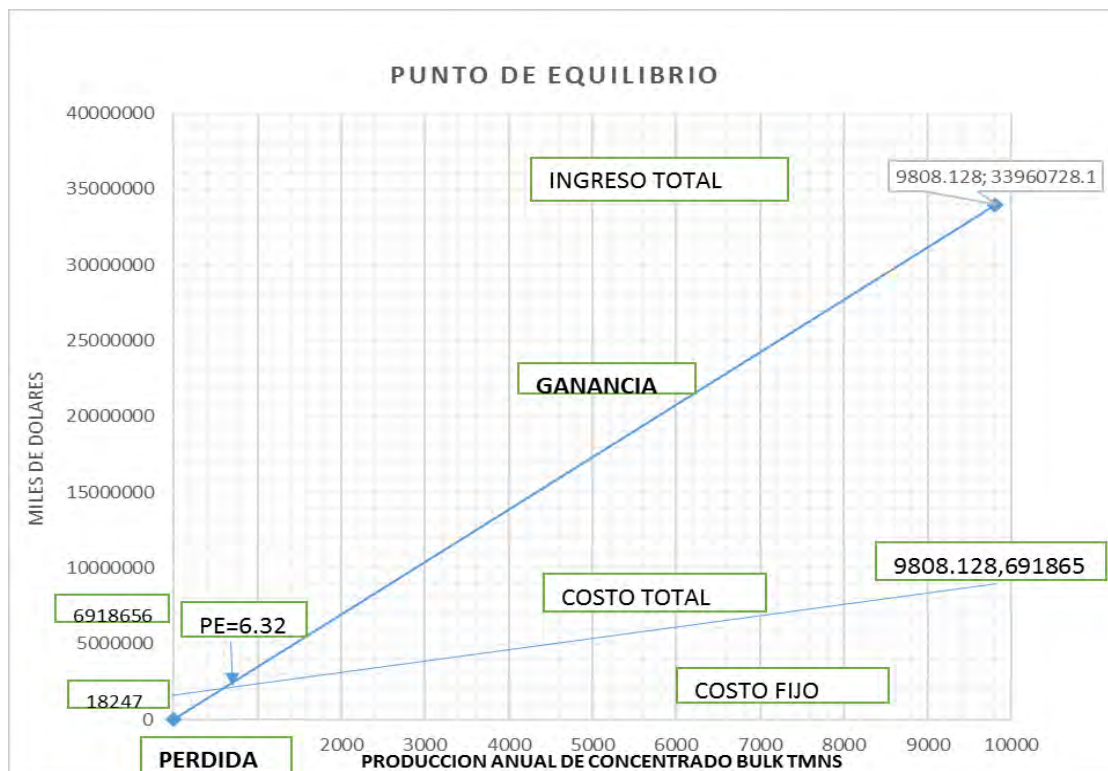
$$P. E. = \frac{1824762.0 * 9808.128}{33960728.1 - 5093894.4} = 620.00 \text{ TMNS}$$

Expresando en porcentaje el punto de equilibrio

$$P. E. = \frac{620.00 * 100}{9808.128} = 6.32 \%$$

Entonces se entiende que trabajando la planta a una capacidad del 6.32 % que es el punto de equilibrio no se gana ni pierde, por lo tanto, conviene trabajar a las capacidades mayores al punto de equilibrio para generar ganancias del proyecto. En la figura N° 6.15 se observa el grafico del punto de equilibrio.

Tabla N° 6.15 grafico del punto de equilibrio



Fuente: elaboración propia

## CAPITULO VII

### FLUJO DE FONDOS

El flujo de fondos o flujo de caja para el proyecto de instalación de una planta concentradora, nos permite determinar la entrada y salida del dinero de los egresos e ingresos en un determinado periodo de tiempo.

#### 7.1.FLUJO DE CAJA DE LA INVERSIÓN

En la tabla N° 7.1 se determina el flujo de caja neto.

Tabla N° 7 .1. Flujo de caja de la inversión

AÑO	INVERSION	FLUJO DE CAJA	COSTOS
0	2994496.45	0	0
1		18665737	14909991.1
2		19485609.6	15096365.1
3		19485609.6	15096365.1
4		19485609.6	15096365.1
5		20254519	14327455.7
VALOR NETO ACTUAL (VNA)	57553241.4		44419940.2
VNA (COSTO + INVERSION)			47414436.7
RELACION (B/C)			1.21383371

Fuente: elaboración propia

#### 7.1.1. Cálculo del valor actual neto (VAN) de la inversión

El valor actual neto es una métrica de inversión que le indica cuántas ganancias o pérdidas obtendrá cuando invierta en un proyecto, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{Fc}{(1+r)^i} - I_0 \quad 7.1$$

#### Donde:

VAN: Valor actual neto

Fc: flujo de caja

r: Tasa de descuento anual

n: número de periodo

i: Cálculo del tipo de descuento en %

I<sub>0</sub>: Inversión en el momento inicial (t = 0)

El cálculo de VAN se presenta en la tabla N° 7.2 determinación del VAN.

**Tabla N° 7.2 Determinación del VAN de la inversión**

AÑO	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE CAJA	-2609496.5	18665737.0	19485609.6	19485609.6	19485609.6	20254519.0
INVERSION INICIAL	-2609496.5					
TASA DE DESCUENTO	20.27%					
<b>VAN</b>	<b>54943744.96</b>					

Fuente: elaboración propia

Donde se interpreta que el VAN es de \$ 54943744.96 (VAN >0), entonces el proyecto de inversión es favorable que genera ganancias.

### 7.1.2. Calculo de tasa interna de retorno (TIR) inversión.

La tasa interna de retorno es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión, que está relacionado con el valor actual neto VAN resulta a cero. Es el rendimiento promedio ponderado anual que el proyecto reporta al inversionista.

La tasa interna de retorno, es la relación entre la ganancia o pérdida de una inversión y su valor presente neto VAN, que se traduce en cero. Lo que el proyecto informa a los inversores es el rendimiento anual promedio ponderado.

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{Fc}{(1+r)^i} - I_0 = 0 \quad 7.2$$

**Donde:**

VAN=Valor actual neto

Fc= flujo de caja

r = TIR

n = número de periodo

El cálculo de TIR se presenta en la tabla N° 7.3 determinación del TIR.

**Tabla N° 7.3. Determinación del TIR**

AÑO	INVERSION	FLUJO DE CAJA	COSTOS
0	2994496.45	0	0
1		18665737	14909991.1
2		19485609.6	15096365.1
3		19485609.6	15096365.1
4		19485609.6	15096365.1

Fuente: elaboración propia

Donde la tasa interna de retorno es de 7.19 % superior a la tasa de descuento de 20.27%, entonces el proyecto de inversión será aceptado.

### 7.1.3. Calculo de relación beneficio – costo (B/C)

Es la suma de los beneficios descontados o el cociente del flujo de efectivo neto dividido por la suma de los costos descontados del proyecto a lo largo de su vida útil. Se utiliza la siguiente relación.

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{B}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{C}{(1+r)^i}} \quad 7.4$$

**Donde:**

B= beneficio

C= costo

r = Tasa de descuento anual

n = El número de flujo neto de caja

En la tabla N° 7.4 se determina la relación costo beneficio.

**Tabla N° 7.4. Determinación costo-beneficio**

AÑO	INVERSION	FLUJO DE CAJA	COSTOS
0	2994496.45	0	0
1		18665737	14909991.1
2		19485609.6	15096365.1
3		19485609.6	15096365.1
4		19485609.6	15096365.1
5		20254519	14327455.7
<b>VALOR NETO ACTUAL (VNA)</b>		57553241.4	44419940.2
<b>VNA (COSTO + INVERSION)</b>			47414436.7
<b>RELACION (B/C)</b>			<b>1.21383371</b>

Fuente: fuente elaboración propia

Donde la relación beneficio costo (B/C) es 1.21 superior a uno, entonces el proyecto es aceptado.

#### 7.1.4. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

El periodo de recuperación de la inversión es el tiempo en años que se recupera la inversión, se calcula en la siguiente tabla N° 7.5 periodo de recuperación de la inversión.

**Tabla N° 7.5. Periodo de recuperación de la inversión**

AÑO	FC ACTUALIZADO	FLUJO DE CAJA ACUMULAO
0	-2994496.45	-2994496.45
1	1551986.1	-1442510.4
2	1347098.7	-95411.7
3	11200620	11105208.3
4	9312896	20418104.3
5	8048878.6	28466983
<b>PRI</b>		<b>2.3</b>

Fuente: elaboración propia.

Donde el periodo de recuperación de la inversión (PRI), es de 2 años con 3 meses, entonces el proyecto es aceptado porque es menor a los 5 años trazados.

#### 7.2.FLUJO DE CAJA FINANCIERO

En la tabla N° 7.6 se determina el flujo caja neto.

**Tabla N° 7.6. Flujo de caja financiero**

RUBRO -AÑOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>INGRESOS</b>						
PRODUCCION NETA		33960728.1	34581974.7	34581974.7	34581974.7	34581974.7
<b>EGRESOS</b>						
INVERSION FIJA TANGIBLE	-2522715					
INVERSION FIJA INTANGIBLE	-86781.45					
CAPITAL DE TRABAJO		385000				
COSTOS DE PRODUCCION		5602414.4	5602414.4	5602414.4	5602414.4	5602414.4
GASTOS DE OPERACIÓN		97800	97800	97800	97800	97800
GASTOS FINANCIEROS		1098442	1098442	1098442	1098442	

OTROS GASTOS		120000	120000	120000	120000	120000
IMPUESTO A LA RENTA		7991334.72	8177708.69	8177708.69	8177708.69	8507241.29
<b>FLUJO DE CAJA ECONOMICO</b>	<b>-2609496.5</b>	<b>18665737</b>	<b>19485609.6</b>	<b>19485609.6</b>	<b>19485609.6</b>	<b>20254519</b>
PRESTAMOS	1556891.9					
AMORTIZACIONES			484851.4	590876.7	720405.9	
INTERES DEL PRESTAMO		364932.47	330169.48	224143.97	94614.97	
<b>FLUJO DE CAJA FINCIERO</b>	<b>-1052604.5</b>	<b>18300804.5</b>	<b>18670588.7</b>	<b>18670588.9</b>	<b>18670588.7</b>	<b>20254519</b>

Fuente: elaboración propia

### 7.2.1. Cálculo del valor actual neto (VAN) financiero

El valor neto actual (VAN) financiero se calcula en la siguiente tabla N° 7.7 determinación del VAN financiero.

**Tabla N° 7.7. Determinación del VAN financiero**

AÑO	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE CAJA	-1052604.5	18300804.5	18670588.7	18670588.9	18670588.7	20254519.0
TASA DE DESCUENTO	20.27%					
<b>VAN</b>	<b>54775746.1</b>					

Fuente: elaboración propia

Donde se interpreta que el VAN es de \$ 54775746.1 (VAN >0), entonces el proyecto de inversión es favorable que genera ganancias.

### 7.2.2. Calculo de tasa interna de retorno (TIR) financiero

Se calcula la tasa interna de retorno, en la siguiente tabla N° 7.8.

**Tabla N° 7.8. Determinación del TIR financiero**

AÑO	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE CAJA	-1052604.5	18300804.5	18670588.7	18670588.9	18670588.7	20254519.0
TASA DE DESCUENTO	20.27%					
VAN	54775746.1					
<b>TIR</b>	<b>1741%</b>					

Fuente: elaboración propia

Donde la tasa interna de retorno es de 17.41 % superior a la tasa de descuento de 20.27%, entonces el proyecto de inversión será aceptado.

### 7.2.3. Calculo de relación beneficio – costo (B/C)

La relación beneficio costo (B/C), se determina en la siguiente tabla N° 7.9 beneficio – costo.

**Tabla N° 7.9. Determinación beneficio-costo**

AÑO	INVERSION	FLUJO DE CAJA	COSTOS
0	1052604.50	0	0
1		18300804.52	14909991.12
2		18670588.68	15096365.09
3		18670588.9	15096365.09
4		18670588.69	15096365.09
5		20254518.96	14327455.69
<b>VALOR NETO ACTUAL (VNA)</b>		55828350.59	44419940.21
<b>VNA (COSTO + INVERSION)</b>			45472544.71
<b>RELACION (B/C)</b>			<b>1.227737549</b>

Fuente: elaboración propia

Donde la relación beneficio costo (B/C) es 1.22 superior a uno, entonces el proyecto es aceptado.

### 7.2.4. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

El periodo de recuperación de la inversión se calcula en tabla N° 7.10 periodo de recuperación de la inversión.

**Tabla N° 7.10. Periodo de recuperación de la inversión**

AÑO	F C ACTUALIZADO	FLUJO DE CAJA ACUMULAO
0	-1052604.5	-1052604.515
1	152164.1	-900440.4
2	129075.3	-771365.1
3	10732133.9	9960768.8
4	8923367.3	18884136.1
5	8048878.6	26933014.7
<b>PRI</b>		<b>2.3</b>

Fuente: elaboración propia.

Donde el periodo de recuperación de la inversión (PRI), es de 2 años con 3 meses, entonces el proyecto es aceptado porque es menor a los 5 años trazados.

## CAPITULO VIII

### EVALUACION DEL PROYECTO

#### 8.1. EVALUACION EMPRESARIAL

La evaluación del proyecto es muy importante, para decidir si aceptar o rechazar un proyecto de inversión de una planta concentradora de procesamiento de minerales.

##### 8.1.1. Evaluación económica del proyecto

La valoración económica mide el valor real de los bienes y servicios de un proyecto y tiene en cuenta el flujo de bienes creados y absorbidos, independientemente de su contribución financiera. Donde en la tabla N° 7.2, se determina el valor actual neto económico que es de \$ 54943744.96 > 0, entonces el proyecto de inversión es favorable que genera ganancias.

##### 8.1.2. Evaluación financiera del proyecto

La evaluación financiera del proyecto mide los méritos del financiamiento sobre los ingresos y egresos y los pagos del préstamo a caja municipal cusco. Donde en la tabla N° 7.10, se determina el periodo de tiempo de recuperación de la inversión, que, de 2 años y 3 meses, favorable para el pago de la financiación.

#### 8.2. EVALUACION SOCIAL DEL PROYECTO

La evaluación social del proyecto se ocupará de identificar y valorar los beneficios y costos del proyecto para la comunidad local, región y del país.

La evaluación social del proyecto depende de los siguientes factores o variables.

- ❖ Cantidad de bienes y servicios
- ❖ Ingreso local, región y del país
- ❖ Distribución del ingreso
- ❖ Derecho de propiedad
- ❖ Demanda laboral
- ❖ Demanda de productos e insumos

El proyecto traerá beneficios sociales, con aportar ingresos a la localidad, región y del país, en generación de puestos de trabajo, en compra de materiales e insumos, en programas de crecimiento y bienestar de la comunidad, con esos factores es favorable para el proyecto por lo tanto será factible el proyecto.



### **8.3. EVALUACION AMBIENTAL DEL PROYECTO**

Antes de iniciar un proyecto, realizamos una evaluación de impacto ambiental que tomamos en cuenta los siguientes factores.

- ❖ El ser humano
- ❖ La flora y la fauna
- ❖ El suelo, agua, aire, clima y paisaje.
- ❖ Patrimonio cultural
- ❖ Las interacciones entre los factores mencionados.

Para evaluar el entorno del proyecto, utilizamos un método matriz causal interactivo como.

- ❖ Identificación de las principales acciones
- ❖ Identificación de los componentes principales
- ❖ Confección de la matriz de identificación

#### **8.3.1. Identificación de las principales acciones**

Se identificará las siguientes acciones en las diferentes etapas del proyecto.

- ❖ A1. Etapa de construcción
- ❖ A2. Uso de maquinarias
- ❖ A3. Uso de materia prima
- ❖ A4. Procesos fisicoquímicos
- ❖ A5. Descarga de efluentes líquidos
- ❖ A6. Descarga de efluentes gaseosos
- ❖ A7. Descarga de sólidos materiales estériles.
- ❖ A8. Generación de residuos (basura).

#### **8.3.2. Identificación de los principales componentes**

Se identifica los principales componentes del medio ambiente.

- ❖ C1. Agua
- ❖ C2. Aire
- ❖ C3. Suelo
- ❖ C4. Flora y fauna
- ❖ C5. Biológicos

### 8.3.3. Confección de la matriz de identificación causa-efecto

Esta matriz de identidad le permite determinar el impacto ambiental de la actividad en uno o más componentes ambientales. En la tabla N° 8.1 se presenta la matriz de identificación.

**Tabla N° 8.1. Matriz de identificación causa-efecto**

Acciones componentes	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
C1					X			
C2						X		
C3	X						X	
C4		X	X					
C5				X				X

Fuente: elaboración propia

Donde de la tabla N° 8.1 interpretamos, los impactos ambientales que generara la instalación de la planta concentradora causa-efecto realizado la acción de descarga de efluentes líquidos causara efecto al agua (A5-C1), descarga de efluentes gaseosos causa efecto al aire (A6-C2), descarga de solidos material estéril y etapa de construcción causara efecto al suelo ( A1,A7 - C3), uso de maquinarias y uso de materia prima causara efecto a la flora y fauna (A2,A3 - C4) Y los procesos fisicoquímicos y generación de residuos basura causara efecto al ambiente biológico (A4,A8 – C5).

### 8.3.4. Lineamiento general de impacto ambiental

#### 8.3.4.1. Impacto ambiental potenciales

Las características naturales y antrópicas hagan un impacto ambiental relativamente positivo, generación de empleos, la identificación de impactos ambientales todo se suscribe en el documento que se realizó el estudio de impacto ambiental.

#### 8.3.4.2. Plan de manejo ambiental

Según al diagnóstico, se propone un conjunto de medidas de mitigación:

- ❖ Aplicación de tecnología limpia
- ❖ Control de proceso
- ❖ Manejo sistemático de influencia directa al proyecto.
- ❖ Manejo de residuos
- ❖ Manejo de los ríos

#### **8.3.4.3. Plan de contingencia**

Su objetivo es establecer las medidas necesarias para controlar el impacto en el medio ambiente, ya sea natural o antropogénico. Controlar los peligros y riesgos del área del proyecto, puede ocurrir los siguientes imprevistos u tomar debida precaución.

- ❖ Factores climáticos lluvias, viento
- ❖ Factores sísmicos
- ❖ Accidentes en el trabajo
- ❖ Incendios
- ❖ Derrame de contaminantes químicos
- ❖ Derrame de combustible
- ❖ Conflictos sociales

**Plan de monitoreo.** La calidad del suelo, el agua y el aire se controlará durante el período del proyecto hasta el final previsto.

**Plan de cierre.** Existen pautas para monitorear la estabilidad física, la calidad del agua y los recursos ambientales durante y después del cierre.

## CAPITULO IX

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 9.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EIA

##### 9.1.1. Objetivo general

El objetivo general de este estudio es implementar y determinar los impactos ambientales generados por el proyecto, e implementar un plan de manejo ambiental para minimizar los impactos derivados de las actividades del proyecto de la etapa de construcción y operación y el cumplimiento de las normas ambientales.

##### 9.1.2. Objetivos específicos

- ❖ Describir, caracterizar y analizar los entornos físicos, biológicos y sociales en los que se desarrollara el proyecto.
- ❖ Identificar y evaluar posibles impactos ambientales derivados de la instalación y uso de recursos metálicos.
- ❖ Implementar un plan de gestión ambiental que incluya mitigación, monitoreo, planificación de emergencias, planificación de cierre y acción correctiva para las relaciones con la comunidad para permitir una gestión ambiental óptima para el proyecto.

#### 9.2. NORMAS GENERALES

La base legal aplicable a las actividades de exploración y explotación a realizar en la concesión, es la siguiente:

- ❖ Constitución Política del Perú de 1993, Art. 2 inciso 22.
- ❖ Ley General del Ambiente Ley N° 28611.
- ❖ Ley de Fiscalización de las Actividades Mineras ley N° 27474.
- ❖ Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental Ley N° 27446.
- ❖ Reglamento del Título Décimo Quinto del Texto Único de la Ley General de Minería sobre Medio Ambiente D.S. N° 019-93-EM.
- ❖ Aprobación de los Niveles Máximos Permisibles para afluentes líquidos minero – metalúrgicos R.M. 011-96-EM/VMM.
- ❖ Modificatoria del Reglamento del Título Décimo del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería D.S. N° 059-93-EM.
- ❖ Ley General de Aguas D.L. N° 17752.

- ❖ Art. 4º y 6º del Reglamento Ambiental para las actividades de Exploración Minera D.S. N° 038-98-EM.
- ❖ Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal Ley N° 27651.
- ❖ Reglamento de la Ley de Formalización y promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal D.S. N° 013-2002-EM.
- ❖ Ley N° 28090. Ley que regula el Cierre de Minas, de fecha 14-10-2003” (Raymondi, 2011).

### **9.3. DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL**

Está referido al conjunto de normas relacionadas con el uso de los recursos naturales, al marco institucional y las responsabilidades de la gestión ambiental bajo el contexto del desarrollo sostenible.

A continuación, presentamos el conjunto de normas aplicables y relacionadas con el presente estudio”: (Raymondi, 2011)

#### **9.3.1. Marco legal ambiental**

Constitución Política del Perú (diciembre 1993). Establece en su artículo 2º, inciso 22 que “toda persona tiene derecho a la paz, la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como gozar en un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida”. Asimismo, en los artículos 66º, 67º y 69º establece que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación, siendo el Estado el que debe promover el uso sostenible de estos; así como, la conservación de la diversidad biológicas de las áreas naturales protegidas. Además, la Constitución protege el derecho de propiedad y así lo garantiza el Estado, pues a nadie puede privar de su propiedad (Art. 70º). Sin embargo, por razones de seguridad o cuando se requiere desarrollar proyectos de necesidad pública, declarados por Ley, para su ejecución, se podrá expropiar propiedades previo pago en efectivo de indemnización justipreciada que incluya compensación por el eventual perjuicio.

Ley 28611: Ley General del Ambiente, Aprobado por el Congreso de la República el 13 octubre 2005.

Norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú y establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho

a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente y a sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

Establece que toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo; están sujetos a Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – SNEIA y los proyectos o actividades que no están comprendidos en la mencionada ley, deben desarrollarse de conformidad con las normas de protección ambiental específicas de la materia.

Establece, en el artículo 98°, que la conservación de los ecosistemas se orienta a conservar los ciclos y procesos ecológicos, a prevenir procesos de su fragmentación por actividades antrópicas y a dictar medidas de recuperación y rehabilitación, dando prioridad a ecosistemas especiales y frágiles, comprendiendo los ecosistemas frágiles, comprendiendo los ecosistemas frágiles, entre otros, desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos, bofedales, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas alto andinas, lomas costeras, bosques de neblina y bosques. Asimismo, establece, en el artículo 148°, que tratándose de actividades ambientalmente riesgosas o peligrosas, la autoridad sectorial competente podrá exigir, a propuesta de la Autoridad Ambiental Nacional, un sistema de garantía que cubra indemnizaciones que pudieran derivar por daños ambientales, que los compromisos de inversión ambiental se garantizan a fin de cubrir los costos de las medidas de rehabilitación para los periodos de operación de cierre, post cierre, constituyendo garantías a favor de autoridad competente, mediante una o varias de las modalidades contempladas en la Ley del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y seguros u otras que establezca la ley de la materia y que, concluidas las medidas de rehabilitación, la autoridad competente procede, bajo responsabilidad a la liberación de la garantía.

Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - Ley N° 27446 Por medio de la Ley N° 27446, del 23 abril del 2001, se establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a

través de los proyectos de inversión y establece el proceso de aprobación de los Estudios de Impacto ambiental.

Esta norma establece diversas categorías en función del riesgo ambiental. Dichas categorías son las siguientes: categoría I - Declaración de Impacto Ambiental; categoría II - Estudio de impacto Ambiental Semi detallado, categoría III - Estudio de Impacto Ambiental Detallado. Cabe precisar que hasta la fecha no se ha expedido el reglamento de esta Ley.

Asimismo, establece que el contenido del Estudio de Impacto Ambiental debe incluir el Plan de Abandono”. (Raymondi, 2011)

### **9.3.2. Ley de evaluación de impacto ambiental para obras y actividades**

La Ley N° 26786, del 13 de mayo de 1997, en el Art. 1 ° establece que: "La autoridad competente comunicará al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), sobre actividades que se desarrollarán en su sector que por riesgo ambiental pueden exceder los niveles aceptables de contaminación del ambiente, los que obligatoriamente deberán presentar Estudios de Impacto Ambiental antes de su ejecución. En caso de peligro grave e inminente para el medio ambiente, el Art. 2° establece que: La autoridad sectorial competente, con conocimiento del CONAM, podrá disponer la aplicación de alguna de las medidas de seguridad por parte del titular de la actividad”. (Raymondi, 2011)

### **9.3.3. Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental**

La Ley N° 28245, del ocho de junio del 2004, tiene por objeto asegurar el cumplimiento eficaz de los objetivos ambientales de las entidades públicas y fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental. Establece la obligación de los ciudadanos, en forma individual u organizada, de participar en la defensa y protección del Patrimonio Ambiental y los recursos naturales de su localidad.

**Aprueban la publicación de las guías de monitoreo de agua y aire para la actividad minero metalúrgicas - Resolución Directoral N° 004-94-EM/DGAA.** Mediante esta norma se publican los protocolos de monitoreo de calidad de aire y emisiones y el protocolo de monitoreo de calidad de agua, guías que estandarizan los procedimientos para la ejecución de los programas de monitoreo, tanto para aire como para agua”. (Raymondi, 2011)

#### **9.3.4. Ley general de residuos sólidos**

La Ley N° 27314, del 21 de julio del 2000, establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de las personas.

Esta Ley define a los residuos sólidos como aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional y de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, los cuales deberán ser manejados a través de un sistema que incluya, las operaciones o procesos siguientes: Minimización, segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final. Asimismo, define a los residuos sólidos peligrosos como aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente, incluyéndose los envases que han sido utilizados para el almacenamiento o comercialización de sustancias o productos peligrosos y productos usados o vencidos”. (Raymondi, 2011)

#### **9.3.5. Ley general de aguas**

La Ley General de Aguas, Ley N° 17752, del 24 de julio de 1969, con sus reglamentos y modificatorias (Decreto Supremo N° 261-69-AP, del 12 de diciembre de 1969 y Decreto Supremo N° 007-83-A, del 11 de marzo de 1983), en su Título 11, prohíbe mediante el artículo 22° (capítulo 11), verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda alterar la calidad de agua y ocasionar daños a la salud humana o poner en peligro recursos Hidrobiológicos de los cauces afectados; así como, perjudicar el normal desarrollo de la flora y fauna. Asimismo, refiere que los efluentes deben ser adecuadamente tratados para alcanzar los límites permisibles. El artículo 70° de la mencionada ley establece que todo aquel que, con ocasión de efectuar estudios, explotaciones o exploraciones mineras, petrolíferas o con cualquier otro propósito descubriese o alumbrase aguas, está obligado a dar aviso inmediato a la Autoridad en Aguas y no podrá utilizarlas sin permiso, autorización o licencia (alumbramiento: acción de descubrir aguas subterráneas y hacerlas aflorar). Además, establece las acciones que se tomará en casos de alumbramiento de las aguas subterráneas, contaminación, responsabilidades del Estado y responsabilidades del usuario, entre El artículo N° 8 de la



mencionada ley establece que toda persona, incluyendo las entidades del Sector Público Nacional y de los Gobiernos Locales, requiere permiso, autorización o licencia según proceda, para utilizar aguas, con excepción de las destinadas a satisfacer necesidades primarias.

El artículo 57° establece que ningún vertimiento de residuos sólidos; líquidos o gaseosos podrá ser efectuado en las aguas marítimas o terrestres del país, sin la previa aprobación de la Autoridad Sanitaria y el artículo 58° establece que todo proyecto de vertimiento de desagües domésticos, industriales, de poblaciones u otros deberá ser aprobado por la Autoridad Sanitaria, previo a cualquier trámite de aprobación, licencia o construcción”. (Raymondi, 2011).

#### **Aprueban Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas - Resolución Directoral N° 130-2006-MEM-AAM.**

Mediante esta norma se publica la Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas, la cual proporciona a la industria minera un enfoque estandarizado para la preparación de los Planes de Cierre de Minas”. (Raymondi, 2011).

#### **Reglamento de Seguridad e Higiene Minera - Decreto Supremo N° 046-2001 EM del 26 de julio del 2 001.**

“El cual indica que se deberá proporcionar protección auditiva a los trabajadores cuando el nivel de ruido o el tiempo de exposición sean superiores a los valores establecidos en el reglamento mencionado”. (Raymondi, 2011).

#### **9.3.6. Ley de áreas naturales protegidas**

La Ley N° 26834, del 17 de junio de 1 997, norma aspectos relacionados con la gestión de las áreas naturales protegidas y su conservación de conformidad con el Art. 68 de la Constitución Política del Perú. En virtud de esta Ley, las áreas naturales protegidas constituyen un patrimonio de la Nación, y las normas de protección de éstas áreas se estipulan y especifican en su artículo 2°.

En el artículo 3°, se estipula que estas áreas naturales protegidas se establecen con carácter definitivo; que su adecuación física o modificación legal sólo podrá ser aprobada por Ley.

En su artículo 4°, se determina que estas áreas son de dominio público y no pueden ser adjudicadas en propiedad a los particulares. Las áreas naturales protegidas conforman en

su conjunto el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), a cuya gestión se integran las instituciones públicas del gobierno central, gobiernos descentralizados de nivel regional y municipalidades”. (Raymondi, 2011)

### 9.3.7. Ley forestal y de fauna silvestre

La Ley N° 27308, del 16 de julio del 2 000, tiene por objeto normar, regular y supervisar el uso sostenible y la conservación de los recursos forestales y de fauna silvestre del país, compatibilizando su aprovechamiento con la valoración progresiva de los servicios ambientales del bosque, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación, de acuerdo con lo establecido en los artículos 66° y 67° de la Constitución Política del Perú; en el Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (actualmente derogado por la Ley General del Ambiente) y en la Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y en los convenios internacionales vigentes para el Estado peruano”. En figura N° 9.1 (Raymondi, 2011).

**Figura N° 9.1. Ubicación satelital de Cochasayhuas-Progreso**



Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Cochasayhuas+03290/@-14.1365067>

## 9.4. AREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL

Dentro del polígono autorizada, para el desarrollo del proyecto de instalación de una planta concentradora serán ubicadas los: componentes del área industrial, cancha de almacenamiento de mineral; reservorios de agua industrial; almacén de insumos; almacén de reactivos, circuitos de (chancado, molienda, Flotación, espesamiento, filtrado, secado de concentrado); y la presa para la disposición de relaves. Los componentes de servicios auxiliares (taller de mantenimiento, grifo de combustible, sub estación de suministro de energía, trinchera de residuos industriales), además de los componentes de campamentos

(dormitorios para personal, oficinas, SS.HH., sistema de disposición de residuos domésticos, sistemas de seguridad y sistemas de comunicaciones).

- ❖ En consideración a lo expuesto anteriormente, el **área de influencia directa**, del proyecto estará circunscrita al polígono del proyecto, donde puntualmente serán generados los mayores impactos potenciales sobre los componentes físicos y biológicos.
- ❖ La característica del proyecto nos permite establecer como **área de influencia indirecta** ambiental, La micro cuenca fuera del polígono del proyecto, que puede tener impactos ambientales indirecto o inducido, es decir, las medidas que provocan el impacto, ocurren dentro de la operación del proyecto, la fábrica del polígono. Por lo tanto, los criterios utilizados para determinar los contornos de las áreas de impacto ambiental indirecto son la relación entre el área poligonal del proyecto y las aguas superficiales, la dirección del viento y el asentamiento de la población. En este caso, el área de impacto ambiental indirecto se limita a la micro cuenca Cochasayhuas-Pachahuayjo, la microcuenca del río San Fernando y el estero Trapiche.

## **9.5. ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO**

El proyecto consta de varias fases de construcción, desarrollo e implementación de actividades encaminadas a lograr los objetivos marcados para hacer que el proyecto sea técnica, económica y ambientalmente sostenible durante toda su vida útil. Estas fases del proyecto son:

### **9.5.1. Etapa de planificación y formulación de estudios**

La fase de planificación de proyectos y formulación de la investigación es donde madura la idea inicial y se analizan aspectos. Lo social, ambiental y económico está asociados al desarrollo del proyecto. Durante esta fase de planificación e investigación se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- ❖ Determinación de la producción de minerales en la región teniendo en cuenta el desarrollo de proyecto (Mineros artesanales y pequeños mineros).
- ❖ determinación del tamaño de planta a implementar.
- ❖ Selección del método de procesamiento.
- ❖ Determinación del equipamiento e infraestructura necesaria para la capacidad propuesta.

- ❖ Determinación de la inversión estimada para el proyecto.
- ❖ Estimación de flujo de caja y rentabilidad del proyecto.
- ❖ Estimación de costos de operación y comercialización.
- ❖ Aspectos legales (propiedad, agua, energía, accesos, etc.)
- ❖ Un estudio de los estándares ambientales y sociales locales sirve como un sitio de desarrollo del proyecto para desarrollar y preparar una evaluación de impacto ambiental semidetallada.
- ❖ Realización de talleres, participación y consulta ciudadana en el lugar de influencia directa del proyecto.
- ❖ La recopilación de información sobre las características del terreno (topografía, características geológicas), incluido el edificio, se utiliza para recopilar datos utilizados en el diseño de ingeniería del proyecto.
- ❖ Preparar, establecer, administrar y probar la existencia de reliquias arqueológicas ante los organismos relevantes bajo la jurisdicción del área del proyecto.
- ❖ Elaboración de documentación técnica (obra civil en áreas de proceso e instalaciones auxiliares, diseño de equipos electromecánicos y diseño de ingeniería de procesos metalúrgicos).

## **9.6. ETAPA DE ABANDONO Y CIERRE**

La fase de cierre se realiza después de la vida útil del proyecto, en ausencia de futuros planes de ampliación, para asegurar la restauración y operación de todas las áreas involucradas en la fase de construcción. Al final del trabajo, es responsabilidad del propietario asegurarse de que todas las áreas de la planta estén estables, reconstruidas, replantadas, que las áreas perturbadas por las actividades no dañen la salud y que la planta sea públicamente segura. Áreas de impacto directo e indirecto del proyecto.

### **9.6.1. Acciones generales a implementar en la etapa de cierre**

#### **9.6.1.1. Desmantelamiento de maquinaria y equipo de planta**

Los equipos de demolición se refieren básicamente a triturar, clasificar, limpiar y retirar otros equipos mecánicos, motores, tolvas, tuberías, conductos, equipos eléctricos y de agua para el transporte de pulpa. Cuando proceda la demolición de la fábrica, las estructuras de acero y la infraestructura prediseñada serán completamente demolidas a menos que se realicen uso en otras cosas. Entre las acciones comunes a tomar, se esperan las siguientes:

- ❖ Retiro de equipos de planta utilizados en el área de procesos.
- ❖ Retiro de cercos y muros perimetrales.
- ❖ Los rellenos sanitarios, silos y pozos sépticos deberán ser sellados definitivamente.
- ❖ Limpieza y descontaminación de suelos afectados.

#### **9.6.1.2. Demolición de las infraestructuras**

Estas operaciones incluyen el desmantelamiento de estructuras simples de hormigón armado existente en fábricas, cimientos de equipos y motor, columnas de hormigón armado, estanques y otras estructuras simples. Corresponde a terreno común (fragmentación, trituración, etc.) pero a menos que se utilice algún componente, como un reservorio.

#### **9.6.1.3. Cierre y nivelación de vías de acceso**

Una vez finalizada la operación de procesamiento de mineral, el camino de acceso principal y el acceso auxiliar serán debidamente acondicionados. La terminación del acceso incluye:

- ❖ Dar forma a la superficie con material extraído del relleno sanitario y almacenado hasta llenar la zanja y realinear la zona de obstáculos a lo largo del terreno.
- ❖ Reduce la determinación de arrancar superficies hidrófilas y plantas.
- ❖ Pulir la superficie y rellenar con la capa superior del suelo preservada.

### **9.7. ACCIONES DE REVEGETACIÓN.**

- ❖ Cuando se completa la nivelación, tamizado y estabilización del área perturbada por el proyecto, comienza la recuperación del suelo por materia orgánica almacenada.
- ❖ Toda el área destinada a la restauración de la vegetación está cubierta con una capa de materia orgánica de 0,50 m de espesor.
- ❖ El tratamiento se realiza con abono orgánico para iniciar el proceso de regeneración.
- ❖ Después de la terminación y preparación del terreno, se plantan y cultivan los árboles existentes y algunos árboles y arbustos, y se gestiona el agua superficial.
- ❖ Una vez que se alcanza la meta, se crea un plan de seguimiento regular para el progreso de vegetación de la misma manera que se gestiona el área anulada.

## **9.8. ACTIVIDADES DE MONITOREO POST CIERRE**

### **9.8.1. Monitoreo de la estabilidad física**

El monitoreo de la estabilidad física incluye una evaluación regular de las condiciones de estabilidad de la planta y el movimiento potencial de la tierra debido a la acción del viento durante el período posterior al cierre.

### **9.8.2. Monitoreo de estabilidad geoquímica**

El propósito del Programa de Monitoreo de Estabilidad Geoquímica es verificar la protección de la calidad ambiental del organismo anfitrión para asegurar que no haya responsabilidades ambientales o impactos ambientales indeseables dentro del área de impacto del proyecto.

### **9.8.3. Monitoreo de estabilidad hidrológico**

El monitoreo matemático consiste en medir una serie de caudales (volúmenes) activos realizados por equipos o medios especiales para obtener una corriente de agua. Las visitas de inspección y verificación son parte fundamental porque permiten establecer el comportamiento en términos de volumen y ver el estado de los números y el comportamiento corrosivo del agua.

### **9.8.4. Monitoreo de estabilidad ecológica**

El monitoreo de la estabilidad de los ecosistemas incluye actividades de verificación de "mantenimiento de la cobertura vegetal", lo que permite a los proyectos vegetales evaluar y conocer el grado de recuperación de ecosistemas previamente intervenidos.

### **9.8.5. Programa de monitoreo de la revegetación**

Como parte del trabajo de estabilización geoquímica, se llevaron a cabo pruebas periódicas para confirmar la capacidad de regeneración real del área perturbada.

### **9.8.6. Matriz de identificación de impactos ambientales**

En la tabla N° 9.1 se visualiza la matriz de identificación de impactos ambientales según al modelo de la planta concentradora.

**Tabla N° 9.1 Matriz de identificación de impactos ambientales**

C O M P O N E N T E S	Factores Impactantes \ Acciones Impactantes		Abastecimiento de agua y mineral	Campamentos y trabajadores	Explotación de mina	Maquinarias	Planta Chancadora y molinera	Concentración gravimétrica	Cianuración	Relave	Agua residual industrial y doméstica	Residuos sólidos	Residuos peligrosos	Atenuación cianuro de hidrógeno	
Físico	Atmósfera	Aire			-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1	
		Ruido		1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	
	Hidrología	Cantidad	-1			-1	-1					-1	-1	-1	
		Paisaje /Topografía		1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	
	Suelo	Calidad						-1	2		1	-1	-1	-1	
		Compactación		1		-1	1	-1	1						
Biológico	Fauna	Desplazamiento										-1	-1	-1	
	Flora	Cobertura	-1						-1	-1		-1	-1	-1	
Socio Económico	Población	Salud			-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1	
					3	3	3	3	3	3	1	1	1	2	3
	Economía	Empleo													
		Industriales													
		Agropecuaria	-1												
		Transporte		1									-1	-1	
		Turismo			1								-1	-1	
Comercio											-2	-1			
											3	2			

Fuente: elaboración propia

Donde:

Ponderación de Impactos; impacto débil (1), Impacto moderado (2), impacto fuerte (3), impacto positivo (+) e impacto negativo (-)

Importancia del impacto; importancia alta (1), importancia media (2) e importancia baja (3).

## CAPITULO X

### ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

#### 10.1.ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACION

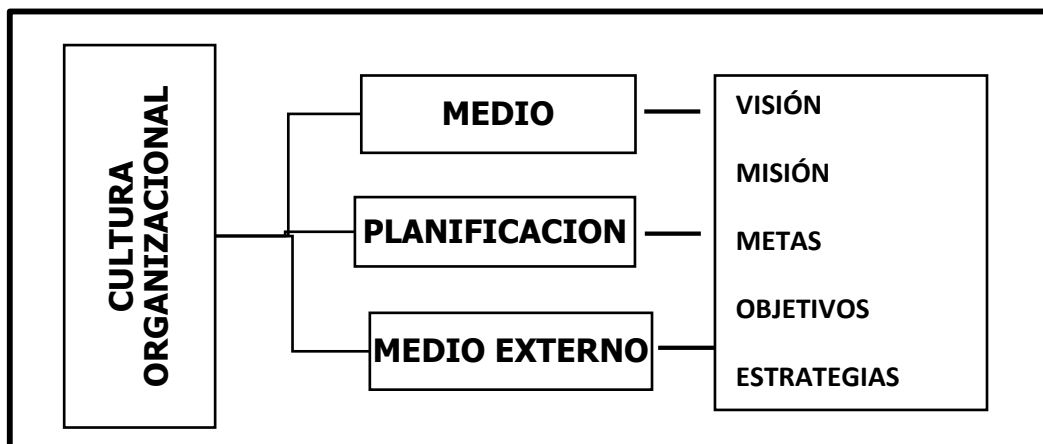
El presente proyecto de perfectibilidad, estará implementado por grupos de personas, tendrá una administración funcional, cada órgano funcional deberá constituir un sistema de gestión con dinamismo, flexibilidad transparencia para cumplir los objetivos trazados del proyecto.

#### 10.2.FUNCIONES BASICAS DE LA ABMINISTRACION

##### 10.2.1. Planeamiento

Es donde de designa la visión a futuro, la misión, metas, objetivos del proyecto en el mercado, verla donde quiere llegar el proyecto. Como podemos ver en la siguiente figura N° 10.1 proceso de planificación.

Figura N° 10.1. Proceso de planificación del proyecto



Fuente: elaboración propia

##### 10.2.2. Organización

Se entiende la eficiente gestión de la estructura vertical y horizontal del proyecto, cumpliendo las posiciones de jerarquía, con responsabilidad cada función desempeñada.

La estructura orgánica está distribuida de la siguiente forma:

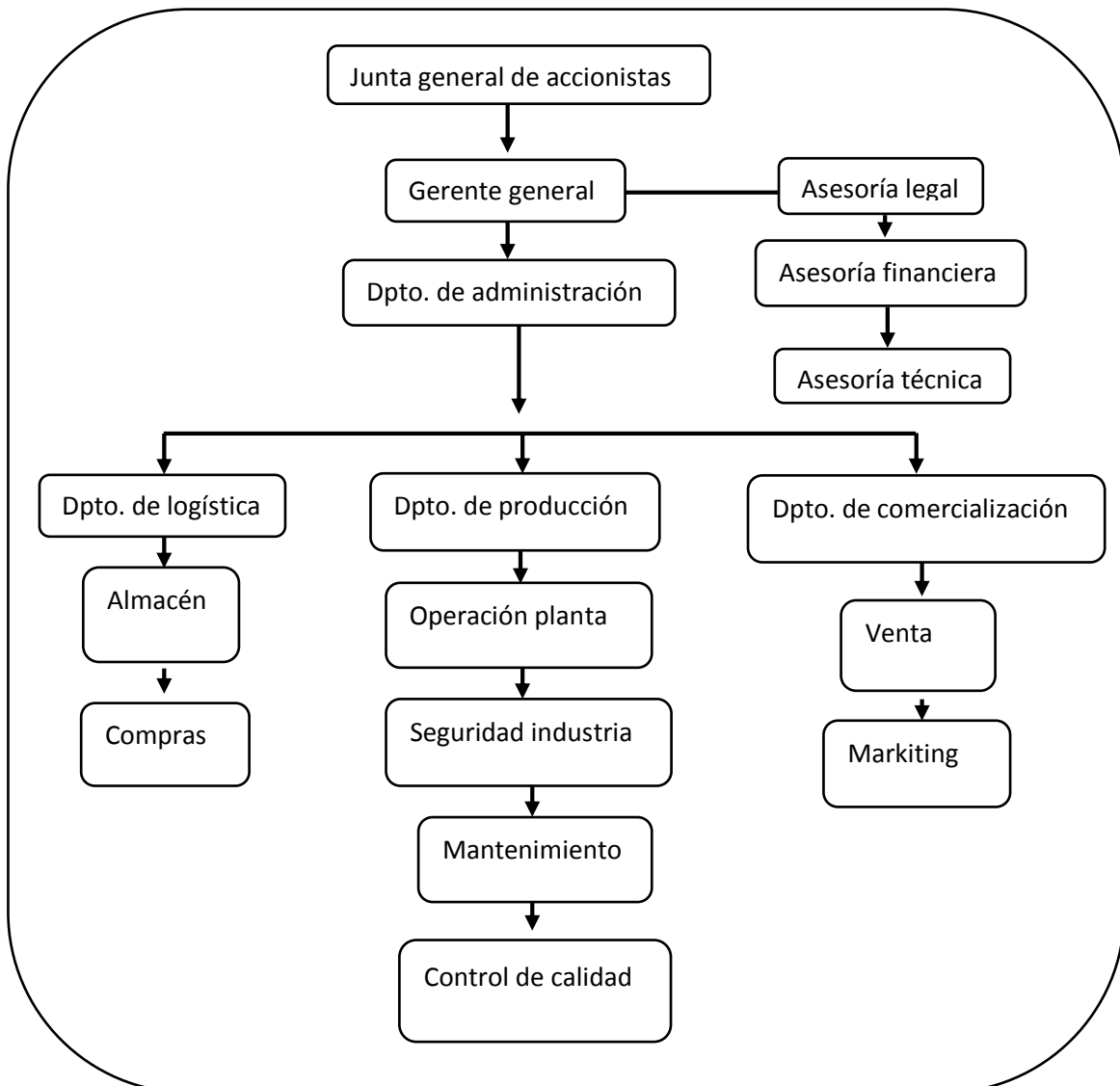
1. Propietarios junta general de accionistas
2. Gerencia
3. Departamento de administración
4. Departamento de producción



5. Departamento de logística
6. Departamento de comercialización
7. Órganos de asesoría.

En el Figura N° 10.2, se representa el organigrama estructural del proyecto.

**Figura N° 10.2. Proceso de planificación del proyecto**



Fuente: elaboración propia

### 10.2.3. Directorio

Es donde las actividades en el proyecto y en la etapa de producción se lleven a cabo de forma eficiente, se establecerán reglas que cada trabajador tiene que cumplir.

Las ordenes o funciones de cada trabajador tendrán las siguientes características.

- ❖ Ser eficaces
- ❖ Ser razonables
- ❖ Cumplir cada labor designada
- ❖ Estar de acuerdo con los objetivos
- ❖ Clima laboral entre empleado y empleador.

#### **10.2.4. Control**

El control se manejará realizando evaluaciones constantes a las actividades realizadas en el proyecto para poder mejorar y contará con los siguientes factores.

- ❖ Se establecerá estándares para el desempeño de los trabajadores
- ❖ Se contará con constante supervisión a los resultados obtenidos
- ❖ Se tomará acciones o medidas de corrección a las acciones negativas

#### **10.3.HORARIO DE TRABAJO**

El sistema de trabajo será de 14 x 7, 14 días laborables y 7 días de descanso turnos rotativos en 12 horas.

## CONCLUSIONES

- ❖ El proyecto de instalación de una planta concentradora de flotación de minerales sulfurados de cobre en la zona de Cochasayhuas provincia Grau en la región de Apurímac, será factible porque tiene una buena rentabilidad económica generando mayor oportunidad de trabajo, crecimiento económico y bienestar de social de las comunidades aledañas.
- ❖ La planta concentradora trabajará al mes, 27 días y 3 días de mantenimiento y producirá 30.272 TMNSD de concentrado bulk, valorizado en \$ 104,817.06.
- ❖ Se realizaron las pruebas metalúrgicas obteniendo resultados óptimos para la instalación de la planta concentradora logrando una recuperación de 90 % de Cu.
- ❖ El tiempo de recuperación de la inversión será de 2 años con 3 meses, eso es bueno genera una rentabilidad mayor.
- ❖ El VAN del proyecto es de \$ 54943744.96 y el TIR es de 719%, como son mayores de cero el proyecto es factible.
- ❖ Concluimos finalmente que el proyecto de instalación de una planta concentradora de flotación de minerales sulfurados de cobre en la zona de Cochasayhuas es favorable logrando el desarrollo sostenible de la pequeña minería y minería artesanal en la región de Apurímac.

## RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda cumplir los parámetros adecuados para el proceso de la planta concentradora para mantener la recuperación óptima de concentrado de cobre.
- ❖ Se recomienda hacer alianzas con las pequeñas y medianas mineras para el abastecimiento de materia prima para la planta concentradora de beneficio.
- ❖ La política de gestión del proyecto administración, logística, mantenimiento, seguridad salud y medio ambiente, plan de cierre de mina deben ser cumplidas de acuerdo a las normas vigentes.
- ❖ Se recomienda cumplir con el mantenimiento de los equipos de la planta concentradora y a futuro ampliar la planta.
- ❖ Se recomienda dar capacitaciones a todo el personal que laborara en planta concentradora.
- ❖ Generar confianza entre la comunidad y la población cumpliendo todo el proyecto para el bienestar de la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asturi T. Venancio, (1980). Fundamentos y aplicaciones principales de la flotación de minerales, edit. Lima, Perú.
- Ballester Antonio; Verdeja Luis Felipe y Sancho José. (1992). Metalurgia Extractiva. Volumen I, Editorial Síntesis, S.A. España.
- Folque Kafka Kiener. (1992). Evaluación estratégica de proyectos de inversión. Primera edición universidad del pacifico– Lima, Perú.
- Hernández Sampier-Fernandez Collado-Baptista Lucio. (2010). Metodología de la investigación. Ed. Mc Graw Hill, Quinta edición, México.
- Joh M Curri. operaciones unitarias en procesamiento de minerales-Lima, Perú.
- Jorge Días Mosto, Diccionario y manual de contabilidad y administración. Editorial de libros técnicos- Lima Perú.
- Jorion, P. (2000). Valor en Riesgo: El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados. Editorial Limusa. México.
- Mular Andrew L., Bhappu Roshan B. (1980). Diseño de planta de proceso de minerales. 2da. Edición; edit. Rocas y Minerales; Madrid.
- Lynch A J. (1980). Circuito de trituración y molenda de minerales; edit. Rocas y Minerales; Madrid.
- Luis V. Sanchez Igreda. (2012). Formulación de proyectos de inversión. editorial San Maros – Lima, Perú.
- P. Jorion. (2000). Valor en Riesgo: El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados. Editorial Limusa. México.
- Robert H. Perry/Cecil HChilton (1982). Manual del Ingeniero Químico. ed. McGraw Hill 5 ta. Edición: vol I.
- Razumov K.A. (1980). Proyectos de fabricaciones preparación de minerales, edit. Moscú.
- Peurifoy R.L. (1981). Métodos, Planeamiento y equipos de construcción, edit., Diana; México.
- Teodoro Agapito Francia (s.f.). Factores de conversión. Editorial Isabel, Lima Perú.
- Thomas Hentschel, Felix Hruschka, Michael Priester, Herman Wotruba (1998). Manejo ambiental en la pequeña minería. Primera edición, Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación cosude – La Paz Bolivia.

## PÁGINAS WEBS

- (BCRP), B. C. (2020). Valor de exportaciones por sectores económicos (Valor FOB en millones de US\$).
- (Cochilco), C. C. (s.f.). El mercado del cobre a nivel mundial.
- BCR. (2021). BCR: PRODUCCION MINERA CRECERA 14.4.% EN EL 2021, TRAS CAER 12.5 EN EL 2020.
- Canaza, f.e. (2021). <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/518/TG0379.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/518/TG0379.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, m. y. (2018). Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)
- Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, m. y. (2020). [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf). Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)
- Ccochasayhuas. (01 de Enero de 2020). Ccochasayhuas. Obtenido de <https://ccochasayhuas.blogspot.com/>
- Cobre, c. d. (2020). <https://www.minmineria.cl/glosario-minero-c/concentrado-de-cobre/>. Obtenido de <https://www.minmineria.cl/glosario-minero-c/concentrado-de-cobre/>
- Cobre, p. m. (2021). Obtenido de <https://tecnologiaminera.com/noticia/icsg-la-produccion-mundial-de-cobre-aumentara-en-2021-1603690083>
- Com, M. D. (2021). Demanda.
- Comercio, e. (s.f.). <https://elcomercio.pe/economia/peru/mineria-produccion-de-cobre-cayo-204-en-primer-semester-por-crisis-sanitaria-del-coronavirus-nndc-noticia/>. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/peru/mineria-produccion-de-cobre-cayo-204-en-primer-semester-por-crisis-sanitaria-del-coronavirus-nndc-noticia/>
- Consulting, C. (2018). Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y.
- Consulting, C. (4 de Diciembre de 2018). Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al

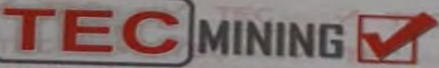
2035. Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202\\_Cobre\\_FINAL\\_12Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%202_Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf)
- CRU. (4 de Diciembre de 2018). Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035.
  - <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v21n2/art08.pdf>. (2020).
  - Jorion, P. (2000). Valor en Riesgo: El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados". Editorial Limusa. México.
  - Minen. (2019). <https://www.gob.pe/minen>. Obtenido de <https://www.gob.pe/minen>
  - MINEN. (s.f.). Plataforma Digital unica del Estado Pruano.
  - Minera, d. d. (2020). Direccion de Gestion Minera, DGM/fecha de consulta :25 de setiembre. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1485782/Bolet%C3%ADn%20Estad%C3%ADstico%20Minero%20Edici%C3%B3n%20N%C2%B0%2004-2020.pdf.pdf>
  - Minero,e.(2020).Obtenidode<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMAGO2020.pdf>
  - Minig. (2021). Demanda.
  - Mundial, e. m. (2020). <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v21n2/art08.pdf>. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052013000200008](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000200008)
  - Peru, i. d. (2020). <https://iimp.org.pe/raiz/bcr:-produccion-minera-crecera-14.4-en-el-2021,-tras-caer-12.5-en-el-2020>. Obtenido de <https://iimp.org.pe/raiz/bcr:-produccion-minera-crecera-14.4-en-el-2021,-tras-caer-12.5-en-el-2020>
  - RAIMONDI, A. (2011). Términos De Referencia de estudio de impacto ambiental semidetsllsdo. Obtenido de Terminos de referencia : <file:///E:/lab%20quimic/-%20TDR%20ANTONIO%20RAYMONDI.pdf>.
  - SRL, C. G. (02 de FEBRERO de 2018). <https://es.scribd.com/document/472242894/CAP-II-ANTECEDENTES-DEL-PROYECTO-PLANTA-DE-BENEFICIO-PROGRESO>. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/472242894/CAP-II-ANTECEDENTES-DEL-PROYECTO-PLANTA-DE-BENEFICIO-PROGRESO>.

- SRL, C. G. (2018). <https://es.scribd.com/document/472242894/CAP-II-ANTECEDENTES-DEL-PROYECTO-PLANTA-DE-BENEFICIO-PROGRESO>. Progreso Grau Apurimac.
- Mapa de distrito de Progreso (s.f.). Mapa de distrito de Progreso <https://mapas.deperu.com/apurimac/grau/progreso/>.
- 911 Metallurgist (10 de agosto del 2020). Celdas y equipos de flotación. <https://www.911metallurgist.com/metallurgia/equipos-de-flotacion/#La-celda-de-Flotacion-Sub-A-en-Circuitos-Corrosivos>.
- Espiasa asociados. (20 de diciembre del 2020). Bombas horizontales <http://www.espiasa.com.pe/bombas-horizontales.html>.
- Komatsu Mitsui. (28 de diciembre del 2020). Cargador sobre ruedas <http://maquinarias.komatsu.pe/cargador-sobre-ruedas/>.
- Plataforma única del estado peruano. (25 de noviembre del 2020). Instituto geólogo, minero y metalúrgico. <https://www.ingemmet.gob.pe/>.
- Plataforma única del estado peruano. (25 de noviembre del 2020). Ministerio de energía y minas. <http://www.minem.gob.pe/>.
- Portal minero. (01 de enero del 2021). Líder de información y negocio de minería e industria. <https://www.portalminero.com>



## ANEXOS

### ANEXO N°1. REPORTE DE ANALISIS DE CABEZA



**TEC MINING**  
TECNOLOGÍA EN MINERÍA Y LABORATORIOS  
5 PROFESIONALES BRINDANDO RESULTADOS DE CALIDAD\*

- ANÁLISIS QUÍMICO DE MINERALES  
Cu - Au - Pb - Zn - Ag - Bi - Mo - Hg - Sn
- PRUEBAS METALÚRGICAS
- CONSULTORIA EN MEDIO AMBIENTE

### REPORTE DE ANALISIS

#### RA-N°12-009469

---

**DATOS DEL CLIENTE**

A SOLICITUD DE : CÉSAR QUISPE H. / EDGARDO SUCA C.  
 ANALISIS DE : COBRE TOTAL - ORO - PLATA  
 TIPO DE ANALISIS : RECONOCIMIENTO  
 CANTIDAD DE MUESTRAS : 01  
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCION : VISTA ALEGRE - NASCA 17/12/2019 - 19:12 PM  
 CARACTERISTICAS Y CONDICIONES : 01 Bolsa Plástica - Mineral en roca chancada  
 DE RECEPCION DE MUESTRAS : Peso Aprox. 2.350 Kg.  
 FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : VISTA ALEGRE - NASCA 18/12/2019

---


**DETALLES DEL INFORME**

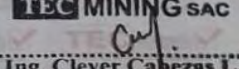
CODIGO	ELEMENTOS		
	% Cu	Au Oz/Tc	Ag Oz/Tc
PRUEBA DE TESIS 1	3.07	0.571	3.145

**NOTA:** Se sugiere análisis de oro Tipo Lote

**MÉTODOS DE REFERENCIA:**

\*\* TEC-VH-01 Determinación de Cobre Total  
 \*\* TEC-EF-01 Determinación de Oro - Plata

  
**Ing. Wilmer Nolasco R.**  
Gerente General

  
**Ing. Clever Cabezas L.**  
Jefe de Laboratorio  
CIP 188712

Este informe de ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de TECMINING SAC.


---

Of. Principal: Av. Panamericana Sur 0521 - Casco Urbano con Capac Yupanqui - Vista Alegre - N  
 Of. Chala: Av. 19 de Diciembre Mz. 36 Lt. 9 - La Aguadita - Chala / Cel. 922 710 952  
 95315280 - RPM 943484514    tecminingsac@gmail.com • laboratorio@tecla

Fuente: TECMINING laboratorio de análisis químico - metalúrgico.

## ANEXO N° 2 REPORTE DE ANALISIS CONCENTRADO

Página: 1 de 1



**TEC MINING**  
TECNOLOGÍA EN MINERÍA Y LABORATORIOS  
"LÍDERES PROFESIONALES BRINDANDO RESULTADOS DE CALIDAD"

- ANÁLISIS QUÍMICO DE MINERALES.  
Cu - Au - Pb - Zn - As - Bi - Mo - Hg - Sb - CaO
- PRUEBAS METALÚRGICAS.
- CONSULTORIA EN MEDIO AMBIENTE

### REPORTE DE ANALISIS RA-N°01-010451

**DATOS DEL CLIENTE**

A SOLICITUD DE : CESAR QUISPE H. / EDGARDO SUCA C.

ANÁLISIS DE : COBRE TOTAL - ORO - PLATA

TIPO DE ANÁLISIS : RECONOCIMIENTO

CANTIDAD DE MUESTRAS : 01

LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN : VISTA ALEGRE - NASCA 29/01/2020 - 08:00 AM

CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES : 01 Bolsa Plástica Sellada - Concentrado

DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : Peso Aprox. 0.850 Kg.

FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : VISTA ALEGRE - NASCA 30/01/2020


**DETALLES DEL INFORME**

CODIGO	ELEMENTOS		
	% Cu	Au Oz/Tc	Ag Oz/Tc
CONCENTRADO - PRUEBA DE TESIS II	26.24	1.250	13.340

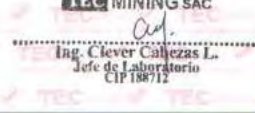
**NOTA:** Se sugiere análisis de oro Tipo Lote

**MÉTODOS DE REFERENCIA:**

\*\* TEC-VH-01 Determinación de Cobre Total  
\*\* TEC-EF-01 Determinación de Oro - Plata



**TEC MINING SAC**  
Ing. Wilmer Nolasco R.  
Gerente General



**TEC MINING SAC**  
Ing. Clever Cabezas L.  
Jefe de Laboratorio  
CIP 188712

Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras entregadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de TECMINING SAC.

Of. Principal: Av. Panamericana Sur 0521 - Casco Urbano con Capac Yupanqui - Vista Alegre - Nasca  
Of. Chala: Av. 19 de Diciembre Mz. 36 Lt. 9 - La Aguadita - Chala / Cel. 922 710 952

☎ 947621284 - 📞 965215280 - 📠 RPM 943484514 ✉ tecminingsac@gmail.com • laboratorio@teclabsperu.com


www.teclabsperu.com

Fuente: TECMINING laboratorio de análisis químico – metalúrgico.



# ANEXO N° 3 REPORTE DE ANALISIS DE RELAVE

Página 1 de 1



**TEC MINING**  
TECNOLOGÍA EN MINERÍA Y LABORATORIOS  
"LÍDERES PROFESIONALES BRINDANDO RESULTADOS DE CALIDAD"

- ANÁLISIS QUÍMICO DE MINERALES.  
Cu - Au - Pb - Zn - As - Bi - Mo - Hg - Sb - CaO
- PRUEBAS METALÚRGICAS.
- CONSULTORIA EN MEDIO AMBIENTE

## REPORTE DE ANALISIS

### RA-N°01-010452

**DATOS DEL CLIENTE**

A SOLICITUD DE : CESAR QUISPE H. / EDGARDO SUCA C.

ANÁLISIS DE : COBRE TOTAL - ORO - PLATA

TIPO DE ANÁLISIS : RECONOCIMIENTO

CANTIDAD DE MUESTRAS : 01

LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN : VISTA ALEGRE - NASCA 29/01/2020 - 08:00 AM

CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES : 01 Bolsa Plástica Sellada - Mineral

DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : Peso Aprox. 0.665 Kg.

FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : VISTA ALEGRE - NASCA 30/01/2020

**DETALLES DEL INFORME**


CODIGO	ELEMENTOS		
	% Cu	Au Oz/Tc	Ag Oz/Tc
RELAVE - PRUEBA DE TESIS II	0.15	0.025	0.220

NOTA: Se sugiere análisis de oro Tipo Lote

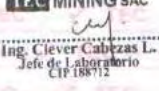
**MÉTODOS DE REFERENCIA**

\*\* TEC-VH-01 Determinación de Cobre Total.

\*\* TEC-EF-01 Determinación de Oro - Plata



**Ing. Wilmer Nolasco R.**  
Gerente General



**Ing. Clever Cabezas L.**  
Jefe de Laboratorio  
CIP 088712

Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras enviadas y no deben ser utilizadas como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
Este informe de ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de TECMINING SAC.

Of. Principal: Av. Panamericana Sur 0521 - Casco Urbano con Capac Yupanqui - Vista Alegre - Nasca  
Of. Chala: Av. 19 de Diciembre Mz. 36 Lt. 9 - La Aguadita - Chala / Cel. 922 710 952

☎ 947621284 - 📞 965215280 - 📠 RPM 943484514 ✉ tecminingsac@gmail.com • laboratorio@teclabsperu.com

www.teclabsperu.com

## ANEXO 4 BALANZA DE PESAJE 60 TN



- Balanzas Camioneras
- Balanzas industriales
- Pesaje para cargador frontal
- Automatización y control
- Obras Civiles
- Celdas de carga
- Indicadores y controladores
- Software de pesaje
- Sistemas de dosificación

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

Callao, 12 de junio del 2020

Cotización N° 00095\_ERTIZA\_2020  
RUC: 20601842158

Señores:  
Atención: Sr. Cesar Quispe Huaraya

Presente.

REFERENCIA: OBRA CIVIL PARA BALANZA DE CAMIONES DE 60 TN, 12x 3m – RAS PISO

Estimado Sr.:

De nuestra especial consideración.

En atención a su amable solicitud, le hacemos llegar nuestra oferta técnica - económica de la opción que ofrecemos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

01- OBRA CIVIL

La obra civil se realiza según planos proporcionados por ERTIZA y aprobados por el cliente.

Se considera una capacidad portante del suelo de 1.5 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 0.9m.

Obras Provisionales:

- Transporte de equipos y herramientas
- Caseta de guardiana y almacenaje
- Limpieza, trazo y replanteo

Movimiento de tierras:

- Excavación de zanjas, cimentación y piso
- Relleno y compactado con material propio
- Eliminación de material sobrante, desalojo

Cimentación en Zapatas:

- Concreto para zapatas de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>
- Acero para zapatas  $f_y= 4200$  kg/cm<sup>2</sup>

Falso Piso:

Dirección: Urb. Alameda Portuaria Mz. A Lt. 25 – Callao / Central: 01-4800479  
info@ertiza.com, ventas@ertiza.com / web: www.ertiza.com



- Habilitado y nivelado subrasante
- Falso piso 1:10 cemento hormigón E=10 cm

Muro perimétrico y parachoques de entrada y salida:

- Encofrado y desencofrado normal en parachoques
- Muro perimétrico de 20cm x 50cm
- Concreto en muros de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero en muros  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Plataformas:

- Concreto  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Encofrado rustico – plástico aislante
- Acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



**ANEXO 5 CATÁLOGOS DE CHANCADORA SYMONS STANDARD (NORBERG).**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>								
DIAMETRO DEL CONO (")	CAVIDAD FINO/GRUESO	AJUSTE DE DESACARGA (mm)		RANGO DE SALIDA (mm)	CAPACIDAD (Tn/Hr)	EJE CONTRARIO (r/min)	POTENCIA (HP)	PESO (Tn)
		LADO CERRADO	LADO ABIERTO					
3"	Fino	13	41	3 - 13	27 - 90	580	100	15
	Medio							
	Grueso	33	60	3 - 16	27 - 100			
4"	Fino	29	57	5 - 16	50 - 132	485	145	20
	Medio	44	73	10 - 16	90 - 145			
	Grueso	56	89	13 - 19	141 - 181			
4 ¼"	Fino	29	64	3 - 16	36 - 163	485	215	27
	Medio	54	89	6 - 16	82 - 163			
	Grueso	70	105	10 - 25	109 - 227			
5 ½"	Fino	35	70	5 - 13	90 - 209	485	320	55
	Medio	54	89	6 - 19	136 - 281			
	Grueso	98	133	10 - 25	190 - 336			
7"	Fino	51	105	5 - 16	190 - 408	435	420	110
	Medio	95	133	10 - 19	354 - 508			
	Grueso	127	178	13 - 25	454 - 599			

**ANEXO 6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SELECCIÓN DE FAJAS TRANSPORTADORAS**

<b>Especificaciones Técnicas</b>						
Se muestra en la siguiente tabla:						
MODELO	ANCHO DE FAJA (mm)	LONGITUD DE LA FAJA(m) / POTENCIA(kw)			VELOCIDAD (m/s)	CAPACIDAD (Tn/Hr)
		CORTA	MEDIA	LARGA		
BC16	400	0 - 12/4	12 - 20/5.5	20 - 25/7.5	0.8 - 2	40 - 80
BC20	500	0 - 12/4	12 - 20/5.5	20 - 30/7.5 - 10	0.8 - 2	78 - 191
BC22	550	0 - 12/5.5	12 - 20/7.5	20 - 25/10	0.8 - 2	80 - 200
BC24	600	0 - 12/5.5	12 - 20/7.5	20 - 30/11	0.8 - 2	100 - 250
BC26	650	0 - 12/5.5	12 - 20/7.5	20 - 30/11	0.8 - 2	131 - 323
BC30	800	0 - 10/5.5	10 - 15/5.5 - 7.5	15 - 25/11 - 15	1 - 2	278 - 546
BC36	900	0 - 10/7.5	12 - 20/11 - 15	20 - 25/15 - 22	1 - 2	300 - 546
BC40	1000	0 - 10/7.5	10 - 20/11 - 15	20 - 25/15 - 22	1 - 2	435 - 546
BC47	1200	0 - 10/11	12 - 20/15 - 22	20 - 25/22 - 30	1 - 2	655 - 1284

## ANEXO N° 07 FACTORES DE DIMENSIONAMIENTO DE ZARANDAS

**Tabla Factor A:**

Pulgadas	1.5	1.25	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	
Abertura Cuadrada de la	1 1/2"	1 1/4"	1"	7/8"	3/4"	5/8"	1/2"	3/8"	1/4"	2
Porcentaje de Area Abierta	69	66	64	63	61	59	54	51	46	73
A TCPH/pie2	4.2	3.89	3.6	3.4	3.1	2.8	2.5	2.1	1.6	4.62

**Tabla Factor B:**

Rechazado	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	38
B	1.1	1	1	0.96	0.92	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.58	0.89

**Tabla Factor C:**

% Tamaño Med	31.6	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Factor C	0.80	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.55	1.7	1.9

**Tabla Factor D:**

Posicion del Tamiz	1ero	2do	3ero
Factor D	1	0.9	0.8

**Tabla Factor E (Tamizado Humedo):**

Abertura	1/32"	1/16"	1/8"	3/16"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1
Factor E	1	1.3	2	2.5	2	1.8	1.4	1.3	1.3

**Tabla Factor F (Densidad Aparente):**

lb/pie3	150	125	100	90	80	75	70	60	50	30	113
Factor F	1.5	1.3	1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	1.1

**Tabla Factor H (Forma de abertura del tamiz):**

Cuadrado	1
Rectangular largo 3 a 4 veces el ancho	1.2
Rectangular largo mayor a 4 veces el ancho	1.2

**Tabla Factor J (Eficiencia):**

Eficiencia	95	90	85	80	75	70	60
Factor J	1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.25

## ANEXO N° 08 CATÁLOGO DE ZARANDAS

Tamaño-Modelo Ancho x Long.	Nro de pisos	Rango de Veloc. ( rpm)	Tam de unid. vibratoria	HP a 1800 rpm <sup>1</sup>	Peso seco neto (lbs)	Peso seco extra ( lbs)	Peso húmedo Neto ( lbs)	Volumen ft. cúbicos	GPM agua rociada <sup>2</sup>
4x14	D	785-985	22SA	10	6315	6715	6755	480	462
4x14	T	785-985	22SA	15	7630	8055	8070	540	462
5x10	S	785-985	22SA	7 ½	5750	6175	6010	410	248
5x10	D	785-985	22SA	7 ½	6475	6900	6885	520	496
5x10	T	785-985	22SA	10	7880	8330	8290	590	496
5x12	S	785-985	22SA	10	5975	6425	6295	480	330
5x12	D	785-985	22SA	10	7060	7535	7520	620	578
5x12	T	785-985	26SA	15	9615	10190	10075	790	578
5x14	S	785-985	26SA	15	6385	6860	6715	520	330
5x14	D	745-935	26SA	15	7640	8115	8120	710	578
5x14	T	745-935	32SA	20	11700	12200	12180	870	578
5x16	S	745-935	32SA	20	8700	9200	9040	690	330
5x16	D	745-935	32SA	20	10250	10075	10740	820	578
5x16	T	745-935	32SA	25	12765	13290	13525	960	578
6x12	S	745-935	32SA	20	8750	9675	9120	540	396
6x12	D	745-935	32SA	20	10105	10630	10695	640	693
6x12	T	745-935	32SA	25	12115	12660	12705	850	693
6x14	S	745-935	32SA	20	9525	10075	9915	810	396
6x14	D	745-935	32SA	20	11070	11620	11670	905	798
6x14	T	745-935	32SA	25	13900	14475	14500	1015	798
6x16	S	745-935	32SA	20	10075	10640	10495	1200	396
6x16	D	745-935	32SA	20	11865	12440	12485	1300	798
6x16	T	745-935	32SA	25	14915	15515	15535	1390	798
7x16	S	745-935	32SA	25	10825	11425	11245	1300	460
7x16	D	745-935	32SA	25	13265	13865	13940	1300	920
7x16	T	MAX 900	40SA	30	18265	18915	18940	1550	920
7x18	S	MAX 900	40SA	30	12525	13175	12975	1400	460
7x18	D	MAX 900	40SA	30	15435	16085	16135	1400	920
7x18	T	MAX 900	40SA	40	19460	20160	20160	1700	920
7x20	S	MAX 900	40SA	30	13745	14445	14325	1500	570
7x20	D	MAX 900	40SA	40	16835	17585	17660	1500	1155
7x20	T	MAX 900	40SA	40	20560	21360	21385	1580	1155

Para obtener la mayor eficiencia de la zaranda la velocidad debe ser ajustada para reunir las condiciones de operación.

La velocidad correcta deberá estar dentro del rango indicado.

Los pesos indicados mas arriba no incluyen el motor de mando, el soporte del motor o pesos extras en la tabla de espesores (schedules), excepto las zarandas húmedas con cañería de rociado.



## ANEXO 09 HIDROCICLONES Y BOMBAS ESPIASA SA.



**ESPIASA**

**ESPINOZA ASOCIADOS SA.**

Hidrociclones - Bombas SRL- Bombas Verticales - Válvulas Pinch- Celdas de Flotación - Planchas de Caucho natural y sintético - Revestimientos - Pegamento.

**ESPINOZA ASOCIADOS - ESPIASA.**



**Referencia:**

**HIDROCICLON Y BOMBAS**

**Cotización : CE-ME-REF078-20**

**Cliente: CONSORCIO COCHASAYHUAS**

**Lima, 24 de junio del 2020**

Calle 2 Mz "H" Lote 3y 4 Urb. San Francisco  
Lima 3, Ate Vitarte - PERU  
Tel.: (01) 326-7351 , (01) 3263286  
Fax: (01) 326-7170

E-mail: [espiasa@terra.com.pe](mailto:espiasa@terra.com.pe)  
[ventas@espiasa.com.pe](mailto:ventas@espiasa.com.pe)  
Web: [www.espiasa.com.pe](http://www.espiasa.com.pe)



**E.S.P.I.A.S.A.**

EMPRESAS ASOCIADAS S.A.

Caracas - Venezuela - Tel: (58) 212 954 1111 - Fax: (58) 212 954 1112  
Calle 25 de Agosto # 103 - Sector Los Capatzen - Caracas - Venezuela

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HIDROCICLONES

FABRICADOS POR ESPIASA ESPECIALMENTE DISEÑADOS PARA TRABAJAR CON PULPAS DE MINERAL

FABRICADOS EN ACERO ESTRUCTURAL SEGÚN NORMA ASTM A-36, TODAS ESTAS PIEZAS METÁLICAS TIENEN INTERIORMENTE SUS RESPECTIVOS FORROS EN CAUCHO NATURAL ANTIABRASIVO DE 40 +/- 5 SHORE "A" DE DUREZA, LOS CUALES SON REEMPLAZABLES.

INCLUYE:

- Cabezal metálico
- Tapa metálica de Cabezal
- Cuerpo cilíndrico Metálico
- Cuerpo Cónico Metálico (Superior e Inferior dependiendo del modelo)
- Soporte de ápex metálico grande
- Placa de manga
- Placa separadora reformada.
- Brida de alimentación embreadada según Norma ANSI B16.5 fabricadas en Fierro Fundido Gris.
- Brida para descarga en el Overflow con conexión vitáulica fabricadas en Fierro Fundido Gris.
- Vortex
- Apex





ESPIASA

EMPRESA ASOCIADOS SA

Caracas, Venezuela

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS BOMBAS SELLO SECO

### CARACTERÍSTICAS:

- Bomba de 5" Ø succión y 4" Ø en la descarga
- Tipo de sello: Seco
- Impulsor cerrado, fabricado en hierro fundido nodular según norma ASTM A-536, revestido con caucho natural anti abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Forro lado succión y lado gland, fabricado con alma acero estructural según norma ASTM A-36, revestido con caucho natural anti abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Los forros e impulsor son intercambiables resistentes a la abrasión y al desgaste.
- Las carcasas de la bomba son fabricadas en hierro fundido gris según norma ASTM A-48 Clase 35.
- Eje fabricado en acero bonificado VCL según norma AISI 4140.
- Soporte cilíndrico fabricado en hierro fundido gris según norma ASTM A-48 clase 35
- Todas las partes metálicas expuestas al medio ambiente son recubiertas con 02 Capas de Anticorrosivo y 01 capa de martillado.

### INCLUYE:

- SISTEMA DE TRANSMISIÓN MEDIANTE POLEAS Y FAJAS (Previs confirmación)
- GUARDA DE SEGURIDAD
- MOTOR ELECTRICO DELCROSA MINERO 30 HP

Marca: DELCROSA

Procedencia: Nacional

Tensión: 460V/trifásico/60Hz.

Tipo de Enc.: TEFC

Norma: IEC-72

Hermeticidad: IP55

Servicio: S1

Montaje: Horizontal

Forma constructiva: B3

Aislamiento: Clase H

Capacidad: 30HP (22Kw)

Temp. de trabajo: 20°C

Altura de trabajo: 4500msnm

Factor de Servicio: 1.15

Velocidad: 1750RPM ( 4 polos )

Frame: NV200L

Rodamientos SKF Explorer

Sensores de temperatura (01 x bobina)

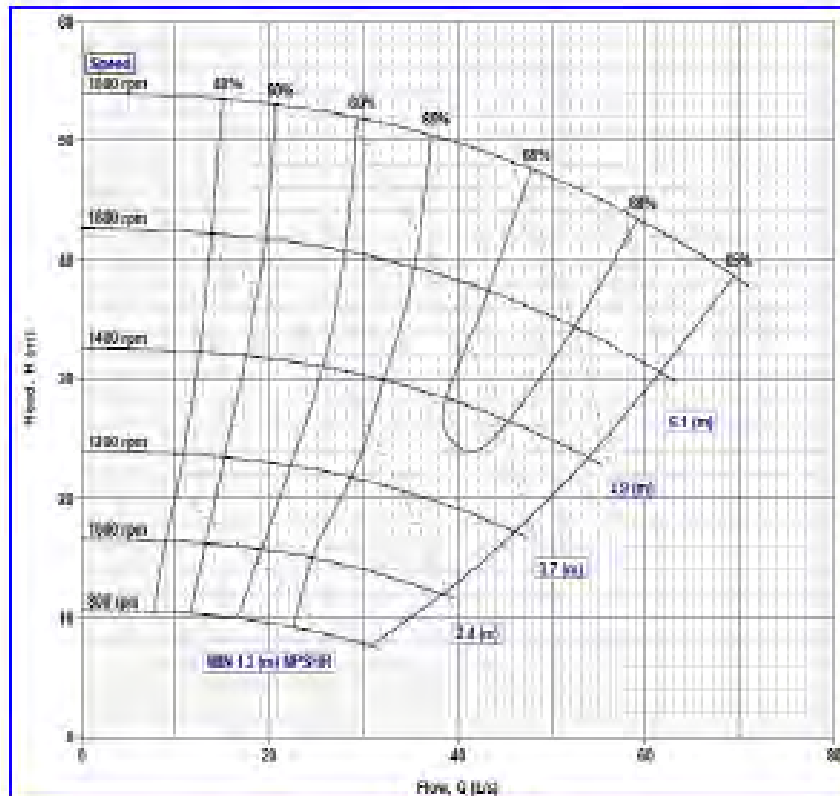


**ESPIASA**  
ESPINOZA ASOCIADOS S.A.

**BOMBA HORIZONTAL SELLO SECO**

**PUMP PERFORMANCE CURVE**

**SIZE: 5" x 4"**



Calle 2 Mz "H" Lote 3y 4 Urb. San Francisco  
Lima 3, Ate Vitarte - PERU  
Tel: (01) 326-7351 , (01) 3263286  
Fax: (01) 326-7170

E-mail: [espiasa@terra.com.pe](mailto:espiasa@terra.com.pe)  
[ventas@espiasa.com.pe](mailto:ventas@espiasa.com.pe)  
Web: [www.espiasa.com.pe](http://www.espiasa.com.pe)





ESPIASA

EMPRESA S.A. ANÓNIMA

Industria, Minería, Energía y Servicios  
Consultoría, Ingeniería y Mantenimiento e Instalación, Rehabilitación, Operación

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS BOMBAS SELLO HÚMEDO

### CARACTERÍSTICAS:

- Tipo de Sello: Húmedo.
- Impulsor abierto, fabricado en fierro fundido nodular según norma ASTM A-336, revestido con caucho natural anti-abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Forro lado succión y lado gland, con alma fabricado en acero estructural según norma ASTM A-36, revestido con caucho natural anti-abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Los forros e impulsor son intercambiables resistentes a la abrasión y al desgaste.
- Las carcasas de la bomba (lado gland y lado succión) son fabricadas en fierro fundido gris según norma ASTM A-48 Clase 35.
- Eje y casquillo separador fabricados en acero bonificado VCL según norma AISI 4140.
- Soporte cilíndrico fabricado en fierro fundido gris según norma ASTM A-48 Clase 35.
- Todas las partes metálicas expuestas al medio ambiente son recubiertas con 02 capas de anticorrosivo y 01 capa de martillado.

### INCLUYE:

- SISTEMA DE TRANSMISIÓN MEDIANTE POLEAS Y FAJAS
- GUARDA DE SEGURIDAD
- MOTOR ELÉCTRICO DELCROSA MINERO 15 HP

Marca: DELCROSA  
Procedencia: Nacional  
Tensión: 460V/trifásico/60Hz.  
Tipo de Enc.: TEFC  
Norma: IEC-72  
Hermeticidad: IP55  
Servicio: S1  
Montaje: Horizontal  
Forma constructiva: B3  
Aislamiento: Clase H  
Capacidad: 15HP (11Kw)  
Temp. de trabajo: 20°C  
Altura de trabajo: 4500msnm  
Factor de Servicio: 1.15  
Velocidad: 1750RPM ( 4 polos )  
Frame: NV160L  
Rodamientos SKF Explorer  
Sensores de temperatura (01 x bobina)



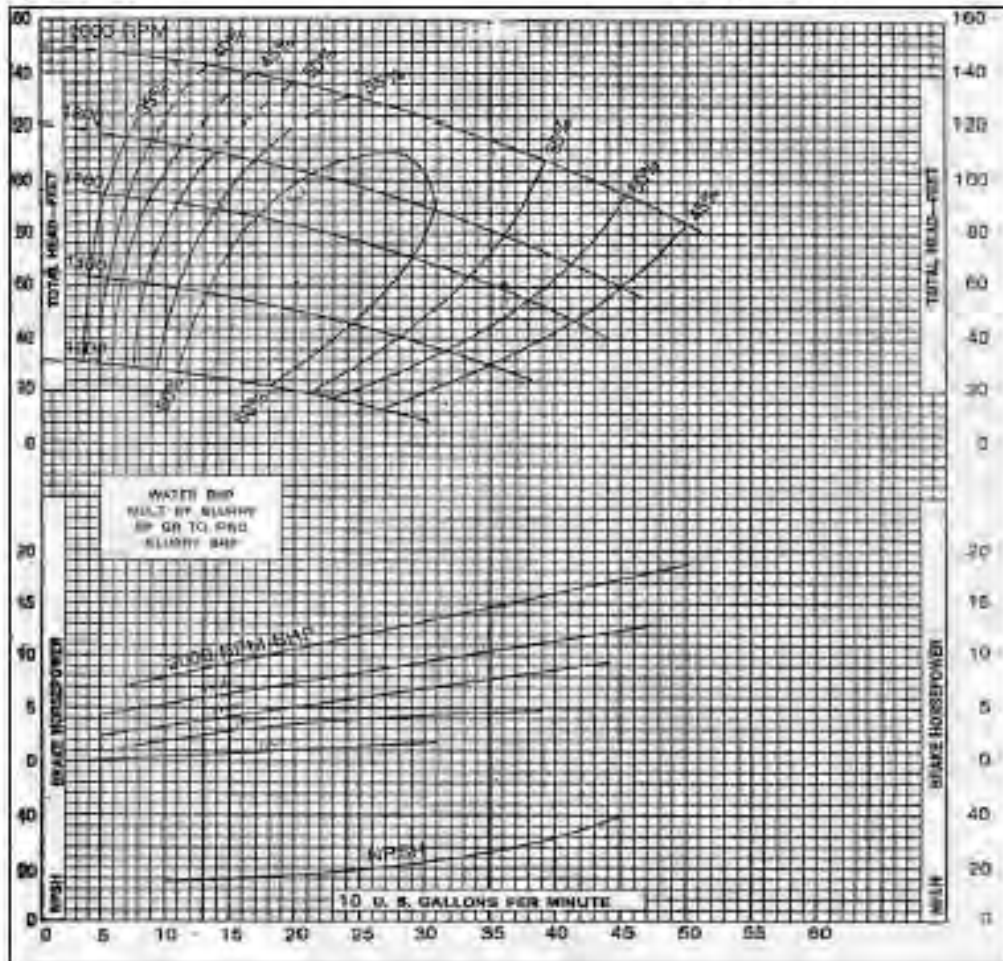
**ESPIASA**  
ESPINOZA ASOCIADOS S.A.

**BOMBA HORIZONTAL ESPIASA - SELLO HÚMEDO**

**PUMP PERFORMANCE CURVE**

SIZE: 3" x 3"

FRAME: TWO



Calle 2 Mz "H" Lote 3y 4 Urb. San Francisco  
Lima 3, Ate Vitarte - PERU  
Tel: (01) 326-7351, (01) 3263286  
Fax: (01) 326-7170

E-mail: [espiasa@terra.com.pe](mailto:espiasa@terra.com.pe)  
[ventas@espiasa.com.pe](mailto:ventas@espiasa.com.pe)  
Web: [www.espiasa.com.pe](http://www.espiasa.com.pe)



ESPIASA

EMPRESA ASOCIADA SA

SEMPRE EN MOVIMENTO  
Especialidade em Máquinas e Equipamentos para a Indústria e Mineração

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS BOMBAS SELLO HÚMEDO

### CARACTERÍSTICAS:

- Tipo de Sello: Húmedo.
- Impulsor abierto, fabricado en hierro fundido nodular según norma ASTM A-536, revestido con caucho natural anti-abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Forro lado succión y lado gland, con alma fabricado en acero estructural según norma ASTM A-36, revestido con caucho natural anti-abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Los forros e impulsor son intercambiables resistentes a la abrasión y al desgaste.
- Las carcasas de la bomba (lado gland y lado succión) son fabricadas en hierro fundido gris según norma ASTM A-48 Clase 35.
- Eje y casquillo separador fabricados en acero bonificado VCL según norma AISI 4140.
- Soporte cilíndrico fabricado en hierro fundido gris según norma ASTM A-48 Clase 35.
- Todas las partes metálicas expuestas al medio ambiente son recubiertas con 02 capas de anticorrosivo y 01 capa de martillado.

### INCLUYE:

- SISTEMA DE TRANSMISIÓN MEDIANTE POLEAS Y FAJAS
- GUARDA DE SEGURIDAD
- MOTOR ELÉCTRICO DELCROSA MINERO 15 HP

Marca: DELCROSA  
Procedencia: Nacional  
Tensión: 460V/trifásica/60Hz.  
Tipo de Enc.: TEFC  
Norma: IEC-72  
Hermeticidad: IP55  
Servicio: S1  
Montaje: Horizontal  
Forma constructiva: B3  
Aislamiento: Clase H  
Capacidad: 15HP (11Kw)  
Temp. de trabajo: 20°C  
Altura de trabajo: 4500msnm  
Factor de Servicio: 1.15  
Velocidad: 1750RPM ( 4 polos )  
Frame: NV160L  
Rodamientos SKF Explorer  
Sensores de temperatura (01 x bobina)





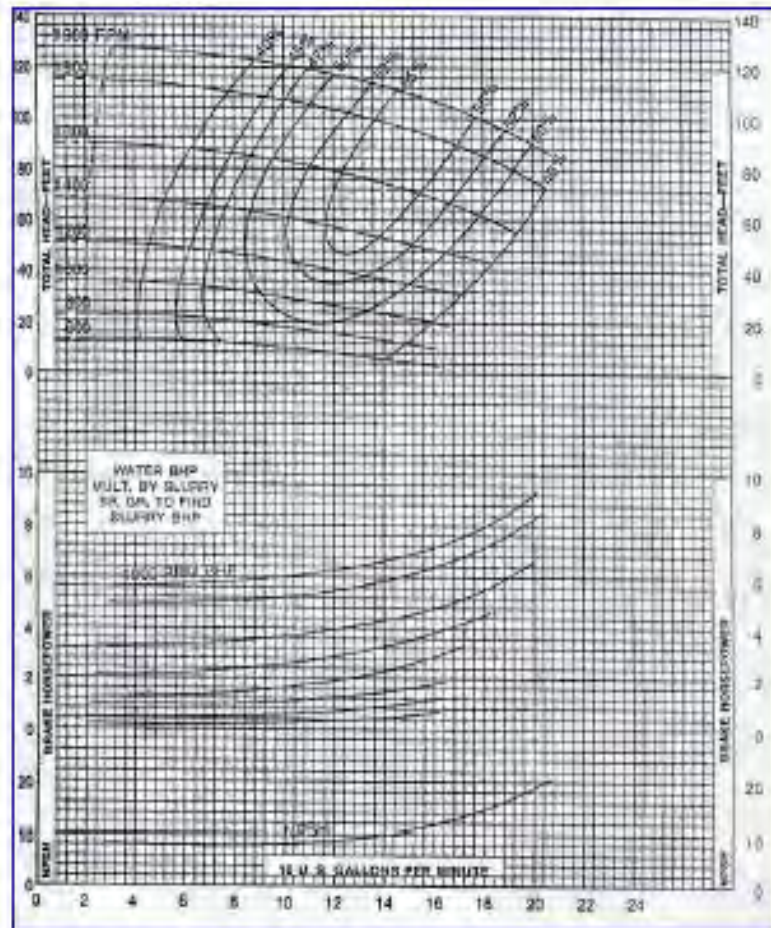
**ESPIASA**  
ESPINOZA ASOCIADOS S.A

**BOMBA HORIZONTAL ESPIASA - SELLO HÚMEDO**

**PUMP PERFORMANCE CURVE**

SIZE: 2.1/2" x 2"

FRAME: ONE



Calle 2 Mz "H" Lote 3 y 4 Urb. San Francisco  
Lima 3, Ate Vitarte - PERU  
Tel: (01) 326-7351, (01) 3263286  
Fax: (01) 326-7170

E-mail: [espiasa@terra.com.pe](mailto:espiasa@terra.com.pe)  
[ventas@espiasa.com.pe](mailto:ventas@espiasa.com.pe)  
Web: [www.espiasa.com.pe](http://www.espiasa.com.pe)





**ESPIASA**

EMPRESA ASOCIADOS SA.

El Comodoro, Salta 4400. Salta, Argentina. [ventas@espiasa.com.ar](mailto:ventas@espiasa.com.ar)

Teléfono: (0347) 4211111 y 4211112 Fax: (0347) 4211113

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS BOMBAS SELLO SECO

### CARACTERÍSTICAS:

- Bomba de 2" Ø succión y 1.1/2" Ø en la descarga
- Tipo de sello: Seco
- Impulsor, fabricado en fierro fundido nodular según norma ASTM A-336, revestido con caucho natural anti abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Forro lado succión y lado gland, fabricado con alma acero estructural según norma ASTM A-36, revestido con caucho natural anti abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Los forros e impulsor son intercambiables resistentes a la abrasión y al desgaste.
- Las carcasas de la bomba son fabricadas en fierro fundido gris según norma ASTM A-48 Clase 35.
- Eje fabricado en acero bonificado VCL según norma AISI 4140.
- Soporte cilíndrico fabricado en fierro fundido gris según norma ASTM A-48 clase 35
- Todas las partes metálicas expuestas al medio ambiente son recubiertas con 02 Capas de Anticorrosivo y 01 capa de martillado.

### INCLUYE:

- SISTEMA DE TRANSMISIÓN MEDIANTE POLEAS Y FAJAS (Previs confirmación)
- GUARDA DE SEGURIDAD
- MOTOR ELECTRICO DELCROSA MINERO 10 HP

Marca: DELCROSA

Procedencia: Nacional

Tensión: 460V/trifásico/60Hz.

Tipo de Enc.: TEFC

Norma: IEC-72

Hermeticidad: IP55

Servicio: S1

Montaje: Horizontal

Forma constructiva: B3

Aislamiento: Clase H

Capacidad: 10HP (7.5Kw)

Temp. de trabajo: 20°C

Altura de trabajo: 4500msnm

Factor de Servicio: 1,15

Velocidad: 1750RPM ( 4 polos )

Frame: NV132M

Rodamientos SKF Explorer

Sensores de temperatura (01 x bobina)



**ESPIASA**

EMPRESA ASOCIADOS SA.

El Comodoro, Salta 4400. Salta, Argentina. [ventas@espiasa.com.ar](mailto:ventas@espiasa.com.ar)

Teléfono: (0347) 4211111 y 4211112 Fax: (0347) 4211113

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS BOMBAS SELLO SECO

### CARACTERÍSTICAS:

- Bomba de 2" Ø succión y 1.1/2" Ø en la descarga
- Tipo de sello: Seco
- Impulsor, fabricado en hierro fundido nodular según norma ASTM A-336, revestido con caucho natural anti abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Forro lado succión y lado gland, fabricado con alma acero estructural según norma ASTM A-36, revestido con caucho natural anti abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Los forros e impulsor son intercambiables resistentes a la abrasión y al desgaste.
- Las carcasas de la bomba son fabricadas en hierro fundido gris según norma ASTM A-48 Clase 35.
- Eje fabricado en acero bonificado VCL según norma AISI 4140.
- Soporte cilíndrico fabricado en hierro fundido gris según norma ASTM A-48 clase 35
- Todas las partes metálicas expuestas al medio ambiente son recubiertas con 02 Capas de Anticorrosivo y 01 capa de martillado.

### INCLUYE:

- SISTEMA DE TRANSMISIÓN MEDIANTE POLEAS Y FAJAS (Previs confirmación)
- GUARDA DE SEGURIDAD
- MOTOR ELECTRIC DELCROSA MINERO 10 HP

Marca: DELCROSA

Procedencia: Nacional

Tensión: 460V/trifásico/60Hz.

Tipo de Enc.: TEFC

Norma: IEC-72

Hermeticidad: IP55

Servicio: S1

Montaje: Horizontal

Forma constructiva: B3

Aislamiento: Clase H

Capacidad: 10HP (7.5Kw)

Temp. de trabajo: 20°C

Altura de trabajo: 4500msnm

Factor de Servicio: 1,15

Velocidad: 1750RPM ( 4 polos )

Frame: NV132M

Rodamientos SKF Explorer

Sensores de temperatura (01 x bobina)



ESPILASA

EMPRESA SUCROALIMENTARIA

INDUSTRIAL S.A. - SUCROALIMENTARIA  
FABRICA DE AZÚCAR Y ALCOHOL - SUCROALIMENTARIA S.A.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS BOMBAS SELLO SECO

### CARACTERÍSTICAS:

- Bomba de 4"  $\varnothing$  succión y 3"  $\varnothing$  en la descarga
- Tipo de sello: Seco
- Impulsor cerrado, fabricado en hierro fundido nodular según norma ASTM A-536, revestido con caucho natural anti abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Forro lado succión y lado gland, fabricado con alma acero estructural según norma ASTM A-36, revestido con caucho natural anti abrasivo de 40-50 Shore "A" de dureza.
- Los forros e impulsor son intercambiables resistentes a la abrasión y al desgaste.
- Las carcasas de la bomba son fabricadas en hierro fundido gris según norma ASTM A-48 Clase 35.
- Eje fabricado en acero bonificado VCL según norma AISI 4140.
- Soporte cilíndrico fabricado en hierro fundido gris según norma ASTM A-48 clase 35
- Todas las partes metálicas expuestas al medio ambiente son recubiertas con 02 Capas de Anticorrosivo y 01 capa de martillado.

### INCLUYE:

- SISTEMA DE TRANSMISIÓN MEDIANTE POLEAS Y FAJAS (Previa confirmación)
- GUARDA DE SEGURIDAD
- MOTOR ELECTRICO DELCROSA MINERO 20 HP

Marca: DELCROSA  
Procedencia: Nacional  
Tensión: 460V/trifásico/60Hz.  
Tipo de Enc.: TEFC  
Norma: IEC-72  
Hermelicidad: IP55  
Servicio: S1  
Montaje: Horizontal  
Forma constructiva: B3  
Aislamiento: Clase H  
Capacidad: 20HP (15Kw)  
Temp. de trabajo: 20°C  
Altura de trabajo: 4500msnm  
Factor de Servicio: 1.15  
Velocidad: 1750RPM ( 4 polos )  
Frame: NV180L

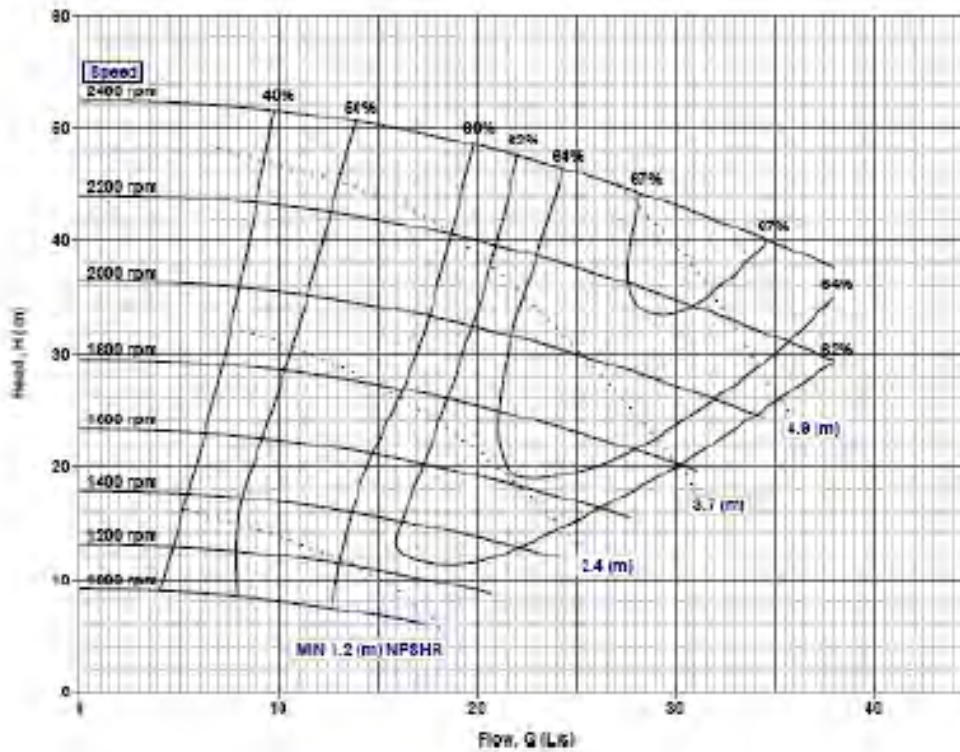


**ESPIASA**  
ESPINOZA ASOCIADOS S.A.

**BOMBA HORIZONTAL SELLO SECO**

**PUMP PERFORMANCE CURVE**

SIZE: 4" x 3"



Calle 2 Mz "H" Lote 3y 4 Urb. San Francisco  
Lima 3, Ate Vitarte - PERU  
Tel.: (01) 326-7351 , (01) 3263286  
Fax: (01) 326-7170

E-mail: [espiasa@terra.com.pe](mailto:espiasa@terra.com.pe)  
[ventas@espiasa.com.pe](mailto:ventas@espiasa.com.pe)  
Web: [www.espiasa.com.pe](http://www.espiasa.com.pe)



**ANEXO 10 GEOMENBRANA HDPE.**



CO20-000876-1  
 Gres.  
 CONSORCIO COCHASAYHUAS  
 Atte. Cesar Quispe

Fecha .....: 15/05/2020  
 Página .....: 1 de 1

Asunto : Solicitud de cotización  
 Referencia :  
 Sirva la presente para saludarlos y hacerles llegar nuestra propuesta por el suministro

**PROPUESTA ECONOMICA**

Descripción	Unid.	Cant.	P.Unif. (USD)	P.Total (USD)	
1 GEOMEMBRANA DE HDPE CIDELSA (P1) Rollo: 7x 135m Peso Aprox. 1346kg 20 rollos en plataforma de 14m	1.5mm LISA 7.00 M 135mt	MT2	107,600.00	3,0800	331,408.00
2 GEOMEMBRANA DE HDPE CIDELSA (N1) Peso rollo: 1,256 kg.	1.50mm LISA 7.0mt 460-2000	MT2	107,600.00	2.9300	315,268.00

	Total	646,676.00
	IGV	116,401.68
	2% PERCEPCIÓN	0.00
	P.TotalUSD	763,077.68

**CONDICIONES COMERCIALES**

**PRECIO** Precio en USD \$  
**FORMA DE PAGO** A 00 DIAS -AL CONTADO  
**TIEMPO ESTIMADO DE ENTREGA** Item 1: 50% 8 días, saldo 10 Días, Item de 50% 30de Julio, saldo 40  
**LUGAR DE ENTREGA** NUESTROS ALMACENES EN LURIN  
**VALIDEZ DE OFERTA** 201 3 Días

**IMPORTANTE**

**Gabriela Roolo Monje Roldan**  
 Asistente Comercial  
 mail: gmonjer@cidelsa.com  
 telf: 6178787 anexo:302  
 Cel: 962755670

- Aceptada la propuesta, las Facturas y GR se emitirán con el mismo detalle de este documento.	<b>BBVA</b> \$/. 09100100070631 01191000010007063175
- Para el recojo de mercadería en nuestros almacenes, deben acercarse con lo siguiente:	<b>US\$</b> 09100100022734 01191000010002273476
- G.R. en blanco (Cliente / Transportista)	<b>BCP</b> \$/. 1920821778086 00219200082177808638
- Copia de O.C.	<b>US\$</b> 1920059147153 00219200005914715337
- Voucher de depósito.	

Lamina cobrada o barrera de baja permeabilidad usada con el fin de controlar la migración de fluidos de proyectos, obras o estructuras. Estabilizada con Antioxidantes que le confieren una alta resistencia a los químicos y una excelente duración. Recomendada para pilas de lixiviación, rellenos sanitarios, juntas de contención, minería, juntas de tratamiento, granjas acuícolas y otros usos de Geomembrana especificación igual o superior a GM13<sup>1</sup>

**GENERALIDADES**

COMPOSICIÓN	Polietileno de alta densidad; pigmento, antioxidantes.
ESTABILIZADOR	Antioxidantes: Fenol - Fosfó.
TONALIDAD	Negro <sup>2</sup>

PROPIEDADES TÉCNICAS <sup>3</sup>	MÉTODO DE ENSAYO	VALORES
Espesor Promedio (mm)	ASTM D 5199	1.50
Espesor Mínimo de 10 lecturas (mm)	ASTM D 5199	1.35
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	ASTM D 791	≥ 0.940
Resistencia a la Rotura (N/mm)	ASTM D 6693 Tipo IV	48
Resistencia en el Punto de Ruptura (N/m)	ASTM D 6693 Tipo IV	24
Elongación a la Rotura (%)	ASTM D 6693 Tipo IV	785
Elongación en el Punto de Ruptura (%)	ASTM D 6693 Tipo IV	75
Resistencia al Puncado (N)	ASTM D 1004	797
Resistencia al Puncado (H)	ASTM D 4833	540
Resistencia al Añejamiento (h)	ASTM D 5397	> 500
Contenido de Negro de humo (%)	ASTM D 4715	2 - 3
Dispersión de Negro de humo <sup>4</sup>	ASTM D 5596	Nota 3
Tiempo de Oxidación Inducida OIT Alta Precisión (min)	ASTM D 5885	> 700
Tiempo de Oxidación Inducida OIT Estándar (min) <sup>5</sup>	ASTM D 3995	> 100
Añejamiento en Hornos a 80°C [% Mínimo retenido de OIT Alta Precisión después de 90 días]	ASTM D 5721 ASTM D 5885	> 80
Resistencia al UV [% Mínimo retenido de OIT Alta Precisión después de 1000 horas]	ASTM D 7236 ASTM G154 ASTM D 5885	> 80
Estabilidad Dimensional (%)	ASTM D 1004	± 1
ESPECIFICACIONES DE ROLLO		
Largo del rollo (m) <sup>6</sup>	-	135
Ancho del rollo (m) <sup>7</sup>	-	7
Área del rollo (m <sup>2</sup> )	-	945

Rev. 04/2016 - P07

**Notas:**

- 1 Esta especificación de producto cumple o excede GM13/14a excepto los valores establecidos para Geomembrana de 0,5 mm, los cuales son extrapolados de los especificados en esta norma.
- 2 Otra tonalidad de color, según requerimiento del cliente.
- 3 Dispersión de Negro de Humo solo en Aglomerados esféricos para no observaciones: 9 en categoría 1 0/2 y 1 en categoría 2.
- 4 OIT Estándar a solicitud del Cliente.
- 5 Para rollos más largos de lo especificado, estos no pueden exceder los 2,000 kg de peso.
- 6 Ancho disponible en rango de 0 a 0,5 m para espesores de 0,5 a 2,0 mm y de 0 a 0,5 m en espesor 2,5 mm.
- 7 Todos los rollos son enrollados en tubo de 6".
- 8 Variación de ancho y largo de +/- 1% con respecto a esta especificación.
- 9 El uso de la información sobre productos y aplicaciones para otros casos es responsabilidad del cliente. CIDELSA no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso inadecuado de esta información.

[www.cidelsa.com](http://www.cidelsa.com)

 Av. Pedro Miata 910, San Juan de Miraflores - Lima - Perú  
 Telef.: (51-1) 817 8787 - [ventas@cidelsa.com](mailto:ventas@cidelsa.com)


## DATOS TÉCNICOS

### GEOTENE®

#### GEOMEMBRANA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) LISA – 1.50 MM GRI-GM13

Las Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) contienen exclusivamente resina virgen. Es compuesta por polietileno, con adición de negro de humo, antioxidantes, termo-estabilizadores y no se emplean otros aditivos.

Fue desarrollada con el objetivo de construir diferentes reservorios y proporcionar protección ambiental. Cumple holgadamente con el estándar de calidad exigido en las normativas vigentes.

Estas especificaciones de producto cumplen el estándar GRI GM13

PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	FRECUENCIA DE ENSAYO	VALOR
Espesor promedio Espesor mínimo absoluto (-10%)	ASTD D5199	mm	Cada rollo	≥ 1.50 ≥ 1.35
Densidad	ASTM D1505 / D792	g/cm <sup>3</sup>	90 000 kg	≥ 0.940
Resistencia a la Fluencia (promedio mín.) <sup>1</sup> Resistencia a la Rotura (promedio mín.) <sup>1</sup> Elongación en la Fluencia (promedio mín.) <sup>1</sup> Elongación en la Rotura (promedio mín.) <sup>1</sup>	ASTM D6693	N/mm N/mm % %	9 000 kg	≥ 22 ≥ 40 ≥ 12 ≥ 700
Resistencia al desgarro (promedio mín.)	ASTM D1004	N	20 000 kg	≥ 187
Resistencia al punzonamiento (promedio mín.)	ASTM D4833	N	20 000 kg	≥ 480
Resistencia al Agrietamiento por esfuerzos ambientales (SP-NCTL)	ASTM D5397	h	GRI-GM10	≥ 500
Contenido de Negro de Humo	ASTM D4218	%	9 000 kg	2.0 a 3.0
Dispersión de Negro de Humo <sup>2</sup>	ASTM D5596	categoría	20 000 kg	Nota 02
OIT Estándar - Tiempo de inducción a la oxidación (promedio mín.)	ASTM D3895	Min.	90 000 kg	≥ 100
Envejecimiento en horno 65°C OIT estándar, % retenido después de 90 días (promedio mín.)	ASTM D5721 / D3895	%	Cada Formulación	≥ 55
Resistencia UV HPOIT % retenido, después de 1600 hrs (promedio mín.)	ASTM D7328 / D5885	%	Cada Formulación	≥ 50

Los índices de referencia son sujetos a cambios/actualizaciones. Se recomienda consultar previamente las especificaciones.

Nota 01 – Valores obtenidos en base a 5 muestras de ensayo en cada dirección (MD y XMD)

Nota 02 – Para 10 vistas: 9 en las categorías 1 o 2 y 1 en la categoría 3



**ANEXO N° 12 SIMULACION DE FINANCIAMIENTO DE LA CAJA MUNICIPALIDAD DE CUSCO.**

CMAL-CUREO S.A.  
AGENCIA WAWICHAS

Req. ( 1 - BMCA  
Fecha : 02/09/2021 10:04

SIMULACION DE CALENDARIO DE PAGOS  
EL CROMOGRAMA DE PAGOS DEFINITIVO SE ENTREGARA EN EL DISEMBRO

CRÉDITO	1								
CLIENTE	1								
TIPO DE CUOTA	1	Fecha Fija - Cuota Fija							
INTERES ANUAL	1	11.3510							
MONTO	1	8300000.00							
MONEDA	1	SOLES							

Nro Cuotas: 126  
PLAZO : 0  
VIGENCIA: Jue, 02 Sep 2021

TASA EFECTIVA ANUAL : 11.35  
TASA COSTO EFECTIVA ANUAL : 13.01

ITEM	FECHA	N°CUOTA	CUOTA	CAPITAL	INTERES	INT. DIFERIDO	SEGURO*	SALDO CAP	ITF	TOTAL
1	Sáb, 02 Oct 2021	1	118246.30	39416.00	7470.00	0.00	4150.00	8260584.00	5.90	118271.90
2	Mar, 02 Nov 2021	2	118246.30	37291.00	76834.92	0.00	4170.29	8223302.92	5.90	118252.20
3	Jue, 02 Dic 2021	3	118247.60	40176.27	74009.73	0.00	4111.65	8183196.65	5.90	118233.50
4	Dom, 02 Ene 2022	4	118207.60	38090.89	76115.11	0.00	4091.60	8145195.76	5.90	118217.50
5	Mié, 02 Feb 2022	5	118186.60	38354.35	75761.65	0.00	4072.60	8106841.41	5.90	118198.50
6	Mié, 02 Mar 2022	6	118164.40	46038.90	68077.10	0.00	4053.47	8068002.51	5.90	118175.30
7	Sáb, 02 Abr 2022	7	118146.40	39139.32	74976.68	0.00	4036.40	8021663.19	5.90	118152.30
8	Lun, 02 May 2022	8	118126.80	41921.03	72194.97	0.00	4018.83	7979742.18	5.90	118132.70
9	Jue, 02 Jun 2022	9	118105.00	39893.30	74222.70	0.00	3999.87	7939844.88	5.90	118111.80
10	Sáb, 02 Jul 2022	10	118085.90	42657.34	71459.64	0.00	3982.92	7897191.50	5.90	118091.80
11	Mar, 02 Ago 2022	11	118064.60	40661.13	73454.87	0.00	3968.60	7856530.37	5.90	118070.50
12	Vie, 02 Sep 2022	12	118044.30	41039.34	73076.66	0.00	3929.27	7815491.03	5.90	118050.30
13	Dom, 02 Oct 2022	13	118023.80	43776.58	70339.42	0.00	3907.75	7771714.45	5.90	118029.70
14	Mié, 02 Nov 2022	14	118001.90	41828.75	72287.75	0.00	3885.86	7729886.20	5.90	118007.80
15	Vie, 02 Dic 2022	15	117980.90	44547.02	69569.98	0.00	3864.94	7685339.18	5.85	117986.75
16	Lun, 02 Ene 2023	16	117958.70	42631.66	71404.34	0.00	3842.67	7642707.52	5.85	117964.55
17	Jue, 02 Feb 2023	17	117937.40	43028.19	71087.81	0.00	3821.35	7599679.83	5.85	117943.25
18	Jue, 02 Mar 2023	18	117915.80	50797.78	63818.22	0.00	3799.84	7549381.55	5.85	117921.65
19	Dom, 02 Abr 2023	19	117890.70	43896.25	70219.75	0.00	3774.69	7505485.30	5.85	117896.35
20	Mar, 02 May 2023	20	117868.70	46566.63	67549.27	0.00	3752.74	7458918.67	5.85	117874.55
21	Vie, 02 Jun 2023	21	117845.50	44737.68	69378.32	0.00	3729.46	7414180.99	5.85	117851.35
22	Dom, 02 Jul 2023	22	117823.10	47388.37	66727.63	0.00	3707.09	7366792.62	5.85	117829.95
23	Mié, 02 Ago 2023	23	117799.40	45594.58	68521.42	0.00	3683.40	7321196.04	5.85	117805.25
24	Sáb, 02 Sep 2023	24	117776.60	46018.67	68097.33	0.00	3660.60	7275179.37	5.85	117782.45
25	Lun, 02 Oct 2023	25	117753.60	48639.39	65476.61	0.00	3637.59	7226539.99	5.85	117759.45
26	Jue, 02 Nov 2023	26	117729.10	46899.13	67216.87	0.00	3613.27	7179440.85	5.85	117735.15
27	Sáb, 02 Dic 2023	27	117705.80	49499.23	64616.77	0.00	3589.82	7130141.62	5.85	117711.65
28	Mar, 02 Ene 2024	28	117681.10	47795.77	66320.23	0.00	3565.07	7082345.85	5.85	117686.95
29	Vie, 02 Feb 2024	29	117657.20	48240.33	65875.67	0.00	3541.17	7034105.52	5.85	117663.05
30	Sáb, 02 Mar 2024	30	117633.00	52928.43	61187.57	0.00	3517.05	6981177.09	5.85	117638.85



SIMULACION DE CALENDARIO DE PAGOS  
 PLAN DE PAGOS

-----										
CREDITO :										
CLIENTE :										
TIPO DE CUOTA : Fecha Fija - Cuota Fija										
INTERES ANUAL : 11.3510										
MONTO : 8300000.00										
MONEDA : SOLES										
-----										
Nro Cuotas: 120										
PLAZO : 0										
VIGENCIA: Jue, 02 Sep 2021										
-----										
Nº	Fecha	Saldo	Pago	Saldo	Saldo	Saldo	Saldo	Saldo	Saldo	Saldo
31	Mar, 02 Abr 2024	31	117606.60	49181.34	64934.66	0.00	3490.59	6931995.75	5.85	117612.45
32	Jue, 02 May 2024	32	117582.00	51728.04	62387.96	0.00	3466.00	6880267.71	5.85	117587.85
33	Dom, 02 Jun 2024	33	117556.10	50119.94	63996.06	0.00	3440.13	6830147.77	5.85	117561.95
34	Mar, 02 Jul 2024	34	117531.10	52644.67	61471.33	0.00	3415.07	6777503.10	5.85	117536.95
35	Vie, 02 Ago 2024	35	117504.80	51075.79	63040.21	0.00	3388.75	6726427.31	5.85	117510.65
36	Lun, 02 Sep 2024	36	117479.20	51550.87	62565.13	0.00	3363.21	6674876.44	5.85	117485.25
37	Mié, 02 Oct 2024	37	117453.40	54042.11	60073.89	0.00	3337.44	6620834.35	5.85	117459.85
38	Sáb, 02 Nov 2024	38	117426.40	52533.03	61582.97	0.00	3310.42	6568301.30	5.85	117432.25
39	Lun, 02 Dic 2024	39	117400.10	55001.29	59114.71	0.00	3284.15	6513300.01	5.85	117405.95
40	Jue, 02 Ene 2025	40	117372.60	53533.25	60582.75	0.00	3256.65	6459766.76	5.85	117378.45
41	Dom, 02 Feb 2025	41	117345.90	54031.18	60084.82	0.00	3229.88	6405735.58	5.85	117351.75
42	Dom, 02 Mar 2025	42	117318.90	60323.91	53792.09	0.00	3202.87	6345411.67	5.85	117324.75
43	Mié, 02 Abr 2025	43	117288.70	55094.85	59021.15	0.00	3172.71	6290316.82	5.85	117294.55
44	Vie, 02 May 2025	44	117261.20	57503.15	56612.85	0.00	3145.16	6232813.67	5.85	117267.05
45	Lun, 02 Jun 2025	45	117232.40	56142.16	57973.84	0.00	3116.41	6176671.51	5.85	117238.25
46	Mié, 02 Jul 2025	46	117204.30	58525.96	55590.04	0.00	3088.34	6118145.55	5.85	117210.15
47	Sáb, 02 Ago 2025	47	117175.10	57208.74	56907.26	0.00	3059.07	6060936.81	5.85	117180.95
48	Mar, 02 Sep 2025	48	117146.50	57740.86	56375.14	0.00	3030.47	6003195.95	5.85	117152.35
49	Jue, 02 Oct 2025	49	117117.60	60087.24	54028.76	0.00	3001.60	5943108.71	5.85	117123.45
50	Dom, 02 Nov 2025	50	117087.50	58836.82	55279.18	0.00	2971.55	5884271.89	5.85	117093.35
51	Mar, 02 Dic 2025	51	117056.10	61157.55	52958.45	0.00	2942.14	5823114.34	5.85	117063.95
52	Vie, 02 Ene 2026	52	117027.60	59992.94	54163.06	0.00	2911.56	5763161.40	5.85	117033.45
53	Lun, 02 Feb 2026	53	116997.60	60510.58	53605.42	0.00	2881.58	5702650.82	5.80	117003.40
54	Lun, 02 Mar 2026	54	116967.30	66228.06	47887.94	0.00	2851.33	5636422.76	5.80	116973.10
55	Jue, 02 Abr 2026	55	116934.20	61689.43	52426.57	0.00	2818.21	5574733.33	5.80	116940.00
56	Sáb, 02 May 2026	56	116903.40	63943.40	50172.60	0.00	2787.37	5510789.43	5.80	116909.20
57	Mar, 02 Jun 2026	57	116871.40	62857.99	51258.01	0.00	2755.39	5447931.94	5.80	116877.20
58	Jue, 02 Jul 2026	58	116840.00	65084.61	49031.39	0.00	2723.97	5382847.33	5.80	116845.80
59	Dom, 02 Ago 2026	59	116807.40	64048.03	50067.97	0.00	2691.42	5318799.30	5.80	116813.20
60	Mié, 02 Sep 2026	60	116775.40	64643.77	49472.23	0.00	2659.40	5254155.53	5.80	116781.20
61	Vie, 02 Oct 2026	61	116743.10	66828.60	47287.40	0.00	2627.08	5187326.93	5.80	116748.90
62	Lun, 02 Nov 2026	62	116709.70	65866.64	48249.36	0.00	2593.66	5121460.29	5.80	116715.50

## ANEXO N° 13 PERMISO DE LA COMUNIDAD DE PROGRESO-COCHASAYHUAS PARA REALIZAR TRABAJOS DE INVESTIGACION

**SOLICITO:** Permiso Para realizar trabajos de Investigación y licencia social (tesis)

SR....

**PRESIDENTE DE LA CONCESIÓN MINERA...**

**SECTOR COCHACUNCA, PROGRESO-GRAU- APURIMAC.**

Yo **Edgardo Suca Cjuno**, identificado con **DNI N° 45553872** con domicilio APV Coricalle San Jerónimo Cusco y **Cesar Quipe Huaraya** identificado con **DNI N° 47037503** con domicilio Comunidad Pampa Phalla Canchis Cusco. Ante Ud. Respetuosamente me presento y expongo:

Que, habiendo culminado la carrera profesional de Ingeniería Metalurgia en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, solicito a Ud. Permiso Para realizar trabajos de investigación (tesis), y facilidad para preparación de muestras y licencia social. intitulado **"INSTALACIÓN DE UNA PLANTA CONCENTRADORA POR FLOTACIÓN DE MINERALES SULFURADOS DE COBRE EN LA ZONA DE CONSORCIO COHASAYHUAS GRAU-APURIMAC"** (Proyecto-Pre factibilidad), para optar grado de Ingeniero Metalúrgico.

**POR LO EXPUESTO:**

Ruego a usted acceder a mi solicitud

Cusco, 02 de marzo de 2020



Official stamp of the Mining Concession President, with the name **Guillermo Salgado Salgado** and the title **PRESIDENTE DE LA CONCESIÓN** printed on it. A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.

**ANEXO N° 14 ORIGINALIDAD DE TESIS**

CUSCO, 09 DE JULIO DE 2021

**SEÑOR:**

**Mag. GUILLERMO BARRIOS RUIZ**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y  
METALURGICA**

**ASUNTO: INFORME DE CONCLUSION DE TESIS**

Presente. -

Es grato dirigirme a Ud. En mi condición de asesor de la Tesis: **"INSTALACIÓN DE UNA PLANTA CONCENTRADORA POR FLOTACIÓN DE MINERALES SULFURADOS DE COBRE EN LA ZONA DE CONSORCIO COCHASAYHUAS GRAU-APURIMAC"** (proyecto – pre factibilidad) de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica, desarrollada por los

bachilleres: **Cesar Quispe Huaraya** con código estudiante **111630** y **Edgardo Suca Cjano** con código estudiante **112200**.

Los bachilleres han concluido el trabajo de investigación en forma satisfactoria y alcanzado a su despacho el informe de la tesis y el informe de antiplagio.

Atentamente



Ing. Porfirio Carrasco Tapia

## INFORME DE ORIGINALIDAD

[Aprobado por Resolución Nro. CU 304-2020-UNSAAC]

El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: Instalación de una Planta Concentradora por Flotación de Minerales Sulfurados de Cobre en la zona de Consuelo Cochasyhua Garu-Apuimay (Proyecto de Prefeasibilidad), presentado por los Bachilleres César Quipe Huaraya con No de DN 47057303 y Edgardo Suca Cjuno con Nro. de DNI 45553872 para optar el título profesional de Ingeniero Metalúrgico, informa que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por una vez, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8

**Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación concluidos a grado académico o título profesional, tesis**

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 30 de junio de 2021



Firma

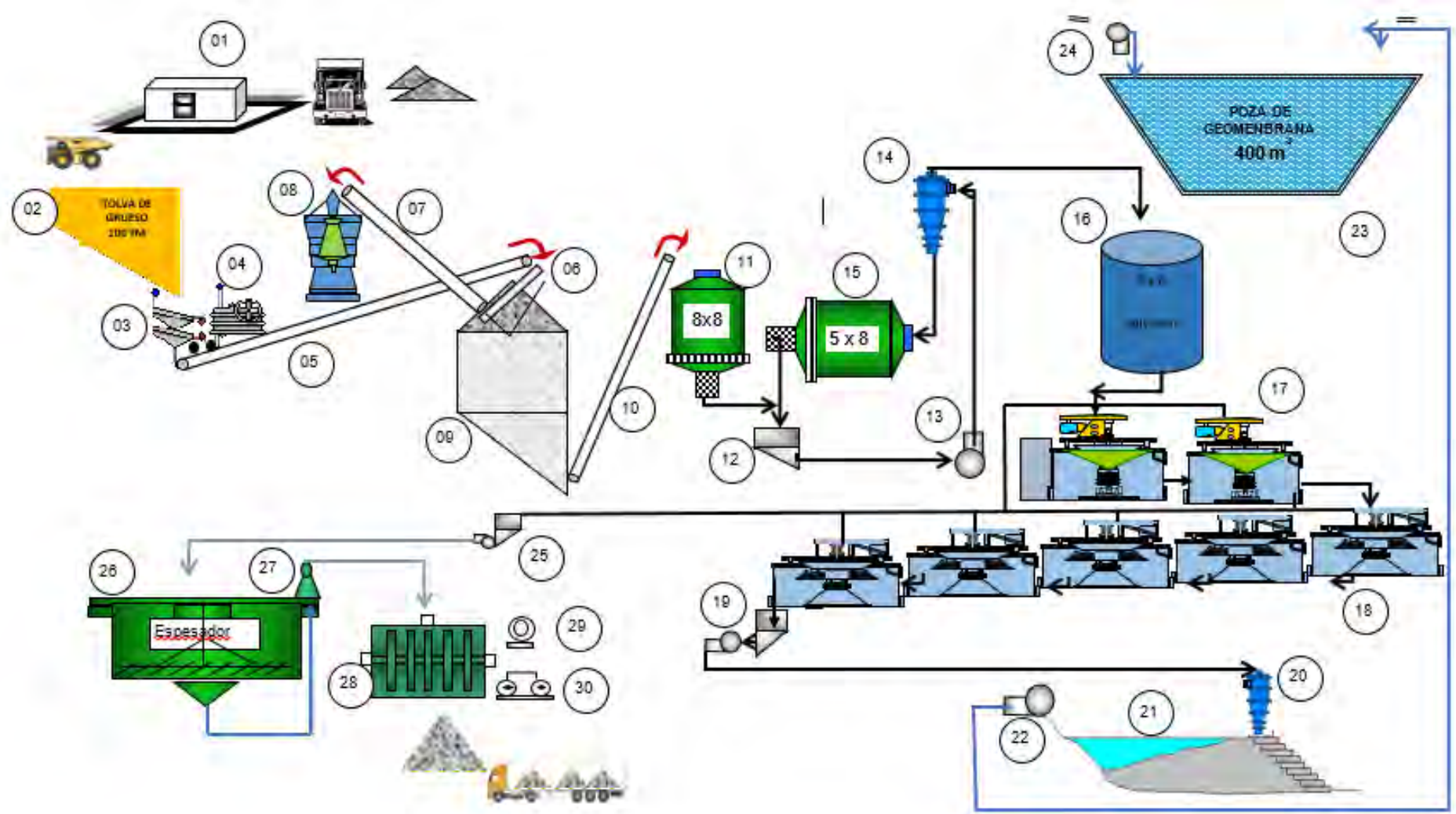
Post firma: Porfirio Carrasco Tapia

Nro. de DNI : 24002881

**Se adjunta:**

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

ANEXO N° 15 DIAGRAMA DE FLUJO



**LEYENDA**

<b>Ítem</b>	<b>LEYENDA:</b>
1	Balanza de Plataforma 60 TM
2	Tolva de Gruesos 100 TMH
3	Zaranda
4	Chancadora de quijetas 16 x 24
5	Faja transportadora N° 01
6	Zaranda 5 x 10
7	Faja transportadora N° 02
8	Chancadora cónica 3 FT
9	Tolva de finos 80 TM
10	Faja transportadora N° 03
11	Molino de bolas 8 x 8
12	Muestreador automático
13	Bomba
14	Hidrociclón D8
15	Molino de bolas 5 x 8
16	Agitador 8 x 8
17	Celdas dúplex N° 01 - 02 de 38 x 38
18	Celdas WS N° 01, 02, 03, 04 y 05 de 8 x 8
19	Bomba
20	Hidrociclón D8
21	Posa de relave de 300.000 m <sup>3</sup>
22	bomba
23	Poza de geo membrana de 400 m <sup>3</sup>
24	Bomba
25	Bomba
26	Espesador
27	Bomba de diafragma
28	Filtro
29	Soplador de aire
30	Bomba de vacío comesa



**ANEXO: N° 16 FIGURA SUMINISTRO DE AGUA LAGUNA  
COCHASAYHUAS**



Fuente: [fotografía de Cesar Quispe] (laguna Cochasayhuas Progreso-Grau-Apurímac, 2018)

**ANEXO: N° 17 SITIO DEL PROYECTO COCHACUNCA**



Fuente: [fotografía de Cesar Quispe] (laguna Cochasayhuas Progreso-Grau-Apurímac, 2018)