



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y**  
**METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DE LA  
PLANTA MINERA CONFIANZA S.A.C. DE 140 TM/DIA A 200  
TM/DIA PARA LA LIXIVIACIÓN DE MINERALES AURÍFEROS**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. GERMAN MAMANI VARGAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO METALURGISTA**

**PUNO - PERU**

**2022**



## DEDICATORIA

*“Dedicada a Dios quien supo guiarme por el buen camino, muy especialmente a mis padres Toribio y Emetería C. por inspirar en mí el deseo de superación en todo momento, A mis hermanos, familia y amigos por ser parte de un logro más.”*

***German Mamani Vargas.***



## AGRADECIMIENTO

- *Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano, mi alma mater, a la facultad de Ing. Geológica e Ing., Metalúrgica a la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica, por haber contribuido en mi formación profesional.*
- *A la plana docentes, miembros del jurado de mi tesis; muy particular a mi director/asesor Dr. Héctor Clemente Herrera Córdova por guiar esta investigación y formar parte de otro objetivo alcanzado.*
- *A Minera Confianza S.A.C. por haber depositado en mí la confianza y permitirme esa oportunidad de realizar este estudio. Gracias a todas las personas que me ayudaron directa e indirectamente en la elaboración de este trabajo.*

***German Mamani Vargas.***



# ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 14**

**ABSTRACT..... 15**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 16**

**1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA ..... 17**

**1.3. HIPÓTESIS ..... 17**

1.3.1. Hipótesis general ..... 17

1.3.2. Hipótesis específicas..... 17

**1.4. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO..... 17**

**1.5. OBJETIVOS..... 18**

1.5.1. Objetivo general..... 18

1.5.2. Objetivos específicos ..... 18

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES ..... 19**



<b>2.2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.2.1. ¿Porque la ampliación es estudio de factibilidad? .....	21
2.2.2. Estudio de factibilidad .....	23
2.2.3. Proyecto de ampliación.....	24
2.2.4. Incremento de capacidad de producción.....	24
2.2.5. Molienda y clasificación .....	25
2.2.6. Descripción del proceso de cianuración .....	27
2.2.7. Química de la cianuración .....	28
2.2.8. Métodos de cianuración .....	30
2.2.9. Lixiviación por agitación .....	32
2.2.10. Sistema de agitación .....	32
2.2.11. Principios básicos del oro .....	33
2.2.12. Mineralogía de los minerales auríferos.....	33
2.2.13. Tecnología del carbón activado para extraer oro.....	35
2.2.14. Tecnología de electrodeposición .....	35
2.2.15. Tecnología de la fundición .....	36
2.2.16. Tecnología de la refinación .....	36

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y METODOLOGÍA**

<b>3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3. MATERIAL DE ESTUDIO PARA LA AMPLIACION.....</b>	<b>39</b>
<b>3.4. METODOLOGIA .....</b>	<b>40</b>
<b>3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>41</b>
3.5.1. Población .....	41



3.5.2. Muestra .....	41
<b>3.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>41</b>
3.6.1. Recolección de datos .....	41
3.6.2. Análisis de datos .....	42
3.6.3. Determinación de aspectos tecnológicos .....	42
3.6.4. Instrumentos básicos.....	43
<b>3.7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>43</b>
3.7.1. Variable independiente .....	43
3.7.2. Variable dependiente .....	43
<b>3.8. CARACTERIZACIÓN DEL MINERAL .....</b>	<b>43</b>
3.8.1. Caracterización Mineralógica .....	45
3.8.2. Caracterización geoquímica.....	45
3.8.3. Característica fisicoquímica.....	45
3.8.4. Caracterización metalúrgica .....	45
<b>3.9. PRUEBAS METALÚRGICAS .....</b>	<b>46</b>
3.9.1. Personal involucrado .....	47
3.9.2. Equipo / herramienta / materiales .....	47
3.9.3. Realización de la prueba - consumo de reactivo y % de recuperación.....	49
3.9.4. Determinación del tiempo de agitación .....	49
<b>3.10. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO ACTUAL DE PLANTA ...</b>	<b>50</b>
3.10.1. Sección acopio y recepción .....	50
3.10.2. Sección de chancado y muestreo .....	51
3.10.3. Sección de laboratorio químico – metalúrgico .....	55
3.10.4. Sección de molienda, cianuración y adsorción.....	57
3.10.5. Cosecha del carbón cargado .....	60



3.10.6. Sección de desorción y fundición .....	61
3.10.7. Disposición del relave.....	62
<b>3.11. ANÁLISIS Y CONTROL DEL PROCESOS.....</b>	<b>63</b>
3.11.1. Proceso de lixiviación (CIP) .....	63
3.11.2. Control de densidad y porcentaje de solido de pulpa.....	64
3.11.3. Determinación de cianuro libre .....	65
3.11.4. pH adecuado .....	66
3.11.5. Análisis de malla.....	67
3.11.6. Análisis granulométrico del hidrociclón.....	67
3.11.7. Reactivos y aceros .....	68
3.11.8. Variables que influyen en el proceso de cianuración .....	71
<b>3.12. CÁLCULOS METALÚRGICOS A CONDICIONES ACTUALES.....</b>	<b>72</b>
3.12.1. Cálculo de la velocidad critica molino chino 6ft *10ft.....	72
3.12.2. Cálculo del % de la Velocidad Crítica molino 6ft*10ft: .....	72
3.12.3. Determinación de la carga circulante del proceso en ampliación.....	73
3.12.4. Determinación de la eficiencia de la clasificación D6.....	74
3.12.5. Determinación de la capacidad de los tanques agitadores .....	75
3.12.6. Determinación del flujo pulpa .....	76
3.12.7. Determinación del tiempo de residencia para la adsorción .....	77
3.12.8. Determinando factor faja .....	78
3.12.9. Determinación de ley mediante método Newmont .....	78
<b>3.13. BALANCE METALÚRGICO .....</b>	<b>79</b>
3.13.1. Balance de agua .....	82
3.13.2. Balance energético.....	83
<b>3.14. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS.....</b>	<b>85</b>



3.14.1. Costo de proceso.....	85
-------------------------------	----

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. DIAGRAMA DE FLUJO .....</b>	<b>95</b>
<b>4.2. BALANCE METALÚRGICO .....</b>	<b>96</b>
4.2.1. Balance de materia.....	96
4.2.2. Balances metalúrgicos proyectados.....	97
<b>4.3. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS.....</b>	<b>98</b>
<b>4.4. CUADROS COMPARATIVOS 140 TMS vs 200 TMS .....</b>	<b>103</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>109</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>112</b>

**Área :** Metalurgia extractiva

**Tema :** Proyecto y diseño de plantas metalúrgicas

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 09 de febrero del 2022





## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Mecanismo de Corrosion del Oro .....	29
<b>Figura 2.</b> Ubicación de la Planta de Beneficio .....	38
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo Laboratorio Químico Metalúrgico .....	46
<b>Figura 4.</b> Tonelaje versus Consumo de Reactivo .....	69
<b>Figura 5.</b> Tonelaje versus Consumo De Bolas de Acero .....	71
<b>Figura 6.</b> Prueba de Agitación, Consumo de Reactivos y % De Recuperación de Au. 91	91
<b>Figura 7.</b> Flow sheet Proyectado de Minera Confianza S.A.C 200 TMS/Dia.....	95
<b>Figura 8.</b> Balance de Materia Proyectado de Molienda y Lixiviación 200 TMS/Dia ...	96
<b>Figura 9.</b> Flow sheet Actual de Minera Confianza .....	117
<b>Figura 10.</b> Balance de Materia actual Molienda y Lixiviación .....	118
<b>Figura 11.</b> Ilustraciones Planta de Beneficio Minera Confianza .....	121



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Coordenadas UTM de la Planta .....	39
<b>Tabla 2.</b> Especificaciones Técnicas en el Área de Recepción .....	54
<b>Tabla 3.</b> Especificaciones Técnicas en el Área de Recepción sección Polveo .....	54
<b>Tabla 4.</b> Volumen Útil, Tiempo de Residencia y Peso De Carbón por Tanque .....	59
<b>Tabla 5.</b> Especificaciones técnicas en el Área de Molienda y Cianuración.....	59
<b>Tabla 6.</b> Balance Anual 2020 de Consumo de Reactivos .....	69
<b>Tabla 7.</b> Balance Anual 2020 de Consumo de bolas de Acero .....	70
<b>Tabla 8.</b> Parámetros para el Cálculo de la Carga Circulante .....	74
<b>Tabla 9.</b> Balance Diario Molienda y Lixiviación 140 TMS/día. ....	80
<b>Tabla 10.</b> Balance Mensual Molienda y Lixiviación 140 TMS/día.....	80
<b>Tabla 11.</b> Balance Mensual Desorción Fundición .....	81
<b>Tabla 12.</b> Balance Mensual Relaves de lixiviación .....	81
<b>Tabla 13.</b> Balance Mensual General .....	82
<b>Tabla 14.</b> Balance Diario de Agua.....	83
<b>Tabla 15.</b> Costo Energético Acopio y Recepción .....	83
<b>Tabla 16.</b> Costo Energético Polveo.....	84
<b>Tabla 17.</b> Costo Energético Molienda y Lixiviación .....	84
<b>Tabla 18.</b> Total Costo Energético Mensual.....	85
<b>Tabla 19.</b> Maquila a Condiciones Actuales .....	86
<b>Tabla 20.</b> Consideraciones Económicas y Beneficio Mensual .....	87
<b>Tabla 21.</b> Balance Mensual proyectado de Molienda y Lixiviación 200 TM/dia. ....	97
<b>Tabla 22.</b> Balance Mensual General Proyectado .....	97



<b>Tabla 23.</b> Costos De Ampliación .....	98
<b>Tabla 24.</b> Detalle resumido de Gastos de Tanque agitador a Implementar .....	99
<b>Tabla 25.</b> Maquila a Condiciones Proyectada.....	100
<b>Tabla 26.</b> Costos De Producción Proyectado.....	100
<b>Tabla 27.</b> Balance energético Acopio, Recepción y Polveo .....	101
<b>Tabla 28.</b> Costo Energético Molienda, Lixiviación Y Otros .....	102
<b>Tabla 29.</b> Cuadro Comparativo de Balance General 140 TM vs 200 TM.....	103
<b>Tabla 30.</b> Cuadro Comparativo de Costo de Maquila Actual vs Proyectada.....	104
<b>Tabla 31.</b> Cuadro Comparativo de Costos de Producción Mensual 4200 vs 6000 TM105	
<b>Tabla 32.</b> Equipos de Procesamiento Capacidad Actual vs Proyectada .....	106
<b>Tabla 33.</b> Fabricación de Tanque Agitador 30ft x 30ft – Tanque Metálico .....	112
<b>Tabla 34.</b> Descripción de la Fabricación de Baffles - Tanque Agitador 30ft x 30ft .....	112
<b>Tabla 35.</b> Fabricación y Montaje sistema de Transmisión y Puente Tk 30ft x 30ft ....	114
<b>Tabla 36.</b> Fabricación de soporte del Motor - Tanque Agitador 30ft x 30ft.....	115
<b>Tabla 37.</b> Fabricación vías de acceso, Barandas y Pasamanos Tanque 30ft x 30ft .....	116
<b>Tabla 38.</b> Costos de Proceso Año 2020 Minera Confianza .....	119
<b>Tabla 39.</b> Costos de Maquila año 2020 Minera Confianza.....	120



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>A</b>	:	Amperios
<b>Ag</b>	:	Plata
<b>AgNO<sub>3</sub></b>	:	Nitrato de Plata
<b>Au</b>	:	Oro
<b>CC</b>	:	Carga Circulante
<b>CIC</b>	:	Carbón en Columnas
<b>CIL</b>	:	Carbón en Lixiviación
<b>CIP</b>	:	Carbón en Pulpa
<b>cm</b>	:	Centímetro
<b>Dp</b>	:	Densidad de pulpa
<b>ft</b>	:	Pie
<b>g.e</b>	:	Peso específico
<b>gr</b>	:	Gramo
<b>g/l</b>	:	Gramos por Litro
<b>HP</b>	:	Caballo de Fuerza (horse power)
<b>hr</b>	:	Hora
<b>in</b>	:	Pulgada
<b>K</b>	:	Potasio
<b>KI</b>	:	Ioduro de potasio
<b>Kg</b>	:	Kilogramo
<b>kWh</b>	:	Kilowatt hora
<b>kWh/d:</b>		Kilowatt hora por día
<b>l</b>	:	Litro
<b>lb</b>	:	Libras



<b>m</b>	:	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	:	Metros Cuadrados
<b>m<sup>3</sup></b>	:	Metros Cúbicos
<b>mg</b>	:	Miligramo
<b>ml</b>	:	Mililitro
<b>mm</b>	:	Milímetro
<b>NaCN</b>	:	Cianuro de sodio
<b>NaOH</b>	:	Hidróxido de sodio
<b>Oz/Tc</b>	:	Onza por Tonelada Corta
<b>ppm</b>	:	Partes por Millón
<b>psi</b>	:	Libras por Pulgada Cuadrado
<b>rpm</b>	:	Revolución por minuto
<b>S.A.C.</b>	:	Sociedad Anónimo Cerrado
<b>Tn</b>	:	Tonelada
<b>Tc</b>	:	Toneladas Cortas
<b>TM</b>	:	Toneladas Métricas
<b>TM/Día</b>	:	Toneladas Métricas Diarias
<b>TMH</b>	:	Toneladas Métricas Húmedas
<b>TMS</b>	:	Toneladas Métricas Secas
<b>TMSD</b>	:	Toneladas Métricas Secas Diarias
<b>US\$</b>	:	Dólares Estadunidenses
<b>v</b>	:	Voltio
<b>%</b>	:	Porcentaje
<b>°C</b>	:	Grados Celsius



## RESUMEN

La presente investigación titulada “Estudio de factibilidad para la ampliación de la planta Minera Confianza S.A.C. de 140 TM/día. a 200 TM/día. para la lixiviación de minerales auríferos” se realizó con el objetivo de ampliar la capacidad de procesamiento en una planta de proceso (CIP), todo esto basado en una metodología experimental cuantitativa, las cuales nos muestra las consideraciones técnicas aplicadas para lograr un aumento nominal del 42% en la capacidad de procesamiento, para esto se establecieron los balances de materia de cada sección involucrada, se determinó las capacidades de los diferentes equipos, el diseño está dado en base a la memoria descriptiva de la planta, pruebas metalúrgicas. La ampliación involucra netamente al área de molienda y lixiviación, en la cual se implementará un molino de bolas de 5ft x 5ft de 75 HP que opera a una velocidad de 26 rpm con un porcentaje de sólido de 72%, este formará parte de la molienda secundaria junto al actual molino de bolas de similares características, estos dos en un circuito abierto, a su vez la adquisición de una bomba de lodos 5in x 5in de 30 HP, un hidrociclón D-8 y por último la fabricación de un tanque de agitación mecánica de 30ft x 30ft con un motor de 100 HP con una velocidad de operación de 37 rpm, que se sumara a los seis tanques haciendo que el tiempo de residencia para la adsorción aumente de 77 a 86 horas elevando el porcentaje de recuperación general a 95.29%. Por lo tanto, las modificaciones llevadas a cabo para escalar en el proceso se verían reflejadas en los resultados de una mejor recuperación, reducción de costos de operación y otros beneficios. Así mismo se muestran las consideraciones económicas de inversión, flow sheet proyectado, parámetros operativos de control durante la lixiviación, y finalmente demostrar la factibilidad del estudio.

**Palabras clave:** Ampliación, Aurífero, Factibilidad, Lixiviación, Planta.



## ABSTRACT

This research entitled "Feasibility study for the expansion of the Minera Confianza S.A.C. of 140 MT/day. at 200 MT/day. for the leaching of gold-bearing minerals" was carried out with the objective of expanding the processing capacity in a processing plant (CIP), all this based on a quantitative experimental methodology, which shows us the technical considerations applied to achieve a nominal increase in the 42% in the processing capacity, for this the material balances of each section involved were established, the capacities of the different equipment were determined, the design is given based on the descriptive memory of the plant, metallurgical tests. The expansion clearly involves the grinding and leaching area, in which a 5ft x 5ft 75 HP ball mill will be implemented that operates at a speed of 26 rpm with a solid percentage of 72%, this will be part of the grinding secondary next to the current ball mill with similar characteristics, these two in an open circuit, in turn the acquisition of a 5in x 5in 30 HP sludge pump, a D-8 hydrocyclone and finally the manufacture of an agitation tank 30ft x 30ft mechanics with a 100 HP motor with an operating speed of 37 rpm, which will be added to the six tanks, causing the residence time for adsorption to increase from 77 to 86 hours, raising the general recovery percentage to 95.29 %. Therefore, the modifications carried out to scale up the process would be reflected in the results of a better recovery, reduction of operating costs and other benefits. Likewise, the economic considerations of investment, projected flow sheet, operational control parameters during leaching, and finally demonstrate the feasibility of the study are shown.

**Keywords:** Expansion, Gold, Feasibility, Leaching, Plant.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Minera Confianza SAC, inicia sus actividades Minero Metalúrgicos el año 2006 creada para tratar mineral aurífero de sus minas que tiene en la zona Sur del Perú. Se instala la planta para una capacidad nominal de 25 TM/día. julio 2006 precio del oro 630 USD/oz. A fines de ese mismo año se inicia el proceso de acopio, compra de mineral a proveedores de la zona.

La capacidad de procesamiento en ese entonces es de 25 TM/día. muy poca capacidad para competir con las plantas aledañas o vecinas, plantas con una capacidad de 50 hasta 250 TM/día. es a partir de ahí donde se inicia el proceso de ampliación a 50 TM/día. como primer objetivo, se pasa a 80 TM/día. posteriormente a 120 TM/día. a la actualidad 140 TM/día. con una ley promedio de 18 gr Au/TM. y a inicios del 2022 se pretende procesar las 200 TM/día. que se estudian. todo esto ayudado con la subida del precio del oro, actualmente que oscilan entre 1800 USD/oz.

Dichas modificaciones que se estuvieron dando gradualmente en años anteriores a través de las ampliaciones y optimización de los procesos metalúrgicos representan un factor de competitividad y por consiguiente la permanencia de la empresa. El aumento significativo en el suministro de mineral, durante los últimos meses provenientes de las reservas de mina de la empresa, el incremento de tonelaje de mineral acopiado procedente de diversas zonas del país y un futuro posible reprocesamiento de relaves. Minera Confianza ha estado aumentando constantemente sus niveles de rendimiento desde su capacidad nominal de 140 TM/día. en muchas ocasiones llegando a operar a su tasa





máxima de 160 TM/día. lo cual no es la más efectiva ni adecuada. Por tales motivos ya detallados se presenta el siguiente estudio de factibilidad para ampliar su capacidad de procesamiento a 200 TM/día.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cuánto incrementara la capacidad de procesamiento con el Estudio de factibilidad para la ampliación de la planta Minera Confianza S.A.C. de 140 TM/día. a 200 TM/día. para la lixiviación de minerales auríferos?

## **1.3. HIPÓTESIS**

### **1.3.1. Hipótesis general**

La ampliación de la planta Minera Confianza S.A.C. de 140 TM/día. a 200 TM/día. permitirá un aumento nominal del 42 % en la capacidad de procesamiento y bajar los costos de operación.

### **1.3.2. Hipótesis específicas**

Los cálculos como las consideraciones técnicas aplicado a los diferentes equipos son reflejadas en el buen rendimiento de estos.

Consideraciones económicas determinadas para el proyecto de ampliación.

Parámetros operativos de control durante la lixiviación y nuevo tiempo de residencia para la adsorción.

## **1.4. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO**

El aumento significativo en el suministro de mineral, durante los últimos meses provenientes de las reservas de mina de la empresa, el incremento de tonelaje de mineral



acopiado procedente de diversas zonas del país y un futuro posible reprocesamiento de relaves. Minera Confianza ha estado aumentando constantemente sus niveles de rendimiento desde su capacidad nominal de 140 TM/día. en muchas ocasiones llegando a operar a su tasa máxima de 160 TM/día. lo cual no es la más efectiva ni adecuada.

El presente estudio de factibilidad para una futura ampliación permitiría a Minera Confianza mantener su tasa de recuperación de oro con ley promedio de 18.00 g/TM. y aumentar los volúmenes de procesamiento a 200 TM/día. permitiendo un aumento nominal del 42 % en sus operaciones, además a eso sumémosle los precios oscilantes de la onza de oro, que motivan el interés mundial de ir tras el preciado metal.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo general**

Realizar el estudio de factibilidad para la ampliación de la planta Minera Confianza S.A.C. de 140 TM/día. a 200 TM/día. para la lixiviación de minerales auríferos.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

Determinar los cálculos, mostrar las consideraciones técnicas y criterios para la elección de los equipos necesarios para lograr el incremento de capacidad.

Determinar las consideraciones económicas para la ampliación del proyecto a fin de justificar la inversión.

Determinar los parámetros óptimos de operación y nuevo tiempo de residencia para la adsorción.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

**Aquise (2014)** describe en su tesis de ampliación de la capacidad y optimización de la planta de beneficio Laytaruma, llega a las siguientes conclusiones:

a. Se debe seguir preparando la solución de Cianuro de Sodio en la proporción que se está haciendo que es de 200 kg. NaCN con 150 kg. Na(OH).

b. Esta proporción garantiza una concentración de 11 % de Cianuro en la Solución de stock para trabajo en planta, lo mínimo es de 10%.

c. Que a estas concentraciones evitan que se esté adicionando a cada rato más solución de Cianuro y en mayor flujo para que se asegure la lixiviación.

d. Con respecto al tiempo de lixiviación la relación es directamente proporcional, a mayor tiempo más consumo de cianuro.

e. A mayores concentraciones de Cianuro (< 15%) Cabe la posibilidad de que se eleve valores de Cianuro libre en la Cola.

**Regalado (2009)**, argumenta en su informe de Optimización de los procesos y ampliación de Planta de Cianuración Minera Confianza S.A.C. que la planta de beneficios se crea para tratar mineral aurífero de sus minas que tiene en la zona Sur del Perú. Se construye la planta para una capacidad de 25TMSD, julio 2006 precio del oro 630 USD/oz. A fines del año 2006 se inicia el proceso de compra de mineral a proveedores de la zona, ya que se tenía capacidad instalada para procesar y a la venta de una de las



minas la planta necesitaba comprar más del 80% de la capacidad de proceso. La capacidad de 25TMSD es poca capacidad para competir con las plantas vecinas, en la zona se tenía 7 plantas con una capacidad de 50 hasta 250 TMSD, es a partir de ahí donde se inicia el proceso de ampliación a 50 TMSD como pronto objetivo, se pasó a 80 TMSD, en ese entonces 120 TMSD y a fines del año 2009 150 TMSD.

**Alvares (2016)**, da a conocer en su estudio de investigación metalúrgica para la recuperación de oro y plata a partir de minerales acopiados en la compañía minera Jerusalén S.A.C. que es una planta procesadora de oro y plata, siendo el mineral de acopio la materia prima para el procesamiento de estos metales, sin embargo, debido a la complejidad con la que se presenta el mineral, en estos dos últimos años, el tratamiento convencional del proceso de cianuración ha sido ineficiente por la presencia del alto contenido de material cianicida. Por ello, la mejora del tratamiento de minerales auríferos requiere seguir adecuándose según el tipo de mineralogía.

**Lima (2018)**, argumenta en su proyecto de ampliación de 30 a 60 tm/día en la planta de beneficio GEZA minerales ASIS E.I.R.L. Rinconada Puno. realizó el cálculo de capacidades de los equipos de la planta para así poder observar las limitantes de producción y poder realizar la modificación e implementación de equipos nuevos y la optimización de los mismos como consecuencia obtener resultados satisfactorios y superar la recuperación actual. Se utiliza la técnica de cianuración y el proceso de carbón en pulpa (CIP).

**Turpo (2019)**, manifiesta en su estudio técnico económico para incrementar la producción de la planta concentradora de minerales San Carlos – provincia de Lampa – Región Puno. Que el presente estudio se desarrolló con el fin de aportar a la organización, en su estructura, proceso, que puede ser tomado como base para poder facilitar el



desarrollo del proyecto (incrementar la producción de la planta concentradora), y demostrar que mediante una evaluación y análisis es posible que los empresarios pertenecientes a este estrato pueden aspirar a un crecimiento, con mejores ganancias obteniendo mejor calidad de vida para todos los colaboradores de la empresa.

**Delgado (2020)**, recomienda en su Proyecto de Ampliación Técnica - Económica de 80 tmd a 120 tmd de la Planta de Beneficio de Minerales Jerusalén S.A.C – Arequipa. consultar siempre con los fabricantes y/o proveedores de equipos la selección de los equipos realizada, puesto que ellos tienen el pleno conocimiento del mejor funcionamiento de los mismos y sus recomendaciones siempre contribuyen al óptimo funcionamiento de los mismos.

Toda ampliación de planta debe estar sólidamente soportada por un previo estudio de mercado que asegure el suministro continuo de mineral y de un balance económico positivo.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. ¿Porque la ampliación es estudio de factibilidad?**

Se entiende por factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto. Si bien es cierto un estudio de factibilidad es el análisis que realiza una empresa para determinar si el proyecto o negocio que se propone será bueno o malo, y cuáles serán las estrategias que se deben desarrollar para que sea exitoso.

La ampliación de capacidad de producción de minera confianza es estudio de factibilidad para poder obtener información real sobre la actual producción, la determinación de los recursos, el diseño preliminar del proyecto, con la descripción de los procesos técnicos, la determinación de precios de los productos, estimación de costos



de operación y evaluación económica de su operación. Logrando valorar su gestión productiva, administrativa, financiera y poder analizar sus actuales fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades, permitiendo determinar la oportunidad de inversión.

Toda la información bibliográfica, documental y resultante, sirvió para desarrollar el estudio de mercado mediante el análisis de la demanda y oferta, siendo la base para la elaboración del estudio técnico y estudio económico-financiero, con todos los elementos y análisis para la formulación de la propuesta técnica-económica de la ampliación de capacidad. Los cálculos y análisis de los índices de evaluación financiera, dieron como resultado de que el proyecto de ampliación es económicamente factible, socialmente viable y financieramente sustentable a través del tiempo proyectado de las operaciones administrativas, productivas y de ventas.

Por otra parte, además de aplicar técnicas que permitan conocer mejor la información, también se ha identificado posibles efectos que puede traer una ampliación referente al ámbito social, económico, empresarial y ambiental, tomando como referencia el ámbito económico se puede decir que, al darse la ampliación de la planta ya mencionada, se fomentará el nivel de empleo, ingresos económicos y por ende un beneficio positivo para la empresa.

Los resultados que se pueden obtener con este estudio son notorios debido a que contribuye al mejoramiento de la producción y el desarrollo de las actividades de procesamiento ya conocidas con equipos convencionales, pero con alternativas y modificaciones que simplifican la operación de los procesos unitarios. Esta simplificación fue y es determinante en nuestras operaciones que nos hicieron competitivos frente a las



plantas vecinas que cuentan con mayor tiempo de operaciones y más capacidad de procesamiento; pero que trabajan con parámetros establecidos y no flexibles.

Generalmente, un estudio de factibilidad de un proyecto contiene los siguientes elementos:

- Resumen de Proyecto
- Estudio de Mercado
- Tamaño del Proyecto
- Localización del Proyecto
- Ingeniería del Proyecto
- Inversiones
- Financiamiento
- Presupuesto de Ingresos y Gastos

### **2.2.2. Estudio de factibilidad**

Etapa en que se efectúa el desarrollo de la alternativa seleccionada. En función a varios factores como la ley y la cantidad de mineral, se determina también la factibilidad económica del proyecto. De un estudio de factibilidad podríamos esperar su realización o abandono del proyecto por no encontrarlo suficientemente viable, conveniente u oportuno, en consecuencia, los objetivos de cualquier estudio de factibilidad se podrían resumir en los siguientes términos:

- Verificación de la existencia de una necesidad no satisfecha.
- Demostración de la viabilidad técnica y la disponibilidad de los recursos humanos, materiales, administrativos, financieros y otros que podrían existir.



- Corroboración de las ventajas desde el punto de vista financiero, económico, social o ambiental de asignar recursos hacia la producción de un bien o la prestación de un servicio.

Se podría decir que realizar el estudio de factibilidad para la ampliación de una planta es importante, antes de que una empresa ponga andar dicho proyecto, debido a que permite saber si es posible realizarlo o no, adicionalmente, permitirá saber que dificultades se pueden presentar a lo largo de la ejecución y cómo se podrían superar. Finalmente, se logrará visualizar las condiciones ideales para realizarlo con éxito.

### **2.2.3. Proyecto de ampliación**

Un proyecto de ampliación es aquel que generara mayor capacidad de producción, tanto por la expansión de un servicio ya existente como por la integración de otro nuevo. Los proyectos de ampliación son los que se realizan con el objetivo de ampliar las operaciones de una empresa, en este caso una planta de beneficios, lo cual muchas veces se realiza gradualmente o regularmente a través de la adquisición de activos fijos. Una empresa que requiere aumentar su capacidad de producción debido al éxito de sus productos en el mercado con toda probabilidad de necesitar adquirir más equipos y maquinarias para incrementar su capacidad de producción y poder satisfacer la creciente demanda. Los beneficios esperados de los proyectos de expansión o ampliación se relacionan fundamentalmente con el incremento de los ingresos de la empresa.

### **2.2.4. Incremento de capacidad de producción**

Se sabe que la capacidad de producción es la capacidad que tiene una unidad productiva para producir su máximo nivel de bienes o servicios con una serie de recursos disponibles, por lo tanto, para su cálculo, tomamos de referencia un periodo de tiempo





determinado, este indicador suele utilizarse mucho en la gestión empresarial. Ya que, si una unidad de producción está produciendo por debajo de su capacidad de producción, esta unidad no está siendo explotada en su totalidad o a su máximo rendimiento.

Si queremos obtener incrementos en la capacidad de producción, estos siempre van ligados a procesos de inversión, es decir, si queremos incrementar la capacidad de producción en una fábrica (en este caso una planta de beneficio), la empresa deberá invertir en la adquisición de equipos, maquinaria, mano de obra, entre otros que tenga la capacidad de producir más.

Entonces deberíamos tener en cuenta que la capacidad de producción siempre se mide teniendo en cuenta una utilización de los recursos de forma óptima, así como la tenencia de unos medios productivos en condiciones normales de funcionamiento.

## **2.2.5. Molienda y clasificación**

### **2.2.5.1. Molienda**

Proceso mediante la cual, se realiza una reducción de tamaños en rangos finos, generalmente constituye la etapa previa al proceso de lixiviación y por lo tanto deberá preparar al mineral adecuadamente en características tales como la liberación, tamaño de partícula o propiedades superficiales.

Los aparatos en los que se realiza, generalmente son cilindros rotatorios forrados interiormente con materiales resistentes, cargados una fracción de su volumen con mineral y bolas de acero como es en el caso de Minera Confianza, el molino al girar ejerce fuerza de impacto, abrasión y desgaste entre las bolas de acero y el mineral que se encuentra en su interior.



Este proceso puede realizarse mediante vía húmeda, con pulpas que están entre el 50 %-80 % de sólidos o por vía seca con materiales de 7 % de humedad como máximo. En ambos casos los consumos energéticos son altos y representan un elevado porcentaje de los costos operativos de las plantas mineras.

Al hablar de 50 y 80 en molienda nos referimos a un proceso de conminución por vía húmeda, en la cual las pulpas tienden a operar con el mayor % de sólidos posible, en algunas operaciones se ha llegado a 80%, claro teniendo en cuenta y evaluando que no se produzcan atoros en el chute de alimentación.

En el procesamiento de minerales generalmente encontramos las siguientes etapas de molienda en húmedo como expresa **Linarez (s.f.)**.

**Molienda primaria.** Molinos de barras, bolas, autógenos o semi/autógenos.

**Molienda secundaria.** Molinos de bolas.

**Remolienda.** Molinos de bolas, molinos verticales, etc.

#### 2.2.5.2. Clasificación

Clasificación vendría hacer la separación de partículas, los cuales son de tamaño heterogéneo en dos porciones, la clasificación se realiza por diferencias de tamaño, así como también por gravedad específica los cuales originan diferentes velocidades de sedimentación entre las partículas de un fluido (agua o aire), cuando sobre ellas actúan campos de fuerza como el gravitatorio u otro. Se distingue del tamizado porque este utiliza exclusivamente el tamaño de las partículas.

Las operaciones de clasificación se efectúan en diferentes tipos de aparatos, tales como los denominados clasificadores helicoidales, los ciclones o nido de ciclones,



neumáticos, hidráulicos, detalladamente podría representarse esquemáticamente como sigue:

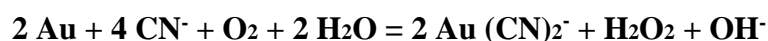
- Clasificadores mecánicos, tal como el clasificador de rastrillo, el clasificador helicoidal, el clasificador de faja o esperanza, etc.
- Clasificadores centrífugos, tal como el clasificador Hidrociclón.
- Clasificadores neumáticos, tal como los ciclones, que generalmente se utilizan como colectores de polvo.
- Clasificadores hidráulicos, tal como el hidroclasificador de cono.

Comúnmente en las concentradoras se denomina al rebose con la expresión inglesa overflow (OF) y a la descarga como underflow (UF).

#### **2.2.6. Descripción del proceso de cianuración**

La lixiviación con cianuro comúnmente conocida como (cianuración) es un proceso que se aplica principalmente al tratamiento de menas de oro desde hace un buen tiempo atrás y actualmente es uno de los métodos más utilizados para extraer oro y plata, se basa en la disolución de metales preciosos mediante soluciones cianuradas alcalinas diluidas.

Este proceso se da a partir de minerales auríferos que contienen el preciado metal, es ampliamente empleado en la industria minero-metalúrgica y en países con gran producción de oro. Esta reacción de disolución del oro por el cianuro está dada por:



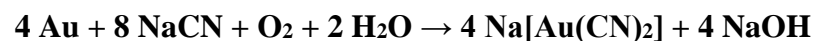


Esta reacción, que tiene un carácter electroquímico nos muestra que el oro es oxidado en una solución alcalina de cianuro, para así formar este complejo llamado aurocianuro en presencia de oxígeno.

### 2.2.7. Química de la cianuración

El cianuro es el término descriptivo general, generalmente aplicado al cianuro de sodio, NaCN. Sin embargo, cabe mencionar, que los primeros trabajos en la química de la cianuración se basan en la utilización de cianuro de potasio KCN y la concentración de la solución, así como las fórmulas básicas que están todavía en términos de ese producto químico.

la siguiente reacción química más conocida como la **ecuación de elsner** y está representada de esta manera:



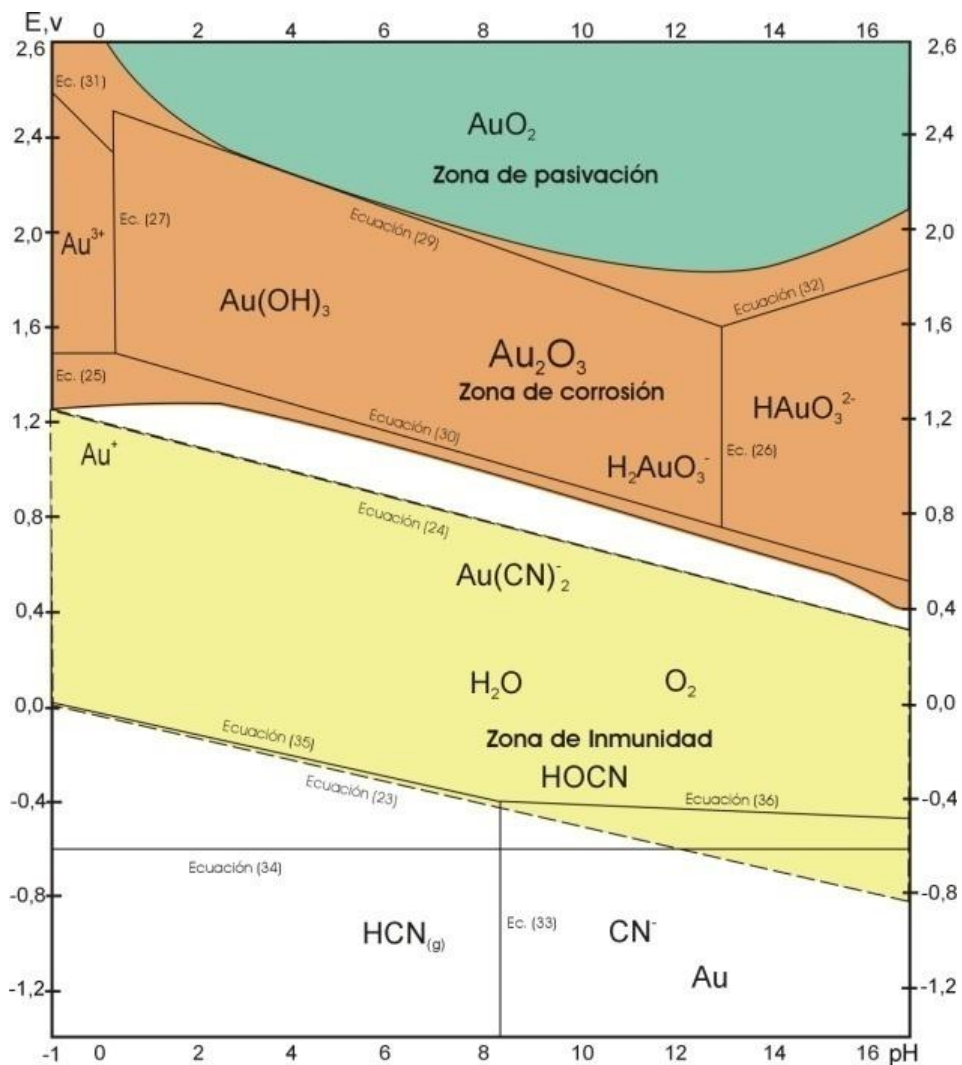
Se trata de un proceso electroquímico en el cual el oxígeno recoge electrones del oro en una zona catódica, los iones de oro, mientras son rápidamente acomplejados por el cianuro alrededor de la zona anódica para formar el complejo soluble dicianoaurato de sodio.

#### 2.2.7.1. Mecanismo de Corrosión del Oro

En un sistema termodinámico relativamente simple de este tipo Au - CN - H<sub>2</sub>O - H<sub>2</sub>, el oro se disuelve con facilidad y las únicas condiciones que se requieren son:

**Figura 1**

*Mecanismo de Corrosion del Oro*



**Nota.** Diagrama de POURBAIX de Eh vs. pH para el sistema Au - CN - H<sub>2</sub>O - H<sub>2</sub> a 25 °C a 1 atmósfera. Fuente Pourbaix, M, “Atlas Of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions”. Pergamon Press. New York - EE.UU. 1966



### 2.2.8. Métodos de cianuración

Al momento de decidir, cual método de cianuración conviene aplicar a los minerales para la recuperación de oro, es eminentemente económica, previa evaluación metalúrgica, para cada uno de los casos tenemos los siguientes tipos de métodos:

- Cianuración tipo DUMP LEACHING.
- Cianuración tipo HEAP LEACHING.
- Cianuración tipo VAT LEACHING.
- Cianuración tipo AGITACIÓN CARBÓN EN PULPA

En todos los métodos de cianuración del oro se va a obtener una solución cargada de oro, la recuperación o captación del oro en soluciones se logra en dos formas una es la del Carbón Activado en CIC (carbón en columna) o en CIP (carbón en pulpa).

La otra forma de recuperar el oro en solución es la del Merrill Crowe, que es la precipitación del oro con polvo de Zinc (**Aduviri, 2009**).

#### 2.2.8.1. Cianuración tipo DUMP LEACHING.

Este método consiste en el amontonamiento del mineral tal como sale de la Mina, con el menor manipuleo del material, se procesan en gran volumen (millones de toneladas) con camas de una altura de más de 80 metros, su sistema de riego es por goteo con soluciones cianuradas de bajísima concentración, los contenidos de oro en los minerales son bajo están alrededor de 1 gramo por tonelada de mineral.

Es el caso de Minera Yanacocha y de Minera Pierina. La recuperación de oro en solución la realizan usando el Merrill Crowe, el cemento de oro y plata obtenido lo funden y lo comercializan. (**Aquise, 2014**).



#### **2.2.8.2. Cianuración tipo HEAP LEACHING**

Este método es similar al Dump Leach, es el apilamiento o lo que es lo mismo formar pilas de mineral para ser rociadas por soluciones cianuradas por el sistema de goteo, aspersión o tipo ducha. El volumen de material es menor que el Dump, pero los contenidos de oro son mayores a 1 gramos por tonelada, lo que permite en la mayoría de las operaciones Heap una etapa de chancado a un tamaño de  $\frac{1}{4}$  de pulgada al 100 %. En muchas partes del mundo se continúa haciendo Heap Leach con chancado del mineral, aprovechando la alta porosidad que tienen los minerales (Aquise, 2014).

#### **2.2.8.3. Cianuración tipo VAT LEACHING**

El nombre del método está referido a que el mineral está en un recipiente tipo Batea, entonces el Vat leaching sería el acumulamiento de mineral en una batea o un equivalente que puede ser pozas de concreto o mantas transportables, en el que se agrega las soluciones cianuradas por INUNDACIÓN, las operaciones pueden ser de diverso tamaño, las leyes en oro deben justificar la molienda, previamente a los riegos de soluciones cianuradas, se realiza una aglomeración al material molido. Este método mayormente se aplicó a los relaves de amalgamación de la zona, por los costos bajos y la metodología casi artesanal, en el sistema de mantas transportables. Para el caso de minerales frescos evaluar el costo beneficio frente a una operación continua de agitación Carbón en Pulpa (Aquise, 2014).

#### **2.2.8.4. Cianuración tipo AGITACIÓN CARBÓN EN PULPA**

La Cianuración por Agitación es el Método que requiere de la máxima liberación del mineral, para obtener buenas recuperaciones en oro, si el oro es más expuesto a las soluciones cianuradas, mayor será su disolución del oro. La recuperación de oro de las



soluciones “ricas” se realiza en dos formas. una es la del carbón activado (CIP) y la otra técnica es la de precipitar con polvos de zinc (Merril Crowe). Finalmente, hay que usar algunas técnicas como la desorción del carbón activado, la electro deposición del oro y la fundición y refinación del oro para obtener el oro de alta pureza (**Aquise, 2014**).

### **2.2.9. Lixiviación por agitación**

En esta operación la pulpa que vendría a ser la mezcla de líquido (solución lixivante) y el sólido (mineral o relave) se mantiene en constante movimiento, llamado también agitación. El objetivo de este tipo de operación, es decir mantener la pulpa en agitación, obedece a la intención de acelerar el proceso de disolución y exposición de las partículas metálicas a la acción del agente disolvente (**Lara Monge**).

### **2.2.10. Sistema de agitación**

Este sistema de agitación está conformado, propiamente dicho por un tanque de forma cilíndrica, por un eje montado a un motorreductor el cual impulsa los alabes quienes producirán un adecuado contacto las partículas de carbón con la solución de pulpa, así favoreciendo de esta manera la aeración de la pulpa y posterior a la adsorción del carbón.

El número de revoluciones con la cual gira un sistema de agitación esta entre 33 a 37 rpm, el Volumen efectivo el volumen útil hallamos calculando primero el volumen total del tanque que, teniendo forma cilíndrica, sacamos el volumen de un cilindro y consideramos un 5% del volumen total ocupada por espacio libre más volumen de accesorios (paletas, eje).





### **2.2.11. Principios básicos del oro**

Se trata de un metal o piedra preciosa presente en la corteza de la tierra, pero en poca cantidad, de tonalidad amarillenta y brillante, que consigue conservarse sin sufrir cambios.

#### **2.2.11.1. Propiedades físicas y químicas del oro**

- Densidad: 19,300 kg por metro cúbico.
- Punto de fusión: 1337.33 K (1064.18 °C).
- Punto de ebullición: 3129 K (2856 °C).
- Número atómico: 79.
- Peso atómico: 197.

#### **2.2.12. Mineralogía de los minerales auríferos**

Las condiciones mineralógicas de minerales para la cianuración, son de factores variados al momento del procesamiento, en la cual la especie mineralogía del mineral pueda ser de la especie oxidada o sulfurada en la cual se aumentaría como disminuirá su velocidad disolución, también ser afectado por el tamaño de partícula y porosidad del mineral, habiendo cambios en su composición química a fin de que ocurra la disolución de oro.

El oro casi nunca está solo, la plata es uno de los metales que en diferentes proporciones está presente, existe una serie completa de soluciones sólidas. Forma especies minerales con Ag, Te, y Sb. También acompaña a muchos minerales sulfurados, donde el mayor componente es acompañado a muchos minerales sulfurados, donde el mayor componente es el cuarzo, en la mayoría de los casos presentan resistencia a la



recuperación del metal valioso, debido a que los metales preciosos se encuentran diseminados dentro de los sulfuros minerales (Azañero, 2015).

#### 2.2.12.1. Minerales auríferos

Además del oro nativo, diversos tipos de minerales auríferos provenientes de la zona y de otros lugares a nivel nacional están compuestos comúnmente de:

- Pirita
- Calcopirita
- Pirrotita
- Covelita
- Tetraedrita
- Limonita
- Cuarzo
- Clorita

#### 2.2.12.2. Menas auríferas

Las menas de oro para para un proceso de cianuración generalmente son clasificadas de la siguiente manera:

- **Menas de óxidos** simples que contienen partículas finas de oro nativo, ya sea en cuarzo o ganga de piedra caliza.
- **Menas de sulfuros** simples en las que el oro está asociado con pequeñas cantidades de pirita y arsenopirita.
- **Menas complejas** de metales comunes en las que los metales preciosos son constituyentes importantes desde el punto de vista económico.



- **Menas complejas refractarias** en las que las especies minerales que contienen oro no son prontamente solubles en cianuro.
- **Menas de metales comunes** donde los metales preciosos son de menor valor y son sub productos resultantes del procesamiento metalúrgico.

### **2.2.13. Tecnología del carbón activado para extraer oro**

Esta tecnología como ya es de conocimiento para un proceso de lixiviación por agitación, el mineral tiende a ser triturado mediante el proceso de molienda (mineral + agua) para así reducir la granulometría y liberar la mayor parte del metal valioso, a este proceso se le añade una solución de cianuro y soda, el resultado es una pulpa rica en oro, que posteriormente pasa a un tanque agitador en el cual espera el carbón activado que absorberá la solución rica del metal valioso y se elimina mediante criba una vez cargado totalmente o "preñado" de oro.

El carbón activado se fabrica a partir de la corteza del coco debido a su dureza lo que lo hace más resistente a la abrasión y la rotura, además su capacidad de adsorción es mayor que otros carbones activados fabricados a partir de otros materiales. Con la tecnología del carbón activado, es posible lograr una alta productividad por lo que es importante tener una buena calidad de reactivos para poder alcanzar este objetivo.

### **2.2.14. Tecnología de electrodeposición**

La electrodeposición implica la reducción (disminución del estado de oxidación; ganancia de electrones) de un compuesto metálico disuelto en agua y una deposición del metal resultante sobre una superficie conductora. Probablemente esta técnica es uno de los procesos más complejos conocidos, debido a que hay un gran número de fenómenos



y variables que intervienen en el proceso total, mismos que son llevados a cabo en la superficie de los materiales involucrados (**Del Castillo, 2008**).

#### **2.2.15. Tecnología de la fundición**

El proceso de fundición se realiza a fin de obtener los lingotes de oro y plata, aquí es necesario controlar variables para lograr una alta pureza del producto y mínimas pérdidas en la escoria. El precipitado obtenido de la retorta de los filtros es fundido en un horno de alta temperatura en presencia de fundentes como el litargirio, carbonato de sodio, bórax, sílice, nitrato de potasio y harina, a una temperatura que no supere los puntos de fusión del oro y la plata, estos valores oscilan entre los 1200 y 1300°C (**Ivan, 2000**).

#### **2.2.16. Tecnología de la refinación**

El oro como lo conocemos en la actualidad no viene directamente de la mina, sino que antes de ser distribuido al mercado y comercializarlo, este valioso metal sufre un complejo proceso de refinamiento, se diría que el principal objetivo de refinar este metal es para obtener una máxima pureza, el refinamiento químico se utiliza para separar minerales de otras sustancias que contengan oro, tras realizar varias veces este proceso con ácidos, se evapora mezclándose así los químicos procesando así el oro puro.

Si se trata de refinación debemos mencionar el refinamiento electroquímico, este tipo de refinamiento es otra manera de separar el oro de las impurezas esta técnica es empleada para obtener el oro refinado de 900% de pureza, este sistema contiene una solución OCN ácido clorhídrico, cloruro de oro y electricidad para purificar el valioso metal. También debemos mencionar a grosso modo el proceso Miller, inventado por Francois Bowyer Miller, se utiliza para refinar oro en una escala ya industrial que es capaz de refinar el oro de 99,95% de su pureza.



El oro o plata refinada obtiene mucha mayor calidad que el no refinado, sin este proceso de refinamiento sería imposible imaginar los lingotes que adquieren las personas que se interesan por la situación económica.

## CAPITULO III

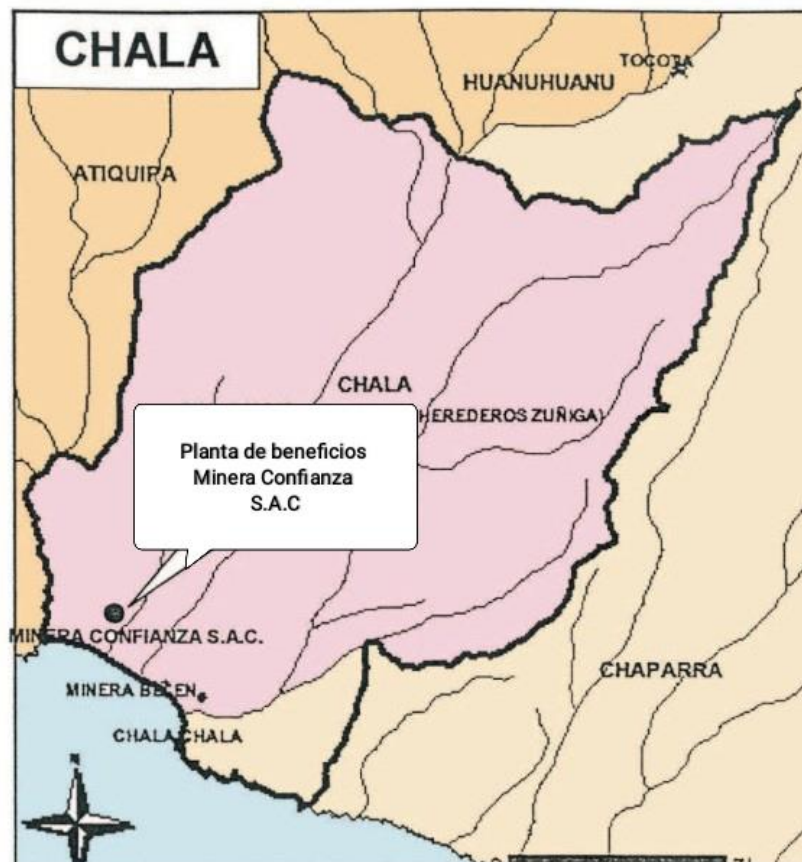
### MATERIALES Y METODOLOGÍA

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

Minera Confianza SAC se encuentra ubicado en Quebrada Huanta S/N paraje La Aguadita, Distrito de Chala, Provincia de Caravelí Departamento de Arequipa, a una altitud que oscila entre 120 y 200 m.s.n.m, a 615 Km. al Sur de la ciudad de Lima y a 3 Km. de la ciudad de Chala.

#### Figura 2

*Ubicación de la Planta de Beneficio*



FUENTE: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



## COORDENADAS UTM:

**Tabla 1**

*Coordenadas UTM de la Planta*

Vértice	Este	Norte
A	577500	8250250
B	577900	8250250
C	577900	8250800
D	577500	8250800

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio de factibilidad se realizó durante los periodos del año 2020 y primer trimestre del 2021.

### 3.3. MATERIAL DE ESTUDIO PARA LA AMPLIACION

La información base para el presente estudio de ampliación fue proporcionada por Minera Confianza S.A.C. los documentos que se listan a continuación forman parte de la información base y se adjuntan como anexos.

- Información actual de procesos y operaciones (reportes, apuntes, archivos)
- Planos de las anteriores ampliaciones
- Diagrama de flujos Planta de 140 TM/día
- Balance metalúrgico, planta de 140 TM/día
- Cuadro de consumo de reactivos, planta de 140 TM/día



Tomando como referencia la presente información descrita, así como los conocimientos adquiridos en mi formación profesional, y la experiencia adquirida durante el tiempo laborando en dicha institución se ha desarrollado el estudio de factibilidad para la ampliación de la Planta a 200 TM/día.

### **3.4. METODOLOGIA**

La metodología de investigación para el presente proyecto es de manera experimental, cuantitativa a fin de ser aplicado en el área de operación, por lo que en siguiente estudio se tomaron las muestras representativas habituales del proceso actual y otras con el tonelaje proyectado 200 TM/día a fin de determinar resultados y compararlos para comprender mejor la investigación y para así tomar decisiones si es factible o no dicho estudio.

Lo experimental es preparación y ejecución de un conjunto de pruebas, que se hacen con el objetivo de verificar la validez de la hipótesis que se estudia, la experimentación juega un papel fundamental en casi todos los campos de la investigación y el desarrollo, su objetivo es obtener información de calidad que permita desarrollar nuevos parámetros y optimizarlos para nueva capacidad proyectada.

En cuanto a lo cuantitativo se podría decir, que al momento del estudio se cuantifico la información y como resultado se obtiene datos, costos de inversión, costos de producción, dimensiones de los principales equipos a implementar e indicadores de rentabilidad para el procesamiento de minerales.





### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO**

#### **3.5.1. Población**

La población abarca el mineral de mina que se encuentra en proceso de explotación, acopio de mineral y principalmente la sección de molienda y cianuración, ya que es ahí donde se está realizando el estudio.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra para el presente estudio, se consideró mineral de sitios estratégicos del área de operación, equipos, procesos actuales de la planta.

### **3.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

Estas técnicas nos permitirán observar la ocurrencia de un fenómeno e inmediatamente registrarlo en una base de datos, acompañado de las características asociadas al mismo que atiendan al objeto de estudio de la investigación, para luego analizarlos y evidenciarlos.

#### **3.6.1. Recolección de datos**

##### **3.6.1.1. Observación sistemática directa**

Se emplea esta técnica para observar el proceso y operación actual de la planta, adicionalmente a eso, los siguientes cuadros actuales.

- Diagrama de flujos Planta de 140 TM/día
- Balance metalúrgico, planta de 140 TM/día
- Cuadro de consumo de reactivos, planta de 140 TM/día



- Stock del mineral recepcionado

### **3.6.1.2. Observación sistemática indirecta**

Mediante esta técnica se puede analizar y estudiar los diversos documentos relacionados al tema de estudio ya sea como:

- Proyectos de anteriores aplicaciones.
- Diagrama de flujos anteriores.
- Cuaderno de reporte pasados.
- Revistas, folletos, notas, bibliografía etc.

### **3.6.1.3. Observación experimental**

Con esta técnica se desarrollaron las actividades para poder extraer los datos actuales y proyectados a fin de ser procesados posteriormente.

### **3.6.2. Análisis de datos**

Para el análisis e interpretación de los datos obtenidos se usará un análisis estadístico, aplicando programas de cálculo como Excel, para luego evidenciar la información, mediante tablas, diagrama de flujos, registros, figuras, promedios, costos, etc.

### **3.6.3. Determinación de aspectos tecnológicos**

En este punto se consulta con empresas fabricantes y/o proveedores de equipos, materiales y demás, las cuales nos brindan orientación, información de los productos requeridos, ya que ellos tienen el pleno conocimiento del mejor funcionamiento y



rendimiento a fin de escoger los mejores de los mismos y sus recomendaciones siempre contribuyen al óptimo funcionamiento de estos productos.

#### **3.6.4. Instrumentos básicos**

- Ficha de observación.
- Material bibliográfico.
- Lista de cotejo.
- Libreta de notas.
- Cámara fotográfica
- Litrera
- Balanza Marcy, balanza Merrill
- Cronometro
- pH metro, etc.

### **3.7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

#### **3.7.1. Variable independiente**

Estudio de factibilidad para la ampliación de planta de 140 TM/día. a 200 TM/día.

#### **3.7.2. Variable dependiente**

Minera Confianza S.A.C.- Arequipa

### **3.8. CARACTERIZACIÓN DEL MINERAL**

Mediante una correcta caracterización mineralógica, fisicoquímica y metalúrgica del mineral, se plantean los parámetros de operación con el objetivo de lograr un



porcentaje de recuperación mayor al 90%. El mineral que se acopia y procesa tiene características muy diferentes entre las zonas productoras, esto hace que el mineral en el proceso se comporte de diferentes formas y se refleja en el consumo de cianuro de sodio e hidróxido de sodio. Se han recibido lotes que consumen hasta 300 Kg/TM de cianuro de sodio, mayormente este comportamiento se da en minerales sulfurados atribuyéndoles el nombre de (cianicidas) y minerales con un consumo de hasta 35 Kg/TM hidróxido de sodio, a su vez minerales con un consumo de bolas de acero de 1 a 2 Kg/TM. esto se les atribuye a minerales con una consistencia severa ejemplos como del cuarzo.

La caracterización del mineral en general con la que ingresa al proceso de molienda es con una ley promedio de 18 gr./TM, con un peso específico de 2.7 TON/m<sup>3</sup>, previamente mezclado (blending), se combina minerales dóciles y los refractarios a la cianuración; minerales oxidados, sulfurados y relaves de amalgamación para recuperar en las canaletas de amalgama de oro grueso y que aporte tanto mineral “duro” (cuarzo, sulfuro) y “suave” (óxidos, relaves y minerales molidos o “llampo”) para mantener una molienda de granulometría constante.

La caracterización mineralógica determina la composición mineralógica, la ocurrencia y la distribución del oro, la caracterización geoquímica determina los tenores de oro y plata de las muestras, esto se hace empleando absorción atómica y ensayo al fuego. Debido al manejo de pulpas, es necesario determinar algunas características fisicoquímicas del mineral tales como la densidad, nivel de acidez y porcentaje de retención de pulpa, con el fin de determinar respuestas del mineral frente al beneficio y extracción, y de esta manera predecir su comportamiento metalúrgico.

A continuación, se presenta como se obtiene una caracterización de un lote o muestra de mineral:



### **3.8.1. Caracterización Mineralógica**

Caracterización Mineralógica, se procede a “puruñar” o plateo, lavado de 30gramos de mineral molido y separar el fino de lo pesado, que es un método rápido de poder observar que minerales está acompañado y poder predecir de que ley aproximada tiene el lote.

### **3.8.2. Caracterización geoquímica**

Para la caracterización geoquímica se determina la ley mediante el ensaye al fuego con el método Newmont que determina la fracción entre grueso, oro charpas y/o oro libre, y la fracción fina, oro que no se puede observar y se encuentran en la estructura de los minerales.

### **3.8.3. Característica fisicoquímica**

La característica fisicoquímica más importante que determinamos es el nivel de acidez que nos cuantifica el consumo de reactivos, hidróxido de sodio, desde un pH bajo hasta pH 10.5 a 11.0

### **3.8.4. Caracterización metalúrgica**

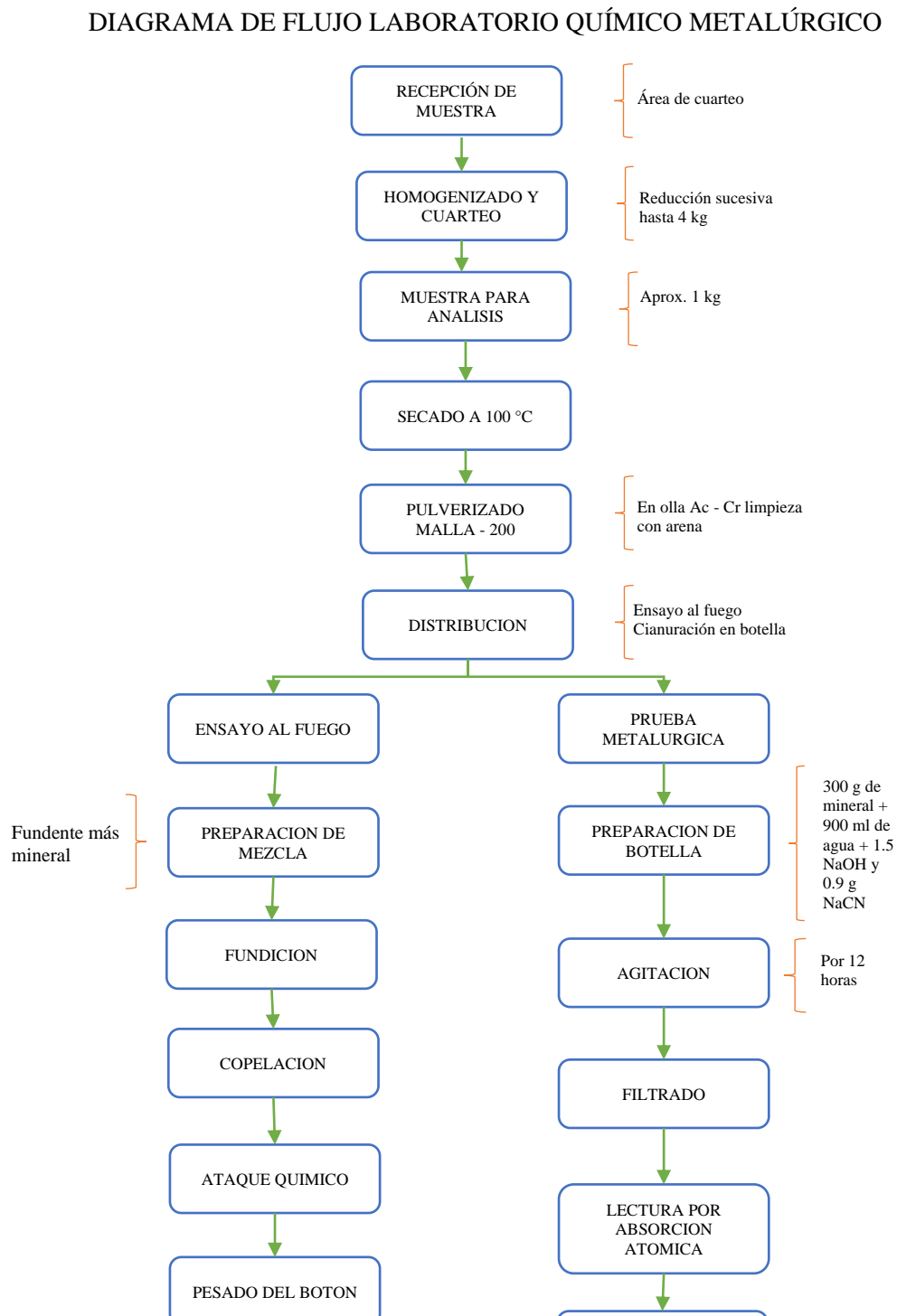
Y como prueba final se determina la caracterización metalúrgica, en este caso determinamos el grado de lixiviabilidad, se realiza las pruebas en botellas que consiste en lixiviar usando NaCN y para mantener el pH NaOH, se cuantifican estos parámetros para obtener los consumos y se determinan los contenidos de oro en la solución mediante absorción atómica que nos da el grado de lixiviabilidad.

### 3.9. PRUEBAS METALÚRGICAS

Las pruebas que se realizan en el laboratorio químico-metalúrgico tienen objetivos fundamentales determinar las leyes de cabeza y cola, parámetros de consumo de reactivos, tanto del cianuro de sodio como del hidróxido de sodio grado de lixiviabilidad, y porcentaje de recuperación.

**Figura 3**

*Diagrama de flujo Laboratorio Químico Metalúrgico*





### **3.9.1. Personal involucrado**

- Jefe laboratorio Químico – Metalúrgico
- Ejecutor de la investigación
- Técnico fundidor
- Técnico Metalurgista.
- Operario del área de molienda y lixiviación

### **3.9.2. Equipo / herramienta / materiales**

#### **3.9.2.1. Equipos**

- Hornos eléctricos
- Pirómetro
- Campana extractora.
- Balanzas electrónicas.
- Pulverizadora de anillos.
- Mesa de rodillos.
- Chancadora 3"x2".
- Cocina a gas.
- Estufa eléctrica.
- Equipo de Absorción Atómica.

#### **3.9.2.2. Herramientas**

- Botellas de 2 lt



- Espátula metálica.
- Brochas.
- Fiolas de 100 ml, 50 ml, y 1000 ml.
- Vasos de precipitado.
- Embudo de plástico.
- Papel filtro.
- Picetas.
- Buretas con bombillas de succión.
- Vaso pirex de 500ml
- Matraz Erlenmeyer
- Pipeta 25ml
- Papel filtro
- Frasco gotero
- pH-metro
- Bureta semiautomática de 50ml

### **3.9.2.3. Materiales**

- Muestra pulverizada de mineral
- Soda caustica.
- Cianuro de sodio.
- Nitrato de Plata (4.33 gr/lit).
- Ioduro de potasio al 10%
- Agua destilada





- Soluciones estándar de Oro y Plata (2 ppm, 5 ppm y 10 ppm).
- Flux (fundente)

### **3.9.3. Realización de la prueba - consumo de reactivo y % de recuperación**

- Previa coordinación con el jefe de Laboratorio se hace la preparación de reactivos y de muestras.
- Inspección el área de trabajo.
- Secar la muestra.
- Preparar la solución de cianuro de 10000 ppm de fuerza con 9.0 gr de cianuro de sodio y 1.5 gr de hidróxido de sodio.
- Adicionar a una botella de prueba 300 gr de muestra con 900 ml de solución de cianuro.
- Se agita las botellas de prueba durante 12 horas en la mesa de rodillos, retirando muestras a la tercera, sexta y doceava hora para lectura.
- Filtrar las muestras retiradas.
- La lectura se realiza en un equipo de adsorción atómica según los procedimientos estándares.

### **3.9.4. Determinación del tiempo de agitación**

- Previa coordinación y teniendo muy en cuenta los tres primeros pasos anteriores se da comienzo.
- Preparar la solución de cianuro de 2000 ppm de fuerza con 1.8 aprox. gr de cianuro de sodio y regular el pH a 11.5 con 0.6 gr de hidróxido de sodio.



- Adicionar a una botella de prueba 300 gr de muestra con 900 ml de solución de cianuro.
- Se agita las botellas de prueba durante 77 horas y otras por 86 en la mesa de rodillos, retirando muestras a la 1, 3, 6, 12, 24, 48, 77 y 86 hora para determinar la cinética de cianuración y lectura.
- Filtrar las muestras retiradas.
- La lectura se realiza en un equipo de adsorción atómica según los procedimientos estándares.

### **3.10. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO ACTUAL DE PLANTA**

Se identifican procesos de acopio, recepción, chancado, muestreo, molienda, cianuración, adsorción, desorción, fundición y relavera a los cuales se agrupan en áreas de procesos, estas áreas están ligadas de tal forma que culmina un proceso e inmediatamente se inicia el siguiente, estos procesos se detallan en el orden de ocurrencia:

#### **3.10.1. Sección acopio y recepción**

Esta es la principal área y se puede considerar como un área crítica comercialmente dentro del proceso, es aquí donde se da inicio a la actividad propia de la planta de beneficio. El acopio de terceros es actualmente una principal fuente de aporte, el 50% de ingreso de mineral proviene del acopio, el otro 50% del mineral que ingresa para el proceso pertenece a las minas de la empresa.

##### **3.10.1.1. Acopio**

El acopio de mineral aurífero abarca los distintos productores mineros, bien sea de medianos o pequeños mineros que tiene producciones regulares y con muchos años de



operación, así como también de productores mineros que producen estacionalmente de todas las zonas auríferas del Perú, en los departamentos de Arequipa, Ica, Junín, Apurímac, Ayacucho, Puno, Chimbote, Trujillo, entre otros.

### **3.10.1.2. Recepción**

La recepción se hace en las instalaciones de la planta de beneficios, teniendo proyectado a corto plazo recepcionar en otras zonas que permitirá descentralizar, La política de la empresa establecida para el proceso de recepción (compra) del mineral es muy eficiente y efectiva, para lo cual cuenta con todos los recursos de gestión como equipos, máquinas y sistemas para realizar la recepción, pesaje, muestreo, análisis y liquidación de minerales que es flexible a la operación y satisfaga al proveedor, que es el principal aportante y por lo tanto se trabaja en función a este requerimiento. Igualmente se cuenta con instalaciones para acoger a los proveedores mientras dure el proceso de compra y se les brinda todas las facilidades para mejorar y encauzar sus actividades.

El proceso de recepción culmina al ingresar el lote de mineral a la balanza de pesaje, se cuenta con una balanza electrónica con capacidad hasta 60 toneladas, donde se le identifica y codifica con los datos de peso, quedando listo el lote de mineral para ingresar al siguiente proceso.

### **3.10.2. Sección de chancado y muestreo**

#### **3.10.2.1. Chancado**

El mineral que se recepciona es ingresado directamente a la tolva de gruesos de 70 TM de capacidad para ser descargado, dicha tolva cuenta con unas parrillas de 6“ para evitar el paso de rocas más grandes; el mineral descarga por medio de un alimentador vibratorio de dimensiones 1m x 0.6m la misma que cuenta con un grizzly de 1 ¼” para



clasificar finos de gruesos, estos gruesos alimentan a una chancadora de quijadas de 10"x16", el producto de esta pasa a una faja transportadora N°1 la que alimentara a una zaranda vibratoria de un piso de 5/8" de dimensiones 3ft x 5ft, pero antes de ello el mineral es sometido a la acción de un electroimán del tipo suspendido sobre la faja N°1 a una altura lo suficiente para permitir que la carga pase libremente, pero lo suficientemente bajo como para que atrapen a todos los fierros que vienen con el mineral (este permitirá la no caída de objetos metálicos como clavos, alambres, pernos, tuercas, etc. a la chancadora cónica evitando de esta manera problemas mecánicos del mismo); el producto undersize pasa a una faja transportadora N°3 la misma que descargara en un volquete y/o cargador frontal para su posterior muestro, o en otros casos directamente hacia una tolva de finos. El oversize de la zaranda pasará a un chancado secundario en una chancadora cónica symons de 2ft la misma que reducirá el mineral hasta los -5/8" como producto final de chancado cerrándose así un circuito cerrado y así conjuntamente ambos productos sean muestreados.

El producto del chancado de los circuitos es 100% menos 3/4". Con una humedad promedio de 7 a 8 % producto de agregar agua para evitar la polución de polvos en el circuito de chancado.

### **3.10.2.2. Muestreo**

Obtenidos estos productos del chancado se da comienzo al muestreo de lotes de mineral que sirve para determinar el contenido fino (oro) con el cual se valorizará el mineral. La muestra de mineral se toma en faja N.º 3 manualmente con una paleta de 4" de ancho que "corta" la muestra cada 1.2m de distancia (fajeo), obteniéndose una muestra equivalente en peso al 10 % del peso total del lote chancado. Esta muestra tiene



que tener una granulometría de  $<1/4$ " para luego realizarse cuarteos sucesivos hasta obtener un peso aproximado de 30 Kg.

El otro método de muestreo es de puntos o hoyos, consiste obviando totalmente la muestra que se toma en la faja N°3, dicho mineral chancado es recepcionado en un volquete y/o cargador frontal que envía a la cancha para su posterior muestreo, el muestreo que se realiza es "puntos o hoyos", siendo estas muestras un 10% aproximadamente del peso total. En este caso se continúa con la misma mecánica del anterior proceso obtener un peso aproximado de 30 Kg.

La muestra previamente secada se muele en los "molinos polveadores" obteniéndose un producto 100% - malla 70, para así iniciar el proceso de cuarteos sucesivos hasta obtener 4 muestras de 500 gr. que se entregan respectivamente al proveedor, al laboratorio, pruebas metalúrgicas y la cuarta se guarda como muestra testigo o "muestra dirimente". Esta muestra dirimente se utiliza cuando las leyes de la planta y del proveedor tienen una diferencia mayor a 0.100 OzAu/tc el cual se envía a un laboratorio externo certificado.

Así mismo Minera Confianza también recepciona relaves de amalgamación, estos relaves son el resultado del proceso ya mencionado el cual consiste en moler el mineral en "quimbaletes" que directamente se muestrea y valoriza, debido que este viene ya molido al 100% menos malla 50. Una vez realizado los procesos de chancado, muestreado y con la aprobación del proveedor se procede a almacenar en la cancha de mineral común o directamente a la tolva de finos para la siguiente etapa del proceso, el mineral acumulado se clasifica en: mineral oxidado, mineral sulfurado y relave.

**Tabla 2***Especificaciones Técnicas en el Área de Recepción*

Circuito de chancado de grueso					
Descripción	marca	(HP)	(KW)	(RPM)	Volt.(V)
Chancadora. Cónica 2 ft - Symons	Weg	40	29.4	1175	440
Chanc. Quijada 10"X16" - Sanland	Weg	30	22.1	1755	440
Alimentador 39"x24"- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Zaranda Vibrat. 60"x40" Set 5/8"	weg	5	3.7	1715	440
Faja Transportadora 1 de 9.6m.	Weg	5	3.7	1715	440
Faja Transportadora 2 de 8.0m.	Weg	5	3.7	1715	440
Faja Transportadora 3 de 8.0m.	Weg	5	3.7	1715	440
Bomba de Aceite 1 1/4 "x 1 1/4 "	Weg	4	2.9	1700	440
Radiador	Weg	1	0.7	1700	440

**Tabla 3***Especificaciones Técnicas en el Área de Recepción sección Polveo*

Sala de polveo					
Descripción	Marca	(HP)	(KW)	(RPM)	Volt.(V)
Molino Polveador 1 2.5x1.5ft- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Molino Polveador 2 2.5x1.3ft- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Molino Polveador 3 2.5x1.5ft- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Molino Polveador 4 2.5x1.3ft- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Molino Polveador 5 2.5x1.3ft- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Chancadora de Quijada 6"X8"- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.



### **3.10.3. Sección de laboratorio químico – metalúrgico**

La función que cumple el laboratorio químico - metalúrgico de Minera Confianza es el correcto control de la producción, así como la determinación de las leyes de oro que contiene cada lote de minera (g/TM), determinar los parámetros de consumo de reactivos, tanto del cianuro de sodio como del hidróxido de sodio, grado de lixiviabilidad y porcentaje de recuperación, mediante análisis por vía seca o por vía húmeda.

#### **3.10.3.1. Análisis químico vía seca**

Mediante este análisis se busca determinar la ley total de oro del mineral (ley Au = Oz/Tc) para la cual utilizamos el Método Newmont el cual consiste analizar la muestra procedente de la sección cuarteo, una muestra de 200 gramos previamente pulverizada, para luego pasar por una malla N°140 la cual al tamizarlos nos queda dos porciones una gruesa y otra fina, ambas partes se analizan por separado, la parte gruesa en un crisol y la parte fina en 2 crisoles por seguridad. La parte gruesa luego de ser tamizada debe encontrarse en el rango de 5-20 gramos para no tener dificultades de pasar finos en el grueso cuando su valor es más de 20 gramos,

#### **3.10.3.2. Análisis químico vía húmeda**

Para la realización del análisis vía húmeda es necesario mencionar el análisis de cianuración en la botella, donde podremos determinar el % de recuperación de Au, así como el de consumo de reactivos tanto como de NaCN como el de NaOH. para lo cual se prepara la solución de cianuro de 10000 ppm de fuerza con 9.0 gr de cianuro de sodio y regular el pH de 10.5 a 11.5 con 1.5 gr de hidróxido de sodio, adicionar a una botella de prueba 300 gr de muestra con 900 ml de agua, seguidamente llevaremos y pondremos a agitar las botellas de prueba durante 12 horas en la mesa de rodillos, retirando muestras a



la tercera, sexta y doceava hora para lectura y adiconamiento de reactivos si este fuera el caso. Finalmente filtrar las muestras retiradas, para su lectura que se realiza en un equipo de adsorción atómica según los procedimientos estándares.

El segundo método mediante esta vía, sirve para determinar el grado de lixiviación para minerales que no tuvieron un buen % de recuperación en la botella, o que se comportaron de manera compleja, esto se realiza en molinos de bolas metálicos con capacidad hasta 1 Kg de muestra, estos molinos tienen una carga de bolas de 1/2" y 3/4" con un peso de 6 Kg, con un tiempo de cianuración de 2 a 6 horas, para poder asegurar un porcentaje de malla -200 (el cual debe bordear entre 80 % y 85 %), esta prueba remplaza a la de la botella.

### **3.10.3.3. Obtención de solución para lectura**

Una vez concluido el tiempo extraemos pulpa y mediante el empleo de un papel de filtrado se consigue solución clara, aproximadamente 25 a 30 ml, dicha solución se lleva hacia el laboratorio de absorción, en donde mediante la absorción de la solución por medio de un capilar podremos obtener la concentración de Au en dicha solución y por consiguiente la ley o recuperación del mismo.

### **3.10.3.4. Muestra de cabeza y cola**

Las muestras de cabeza y cola que se obtienen en la planta son llevadas al Laboratorio químico - metalúrgico para su respectivo análisis, para ello se realiza toma de muestras tanto en la cabeza como en la cola cada hora y depositadas cada uno en un respectivo recipiente. dichos análisis se realizan cada guardia, es decir cada 12 horas.





### **3.10.4. Sección de molienda, cianuración y adsorción**

#### **3.10.4.1. Molienda**

La planta cuenta con una tolva de finos de una capacidad de 80 TM. la que constituye la etapa inicial para la sección de molienda. El mineral almacenado en la tolva es descargada por la abertura de una compuerta que posee en la parte inferior, esta es llevada por la fajas transportadoras N° 1, 2, 2.2 y 3 esta última encargara de alimentar a un molino de bolas chino 6ft x 10ft para su primera molienda, en donde además se acondicionara solución de soda cáustica y solución de cianuro así como también ingreso de solución barren la misma que tiene una concentración aproximada de 100 a 300 ppm de NaCN, esto se adiciona con el fin de formar la pulpa en el interior y dar inicio al proceso de cianuración.

La descarga de pulpa del molino chino 6ft x 10ft pasa por una canaleta (la misma que sirve para recuperación de amalgama) hacia el cajón de una bomba de lodos de 4in x 3in, es desde esta zona desde donde se procede al bombeo de los lodos producidos por los molinos en operación hacia el hidrociclón de 6" de diámetro tipo HD6B, el bombeo se realiza empleando la bomba horizontal de 4in x 3in , en el hidrociclón se procederá a separar los gruesos de los finos (underflow y overflow respectivamente).

Los finos separados y obtenidos en esta sección (overflow), serán conducidos hacia la malla de limpieza (cedazo estacionario DSM malla N° 25), siendo el resultado obtenido transportado hacia los tanques de cianuración.

Los gruesos (underflow) retornaran para su respectiva remolienda al molino Denver 5ft x 5ft a través de una caja interconectada en la parte inferior del hidrociclón D6 empleando para ello tubos de polietileno de 3in de diámetro; luego cuyas respectivas



descargas pasan al cajón de la bomba de lodos que conjuntamente con la descarga del molino chino 6ft x 10ft son bombeadas al hidrociclón para su separación fino-grueso, a todo esto, se le llama como carga circulante.

#### **3.10.4.2. Cianuración**

Al concluir con la sección de molienda, el overflow la misma que proviene de la zona de limpieza constituye el alimento para el denominado circuito de cianuración, este circuito conocido también como proceso de carbón en pulpa (CIL o CIP), en la etapa de cianuración el mineral molido a 90% menos malla 200 se alimenta a los Tanques de Cianuración para continuar con la disolución del oro remanente.

#### **3.10.4.3. Adsorción**

En esta sección se emplean tanques de lixiviación para la cianuración y adsorción simultánea, la pulpa es contactada con el carbón, el cual preferentemente adsorbe oro y plata a partir de la solución según la pulpa pueda fluir por rebose desde un tanque a otro tanque, a través de una malla, el mismo que me impedirá el paso del carbón de un tanque a otro tanque. Debemos tener muy en cuenta en el circuito de cianuración, la importancia que tienen los parámetros establecidos, tales como son: el control del pH, la densidad de pulpa, el porcentaje de solido del mismo, así como también la concentración del carbón.

**Tabla 4**

*Volumen Útil, Tiempo de Residencia y Peso De Carbón por Tanque*

Tanque N°	Diámetro (pies)	Altura (pies)	Tiemp. de res. (hr)	Vol. Útil de pulpa (m3)	gr C*/lt pulpa)	Peso de carbón por Tk TM
1	18	19	13	130	40	5.203
2	18	19	13	130	40	5.203
3	18	18	12	123	40	4.929
4	18	18	12	123	40	4.929
5	18	19	13	130	40	5.203
6	18	19	13	130	40	5.203

*Nota.* (C\*) Carbón activado

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

**Tabla 5**

*Especificaciones técnicas en el Área de Molienda y Cianuración*

Sistema de molienda					
Descripción de equipo	Marca	(HP)	(KW)	(RPM)	Volt.(V)
Molino 6x10 ft - Chino	Weg	175	128.8	875	440
Molino 5x5 ft -Denver	Weg	90	66.2	1760	440
Faja Transportadora 1 de 7.7m.- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Faja Transportadora 2 de 5.7m.- Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Faja Transportadora 3 de 7.8m. - Hechizo			-		
Faja Transportadora 4 de 9.7m. - Hechizo	Weg	5	3.7	1715	440
Bomba de Pulpa 4"X3" - Espiasa	Weg	20	14.7	1760	440



Bomba de Pulpa 5"X4" - Espiasa	Weg	30	22.1	1760	440
Bomba Vertical de Pulpa 2"X2" - Hechizo	Weg	7.5	5.5	1740	440
Bomba (Barren) 3"X2"	Weg	15	11	3500	440
Bomba (Barren) 4"X3"	Weg	20	14.7	3535	440
Bomba para Agua Fresca 2"X1"	weg	7.5	5.5	1740	440
Tanque de Agitacion 1 - 19X18 ft	Weg	12.5	9.2	1755	440
Tanque de Agitacion 2 - 19X18 ft	Weg	12.5	9.2	1755	440
Tanque de Agitacion 3 - 18X18 ft	Weg	10	7.4	1755	440
Tanque de Agitacion 4 - 18X18 ft	Weg	10	7.4	1755	440
Tanque de Agitacion 5 - 19X18 ft	Weg	10	7.4	1755	440
Tanque de Agitacion 6 - 19X18 ft	Weg	10	7.4	1755	440
Tanque de Solucion 6x6 ft	Weg	5	3.68	865	440
Compresora Azul 200PSI	Weg	15	11.04	1755	440
Compresora Roja 200PSI	Valmec	15	11.04	1740	440

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

### 3.10.5. Cosecha del carbón cargado

Mediante la transferencia, el carbón cargado de oro y otros metales preciosos (como es el caso de la plata) es concentrado en el primer tanque. Esta concentración del carbón se realiza en un promedio de 15 días con una ley de cabeza aproximada de 0.6Oz/Tc. El carbón será removido de la pulpa mediante el empleo de una tubería de 6 pulgadas de diámetro e inyectando aire a presión.

El proceso de cosecha del carbón cargado dura aproximadamente entre 3 a 4 horas y se inicia con la descarga de la pulpa conjuntamente con el carbón a través de la tubería mencionada anteriormente hacia el denominado cosechador el cual tiene la función de separar la pulpa de carbón (este dispositivo de 2×1m cuenta con una malla número 20 que impide el paso y la posterior perdida del carbón cargado a la relavera), para luego



pasar por un respectivo sistema de lavado que permitirá obtener el mismo libre de suciedad.

El carbón será sometido a un proceso de reactivación si este presente un porcentaje de humedad menor de 27 %, esto es como consecuencia de la cantidad de microporos que pudiera tener y como sabemos es muy importante la cantidad de estos en el carbón y en el proceso.

Al igual que en el tanque N° 1 en los otros tanques se sacarán muestras de carbón para determinar la cantidad de Au que esté presente por kilogramo, la cantidad aproximada de carbón será de 10 gr en peso húmedo. Durante el proceso del cargado del carbón periódicamente (cada 3 días) se saca del tanque una cierta cantidad de carbón para poder determinar cómo se va cargando el carbón durante el periodo.

### **3.10.6. Sección de desorción y fundición**

Una vez adsorbido el oro en el carbón activado, se pasa a la siguiente etapa que es el proceso inverso a la adsorción, la desorción, el carbón cargado de oro y plata es enviado al área de desorción y fundición, donde el carbón se transfiere a un reactor de desorción que tiene capacidad 1 TM de carbón.

#### **3.10.6.1. Desorción**

El proceso de desorción y electrodeposición que prácticamente consiste en recircular una solución que contiene 0.1% de cianuro de sodio, 1% de hidróxido de sodio y 15% de alcohol etílico a temperaturas alrededor de 80 a 85 °C entre un tanque de preparación, caldero, reactor de desorción llamémosle así, el enfriador y la celda electrolítica.



La solución que sale del reactor es enfriada a una temperatura de 65 °C con la finalidad de minimizar las pérdidas por evaporación del alcohol etílico. Esta solución es enviada a la celda electrolítica que opera a una tensión nominal de 2.5 voltios para la electrodeposición de oro y plata sobre cátodos de lana de acero como ya es de conocimiento. Los carbones desorbidos son activados químicamente después de un ciclo de trabajo y previa eliminación de los carbones finos.

### **3.10.6.2. Fundición**

En esta sección el precipitado obtenido se lleva a fundición obteniéndose un bullon de 50 a 60% de oro, 30 a 40% de plata este producto dore, el cual es el producto semi final, para así seguir con la refinación.

### **3.10.7. Disposición del relave**

Minera Confianza cuenta con un depósito para el relave que genera, dicho espacio se encuentra ubicado en la parte superior de la planta, dentro de las instalaciones de la misma. El relave es evacuado mediante bombeo hacia la cancha del mismo nombre, formando capas y separando la parte solida de la parte liquida, esta última será sometido a un proceso de bombeo empleando para ello la denominada bomba de solución barren, el cual tiene la función de trasladar la solución mencionada anteriormente hacia los tanques de solución barren, los mismos que se encuentran ubicada a unos a pocos metros de la sección de molienda y cianuración.



### 3.11. ANÁLISIS Y CONTROL DEL PROCESOS

#### 3.11.1. Proceso de lixiviación (CIP)

El proceso empleado por la empresa, para la recuperación de oro es Lixiviación (cianuración) y adsorción de oro por medio de carbón activado de una solución cianurada de oro,  $\text{Au}(\text{CN})_2^-$  a la cual se le denomina solución rica.

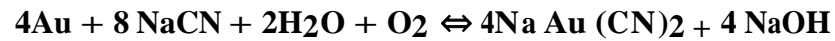
Para comprobar los mecanismos físico químicos de la lixiviación del oro, es necesario recurrir a una revisión de sus principales propiedades termodinámicas y en particular de sus estados estables y metaestables, representados clásicamente en los denominados diagramas de Pourbaix, que relacionan el potencial de óxido-reducción (Eh) del metal con el pH del medio.

Para una eficiente y completa lixiviación de los metales, es necesario que la solución sea acondicionada para que el oxígeno disuelto sea el adecuado, el pH de la solución se mantenga en un rango óptimo y estos parámetros se conserven en proporción óptima, durante todo el proceso. Si existiera un contenido óptimo de oxígeno disuelto en la solución y hubiera un desbalance en la cantidad de soda adicionada, no se ajustarían los parámetros óptimos que rigen la lixiviación del oro.

El punto óptimo de oxígeno disuelto para una buena lixiviación debe ser menor a 1ppm y la calidad de oxigenación está relacionado con el volumen que se procesa en cada reactor de la planta. La cantidad de soda adicionada para mantener el pH entre 10.5 y 11 será variable y esto es debido a la naturaleza del mineral procesado, estas variaciones en los parámetros de lixiviación son frecuentes porque el mineral que se procesa no proviene de una única zona de extracción.



El proceso de cianuración se realiza mediante la adición de cianuro de sodio en solución a la entrada del molino donde ingresa el mineral de cabeza que da origen a una solución de oro según la reacción:



Esta reacción es en realidad producto de una reacción de disolución de Oro cuando el NaCN es disuelto en agua, mantener la disolución acuosa del cianuro es importante tanto para lograr una buena lixiviación como para evitar la formación del ácido cianhídrico el cual es perjudicial para la salud del ser humano. La solución cianurada es sometida a un proceso de adsorción por medio de carbón activado los cuales se encuentran en los tanques agitadores.

### **3.11.2. Control de densidad y porcentaje de solido de pulpa**

El control de la densidad y el porcentaje de solido de la pulpa se realiza de manera manual empleando para ello un reloj Marcy (balanza Marcy), esta balanza arroja de manera conjunta ambos valores.

En los tanques la toma de medidas se realiza cada 1 hora, siendo el total de medidas obtenidas por guardia de 12 horas.

#### **3.11.2.1. Procedimiento**

El control de ambos parámetros mencionados se realiza mediante la toma de muestras tanto en la entrada como salida del tanque N°1, así como también en la salida del tanque N°6, siendo esta última realizada cada 2 horas por guardia 12 horas.

El proceso es como sigue, se toma una muestra de 1 litro a la entrada del tanque N°1 (overflow) empleando para ello un recipiente metálico de dicha capacidad (litretera).





Una vez obtenida la pulpa se lleva hacia la balanza Marcy, es aquí mediante el empleo de este aparato donde se logra las medidas de estos parámetros. Generalmente se obtiene un porcentaje de sólido el cual varía entre 38 y 40 % y una densidad de pulpa que está en el rango de 1320 a 1340 gr/lit.

### **3.11.3. Determinación de cianuro libre**

El cianuro libre, no es más que la determinación de la cantidad de NaCN presente en una determinada solución, dicho parámetro es importante en tratamientos de minerales auríferos. Este procedimiento consiste en titular una solución (el cual presenta cianuro) empleando para ello Nitrato de Plata ( $\text{AgNO}_3$ ), y como indicador Ioduro de Potasio (KI) al 10 %. Este método está basado en la formación de un precipitado de Ioduro de plata insoluble en ausencia de cianuro.

#### **3.11.3.1. Materiales y reactivos empleados**

##### **Materiales**

- Bureta 20 ml
- Vaso pirex de 500ml
- Matraz Erlenmeyer
- Pipeta 25ml
- Papel filtro
- Frasco gotero
- pH-metro
- Embudos
- Pizeta



### **Reactivos**

- Nitrato de plata 4,33gr/l
- Ioduro de potasio al 10%
- Agua destilada

#### **3.11.3.2. Procedimiento**

El procedimiento para la determinación del cianuro libre en los tanques se basa en obtener una muestra de solución en la entrada y salida del tanque N°1, así como también en la salida del tanque N°6, dichas muestras serán filtradas empleando para ello un embudo y papel de filtro.

Una vez obtenida la solución clara se procede a tomar 5ml de muestra, para colocarla en un vaso precipitado conjuntamente con 3 a 4 gotas de Ioduro de potasio el cual servirá de indicador. Se titula empleando para ello el Nitrato de plata, la titulación terminara cuando la solución presente una tonalidad amarillenta parecida a la (clara de huevo), lo cual nos señalara la saturación de la solución.

#### **3.11.4. pH adecuado**

Nosotros requerimos trabajar en un medio básico y de esta manera evitar la transformación del  $CN^-$  en  $HCN(g)$  (ácido cianhídrico) el cual es un gas muy tóxico.

Es por eso que el rango con la cual se opera en la planta está entre 10.5 a 11.5, estos valores son medidos cada hora en el tanque N°1 y cada 2 horas en el tanque N°6.



### **3.11.5. Análisis de malla**

Como sabemos se obtiene una buena recuperación de oro, si el molino empleado está realizando una buena molienda del mineral, es por eso que cada cierto tiempo se realizan tomas de muestras de la pulpa entrante al tanque N°1, determinándose de esta manera el % de malla -200 en el tanque.

Este es un factor muy importante en la recuperación de oro, siendo el intervalo adecuado de malla -200 el comprendido entre los valores de 90 % a más.

#### **3.11.5.1. Procedimiento**

Se realiza la toma de muestra de la pulpa entrante al tanque N°1 (overflow) empleando para ello un recipiente el cual tiene una capacidad de 1 litro. La pulpa obtenida, se someterá a la determinación de su respectiva densidad, hallando de este modo su peso (el volumen es conocida ya que se trata de un recipiente de 1 litro).

Una vez obtenido el peso de la muestra procedemos al deslamado del mismo, empleando para ello una malla 200. La muestra pasante se desechará, mientras que la muestra de malla +200, pasará a un proceso de secado.

Como último paso, y ya con el peso de malla +200, por diferencia entre el peso inicial y el peso de malla +200, podremos hallar el peso de malla -200 y de esta forma el % de malla -200.

### **3.11.6. Análisis granulométrico del hidrociclón**

Actualmente se cuenta con un clasificador HD6B, para determinar la eficiencia del clasificador tomamos muestras en el ingreso del clasificador (fider) que vendría ser



la descarga del molino y en el rebose del clasificador el cual sería lo clasificado para la lixiviación (over).

### **3.11.7. Reactivos y aceros**

#### **3.11.7.1. Reactivos**

Minera confianza recupera oro a partir de soluciones cianuradas empleado para ello el cianuro de sodio, soda caustica y carbón activado, este último fabricado de cascaras de coco con una capacidad de adsorción mayor que otros carbones activados fabricados a partir de otros materiales. Con la tecnología del carbón activado, es posible lograr una alta productividad por lo que es importante tener una buena calidad de reactivos para poder alcanzar este objetivo.

Cabe mencionar que los reactivos más utilizados y primordiales en esta industria son el cianuro de sodio, que viene en su presentación de 1000 kg. en forma briquetas, así como también la soda cáustica en su presentación de 25 kg en forma de escamas las cuales son preparadas en forma manual y almacenados en un tanque el cual sirve de alimentación a todo el circuito de molienda de la planta. También se podría decir es un sólido blanco, higroscópico (absorbe humedad del aire, que corroe la piel y se disuelve muy bien en el agua liberando una gran cantidad de calor. Generalmente se utiliza en forma sólida o en solución. El hidróxido de sodio es uno de los principales compuestos químicos utilizados en la industria (**Tapara, 2018**).

A continuación, se mostrará tablas y gráficos sobre el consumo de reactivos y el tonelaje de mineral procesado por mes, correspondiente al año 2020.

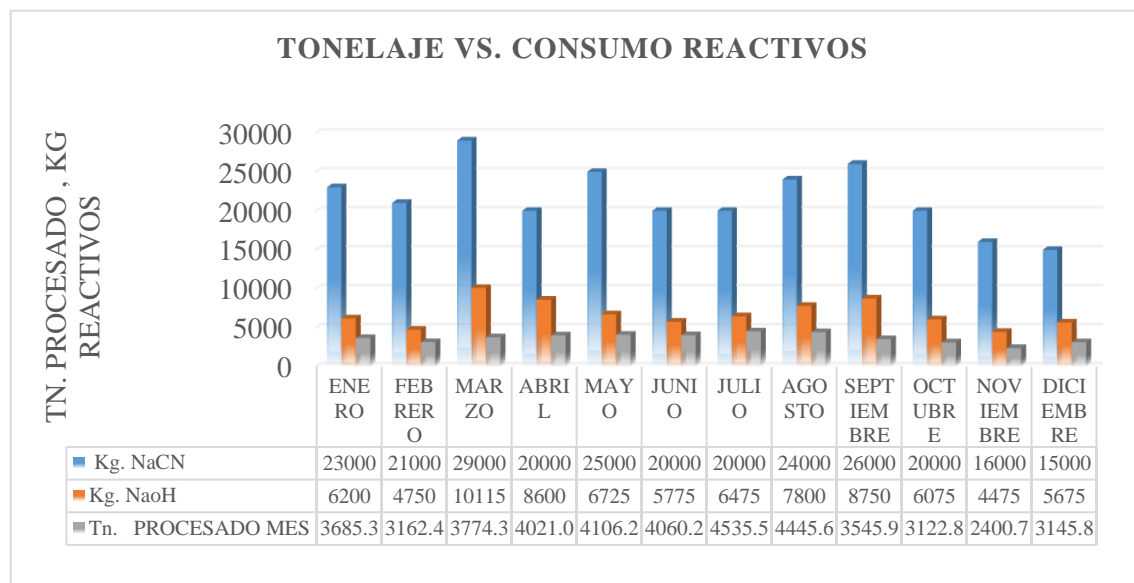
**Tabla 6**

*Balance Anual 2020 de Consumo de Reactivos*

Balance anual 2020 de consumo de reactivos					
Mes	Kg. NaCN	Kg. NaOH	Tn. Procesado Mes	Kg. NaCN/ Tn. de Min.	Kg. NaOH/ Tn. de Min.
Enero	23000	6200	3685.3	6.241	1.682
Febrero	21000	4750	3162.4	6.641	1.502
Marzo	29000	10115	3774.3	7.684	2.68
Abril	20000	8600	4021	4.974	2.139
Mayo	25000	6725	4106.2	6.088	1.638
Junio	20000	5775	4060.2	4.926	1.422
Julio	20000	6475	4535.5	4.41	1.428
Agosto	24000	7800	4445.6	5.399	1.755
Septiembre	26000	8750	3545.9	7.332	2.468
Octubre	20000	6075	3122.8	6.405	1.945
Noviembre	16000	4475	2400.7	6.665	1.864
Diciembre	15000	5675	3145.8	4.768	1.804
<b>Promedio</b>			3667.14	5.96	1.86

**Figura 4**

*Tonelaje versus Consumo de Reactivo*



FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

### 3.11.7.2. Aceros

La alimentación de bolas de acero hacia el molino se efectúa de manera diría, realizándose de manera manual a través de la descarga del molino. La cantidad de bolas de acero que se va a añadir al molino dependerá del grado de molienda a la cual está trabajando el mismo, y esto se sabe mediante la determinación del % de malla -200 que tiene la molienda, como se sabe este debe estar en un rango que este entre el 85 % y 95 % de malla -200, pero se debe tener criterio para el llenado porque esta deficiencia podría estar influenciada por la mala clasificación como también del tipo de mineral que se está tratando.

A continuación, se mostrará un cuadro sobre el consumo de acero (bolas) correspondiente al año 2020 así como también un gráfico el cual me indicará el consumo del mismo.

**Tabla 7**

*Balance Anual 2020 de Consumo de bolas de Acero*

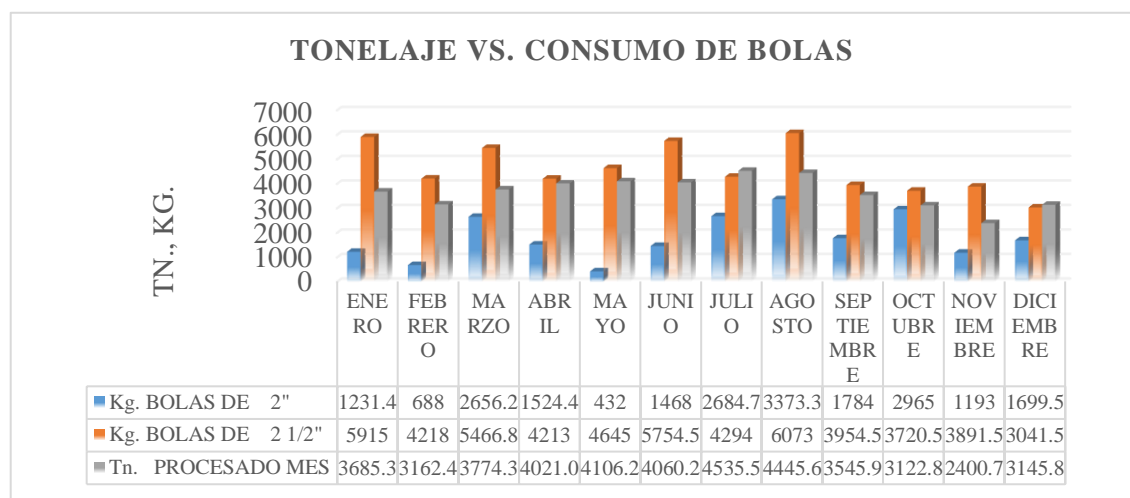
Balance anual 2020 de consumo de bolas					
Mes	Kg. Bolas de 2"	Kg. Bolas de 2 1/2"	Tn. Procesado Mes	2" en Kg/Tn de Mineral	2 1/2" en Kg/Tn de Mineral
Enero	1231.4	5915	3685.3	0.3341	1.605
Febrero	688	4218	3162.4	0.2176	1.3338
Marzo	2656.2	5466.8	3774.3	0.7038	1.4484
Abril	1524.4	4213	4021	0.3791	1.0477
Mayo	432	4645	4106.2	0.1052	1.1312
Junio	1468	5754.5	4060.2	0.3616	1.4173
Julio	2684.7	4294	4535.5	0.5919	0.9468
Agosto	3373.3	6073	4445.6	0.7588	1.3661

Septiembre	1784	3954.5	3545.9	0.5031	1.1152
Octubre	2965	3720.5	3122.8	0.9495	1.1914
Noviembre	1193	3891.5	2400.7	0.4969	1.621
Diciembre	1699.5	3041.5	3145.8	0.5402	0.9668
<b>Promedio</b>			3667.1417	0.4952	1.2659

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

**Figura 5**

*Tonelaje versus Consumo De Bolas de Acero*



FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

### 3.11.8. Variables que influyen en el proceso de cianuración

En el proceso de cianuración debemos tener presente todas las variables, ya que manejamos minerales de todo tipo, lo cual clasificamos como óxidos y sulfuros.

Por ello se deberá reconocer las características mineralógicas de estos minerales, los tipos de depósitos, la distribución del oro, la granulometría en que se presenta y otros parámetros fundamentales que determinarán la selección de la técnica óptima a aplicar, a continuación, algunas variables:

- Tamaño de Grano



- Concentración de Cianuro
- Concentración de Oxígeno
- Alcalinidad Protectora
- Dilución de la Pulpa
- Temperatura
- Presencia de Impurezas

### 3.12. CÁLCULOS METALÚRGICOS A CONDICIONES ACTUALES

#### 3.12.1. Cálculo de la velocidad crítica molino chino 6ft \*10ft

$$V_c = \frac{76.63}{\sqrt{D}}$$

$$V_c = \frac{76.63}{\sqrt{6}} = 31.2$$

$$V_c = 31.2 \text{ RPM}$$

#### Molino 5ft\*5ft

$$V_c = \frac{76.63}{\sqrt{D}}$$

$$V_c = \frac{76.63}{\sqrt{5}} = 34.27$$

$$V_c = 34.27 \text{ RPM}$$

#### 3.12.2. Cálculo del % de la Velocidad Crítica molino 6ft\*10ft:

$$\% V_c = \frac{76}{V_c}$$





$$\% V_c = \frac{76}{31.2}$$

$$\% V_c = 23.7\text{rpm}$$

### **Molino 5ft\*5ft**

$$\% V_c = \frac{76}{V_c}$$

$$\% V_c = \frac{76}{34.2}$$

$$\% V_c = 26 \text{ rpm}$$

### **3.12.3. Determinación de la carga circulante del proceso en ampliación**

Determinando las diluciones en el clasificador D6

$${}^{\circ}D(l/s) = \frac{100 - \%S}{\%S}$$

$${}^{\circ}D_f = \frac{100 - 59.558}{59.588} = 0.679$$

$${}^{\circ}D_o = \frac{100 - 40.298}{40.298} = 1.481$$

$${}^{\circ}D_u = \frac{100 - 72.972}{72.972} = 0.370$$

**Tabla 8***Parámetros para el Cálculo de la Carga Circulante*

PRODUCTOS	DENSIDAD (W)	%S	%L	°D
Descarga del Molino	1600	59.558	41.442	0.679
Rebose del clasificador	1340	40.298	59.702	1.481
Arena del Clasificador	1850	72.972	27.028	0.370

FUENTE: Elaboración propia

**Determinando la carga circulante (cc)**

$$\%CC = \frac{^{\circ}D_o - ^{\circ}D_f}{^{\circ}D_f - ^{\circ}D_c} * 100$$

$$\%CC = \frac{1.481 - 0.679}{0.679 - 0.370} * 100$$

$$\%CC = 259.5\%$$

$$\text{TCC - actual} = 2.595 * 138.8 = 360.2 \text{ TMS/Dia}$$

**3.12.4. Determinación de la eficiencia de la clasificación D6**

$$E = \frac{A(1 - o)}{(A + CC)(1 - f)} * 100$$

Dónde:

E = Eficiencia del clasificador (%)

CC = Carga circulante (260 TMD)

A = Mineral alimentado al molino por día (140 TMD)



$o$  = % de material más fino que la malla de separación en el rebose del clasificador

$f$  = % de material más fino que la misma malla de separación en descarga del molino.

$$E = \frac{140 * (1 - 90)}{(140 + 361)(1 - 60)} * 100$$

$$E = 42.23\%$$

### 3.12.5. Determinación de la capacidad de los tanques agitadores

#### Tanques n°1, 2, 5 y 6

$$1 \text{ pie} = 0.3048\text{m}$$

$$19 \text{ pies} = 19\text{ft} * \frac{0.3048\text{m}}{1\text{ft}} = 5.79\text{m}$$

$$18 \text{ pies} = 18\text{ft} * \frac{0.3048\text{m}}{1\text{ft}} = 5.48\text{m}$$

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.1416 * 2.74^2 * 5.79$$

$$V = 136.56\text{m}^3$$

$$V. \text{util} = 136.56\text{m}^3 * 0.95 = 130\text{m}^3$$

**Nota:** 0.95 es el espacio que hay interior del tanque, tanto en los correajes

#### Tanques 3 y 4

$$1 \text{ pie} = 0.3048\text{m}$$



$$18 \text{ pies} = 18\text{ft} * \frac{0.3048\text{m}}{1\text{ft}} = 5.48\text{m}$$

$$18 \text{ pies} = 18\text{ft} * \frac{0.3048\text{m}}{1\text{ft}} = 5.48\text{m}$$

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.1416 * 2.74^2 * 5.48$$

$$V = 129\text{m}^3$$

$$V. \text{util} = 129\text{m}^3 * 0.95 = 122\text{m}^3$$

**Nota:** 0.95 es el espacio que hay en el interior del tanque, tanto en los correajes

### 3.12.6. Determinación del flujo pulpa

Flujo = 140TMD → 5.33 TM (Hr)

Densidad con la que ingresa la pulpa a los tanques es de 1340gr / Lt = 1,34 gr / ml

$$G.E. = 2.7$$

#### Determinando porcentaje de sólidos

$$\%S = \frac{(1.34 - 1) * (100)}{1.34 * \frac{2.7 - 1}{2.7}}$$

$$\%S = 40.3$$

Entonces:

$$40.3\% \rightarrow 5.33 \text{ hrs}$$



$$100\% \rightarrow X$$

$$X = 13.2 \text{ hrs}$$

**Nota:** El ingreso de flujo de pulpa hacia los tanques es de 13.2 tm/hr

### **Determinando el volumen de pulpa**

$$1.34 \text{ tm} \rightarrow 1\text{m}^3$$

$$13.2\text{tm} \rightarrow X\text{m}^3$$

$$X = 9.85 \text{ m}^3 \text{ pulpa/hora}$$

### **3.12.7. Determinación del tiempo de residencia para la adsorción**

#### **Tanques 1, 2, 5 y 6**

$$\text{TRA} = \frac{\text{Vol. tk}}{\text{Vol. de pulpa / hora}}$$

$$\text{TRA} = \frac{130\text{m}^3}{\frac{9.85\text{m}^3}{\text{hr}}} = 13.2 \text{ horas}$$

$$\text{TRA} = 13.2\text{hrs} * 4\text{tk} = 52.8 \text{ hrs}$$

#### **Tanques 3 y 4**

$$\text{TRA} = \frac{122\text{m}^3}{\frac{9.85\text{m}^3}{\text{hr}}} = 12.38 \text{ horas}$$



$$\text{TRA} = 12.38\text{hrs} * 2\text{tk} = 24.76 \text{ hrs}$$

**Nota:** la sumatoria de TRA de los 6 tks es = 77.56 hrs

### 3.12.8. Determinando factor faja

$$\text{Factor} = \frac{\text{Veloc. faja}}{\text{long. corte}} \times \text{peso kg}$$

$$\text{Veloc} = \frac{d}{t} = \frac{(m)}{(s)} = \frac{1.55m}{9.2\text{seg}}$$

$$\text{Veloc.} = 0.168\text{m/seg}$$

$$\text{long. corte} = 0.3048\text{m}$$

$$\text{Factor} = \frac{0.168\text{m/seg}}{0.3048\text{m}} \times \frac{1\text{tn}}{1000\text{kg}} \times \frac{3600\text{seg}}{1\text{h}} = 1.984\text{tn/h}$$

$$\text{Factor} = 1.98 \text{ tn/h}$$

### 3.12.9. Determinación de ley mediante método Newmont

#### Materiales

- muestra pulverizada 200gr
- tamizado malla # 140

#### Pesos tamizados

- malla + #140 10g
- malla - #140 190g

#### Ensayo al fuego:



$$A + \#140(1 \text{ muestra } 10\text{g}) = 0.75 \text{ mgAu}_A$$

$$B - \#140(1 \text{ muestra } 10\text{g}) = 0.16 \text{ mg Au}_B$$

$$C - \#140(1 \text{ muestra } 10\text{g}) = 0.15\text{mg Au}_C$$

\* Promedio de ley para  $Au_B - Au_C$  con un margen de error de  $\pm = 0.15 \text{ mg Au}$

\*Peso en kg muestra (A + #140 y B - #140) \* (ley Au, mg/kg) = mg Au #140

$$- \text{ Muestra A} + \#140 (0.01 \text{ kg} * 75 \text{ mg/kg}) = 0.75 \text{ mg Au}$$

$$- \text{ Muestra B} - \#140 (0.190 \text{ kg} * 15 \text{ mg/kg}) = 2.85 \text{ mg Au}$$

\*  $\Sigma$  de leyes  $0.75\text{mg Au} + 2.85\text{mg Au} = 3.6 \text{ mg Au}$  en una muestra de  $0.2\text{kg}$

Entonces  $1\text{kg}$  de muestra =  $18 \text{ mg}$  que es igual a  $0.018\text{g/kg}$

Ley newmont =  $18\text{gAu/TMS}$

### 3.13. BALANCE METALÚRGICO

Los siguientes balances metalúrgicos presentados con ley de cabeza promedio a  $18.00 \text{ gr. Au/TMS}$ , estos balances son reportados mensualmente y para un proceso de  $140 \text{ TMS/Día}$ , de acuerdo a estas leyes se obtiene recuperaciones que van desde  $93\%$ .

**Tabla 9***Balance Diario Molienda y Lixiviación 140 TMS/día.*

<b>Producto</b>	<b>Peso</b>	<b>Leyes (g/TM)</b>	<b>Contenido (g)</b>	<b>Distribución (%)</b>
	<b>TM</b>	<b>Au</b>	<b>Au</b>	<b>Au</b>
Cabeza (TMS)	140	18	2520	100
Sol Rica (m3) (* )	210	11.34	2381	94.5
Relave (TMS)	140	0.99	138.6	5.5

*Nota.* (\*) Ley en g/m3

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

A continuación, en la siguiente tabla de la sección de molienda y lixiviación la recuperación promedio es de 94.5 %, para un promedio mensual de 4200 TMS. Dándonos una recuperación estimada mensual de oro de 71.442 Kg.

**Tabla 10***Balance Mensual Molienda y Lixiviación 140 TMS/día.*

<b>Producto</b>	<b>Peso</b>	<b>Leyes (g/TM)</b>	<b>Contenido (Kg)</b>	<b>Distribución (%)</b>
	<b>TM</b>	<b>Au</b>	<b>Au</b>	<b>Au</b>
Cabeza (TMS)	4200	18	75.600	100
Sol Rica (m3) (*)	6300	11.34	71.442	94.5
Relave (TMS)	4200	0.99	4.158	5.5

*Nota.* (\*) Ley en g/m3

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

En la tabla 11, podemos apreciar un 99.27% de recuperación en el proceso de desorción y fundición.



**Tabla 11***Balance Mensual Desorción Fundición*

Producto	Peso leyes (g/TM)		Contenido (Kg.)	Distribución (%)
	TM	Au	Au	Au
Carbón (Kg.)	5000	14.29	71.44	100
Dore (Kg.) (*)	130	54.55	70.92	99.27
Solución Strip (m <sup>3</sup> )(**)	2	4.5	0.01	0.02
Carbón (Kg.)	5000	0.102	0.51	0.71

*Nota.* (\*) Ley en % y (\*\*) ley en g/m<sup>3</sup>

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

En cuanto a la tabla 12, de balance de relave la ley de oro que se presenta en el relave está por debajo de promedio, que es de 1 g/TMS, lo que nos indica que hay una buena recuperación en dicha sección.

**Tabla 12***Balance Mensual Relaves de lixiviación*

Producto	Peso leyes (g/TM)		Contenido (Kg.)	Distribución (%)
	TM	Au	Au	Au
Relave (TMS)	4200	0.99	4.158	5.5
Solución Barren (m <sup>3</sup> )	6300	0.11	0.51	0.71

*Nota.* Ley de solución barren en g/m<sup>3</sup>

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

La recuperación promedio general estimada es de 93.41 %, para un promedio mensual de 4200 TMS. La recuperación estimada mensual de oro es de 70.92 Kg. Todos estos ítems en la siguiente tabla 13.

**Tabla 13***Balance Mensual General*

Producto	Peso	Leyes (g/TM)	Contenido (Kg)	Distribución (%)
	TM	Au	Au	Au
Cabeza (TMS)	4200	18	75.6	100
Solución Rica (m3) (*)	6300	11.34	71.44	94.5
Relave (TMS)	4200	0.99	4.158	5.5
Carbón Cargado (Kg.)(**)	5000	14.29	71.44	100
Solución Barren (m3)	6300	0.11	0.51	0.71
Dore (Kg.) (***)	130	54.55	70.92	99.27
Solución Strip (m3)(*)	2	4.5	0.01	0.02
Carbón desorbido (Kg.)(**)	5000	0.102	0.51	0.71
Recuperación General			70.92	<b>93.41</b>

**Nota.** (\*) Ley en g/m<sup>3</sup>, (\*\*) Ley carbón en g/Kg., (\*\*\*) Ley en %

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

Con todos estos parámetros controlados y realizando los diferentes procesos se llega a una recuperación general de hasta el 93 41%. Adicionalmente se anexa los balances de materia de 140 TM/día.

**3.13.1. Balance de agua**

En la presente tabla 14, el balance diario de agua en planta es 204.46 m<sup>3</sup>. El agua recuperada como solución barren es de 151.46 m<sup>3</sup>, siendo el 75 %, necesitándose un 25 % de agua fresca que vendría a ser 96 m<sup>3</sup>. Todo esto más el agua utilizada en las cosechas, tanto como en el lavado ácido, nos dan mensualmente un promedio de 6163 m<sup>3</sup>.

**Tabla 14***Balance Diario de Agua*

<b>Balance de agua diario 140 TM/Dia</b>			
<b>Puntos de dosificación</b>	<b>Agua de Proceso (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>Agua fresca (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>Agua de recuperación (m<sup>3</sup>/día)</b>
Mineral de Cabeza	3.99		3.99
Alimentación a Molinos chino 6'x 10'	53.45		53.45
Solución de Cianuro	3.45	3.45	
Solución de Soda Caustica	2.7	2.70	
Alimentación a Molinos Denver 5 'x 5'	66.85	36.85	30.00
Agua en ambos trómeles	64.02		64.02
Adición en el cajón de pulpa	10	10.00	
<b>Sub total</b>	<b>204.46</b>		
Agua utilizada en 02 cosechas al mes	22.5	22.50	
Agua Lavado Carbón y Lavado Acido	20.5	20.50	
<b>Total, de consumo (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>247.46</b>	<b>96.00</b>	<b>151.46</b>

FUENTE: Elaboración propia.

**3.13.2. Balance energético****Tabla 15***Costo Energético Acopio y Recepción*

<b>Sección acopio y recepción</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
Chanc. Conica 2 ft - Symons	40	29.4	10	294
Chanc de Quijada 10"X16" - Sanland	30	22.1	10	221
Alimentador 39"x24" - Hechizo	5	3.7	10	37
Zaranda Vibrat. 60"x40" Set 5/8"	5	3.7	10	37
Faja Transportadora 1 de 9.6m.	5	3.7	10	37
Faja Transportadora 2 de 8.0m.	5	3.7	10	37
Faja Transportadora 3 de 8.0m.	5	3.7	10	37
Bomba de Aceite 1 1/4 "x 1 1/4 "	4	2.9	10	29
Radiador	1	0.7	10	7

**Tabla 16***Costo Energético Polveo*

Sección polveo	Hp	kW	Horas op.	kW - h
Molino Polveador 1 2.5x1.5ft-Hechizo	5	3.7	5	18.5
Molino Polveador 2 2.5x1.3ft-Hechizo	5	3.7	5	18.5
Molino Polveador 3 2.5x1.5ft-Hechizo	5	3.7	5	18.5
Molino Polveador 4 2.5x1.3ft-Hechizo	5	3.7	5	18.5
Molino Polveador 5 2.5x1.3ft-Hechizo	5	3.7	5	18.5
Chancadora de Quijada 6"X8"-Hechizo	5	3.7	5	18.5

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 17***Costo Energético Molienda y Lixiviación*

Sección molienda y lixiviación	Hp	kW	Horas op.	kW - h
Molino 6x10 ft - chino	175	128.8	24	3091.2
Molino 5x5 ft -Denver	90	66.2	24	1588.8
Faja Transportadora 1 de 7.7m.- Hechizo	5	3.7	24	88.8
Faja Transportadora 2 de 5.7m.- Hechizo	5	3.7	24	88.8
Faja Transportadora 3 de 7.8m. -Hechizo			-	
Faja Transportadora 4 de 9.7m. -Hechizo	5	3.7	24	88.8
Bomba de Pulpa 4"X3" - Espiasa	20	14.7	24	352.8
Bomba Vertical de Pulpa 2"X2" - Hechizo	7.5	5.5	24	132
Bomba (Barren) 3"X2"	15	11	2	22
Bomba (Barren) 4"X3"	20	14.7	8	117.6
Bomba para Agua Fresca 2"X1"	7.5	5.5	5	27.5
Tanque de Agitación 1 - 19X18 ft	12.5	9.2	24	220.8
Tanque de Agitación 2 - 19X18 ft	12.5	9.2	24	220.8
Tanque de Agitación 3 - 19X18 ft	12.5	9.2	24	220.8
Tanque de Agitación 4 - 18X18 ft	10	7.4	24	177.6
Tanque de Agitación 5 - 18X18 ft	10	7.4	24	177.6
Tanque de Agitación 6 - 19X18 ft	10	7.4	24	177.6
Tanque de Solución 6x6 ft	5	3.68	2	7.36
Compresora Azul y Roja 200PSI	30	22.08	24	264.96

**Tabla 18***Total Costo Energético Mensual*

<b>Laboratorio</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
equipos en general	30	22.37	24	536.91
<b>Desorción</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
equipos en general	5	3.73	4	14.91
<b>Otros</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
Campamento, cocina, alumbrado de planta	60	44.74	24	1073.83
kWh/día				9803.43
Costo por día US\$ 0.13/kWh				1274.45
<b>COSTO POR MES US\$</b>				<b>38,233.39</b>

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

**3.14. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS****3.14.1. Costo de proceso**

Denominamos costo de proceso el valor monetario que involucra procesar una TMS de mineral desde el momento de acopio, pasando por los diferentes procesos productivos hasta la exportación que involucra obtener el 90% esperado del contenido fino del mineral como dore.

Este costo de proceso vendría a ser la suma de:

- Mano de Obra: Personal involucrado directamente en el proceso (personal operario, técnicos, ingenieros). Esta mano de obra genera un costo de alimentación tanto como de planillas.
- Insumos: Cianuro de sodio, hidróxido de sodio, bolas de acero, carbón activado, alcohol etílico, transporte de estos, combustible, energía eléctrica, agua, entre otros.



- Variables: Análisis químico, ferretería, primeros auxilios, etc.
- Desorción.
- Depreciación de los equipos.
- Gastos administrativos.

Todos estos puntos se expresan en US\$/TM que vendría a ser la maquila mínima, a partir de este valor nuestra operación es “operacionalmente” rentable.

En el anexo N° 3, se observa un cuadro de costos de proceso de la gestión 2020, en el que se detalla todos los costos de operatividad, ya mencionados anteriormente, así mismo se puede observar un detalle muy importante a resaltar. “A mayor tonelaje procesado, menor costo en la operación “(menor costo de maquila) todo esto operando con dos molinos 6ft x 10ft y 5 ft x 5ft.

**Tabla 19**

*Maquila a Condiciones Actuales*

<b>Maquila a Condiciones Actuales US\$/TMS</b>	
Mano obra, alimentación	21.3
Insumos	31.2
Costos variables	1.0
Desorción	1.0
Depreciación equipos	2.9
Gastos administrativos	22
<b>Costo US\$/TMS</b>	<b>79.3</b>

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.

El costo unitario por tonelada procesada es de 79,3 US\$/TM, siendo este costo promedio de operación (maquila).



**Tabla 20**

*Consideraciones Económicas y Beneficio Mensual*

<b>Consideraciones Económicas</b>	
Toneladas procesadas	4200 TMS
Contenido fino bruto de oro	75600 gr Au
Ley de mineral o contenido fino (gr/TM)	18 gr Au /TM
Ley de mineral o contenido fino (Oz/TM Au)	0.5787 Oz Au /TM
Recuperación general de Au en los diferentes procesos	70920 gr Au
% De recuperación general	93.41%
Cotización o precio internacional (P.I.) (US\$/Oz Au)	(1800 US\$/Oz Au) 1gr Au = 57.87
Valorización y ventas del producto US\$	4104140.00
Valorización de minerales de compra US\$	3281229.00
% Porcentaje de recuperación para la compra (pruebas metalúrgicas)	75%
<b>Costo total de producción US\$</b>	<b>333060.00</b>
<b>Costo de maquila (US\$/TN)</b>	<b>79.3</b>
<b>Beneficio económico liquido de planta US\$</b>	<b>822911.00</b>

FUENTE: Elaboración propia.

El costo de operación mensual para procesar 4200 TM/mes es de US\$ 333060.00 y el costo unitario por tonelada procesada es de 79,3 US\$/TM, siendo este costo promedio de operación (maquila), y se obtiene un beneficio liquido de US\$ 822911.00, como se aprecia en la tabla 20.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos de las pruebas metalúrgicas para el consumo de reactivos, como el de % de recuperación, tiempo de residencia para la adsorción, así como el dimensionamiento de equipos para su adquisición y fabricación, diagrama de flujo, de materia, como el de balances metalúrgicos proyectados, consideraciones económicas, costo de inversión y por último un cuadro comparativo del actual proceso versus el proyectado.

El estudio involucra netamente el área de molienda y lixiviación mas no al área de chancado, ya que este último tiene una capacidad de 300 TM/Dia. Las siguientes adquisiciones, modificaciones y configuraciones están realizará en función a las necesidades de la planta para ampliar su capacidad de procesamiento, para la remolienda se montará un molino de bolas modelo GRIEVER 5'x5' con capacidad por encima de las 100TN/Dia. con un motor de 75 HP que operará a una velocidad de 26 rpm con un porcentaje de solidos del 72%, este formará parte de la molienda secundaria junto al actual molino de bolas de similares características, estos dos en un circuito abierto, operando en conjunto con un molino de bolas modelo 6ft x 10ft. Con capacidad de hasta 300 TM/Dia.

En la sección de clasificación reemplazamos el antiguo hidrociclón (D-6) por uno de mayor capacidad un hidrociclón (D-8) marca ESPIASA, las arenas del underflow serán compartidas entre los dos molinos de bolas que cumplen la función de remolienda, el primero modelo DENVER 5'x5' y el segundo modelo GRIEVER 5'x5', todos estos productos van a ser conducidos al mismo cajón de pulpas, para luego ser impulsadas por





una bomba de lodos horizontal de 5in x 4in, con un motor de 30 HP, dicha bomba remplazara a la anterior 4in x 3in de 24 HP.

El mineral alimentado a este circuito es  $<3/4$ ", mineral fresco oxidado procedente de una tolva de finos con una capacidad 80 TMS, peso específico de 2.7g/cc. con un porcentaje de humedad del 2.8%. todo esto se da comienzo en un molino de bolas modelo CHINO de 6'x10', donde se agregan mineral, agua y todo el consumo de cianuro de sodio e hidróxido de sodio, estas adiciones se hacen al mineral fresco que es lo mejor frente a las adiciones en otros puntos, la molienda primaria se da a un porcentaje de solidos del 60% a 65 %, en este punto se duplica la fuerza de cianuro por la dilución en el molino, es aquí donde se disuelve entre el 75 a 85% del oro cianurable. El overflow del hidrociclón que tiene un porcentaje de sólidos de 40% se mantiene con un exceso de cianuro libre de 1800 a 2000 ppm y un pH entre 10.5 a 11.0. En los tanques se mantiene una fuerza de cianuro que hace posible la extracción complementaria del oro, esto empieza con una fuerza de cianuro libre que va decayendo desde 2000 ppm en el tanque N° 1 hasta 100 ppm en el tanque N° 7.

En la etapa de Adsorción y lixiviación el mineral molido a 90% menos malla -200 se alimentará a los Tanques de Cianuración para continuar con la disolución del oro remanente haciendo que el tiempo de residencia para la adsorción aumente de 77 a 86 horas elevando el porcentaje de recuperación general de 93.41% a 95.29%, para lograr tal objetivo se adicionara un nuevo tanque agitador con medidas de 30'x 30' con un motor 100 HP que operara a una velocidad de 36 RPM este se sumara a los otros 6 tanques de 20'x 20' de 36 RPM cada uno y doble impulsor, con esta cantidad de tanques se tiene capacidad para procesar 200 TM/Dia.



Se utiliza un solo hidrociclón y una bomba para todos los molinos, que es más selectivo en la clasificación que dos o tres bombas e hidrociclones. Asimismo, se emplea un DSM con malla 20 que elimina los orgánicos y sirve como sensor de clasificación del overflow, aquí se observa si la molienda es la adecuada para el proceso al generar arenamiento en la malla. Esta pulpa fluye por gravedad a los 7 tanques de agitación, cada tanque tiene carbón activado a una concentración de 20 gr. carbón/ lt pulpa. Se ha colocado malla 25 a la salida de cada tanque como sensor de una posible pérdida por rotura de la malla interna de los tanques o molienda del carbón por algún desperfecto de los tanques.

Adsorbido el oro en solución, se extrae el carbón activado cargado por un elevador de pulpa por aire comprimido denominado “air lift” esta extracción se realiza periódicamente con una ley de oro en carbón de 10 a 15 gramos por Kilogramo de carbón. La pulpa y el carbón cargado se reciben en una zaranda vibratoria de 3’x 6’ que tiene una malla 20 donde se separan, la pulpa retorna al tanque y el carbón se lava para su posterior ensacado y ser transportado al área de desorción, los carbones de los otros tanques se cosechan de la misma forma, pero ya no se lavan solo se transfieren a los tanques siguientes. La toma de muestra del circuito se hace en el overflow, se analiza el sólido y líquido de la pulpa con el cual se obtiene la ley de cabeza (se suman las leyes en función al porcentaje de sólidos). Estos cálculos y configuraciones se dan en función a 200 TM/día. Todos estos resultados se muestran detalladamente en las siguientes ilustraciones y tablas, (Se anexa los costos para la fabricación de un tanque de agitación de capacidad de 30ft x 30ft).

**Figura 6**

*Prueba de Agitación, Consumo de Reactivos y % De Recuperación de Au*

PRUEBA DE AGITACIÓN 77 HORAS A CONDICIONES ACTUALES 140 TN/DIA

ITEM	Muestra Corte De Faja (Cabeza)			Reactivos		Inicio			Final			Consumo de Reactivo		Tiempo de Agitación (Horas)	% de Recuperación Au
	Peso gr	# -200 %	H <sub>2</sub> O (ml)	NaCN (gr)	NaOH (gr)	Dp G.E. 2.7 (g/l)	NaCN (ppm)	NaOH (ph)	Dp G.E. 2.7 (g/l)	NaCN (ppm)	NaOH (ph)	NaCN kg/Tn	NaOH kg/Tn		
Prueba-1	300	90	900	1.7	0.57	1265	2000	11.5	1265	200	10.1	5.67	1.9	77	95.1
Prueba-2	300	90	900	1.8	0.55	1265	2000	11.5	1265	150	9.87	6	1.83	77	94.1
Prueba-3	300	90	900	2	0.6	1265	2000	11.5	1265	200	9.98	6.67	2	77	94.3
Promedio	300	90	900	1.83	0.57	1265	2000	11.5	1265	183.3	9.98	6.11	1.91	77	94.5

PRUEBA DE AGITACIÓN 86 HORAS A CONDICIONES DE PROYECCIÓN 200 TN/DIA

ITEM	Muestra Corte De Faja (Cabeza)			Reactivos		Inicio			Final			Consumo de Reactivo		Tiempo de Agitación (Horas)	% de Recuperación Au
	Peso gr	# -200 %	H <sub>2</sub> O (ml)	NaCN (gr)	NaOH (gr)	Dp G.E. 2.7 (g/l)	NaCN (ppm)	NaOH (ph)	Dp G.E. 2.7 (g/l)	NaCN (ppm)	NaOH (ph)	NaCN kg/Tn	NaOH kg/Tn		
Prueba-1	300	90	900	1.75	0.55	1265	2000	11.5	1265	100	9.2	5.83	1.83	86	95.8
Prueba-2	300	90	900	1.79	0.61	1265	2000	11.5	1265	50	9	5.97	2.03	86	95.3
Prueba-3	300	90	900	1.83	0.58	1265	2000	11.5	1265	50	8.9	6.1	1.93	86	95.9
Promedio	300	90	900	1.79	0.58	1265	2000	11.5	1265	66.6	9.03	5.97	1.93	86	95.7

FUENTE: Laboratorio Químico Metalúrgico Minera Confianza S.A.C.

Se logro determinar en la prueba de agitación a 86 horas, el cianuro libre es menor al de 77 horas, siendo este de (66.6 ppm), también se observa un descenso del pH en ambos casos.

En cuanto al consumo de reactivo no hubo cambios significativos, sigue manteniendo los mismos parámetros.

El porcentaje de recuperación se incrementó hasta en un 1 % a un tiempo de 86 horas, así disminuyendo la ley de cola.



Ya con los resultados de las pruebas, los parámetros determinados, se utilizarán para las liquidaciones de los lotes de minerales, ya que se reporta el grado de lixiviación, el consumo de reactivos y la recuperación que son datos que se incluyen en una liquidación o valorización de un mineral.

#### **Determinando la eficiencia del clasificador D - 8**

$$E = \frac{A(1 - o)}{(A + CC)(1 - f)} * 100$$

Dónde:

E = Eficiencia del clasificador (%)

CC = Carga circulante (517 TMD)

A = Mineral alimentado al molino por día (200 TMD)

o = % de material más fino que la malla de separación en el rebose del clasificador

f = % de material más fino que la misma malla de separación en descarga del molino.

$$E = \frac{200 * (1 - 95)}{(200 + 408)(1 - 57)} * 100$$

$$E = 55.21\%$$

#### **Determinación de la capacidad del Tanque proyectado 30ft x 30 ft**

$$1 \text{ pie} = 0.3048\text{m}$$

$$30 \text{ pies} = 30\text{ft} * \frac{0.3048\text{m}}{1\text{ft}} = 9.1\text{m}$$

$$V = \pi * r^2 * h$$



$$V = 3.1416 * 4.57^2 * 9.1$$

$$V = 600\text{m}^3$$

$$V.\text{util} = 600\text{m}^3 * 0.95 = 570\text{m}^3$$

**Nota:** 0.95 es el espacio que hay al interior del tanque, tanto en los correajes

**Determinando tiempo de residencia para la adsorción a condiciones actuales con 200**

**TM/día**

**Datos:**

%Sólidos = 40.3

flujo de pulpa = 20.6 horas

volumen de pulpa = 15.37 m<sup>3</sup> pulpa/hora

**Tanques 1, 2, 5 y 6**

$$\text{TRA} = \frac{\text{Vol. tk}}{\text{Vol. de pulpa / hora}}$$

$$\text{TRA} = \frac{130\text{m}^3}{\frac{15.37\text{m}^3}{\text{hr}}} = 8.45 \text{ hrs}$$

$$\text{TRA} = 8.45\text{hrs} * 4\text{tk} = 33.8 \text{ hrs}$$

**Tanques 3 y 4**

$$\text{TRA} = \frac{122\text{m}^3}{\frac{15.37\text{m}^3}{\text{hr}}} = 7.9 \text{ horas}$$



$$\text{TRA} = 7.9\text{hrs} * 2\text{tk} = 15.8 \text{ hrs}$$

**Nota:** la sumatoria de TRA experimental de los 6 tks a condiciones actuales es = 49.3 hrs  
la cual casi está en el promedio.

### **Tanque proyectado 30ft x 30 ft**

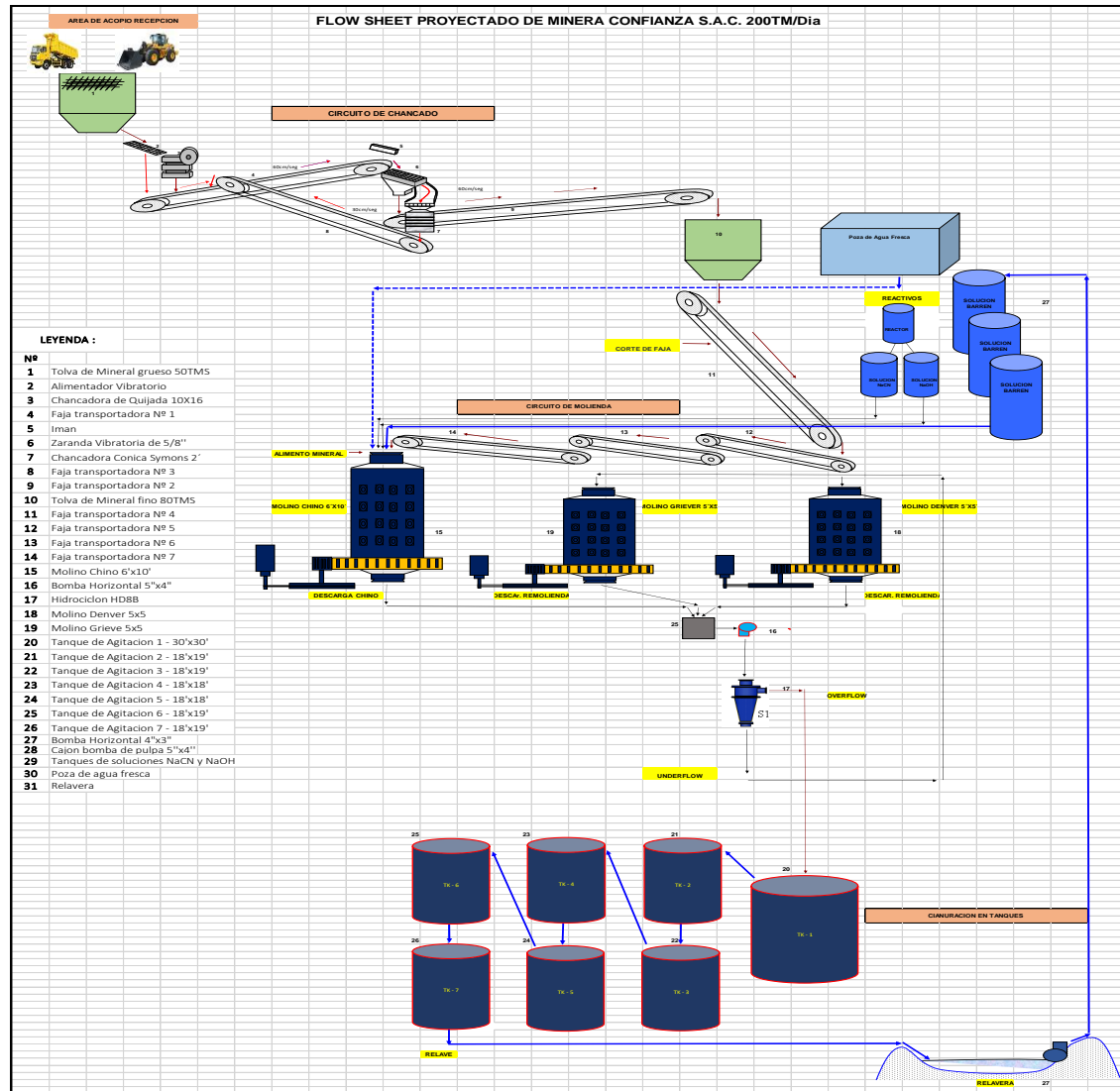
$$\text{TRA} = \frac{570\text{m}^3}{\frac{15.37\text{m}^3}{\text{hr}}} = 37\text{horas}$$

**Nota:** con el nuevo tanque implementado el TRA proyectado es de = 86.6 hrs que se encuentra perfectamente en el rango de lixiviación.

## 4.1. DIAGRAMA DE FLUJO

**Figura 7**

*Flow sheet Projectado de Minera Confianza S.A.C 200 TMS/Dia*



FUENTE: Elaboración propia.

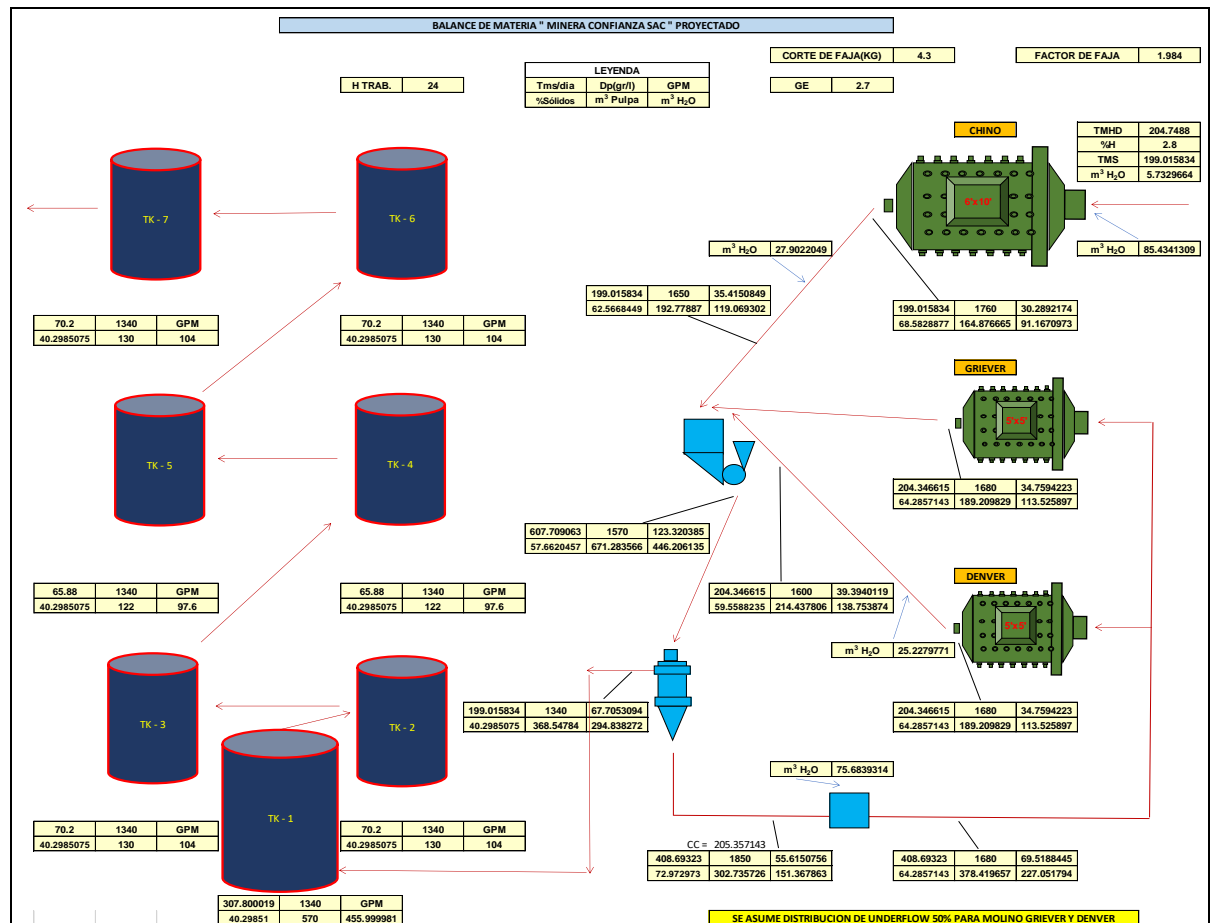
En la fig. 7, se observa el flowsheet, proyectado a 200 TMS/Dia principalmente la sección de molienda, lixiviación y absorción, ya que es ahí que se dará gran parte de la ampliación, a su vez en el mismo diagrama se presenta la descripción de equipos empleados en dicha área.

## 4.2. BALANCE METALÚRGICO

### 4.2.1. Balance de materia

Figura 8

Balance de Materia Proyecto de Molienda y Lixiviación 200 TMS/Día



FUENTE: Elaboración propia.

El balance de materia en esta sección es de mucha importancia puesto que es la más trascendental donde se lleva casi todo el proceso de recuperación, a su vez el área donde se dará la ampliación, destacando los equipos de mayor importancia a implementarse, tales como el tanque 30ft x 30ft, el sistema de clasificación D 8 y puesta en operación del tercer molino 5ft x 5ft.



#### 4.2.2. Balances metalúrgicos proyectados

**Tabla 21**

*Balance Mensual proyectado de Molienda y Lixiviación 200 TM/día.*

Producto	Peso	Leyes (g/TM)	Contenido (Kg)	Distribución (%)
	TM	Au	Au	Au
Cabeza (TMS)	6000	18.0	108	100
Sol Rica (m3) (*)	9000	11.5	103.68	96
Relave (TMS)	6000	0.72	4.32	4

*Nota.* (\*) Ley en g/m<sup>3</sup>

FUENTE: Elaboración propia.

El balance mensual proyectado de la sección de molienda y lixiviación presentado en la Tabla 21, reporta leyes y contenidos de oro tanto en cabeza, solución rica y relave.

**Tabla 22**

*Balance Mensual General Proyectado*

Producto	Peso	leyes (g/TM)	Contenido (Kg)	Distribución (%)
	TM	Au	Au	Au
Cabeza (TMS)	6000	18.0	108	100
Solución rica (m3) (*)	9000	11.5	103.68	96
Relave (TMS)	6000	0.72	4.32	4
Carbón cargado (kg.)(**)	5000	20.74	103.68	100
Solución barren (m3)	9000	0.08	0.74	0.71
Dore (kg.) (***)	188	54.55	102.92	99.27
Solución strip (m3)(*)	2	10.0	0.02	0.02
Carbón desorbido (kg.)(**)	5000	0.148	0.74	0.71
<b>Recuperación general</b>			<b>102.92</b>	<b>95.29</b>

*Nota.* (\*) Ley en g/m<sup>3</sup>, (\*\*) Ley carbón en g/Kg., (\*\*\*) Ley en %

FUENTE: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 22, la recuperación promedio general estimada es de 95.29 %, para un promedio mensual de 6000 TM. la recuperación mensual de oro es de 102.92 Kg. Lo que nos da un indicativo de mejora ante el actual tonelaje.

### 4.3. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

El presente estudio de factibilidad está dado con referencia al año 2020 e inicios 2021, esta sólidamente soportado por un previo estudio de mercado el cual nos asegura un suministro continuo de mineral y de un balance económicamente positivo para la empresa.

**Tabla 23**

*Costos De Ampliación*

Costo de Ampliación				
ITEM	Descripción	Cant.	Precio und. US\$	Total US\$
1	Adquisición de un molino de bolas 5ft x 5ft	1	95,000	95,000
2	Fabricación de un tanque agitador 30ft x 30ft	1	52,793	52,793
3	Adquisición de bomba de lodos 5in x 4 in de 30hp	2	17,000	34,000
4	Adquisición de motor + reductor 100 hp	2	11,500	23,000
5	Adquisición de motor - reductor 75 hp	2	5,000	10,000
6	Adquisición de un hidrociclón D-8	2	8,000	16,000
7	Adquisición de un variador de velocidad 100 hp	1	8,500	8,500
8	Adquisición de un variador de velocidad 75 hp	1	6,300	6,300
9	Costos de transporte y montaje de los mismos	-	-	9,800
10	Costos de Obras Civiles	-	-	5,500
11	Otros	-	-	10,000
<b>Total, de gastos US\$</b>				<b>270,393.00</b>

FUENTE: Elaboración propia.

Todas las cotizaciones de compra, ya sea de fabricación de equipos, maquinarias e insumos se refirieron a estas fechas ya mencionadas, la selección preliminar de estos se hizo en base a catálogos y manuales de ciertos proveedores de equipos todas estas detallas en la tabla 23.

**Tabla 24**

*Detalle resumido de Gastos de Tanque agitador a Implementar*

<b>Tanque Agitador de 30ft X 30ft</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Mano de O.</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>US\$</b>
Fab. tanque metálico	2,161.84	24,573.25	251.01	26,986.10
Fabricación de baffles	1,785.64	245.00	38.23	2,068.87
Fab. y montaje de sistema de trans. y puente	2,859.91	4,439.21	79.23	7,378.35
Fabricación de soporte de motor	1,121.21	181.01	9.94	1,312.16
Vías de acceso, barandas, pasamanos	2,768.03	2,221.89	58.23	5,048.15
Flete y otros costos de Fab. e instalación				10,000.00
<b>total</b>				<b>US\$ 52,793.64</b>

FUENTE: Taller Mecánico - Eléctrico Minera Confianza S.A.C..

La selección y dimensionamiento preliminar del tanque 30ft x 30ft se realizó con personal con amplia experiencia, sólidos conocimientos en diseño, fabricación de equipos metalúrgicos y montaje de plantas de beneficio.

Todos estos gastos de fabricación son minuciosamente detallados al final del estudio en el anexo N° 1.

**Tabla 25***Maquila a Condiciones Proyectada*

<b>Maquila a Condiciones Proyección</b>	<b>US\$/TMS</b>
Mano obra, alimentación	14.9
Insumos	25.6
Costos variables	0.7
Desorción	0.7
Depreciación equipos	2.5
Gastos administrativos	25
<b>Costo US\$/TMS</b>	<b>69.4</b>

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto al costo de proceso el valor monetario que involucra procesar una TMS de mineral desde el momento de acopio, pasando por los diferentes procesos productivos hasta la refinación involucra obtener el 90% esperado del contenido fino del mineral.

**Tabla 26***Costos De Producción Proyectado*

<b>Costos de Producción Proyectado</b>	
Toneladas procesadas	6000 TMS
Contenido fino bruto de oro	108.000
Ley de mineral o contenido fino (gr/TM)	18 gr Au /TM
Ley de mineral o contenido fino (Oz/TM Au)	0.5787 Oz Au /TM
Recuperación general de Au en los diferentes procesos	102060 gr Au
% De recuperación general	95.29%
Cotización o precio internacional (P.I.) (US\$/Oz Au)	(1800 US\$/oz Au) 1gr Au = 57.87
Valorización y ventas del producto US\$	5,906,212
Valorización de minerales de compra US\$	4,687,470
% Porcentaje de recuperación para la compra (pruebas metalúrgicas)	75%



<b>Costo total de producción US\$</b>	416,400.00
<b>Costo de maquila (US\$/TN)</b>	69.4
<b>Beneficio económico líquido de planta US\$</b>	1,218,742

FUENTE: Elaboración propia.

Se estima que el costo de operación mensual para procesar 6000 TM/mes será de US\$ 416,400 y el costo unitario por tonelada procesada es de 69,4 US\$/TM, siendo este costo promedio de operación (maquila), como se aprecia en la tabla 26.

### Costos energéticos proyectados

**Tabla 27**

*Balance energético Acopio, Recepción y Polveo*

<b>Sección Acopio y Recepción</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
Chanc. Conica 2 ft - Symons	40	29.4	12	352.8
Chanc de Quijada 10"X16" - Sanland	30	22.1	12	265.2
Alimentador 39"x24"- Hechizo	5	3.7	12	44.4
Zaranda Vibrat. 60"x40" Set 5/8"	5	3.7	12	44.4
Faja Transportadora 1 de 9.6m.	5	3.7	12	44.4
Faja Transportadora 2 de 8.0m.	5	3.7	12	44.4
Faja Transportadora 3 de 8.0m.	5	3.7	12	44.4
Bomba de Aceite 1 1/4 "x 1 1/4 "	4	2.9	12	34.8
Radiador	1	0.7	12	8.4
<b>Sección Polveo</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
Molino Polveador 1 2.5x1.5ft-Hechizo	5	3.7	7	25.9
Molino Polveador 2 2.5x1.3ft-Hechizo	5	3.7	7	25.9
Molino Polveador 3 2.5x1.5ft-Hechizo	5	3.7	7	25.9
Molino Polveador 4 2.5x1.3ft-Hechizo	5	3.7	7	25.9
Molino Polveador 5 2.5x1.3ft-Hechizo	5	3.7	7	25.9
Chancadora de Quijada 6"X8"-Hechizo	5	3.7	7	25.9

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 28**

*Costo Energético Molienda, Lixiviación Y Otros*

<b>Sección de Molienda y Lixiviación</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
Molino 6x10 ft – Modelo Chino	175	128.8	24	3091.2
Molino 5x5 ft – Modelo Griever	75	55.2	24	1324.8
Molino 5x5 ft – Modelo Denver	90	66.2	24	1588.8
Faja Transportadora 1 de 7.7m.- Hechizo	5	3.7	24	88.8
Faja Transportadora 2 de 5.7m.- Hechizo	5	3.7	24	88.8
Faja Transportadora 3 de 7.8m. -Hechizo			-	
Faja Transportadora 4 de 9.7m. -Hechizo	5	3.7	24	88.8
Bomba de Pulpa 5"X4" - Espiasa	30	22.1	24	530.4
Bomba Vertical de Pulpa 2"X2" - Hechizo	7.5	5.5	5	27.5
Bomba (Barren) 3"X2"	15	11	5	55
Bomba (Barren) 4"X3"	20	14.7	10	147
Bomba para Agua Fresca 2"X1"	7.5	5.5	8	44
Tanque de Agitación 1 - 30X30 ft	100	75	24	360
Tanque de Agitación 2 - 19X18 ft	12.5	9.2	24	220.8
Tanque de Agitación 3 - 19X18 ft	12.5	9.2	24	220.8
Tanque de Agitación 4 - 18X18 ft	10	7.4	24	177.6
Tanque de Agitación 5 - 18X18 ft	10	7.4	24	177.6
Tanque de Agitación 6 - 19X18 ft	10	7.4	24	177.6
Tanque de Agitación 7 - 19X18 ft	10	7.4	24	177.6
Tanque de Solución 6x6 ft	5	3.68	4	14.72
Compresora Azul y Roja 200PSI	30	22.04	24	528
<b>Laboratorio</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
Equipos en general	30	22.37	24	536.91
<b>Desorción</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
Equipos en general	8	5.97	6	35.79
<b>Otros</b>	<b>Hp</b>	<b>kW</b>	<b>Horas op.</b>	<b>kW - h</b>
Campamento, cocina, alumbrado de planta	80	59.66	12	715.88
kWh/día				11 458.93
Costo por día US\$ 0.13/kWh				1,489.66
<b>Costo por mes US\$</b>				<b>44,689.83</b>

FUENTE: Elaboración propia.



En el anterior balance se puede apreciar un incremento significativo en cuanto al costo energético de hasta US\$ 6.456 siendo causante de esto los equipos a implementarse tales como; molinos de bolas 5ft x 5ft, bomba de lodos 5in x 4in. tanque agitador 30ft x 30ft entre otros.

#### Periodo de recuperación de la inversión

$$PRI = \frac{\text{COSTO DE INVERSION}}{\text{UTILIDAD NETA MENSUAL}} = \frac{270,393}{1,218,742} = 0.22 \text{ mes} \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 6.7 \text{ días}$$

El periodo de recuperación del capital será de menos de 7 días la rentabilidad mensual del proyecto es de US\$ 1,218,742 el costo producción de planta de beneficio se estima en US\$ 416,400 y el costo unitario de planta es de 69.4 US\$/TM.

#### 4.4. CUADROS COMPARATIVOS 140 TMS vs 200 TMS

**Tabla 29**

*Cuadro Comparativo de Balance General 140 TM vs 200 TM*

Producto	Peso	Ley (g/TM)	Contenido (Kg)	Distribución (%)
	TM	Au	Au	Au
Cabeza (TMS)	4200	18	75.6	100
Solución Rica (m3) (*)	6300	11.34	71.44	94.5
Relave (TMS)	4200	0.99	4.158	5.5
Carbón Cargado (Kg.)(**)	5000	14.29	71.44	100
<b>140</b> <b>TM</b> Solución Barren (m3)	6300	0.11	0.51	0.71
Dore (Kg.) (***)	130	54.55	70.92	99.27
Solución Strip (m3)(*)	2	4.5	0.01	0.02
Carbón desorbido (Kg.)(**)	5000	0.01	0.51	0.71
<b>Recuperación General</b>			<b>70.92</b>	<b>93.41</b>
Cabeza (TMS)	6000	18	108	100



	Solución Rica (m3) (*)	9000	11.5	103.68	96
	Relave (TMS)	6000	0.72	4.32	4
	Carbón Cargado (Kg.)(**)	5000	20.74	103.68	100
<b>200</b>	Solución Barren (m3)	9000	0.08	0.74	0.71
<b>TM</b>	Dore (Kg.) (***)	188	54.55	102.92	99.27
	Solución Strip (m3)(*)	2	4.5	0.02	0.02
	Carbón desorbido (Kg.)(**)	5000	0.014	0.74	0.71
<b>Recuperación General</b>				<b>102.92</b>	<b>95.29</b>

*Nota.* (\*) Ley en g/m<sup>3</sup>, (\*\*) Ley carbón en g/Kg., (\*\*\*) Ley en %

FUENTE: Elaboración propia.

La anterior tabla 29, muestra un incremento de recuperación en la solución rica, como en la recuperación general que va hasta en un 1.48%, a su vez una reducción de Au en el relave.

### Tabla 30

*Cuadro Comparativo de Costo de Maquila Actual vs Proyectada*

<b>Cuadro Comparativo de Costo de Maquila</b>		
<b>Descripción</b>	<b>140/TMS</b>	<b>200/TMS</b>
Mano obra, alimentación	21.3	14.9
Insumos	31.2	25.6
Costos variables	1.0	0.7
Desorción	1.0	0.7
Depreciación equipos	2.9	2.5
Gastos administrativos	22	25
<b>Costo US\$/TMS</b>	<b>79.3</b>	<b>69.4</b>

FUENTE: Elaboración propia.



En cuanto al costo de proceso el valor monetario que involucra procesar una TMS de mineral desde el momento de acopio, pasando por los diferentes procesos productivos hasta la refinación, en la anterior tabla 30, se puede observar que el precio de maquila disminuyó de un 79.3 a 69.4 US\$/TMS. Entonces se podría decir que a mayor tonelaje a procesar menor costo de maquila.

**Tabla 31**

*Cuadro Comparativo de Costos de Producción Mensual 4200 vs 6000 TM*

<b>Costos de Producción</b>		
<b>Toneladas Procesadas</b>	<b>4200 TMS</b>	<b>6000 TMS</b>
Contenido fino bruto de oro	75600 gr Au	108000
Ley de mineral o contenido fino (gr/TM)	18 gr Au /TM	18 gr Au /TM
Ley de mineral o contenido fino (OZ/TCAU)	0.5787 Oz Au /TM	0.5787 Oz Au /TM
Recuperación general de Au en los diferentes procesos	70920 gr Au	102060 gr Au
% De recuperación general	93.41%	95.29%
Cotización o precio internacional (P.I.) (US\$/OZAU)	(1800 US\$/oz Au) 1gr Au = 57.87\$	(1800 US\$/oz Au) 1gr Au = 57.87\$
Valorización y ventas del producto US\$	4,104,140.00	5,906,212.00
Valorización de minerales de compra US\$	3,281,229.00	4,687,470.00
% Porcentaje de recuperación para la compra (pruebas metalúrgicas)	75%	75%
<b>Costo total de producción US\$</b>	<b>333,060.00</b>	<b>416,400.00</b>
<b>Costo de maquila (US\$/TN)</b>	<b>79.3</b>	<b>69.4</b>
<b>Beneficio económico líquido de planta US\$</b>	<b>822,911</b>	<b>1,218,742</b>

FUENTE: Elaboración propia.

La anterior tabla comparativa muestra varios puntos a destacar como un incremento significativo de tonelaje de producción mensual de 4200 TMS/Día a 6000

TMS/Día, una recuperación general mensual que va de 93.41% a un 95.29%, un incremento de beneficio económico líquido mensual de US\$ 395,831

**Tabla 32**

*Equipos de Procesamiento Capacidad Actual vs Proyectada*

<b>Equipos de planta - Minera Confianza capacidad actual vs capacidad proyectada</b>	
<b>Equipos de procesamiento, capacidad 140 TM/día</b>	<b>Equipos de procesamiento, capacidad 200 TM/día</b>
<b>Sección de chancado</b>	<b>Sección de chancado</b>
<b>1</b> Tolva de Mineral grueso 50TMS	<b>1</b> Tolva de Mineral grueso 50TMS
<b>2</b> Alimentador Vibratorio 39"x24"- Hechizo	<b>2</b> Alimentador Vibratorio 39"x24"- Hechizo
<b>3</b> Chancadora de Quijada 10X16	<b>3</b> Chancadora de Quijada 10X16
<b>4</b> Faja transportadora N° 1, de 9.6m.	<b>4</b> Faja transportadora N° 1, de 9.6m.
<b>5</b> Iman	<b>5</b> Iman
<b>6</b> Zaranda Vibratoria de 5/8"	<b>6</b> Zaranda Vibratoria de 5/8"
<b>7</b> Chancadora Conica Symons 2´	<b>7</b> Chancadora Conica Symons 2´
<b>8</b> Faja transportadora N° 3 de 8.0m.	<b>8</b> Faja transportadora N° 3 de 8.0m.
<b>9</b> Faja transportadora N° 2 de 8.0m.	<b>9</b> Faja transportadora N° 2 de 8.0m.
<b>Sección de Molienda y Lixiviación</b>	<b>Sección de Molienda y Lixiviación</b>
<b>10</b> Tolva de Mineral fino 80TMS	<b>10</b> Tolva de Mineral fino 80TMS
<b>11</b> Faja transportadora N° 4 de 7.7m.- Hechizo	<b>11</b> Faja transportadora N° 4 de 7.7m.- Hechizo
<b>12</b> Faja transportadora N° 5 de 5.7m.- Hechizo	<b>12</b> Faja transportadora N° 5 de 5.7m.- Hechizo
<b>13</b> Faja transportadora N° 6 de 7.8m. - Hechizo	<b>13</b> Faja transportadora N° 6 de 7.8m. - Hechizo
<b>14</b> Faja transportadora N° 7 de 9.7m. - Hechizo	<b>14</b> Faja transportadora N° 7 de 9.7m. - Hechizo
<b>15</b> Molino Chino 6'x10'	<b>15</b> Molino Chino 6'x10'
<b>16</b> Bomba de lodos Horizontal 4"x3"	<b>16</b> Bomba de lodos Horizontal 5"x4"
<b>17</b> Hidrociclón HD6B	<b>17</b> Hidrociclón HD8B
<b>18</b> Molino Grieve 5'x5'	<b>18</b> Molino Denver 5'x5'
<b>19</b> Tanque de Agitación 1 - 18'x19'	<b>19</b> Molino Griever 5'x5'
<b>20</b> Tanque de Agitación 2 - 18'x19'	<b>20</b> Tanque de Agitación 1 - 30'x30'



---

<b>21</b>	Tanque de Agitacion 3 - 18'x18'	<b>21</b>	Tanque de Agitacion 2 - 18'x19'
<b>22</b>	Tanque de Agitacion 4 - 18'x18'	<b>22</b>	Tanque de Agitacion 3 - 18'x19'
<b>23</b>	Tanque de Agitacion 5 - 18'x19'	<b>23</b>	Tanque de Agitacion 4 - 18'x18'
<b>24</b>	Tanque de Agitacion 6 - 18'x19'	<b>24</b>	Tanque de Agitacion 5 - 18'x18'
<b>25</b>	Tanques de soluciones NaCN Y NaOH	<b>25</b>	Tanque de Agitacion 6 - 18'x19'
<b>26</b>	Compresora Azul y Roja 200 PSI	<b>26</b>	Tanque de Agitacion 7 - 18'x19'
<b>27</b>	Bomba de solucion barren 3"x2"	<b>27</b>	Tanques de soluciones NaCN Y NaOH
<b>28</b>	3 Tanques de soluciones barren 12'x12'	<b>28</b>	Compresora Azul y Roja 200 PSI
<b>29</b>	Relavera capacidad 136,257 m3	<b>29</b>	Bomba de solucion barren 3"x2"
		<b>30</b>	3 Tanques de soluciones barren 12'x12'
		<b>31</b>	Relavera capacidad 136,257 m3

---

FUENTE: Elaboración propia.



## V. CONCLUSIONES

Se concluyó con la realización del presente estudio de factibilidad para la ampliación de la planta Minera Confianza S.A.C. de 140 TMS/día. a 200 TMS/día. para la lixiviación de minerales auríferos, el cual permitira un aumento nominal del 42 % en la capacidad de procesamiento de mineral y un incremento en la recuperación general de 93.41 % a 95.29%.

Se demostró la viabilidad técnica del estudio, de igual manera se logró demostrar los criterios de elección de los nuevos equipos a instalar para el incremento de capacidad, así como se pudo calcular la capacidad de los equipos principales que operaran a la configuración de 200 TM/día.

Se determino la estimación de costo económico para la ampliación de capacidad de tratamiento, así como los costos de producción, beneficio neto de la planta a fin de justificar la inversión.

Se determinaron los parámetros óptimos de operación y tiempo de residencia para la adsorción de la capacidad proyectada, de igual forma, se dan a conocer los balances de materia, balance energético, balance de agua, Flow sheet, entre otros.

La puesta en marcha de una planta de tratamiento de minerales auríferos es factible si se cuenta con el equipo profesional y capital mínimo necesario. Queda demostrado en lo expuesto.



## VI. RECOMENDACIONES

Toda ampliación de planta debe estar sólidamente soportada por un previo estudio de factibilidad, así como de mercado, estos estudios deben asegurar el suministro continuo de mineral y de un balance económico positivo para la empresa.

Mantener un especial control en los relaves, principalmente con la decantación de este, hacer que se forme el espejo de agua para recircular la solución barren y evitar la pérdida excesiva por evaporación. para continuar con ese porcentaje de recuperación de 70% a 75%.

Mayor control con respecto al collar de bolas en los molinos al grado de obtener una granulometría adecuada ya sea para molienda primaria, como remolienda, ya que estas nos permitirán que la cinética de cianuración se a más rápida.

Calibrar constantemente los equipos de medición del circuito de molienda y lixiviación para llevar un control del proceso, tales como (balanzas, pH metro digital, velocidad de fajas)

Durante la selección y dimensionamiento preliminar de los equipos a implementar es recomendable realizarlo con personal que tenga amplia experiencia y sólidos conocimientos de estos mismos.

Y por último como planta de beneficios dedicada a la compra de mineral aurífero y por ende la actividad económica principal se debe de mantener un estrecho vínculo con los proveedores que es el principal aportante y trabajar en función a este requerimiento.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduviri, E. (2009). *Cianuración de relaves en la corporación minera Ananea S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Álvarez, E. (2017). *Estudio de la investigación metalúrgica para la recuperación de oro y plata a partir de minerales acopiados en la compañía minera Jerusalén S.A.C.* (tesis pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
- Aquise, L. (2014). *Ampliación de la capacidad y optimización de la planta de beneficio Laytaruma* (tesis pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
- Azañero, A. (2015). *Flotación y Concentración de Minerales.* Lima, Perú: Colecciones Jóvic.
- del Castillo Rodríguez., F. D. (2008). *Principios de Electrodeposición.* Cuautitlán Izcalli: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Departamento de Ingeniería.
- Cabala, J.M. (1990). *Procesamiento de minerales: Molienda, clasificación y flotación* LIMA - PERU.
- Delgado V. (2020) *Proyecto de Ampliación Técnica - Económica de 80 tmd a 120 tmd de la Planta de Beneficio de Minerales Jerusalén S.A.C – Arequipa.* (tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Ivan, I. (2000). *Gold and Silver Smelting and Refining Processes.*



- Lima, J. (2018). *Proyecto de ampliación de 30 a 60 tm/día en la planta de beneficio GEZA minerales ASIS E.I.R.L. Rinconada Puno* (tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Linarez, N. (s.f.). *Procesamiento de minerales - Mineralurgia I*.
- López, A. (2007). *Metales preciosos: El oro*. Córdoba, España: Real Academia de Córdoba, de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes.
- Metso Minerals. (2008). *Manual de trituración y cribado*. Lokomonkatu, Finlandia: Kirjapaino Hermes.
- Misari F. (1993) *Metalurgia del oro. Volumen I y II*. Editorial CEPECT Lima – Perú.
- Pourbaix, M. (1966) “*Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions*”. Pergamon Press. New York - EE.UU.
- Regalado L. (2009), *Optimización de los procesos y ampliación de Planta de Cianuración Minera Confianza S.A.C*. Universidad Nacional De Ingeniería, Lima, Perú.
- Tapara, R. (2018). *Evaluación Técnica Para la Evaluación del Tratamiento de relaves Mineros en Tanques de Agitación en el Proyecto Seis Diamantes, La Rinconada*. (tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Tecsup (2015). *Curso II - Fundamento de operación en plantas concentradoras*. Arequipa – Perú: Tecsup.
- Turpo Y. (2019), *Estudio Técnico Económico Para Incrementar La Producción De La Planta Concentradora De Minerales San Carlos – Provincia De Lampa – Región Puno* (tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

## ANEXOS

### Anexo 1

Tabla 33

Fabricación de Tanque Agitador 30ft x 30ft – Tanque Metálico

TANQUE METÁLICO							
	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Precio U\$	Parcial U\$
M A N O B R A D E	MECANICO/ELECTRICO	días	13	116.66	1516.58	33.33	433.31
	SOLDADOR JUNIOR	días	13	83.33	1083.29	23.81	309.51
	SOLDADOR	días	13	100.00	1300.00	28.57	371.43
	AYUDANTE DE SOLDADOR	días	13	66.66	866.58	19.05	247.59
	MECANICO	días	8	100.00	800.00	28.57	228.57
	AYUDANTE DE MECANICO 1	días	8	50.00	400.00	14.29	114.29
	AYUDANTE DE MECANICO 2	días	8	50.00	400.00	14.29	114.29
	PINTOR 1	días	10	60.00	600.00	17.14	171.43
	PINTOR 2	días	10	60.00	600.00	17.14	171.43
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>7566.45</b>		<b>2161.84</b>
M A T E R I A L E S	PLANCHA FE 1/4" x 1500 x 3000	und	16	530.50	8488.00	151.57	2425.14
	PLANCHA FE 3/8" x 1500 x 3000	und	16	695.00	11120.00	198.57	3177.14
	PLANCHA FE 3/8" X 1500 X 3000 ROLADO INT. 30 PIES DIAMETRO	und	20	915.00	18300.00	261.43	5228.57
	PLANCHA FE 5/16" X 1500X3000 ROLADO INTERIOR 30 PIES DE DIAMETRO	und	20	880.50	17610.00	251.57	5031.43
	PLANCHA FE 1/4" X 1500X3000 ROLADO INTERIOR 30 PIES DE DIAMETRO	und	20	692.50	13850.00	197.86	3957.14
	SOLDADURA SUPERCITO 1/8"	kg	65	10.50	682.50	3.00	195.00
	SOLDADURA CELLOCORD 1/8"	kg	45	10.80	486.00	3.09	138.86
	SOLDADURA SUPERCITO 5/32"	kg	60	10.70	642.00	3.06	183.43
	SOLDADURA CELLOCORD 5/32"	kg	120	11.50	1380.00	3.29	394.29
	SOLDADURA SUPERCORTE 1/8"	kg	1	14.20	14.20	4.06	4.06
	MANHOLE DE TANQUE	und	1	1350.00	1350.00	385.71	385.71
	CANAL U DE 8" X 11.5 LB PIE ROLADO A 30 PIES CORREAJE SUPERIOR	und	5	560.48	2802.40	160.14	800.69
	CANAL U DE 6" X 10.5 LBS/PIE ROLADO INTERIOR A 30 PIES CORREAJE	und	5	520.50	2602.50	148.71	743.57
	FIERRO CORRUGADO DE 3/4"	v ar	6.5	68.50	445.25	19.57	127.21
	PERNO HEX UNC-2 FE 3/4" X 4"	und	8	1.69	13.52	0.48	3.86
	TUERCA HEX UNC -2 FE 3/4"	und	8	0.60	4.80	0.17	1.37
	ANILLO PLANO FE 3/4"	und	16	0.23	3.68	0.07	1.05
	ANILLO DE PRESIÓN FE 3/4"	und	8	0.19	1.52	0.05	0.43
	PINTURA ESMALTE COLOR AZUL	gln	25	39.00	975.00	11.14	278.57
	PINTURA ANTICORROSIVA COLOR VERDE	gln	25	55.30	1382.50	15.80	395.00
	THINER ACLIRICO EST ÁNDAR	gln	13	14.00	182.00	4.00	52.00
TUBO DE ACERO SCH-80 Ø 8" X 6M	und	1	2300.00	2300.00	657.14	657.14	
BRIDA SLIP ON FE ANSI 150 LB. DE 6"	und	2	85.00	170.00	24.29	48.57	
VALVULA PINCH COMPUERTA 6" C/BRIDA	und	1	1200.50	1200.50	343.00	343.00	
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>86006.37</b>		<b>24573.25</b>
E Q U I P O S	DISCO DE CORTE 7" x 1/8"x 7/8" PARA FE	und	50	7.00	350.00	2.00	100.00
	DISCO DE DESBASTE 7" x 1/4"x 7/8"	und	40	8.20	328.00	2.34	115.44
	DISCO DE DESBASTE 4 1/2" X 1/4" X 7/8"	und	15	4.90	73.50	1.40	23.70
	CEPILLO CIRCULAR COPA TRENZADO DE 4 1/2"	und	1	29.00	29.00	8.29	9.28
	TRAPO INDUSTRIAL	kg	5	2.70	13.50	0.77	2.59
		<b>SUB TOTAL</b>				<b>794.00</b>	
	<b>TOTAL</b>					<b>U\$</b>	<b>26,986.10</b>

FUENTE: Taller Mecánico - Eléctrico Minera Confianza S.A.C.





**Tabla 34**

*Descripción de la Fabricación de Bafles - Tanque Agitador 30ft x 30ft*

FABRICACION DE BAFLES							
	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Precio U\$	Parcial U\$
MANO DE OBRA	MECÁNICO/ELECTRICO	dias	15	116.66	1749.90	33.33	499.97
	SOLDADOR	dias	15	100.00	1500.00	28.57	428.57
	SOLDADOR JUNIOR	dias	15	83.33	1249.95	23.81	357.13
	AYUDANTE DE SOLDADOR	dias	15	66.66	999.90	19.05	285.69
	MECANICO	dias	5	100.00	500.00	28.57	142.86
	AYUDANTE DE MECANICO	dias	5	50.00	250.00	14.29	71.43
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>6249.75</b>		<b>1785.64</b>
MATERIALES	SOLDADURA SUPERCITO 1/8"	kg	40	10.50	420.00	3.00	120.00
	SOLDADURA CELLOCORD 1/8"	kg	15	10.80	162.00	3.09	46.29
	SOLDADURA SUPERCITO 5/32"	kg	15	10.70	160.50	3.06	45.86
	SOLDADURA CELLOCORD 5/32"	kg	10	11.50	115.00	3.29	32.86
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>857.50</b>		<b>245.00</b>
EQUIPOS	DISCO DE CORTE 7" x 1/8"x 7/8" PARA FE	und	6	7.00	42.00	2.00	12.00
	DISCO DE DESBASTE 7" x 1/4"x 7/8"	und	10	8.20	82.00	2.34	23.43
	DISCO DE DESBASTE 4 1/2" X 1/4" X 7/8"	und	2	4.90	9.80	1.40	2.80
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>133.80</b>		<b>38.23</b>
	<b>TOTAL</b>					<b>U\$</b>	<b>2,068.87</b>

FUENTE: Taller Mecánico - Eléctrico Minera Confianza S.A.C.

**Tabla 35**

*Fabricación y Montaje sistema de Transmisión y Puente Tk 30ft x 30ft*

FABRICACION Y MONTAJE DE SISTEMA DE TRANSMISION Y PUENTE								
	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Precio U\$	Parcial U\$	
M a n o d e O b r a	MECANICO ELECTRICO	días	18	116.66	2099.88	33.33	599.97	
	SOLDADOR 1	días	18	100	1800	28.57	514.29	
	SOLDADOR 2	días	18	100	1800	28.57	514.29	
	SOLDADOR JUNIOR	días	18	83.33	1499.94	23.81	428.55	
	AYUDANTE DE SOLDADOR	días	18	66.66	1199.88	19.05	342.82	
	MECANICO	días	5	100	500	28.57	142.86	
	AYUDANTE DE MECANICO 1	días	5	50	250	14.29	71.43	
	AYUDANTE DE MECANICO 2	días	5	50	250	14.29	71.43	
	AYUDANTE DE MECANICO 3	días	5	50	250	14.29	71.43	
	PINTOR 1	días	3	60	180	17.14	51.43	
	PINTOR 2	días	3	60	180	17.14	51.43	
	SUB TOTAL					<b>10,009.70</b>		<b>2859.91</b>
	M A T E R I A L E S	CANAL "U" DE 1/4" X 2" X 6" X 6 MTS	und	1	188.00	188.00	53.71	53.71
TEE DE FE 1/8" X 1" X 6 MT		v ar	1	17.50	17.50	5.00	5.00	
VIGA DE FE "H" DE 18" X 55 LBSPIE X 6 MT		und	2.2	1290.50	2839.10	368.71	811.17	
VIGA DE FE "H" DE 18" X 76 LBSPIE X 9 MT		und	2.46	2630.00	6469.80	751.43	1848.51	
VIGA DE FE "H" DE 16" X 36 LBSPIE X 6 MT		und	0.46	870.50	400.43	248.71	114.41	
PLANCHA FE 3/4" x 1500 x 3000		und	2	1530.00	3060.00	437.14	874.29	
PLANCHA FE 1/2" X 1200 X 2400		und	1	570.00	570.00	162.86	162.86	
SOLDADURA SUPERCITO 1/8"		kg	31	10.50	325.50	3.00	93.00	
SOLDADURA CELLOCORD 1/8"		kg	35	10.80	378.00	3.09	108.00	
SOLDADURA SUPERCITO 3/32"		kg	1	10.70	10.70	3.06	3.06	
SOLDADURA SUPERCITO 5/32"		kg	23	11.50	264.50	3.29	75.57	
PERNO HEX UNC-2 FE 1" X 4"		und	10	0.50	5.00	0.14	1.43	
PERNO 1" X 5 1/2"		und	4	9.00	36.00	2.57	10.29	
TUERCA HEX UNC -2 FE 1"		und	10	1.50	15.00	0.43	4.29	
ANILLO PLANO FE 1"		und	20	0.45	9.00	0.13	2.57	
ANILLO PLANO FE 1 1/8"		und	26	1.70	44.20	0.49	12.63	
ANILLO DE PRESION FE 1"		und	10	0.80	8.00	0.23	2.29	
ANILLO DE PRESION 1 1/8"		und	26	5.20	135.20	1.49	38.63	
PINTURA ANTICORROSIVA VERDE		gln	1	55.30	55.30	15.80	15.80	
THINER ACLIRICO EST ÁNDAR		gln	1.5	14.00	21.00	4.00	6.00	
TUBO DE FE 4" X 6 MTS STANDAR	und	1	235.00	235.00	67.14	67.14		
TUBO CUADRADO 4" X 4" X 6 MTS	und	2	225.00	450.00	64.29	128.57		
SUB TOTAL					<b>15,537.23</b>		<b>4,439.21</b>	
E Q U I P O S	DISCO DE CORTE 7" x 1/8"x 7/8" PARA FE	und	4	7.00	28.00	2.00	8.00	
	DISCO DE DESBASTE 7" x 1/4"x 7/8"	und	12	8.20	98.40	2.34	28.11	
	DISCO DE CORTE 4 1/2" X 1/8" X 7/8"	und	12	4.00	48.00	1.14	13.71	
	DISCO DE DESBASTE 4 1/2" X 1/4" X 7/8"	und	21	4.90	102.90	1.40	29.40	
SUB TOTAL					<b>277.30</b>		<b>79.23</b>	
TOTAL						<b>U\$</b>	<b>7,378.35</b>	

FUENTE: Taller Mecánico - Eléctrico Minera Confianza S.A.C.

**Tabla 36**

*Fabricación de soporte del Motor - Tanque Agitador 30ft x 30ft*

FAB. DE SOPORTE DE MOTOR							
	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Precio U\$	Parcial U\$
MANO DE OBRA	MECANICO ELECTRICO	dias	7	116.66	816.62	33.33	233.32
	SOLDADOR 1	dias	7	100.00	700.00	28.57	200.00
	SOLDADOR 2	dias	7	100.00	700.00	28.57	200.00
	SOLDADOR JUNIOR	dias	7	83.00	581.00	23.71	166.00
	AYUDANTE DE SOLDADOR	dias	7	66.66	466.62	19.05	133.32
	MECANICO	dias	3	100.00	300.00	28.57	85.71
	AYUDANTE DE MECANICO 1	dias	3	50.00	150.00	14.29	42.86
	AYUDANTE DE MECANICO 2	dias	3	50.00	150.00	14.29	42.86
	PINTOR	dias	1	60.00	60.00	17.14	17.14
SUB TOTAL					<b>3924.24</b>		<b>1121.21</b>
MATERIALES	ANGULO FE 1/4" X 4" X 6 MTS	und	1	190.00	190.00	54.29	54.29
	PLANCHA DE FE 5/8" X 1200 X 2400	und	0.287	790.00	226.73	225.71	64.78
	SOLDADURA SUPERCITO 1/8"	kg	5.5	10.50	57.75	3.00	16.50
	SOLDADURA CELLOCORD 1/8"	kg	4.5	10.80	48.60	3.09	13.89
	SOLDADURA SUPERCITO 5/32"	kg	6.5	10.70	69.55	3.06	19.87
	PINTURA ESMALTE COLOR AZUL	gln	0.25	39.00	9.75	11.14	2.79
	PINTURA ANTICORROSIVA GRIS	gln	0.25	55.30	13.83	15.80	3.95
	PINTURA ANTICORROSIVA COLOR AZUL	gln	0.25	55.30	13.83	15.80	3.95
THINER ACLIRICO ESTÁNDAR	gln	0.25	14.00	3.50	4.00	1.00	
SUB TOTAL					<b>633.53</b>		<b>181.01</b>
EQUIPOS	DISCO DE CORTE 7" x 1/8"x 7/8" PARA FE	und	3	7.00	21.00	2.00	6.00
	DISCO DE CORTE 4 1/2" X 1/8" X 7/8"	und	1	4.00	4.00	1.14	1.14
	DISCO DE DESBASTE 4 1/2" X 1/4" X 7/8"	und	2	4.90	9.80	1.40	2.80
SUB TOTAL					<b>34.80</b>		<b>9.94</b>
TOTAL						<b>U\$</b>	<b>1,312.16</b>

FUENTE: Taller Mecánico - Eléctrico Minera Confianza S.A.C.

**Tabla 37**

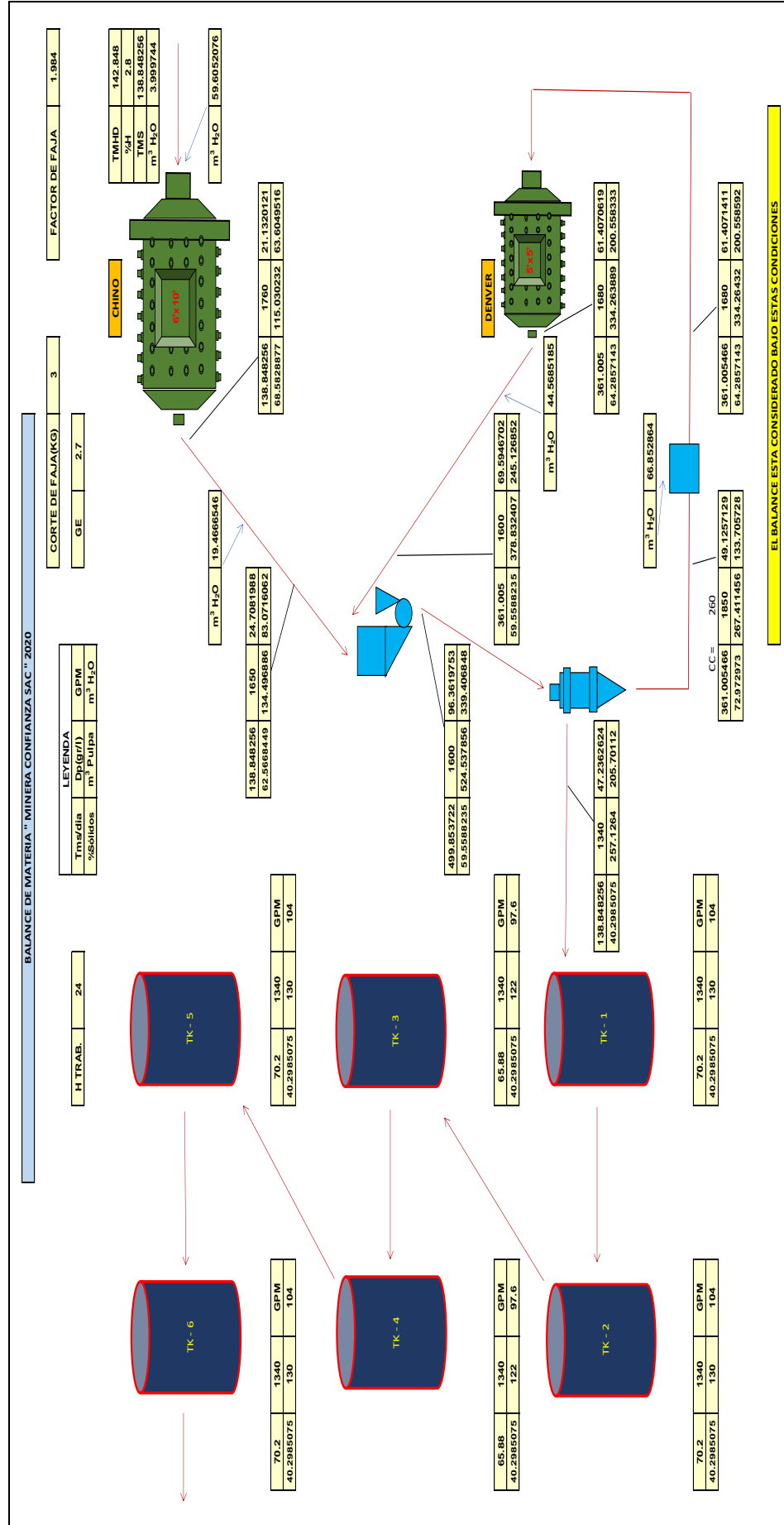
*Fabricación vías de acceso, Barandas y Pasamanos Tanque 30ft x 30ft*

VIAS DE ACCESO, BARANDAS, PASAMANOS							
	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Precio U\$	Parcial U\$
M A N O  D E  O B R A	MECANICO ELECTRICO	días	15	116.66	1749.90	33.33	499.97
	SOLDADOR 1	días	15	100.00	1500.00	28.57	428.57
	SOLDADOR 2	días	15	100.00	1500.00	28.57	428.57
	SOLDADOR JUNIOR	días	15	83.00	1245.00	23.71	355.71
	AYUD. SOLDADOR	días	15	66.66	999.90	19.05	285.69
	MECANICO	días	7	100.00	700.00	28.57	200.00
	AYUD. MECANICO 1	días	7	50.00	350.00	14.29	100.00
	AYUD. MECANICO 2	días	7	50.00	350.00	14.29	100.00
	PINTOR 1	días	8	60.00	480.00	17.14	137.14
	PINTOR 2	días	8	60.00	480.00	17.14	137.14
	TEC. ELECTRICISTA	días	5	66.66	333.30	19.05	95.23
SUB TOTAL					<b>9688.10</b>		<b>2768.03</b>
M A  T E R I A  L E S	ANGULOS DE ACERO DE 1 1/2"X1 1/2"X3/16" X 6M	v ar	2	45.00	90.00	12.86	25.71
	ANGULOS DE ACERO DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4" X 6M	v ar	1	70.00	70.00	20.00	20.00
	ANGULO DE ACERO DE 2"X2" x 3/16" X 6M	v ar	5.5	59.00	324.50	16.86	92.71
	ANGULO DE ACERO DE 2" X 2" X 1/4" X 6M	v ar	3	75.50	226.50	21.57	64.71
	ANGULO DE ACERO DE 3" X 3" 1/4" X 6M	v ar	1	105.50	105.50	30.14	30.14
	CANAL "U" DE 1/4" X 2" X 6" X 6 MTS	und	5	188.00	940.00	53.71	268.57
	PLATINA DE FE 3/16" X 1" X 6 MTS	v ar	197	17.50	3447.50	5.00	985.00
	TEE DE ACERO DE 1 1/4"X1 1/4"X1/8"	und	2	31.50	63.00	9.00	18.00
	SOLDADURA SUPERCITO 1/8"	kg	11.5	10.50	120.75	3.00	34.50
	SOLDADURA CELLOCORD 1/8"	kg	40.5	10.80	437.40	3.09	124.97
	SOLDADURA SUPERCITO 3/32"	kg	1	10.70	10.70	3.06	3.06
	SOLDADURA SUPERCORTE 1/8"	kg	6	14.20	85.20	4.06	24.34
	PERNO HEX UNC-2 FE 1/2" X 2"	und	31	0.55	17.05	0.16	4.87
	PERNO HEX UNC-2 FE 1/2" X 1 1/2"	und	42	0.45	18.90	0.13	5.40
	PERNO HEX UNC-2 FE 5/8" X 2"	und	4	1.00	4.00	0.29	1.14
	TUERCA HEX UNC -2 FE 5/8"	und	4	0.50	2.00	0.14	0.57
	TUERCA HEX UNC -2 FE 1/2"	und	73	0.25	18.25	0.07	5.21
	ANILLO PLANO FE 1/2"	und	130	0.25	32.50	0.07	9.29
	ANILLO PLANO FE 5/8"	und	8	0.25	2.00	0.07	0.57
	ANILLO DE PRESIÓN FE 5/8"	und	4	0.25	1.00	0.07	0.29
	ANILLO DE PRESIÓN FE 1/2"	und	84	0.20	16.80	0.06	4.80
	PINTURA ESMALTE AMARILLO MD	gln	2.5	39.00	97.50	11.14	27.86
	PINTURA ANTICORROSIVA GRIS	gln	1.25	55.30	69.13	15.80	19.75
	PINTURA ANTICORROSIVA COLOR VERDE	gln	0.25	55.30	13.83	15.80	3.95
	THINER ACLIRICO EST ÁNDAR	gln	2.25	14.00	31.50	4.00	9.00
	MASILLA PLASTICA PARA CARRO + CATALIZADOR	und	1.75	8.00	14.00	2.29	4.00
CODO SCH-40 O 1/4"	und	64	2.50	160.00	0.71	45.71	
TUBO DE FE 1 1/4" X 6 MTS STANDAR	und	20.25	42.50	860.63	12.14	245.89	
TUBO CUADRADO FE 3" X 6.71MM X 6 MTS	und	3	165.50	496.50	47.29	141.86	
SUB TOTAL					<b>7776.63</b>		<b>2221.89</b>
E Q U I P O S	DISCO DE CORTE 7" x 1/8"x 7/8" PARA FE	und	3	7.00	21.00	2.00	6.00
	DISCO DE DESBASTE 7" x 1/4"x 7/8"	und	1	8.20	8.20	2.34	2.34
	DISCO DE CORTE 4 1/2" X 1/8" X 7/8"	und	2	4.00	8.00	1.14	2.29
	DISCO DE DESBASTE 4 1/2" X 1/4" X 7/8"	und	6	4.90	29.40	1.40	8.40
	DISCO DE CORTE METAL PARA TRONZADORA. 14" X 7/64" X 1"	und	6	21.00	126.00	6.00	36.00
	LIJA PARA FE N° 40	plg	2	2.00	4.00	0.57	1.14
LIJA PARA FE N° 80	und	4	1.80	7.20	0.51	2.06	
SUB TOTAL					<b>203.80</b>		<b>58.23</b>
TOTAL						<b>U\$</b>	<b>5,048.15</b>



Figura 10

Balance de Materia actual Molienda y Lixiviación



**Anexo 3**

**Tabla 38**

*Costos de Proceso Año 2020 Minera Confianza*

COSTOS DE PROCESO - CAMPAÑA 2020 MINERA CONFIANZA S.A.C												
CONCEPTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MANO DE OBRA / PLANILLAS	72000	72000	72000	72000	70000	65000	65000	65000	68000	70000	72000	70000
ALIMENTACION / CONSUMO	17500	17500	17500	17500	16500	16000	16000	16100	16500	16800	17500	16800
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>89500</b>	<b>89500</b>	<b>24700</b>	<b>89500</b>	<b>86500</b>	<b>81000</b>	<b>81000</b>	<b>81100</b>	<b>84500</b>	<b>86800</b>	<b>89500</b>	<b>86800</b>
CIANURO DE SODIO	57486	52489	72461	49961	62411	49938	49998	59896	64980	49968	39960	37426
SODA CÁUSTICA	7429	5692	12137	10326	8081	6918	7728	9335	10468	7270	5357	6793
BOLAS	6434	4411	7303	5139	4545	6504	6286	8481	5170	6015	4579	4246
TRANSPORTE INSUMOS	24917	21216	31663	23269	24537	21429	21725	26754	26299	21274	16598	16477
COMBUSTIBLE (DÓLARES)	4100	3900	4500	3700	4300	3750	3780	4200	4400	3750	3100	3000
ENERGÍA ELÉCTRICA	21931	18825	22464	23931	24448	24169	26997	26456	21406	18581	14283	18702
TOTAL COSTOS VARIABLES	122297	106533	150528	116326	128322	112708	116513	135122	132723	106858	83877	86643
<b>MANO OBRA+ INSUMOS</b>	<b>211797</b>	<b>196033</b>	<b>175228</b>	<b>205826</b>	<b>214822</b>	<b>193708</b>	<b>197513</b>	<b>216222</b>	<b>217223</b>	<b>193658</b>	<b>173377</b>	<b>173443</b>
ANÁLISIS QUÍMICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FERRETERÍA	3500	2200	2860	2800	3400	1950	2300	2100	2559	2087	1930	2450
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	<b>3500</b>	<b>2200</b>	<b>2860</b>	<b>2800</b>	<b>3400</b>	<b>1950</b>	<b>2300</b>	<b>2100</b>	<b>2559</b>	<b>2087</b>	<b>1930</b>	<b>2450</b>
DESORCIÓN	215297	198233	178088	208626	218222	195658	199813	218322	219782	195745	175307	175893
DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS	3500	3000	3500	4000	4100	4000	4500	4500	3500	3000	3000	3000
	218797	201233	181588	212626	222322	199658	204313	222822	223282	198745	178307	178893
GASTOS ADMINISTRATIVOS	20.1	18.3	25.6	26.8	24.8	23.9	27.6	24.9	22.2	20.2	23.6	28.4
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>229297</b>	<b>211233</b>	<b>192088</b>	<b>224626</b>	<b>234322</b>	<b>211658</b>	<b>216813</b>	<b>235322</b>	<b>233782</b>	<b>208745</b>	<b>188307</b>	<b>188893</b>
	229317	211251	192114	224653	234347	211682	216841	235347	233804	208765	188331	188922

**Tabla 39**

*Costos de Maquila año 2020 Minera Confianza*

COSTOS DE MAQUILA - CAMPAÑA 2020 MINERA CONFIANZA S.A.C												
CONCEPTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>MAQUILA:</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
MANO OBRA, ALIMENTACION	24.3	28.3	6.5	22.3	21.1	20.0	17.9	18.2	23.8	27.8	37.3	27.6
INSUMOS	33.2	33.7	39.9	28.9	31.3	27.8	25.7	30.4	37.4	34.2	34.9	27.5
COSTOS VARIABLES	0.9	0.7	0.8	0.7	0.8	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8
DESORCIÓN	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0
DEPRECIACIÓN EQUIPOS	2.8	3.2	2.8	3.0	2.9	3.0	2.8	2.8	3.0	3.2	4.2	3.2
GASTOS ADMINISTRATIVO	20.1	18.3	25.6	26.8	24.8	23.9	27.6	24.9	22.2	20.2	23.6	28.4
<b>COSTO US\$/TMS</b>	<b>82.3</b>	<b>85.1</b>	<b>76.5</b>	<b>82.7</b>	<b>81.9</b>	<b>76.0</b>	<b>75.4</b>	<b>77.8</b>	<b>88.1</b>	<b>87.0</b>	<b>102.1</b>	<b>88.5</b>
TMS PROCESADO	3685	3162	3774	4021	4106	4060	4535	4445	3546	3123	2400	3145
% MES CIANURACIÓN	87.74	75.29	89.86	95.74	97.76	96.67	107.98	105.83	84.43	74.36	57.14	74.88
HORAS DE CIANURACIÓN	632	542	647	689	704	696	777	762	608	535	411	539
CIANURO DE SODIO (Kg./TM)	6.24	6.64	7.68	4.97	6.08	4.92	4.41	5.39	7.33	6.4	6.66	4.76
SODA CÁUSTICA (Kg./TM)	1.68	1.5	2.68	2.14	1.64	1.42	1.42	1.75	2.46	1.94	1.86	1.8
BOLAS	1.94	1.55	2.15	1.42	1.23	1.78	1.54	2.12	1.62	2.14	2.12	1.5
CIANURO DE SODIO (Kg.)	22994	20996	28984	19984	24964	19975	19999	23959	25992	19987	15984	14970
SODA CÁUSTICA (Kg.)	6191	4743	10114	8605	6734	5765	6440	7779	8723	6059	4464	5661
BOLAS (Kg.)	7149	4901	8114	5710	5050	7227	6984	9423	5745	6683	5088	4718
CARBÓN TRANSPORTADO (Kg.)	2000	2000	1500	1500	1000	0	0	0	0	0	0	0
TRANSPORTE DE INSUMOS (Kg.)	38334	32640	48713	35799	37749	32967	33423	41161	40460	32729	25536	25349

FUENTE: Minera Confianza S.A.C.



## Anexo 4

**Figura 11**

*Ilustraciones Planta de Beneficio Minera Confianza*



Molienda y Lixiviación



Balanza



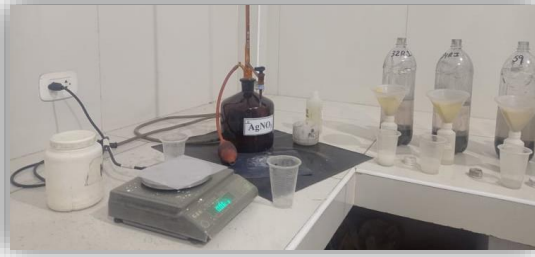
Circuito de Chancado



Laboratorio Q - M



Almacén de Reactivos



Área de Titulación



Control Metalúrgico



Depósito de Relaves