

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL  
PERÚ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y DE  
MATERIALES**



TESIS

“UTILIZACIÓN DE LOS RELAVES MINEROS COMO MATERIA PRIMA  
PARA LA ELABORACIÓN DE AGREGADOS PARA FABRICAR LADRILLOS Y  
BALDOSAS EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN – ANDAYCHAGUA”

**PRESENTADA POR:**

CHANCAVILCA ALIAGA EVELYN ELIZABETH

ROJAS NUÑEZ JEAN DAVID

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERA(O) METALURGISTA Y DE MATERIALES

HUANCAYO - MAYO

2024



## ACTA N° 036-2024-FIMM-UNCP

### SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 13:30 horas del 12 de diciembre del año dos mil veinticuatro, en la Sala de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la Universidad Nacional del Centro del Perú, con la presencia de los señores Miembros del Jurado, conformado por los docentes:

Presidente : Dr. Cesar Paul ORTIZ JAHN  
Secretario : Ms. Jean Pierre ESPEZA GAVILÁN  
Jurado : Dr. Manuel Rubén GUERREROS MEZA  
Jurado : Dr. Felipe RUPAY GÜERE  
Jurado : Dr. José Luis YARASCA BEJARANO

El acto de sustentación de la tesis titulada: "UTILIZACIÓN DE LOS RELAVES MINEROS COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE AGREGADOS PARA FABRICAR LADRILLOS Y BALDOSAS EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN- ANDAYCHAGUA", se inicia con la lectura de la Resolución N° 036-2024-DFIMM-UNCP, donde indica que el Bachiller: Evelyn Elizabeth CHANCAVILCA ALIAGA y Jean David ROJAS NUÑEZ, se encuentran aptos para sustentar su informe de tesis, para optar el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO METALURGISTA Y DE MATERIALES.

Hechas las observaciones del caso, una vez realizadas estas, el señor presidente del jurado dispuso que los bachilleres expositores abandonen la sala para la deliberación del jurado pasándose a la votación secreta, con el siguiente resultado:

Aprobado por unanimidad

El presidente, ordenó a los sustentantes que se sirvan pasar al estrado a fin de conocer el resultado, el mismo que fue anunciado por el presidente, quien sugirió continuar con los trámites respectivos para la obtención del título Profesional de Ingeniero Metalurgista y de Materiales.

Dado por concluido el acto de sustentación a las.....15:00..... horas del mismo día.

Dr. Cesar Paul ORTIZ JAHN  
Presidente

Ms. Jean Pierre ESPEZA GAVILÁN  
Secretario

Dr. Manuel Rubén GUERREROS MEZA  
Jurado

Dr. Felipe RUPAY GÜERE  
Jurado

Dr. José Luis YARASCA BEJARANO  
Jurado



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU  
FACULTAD DE INGENIERIA METALURGICA Y DE MATERIALES  
Dirección Académico de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

**INFORME N° 016-2024-MRGM-FIMM-UNCP**

A: Dr. CESAR PAUL ORTIZ JAHN  
Decano de la Facultad de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales

DE: Dr. MANUEL RUBEN GUERREROS MEZA  
DOCENTE ASESOR

Asunto: **INFORME Y REPORTE DE ORIGINALIDAD DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Mediante el presente tengo el grato honor de dirigirme a su despacho para informar el reporte de originalidad del software de la tesis titulado **"UTILIZACIÓN DE LOS RELAVES MINEROS COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACION DE AGREGADOS PARA FABRICAR LADRILLOS Y BALDOSAS EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN - ANDAYCHAGUA"**, presentado por los bachilleres:

- CHANCAVILCA ALIAGA, Evelyn Elizabeth
- ROJAS NUÑEZ, Jean David

Donde informo que el porcentaje de similitud es de 14%, el cual adjunto y que está dentro del límite que exige el reglamento de investigación de la UNCP.

Agradeciendo la atención que brinde a la presente y reiterándose mis cordiales saludos

Quedo de usted

Atentamente

  
Dr. MANUEL RUBEN GUERREROS MEZA  
Docente Asesor de Tesis

# TESIS ROJAS - CHANCAVILCA.pdf

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES


10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

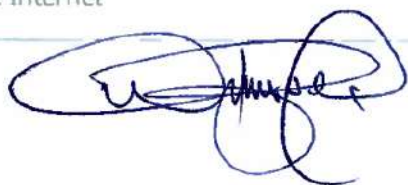
## FUENTES PRIMARIAS

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru<br>Trabajo del estudiante  | 5%  |
| 2 | repositorio.uncp.edu.pe<br>Fuente de Internet  | 2%  |
| 3 | pdfcookie.com<br>Fuente de Internet  | 2%  |
| 4 | vsip.info<br>Fuente de Internet  | 1%  |
| 5 | INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "Cuarto ITS de la Unidad Minera Andaychagua-IGA0013388", R.D. N° 00086-2021-SENACE-PE/DEAR, 2021<br>Publicación | 1%  |
| 6 | Submitted to Universidad Privada del Norte<br>Trabajo del estudiante   | <1% |
| 7 | repositorio.ucp.edu.pe<br>Fuente de Internet   | <1% |

repositorio.une.edu.pe



|    |  |      |
|----|--|------|
| 8  | Fuente de Internet   | <1 % |
| 9  | <a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |
| 10 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo<br>Trabajo del estudiante                                   | <1 % |
| 11 | <a href="http://repositorio.unica.edu.pe">repositorio.unica.edu.pe</a><br>Fuente de Internet       | <1 % |
| 12 | <a href="http://repositorio.ujcm.edu.pe">repositorio.ujcm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | <1 % |
| 13 | <a href="http://repositorio.autonoma.edu.pe">repositorio.autonoma.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | <1 % |
| 14 | Submitted to Universidad Católica San Pablo<br>Trabajo del estudiante                              | <1 % |
| 15 | <a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | <1 % |
| 16 | <a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | <1 % |
| 17 | <a href="http://idoc.tips">idoc.tips</a><br>Fuente de Internet                                     | <1 % |
| 18 | <a href="http://eprints.uanl.mx">eprints.uanl.mx</a><br>Fuente de Internet                         | <1 % |
| 19 | <a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | <1 % |

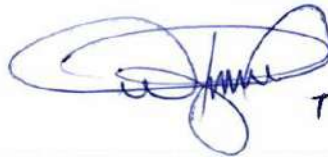


20 repositorio.upa.edu.pe  
Fuente de Internet

<1%

21 repositorio.unasam.edu.pe  
Fuente de Internet

<1%



Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Asesor

Manuel Rubén Guerreros Meza

### **Dedicatoria**

Dedico el presente plan de tesis a Dios, que día a día nos da la oportunidad de ser mejores; a mis padres por el esfuerzo que hacen para darme una mejor vida y ser unos excelentes padres y a los catedráticos que comparten sus conocimientos para poder afrontar el futuro que nos espera.



## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por la oportunidad que nos da cada día de poder respirar y disfrutar del regalo que nos brinda, agradezco a mis padres por el esfuerzo y los recursos que me brindan para poder cumplir las metas trazadas que tengo por delante, a los catedráticos que comparten sus conocimientos y nos enseñan afrontar la vida que nos espera.

## Índice de Contenido

|   |     |
|---|-----|
| Dedicatoria.....  | iii |
| Agradecimiento .....  | iv  |
| Índice de Contenido.....  | v   |
| Índice de Tablas .....  | ix  |
| Índice de Figuras .....   | x   |
| Introducción.....   | xi  |
| CAPITULO I GENERALIDADES DEL LUGAR DE ESTUDIO .....             | 12  |
| 1.1. Historia de la Empresa Minera Volcán Compañía Minera ..... | 12  |
| 1.2 Ubicación.....  | 12  |
| 1.3. Accesibilidad .....  | 13  |
| 1.4. Geografía. ....  | 14  |
| 1.5. Clima. ....  | 14  |
| 1.5.1 Vegetación.....   | 14  |
| 1.6. Mineralogía.....   | 15  |
| 1.6. Descripción para el Proceso de Relave.....                 | 18  |
| 1.6.1. Cancha para el almacenamiento.....                       | 19  |
| 1.6.2. La relavera.....   | 19  |
| 1.7. Control Ambiental .....                                    | 20  |
| 1.7.1. Descripción. ....  | 20  |
| 1.7.2. Elementos de control.....                                | 20  |

|  |    |
|--|----|
| 1.7.3. Incorporación de elementos ecológicos .....                 | 21 |
| 1.8. Descripción de la Empresa y las Actividades que Ejecuta ..... | 21 |
| 1.8.1 Sección Chancado.....  | 21 |
| 1.8.2. Sección Molienda .....                                      | 23 |
| 1.8.3. Clasificación Primaria .....                                | 23 |
| 1.8.4. Sección Flotación.....                                      | 24 |
| 1.8.5. Sección De Eliminación De Aguas .....                       | 33 |
| CAPITULO II DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....                        | 38 |
| 2.1. Planteamiento Del Problema .....                              | 38 |
| 2.2. Formulación Del Problema.....                                 | 38 |
| 2.2.1. Problema General .....                                      | 38 |
| 2.2.2. Problemas Específicos .....                                 | 39 |
| 2.3. Objetivos De La Investigación .....                           | 39 |
| 2.3.1. Objetivo Principal.....                                     | 39 |
| 2.3.2. Objetivos Específicos .....                                 | 39 |
| 2.4. Justificación Del Problema .....                              | 39 |
| 2.4.1. Económico .....   | 39 |
| 2.4.2. Ambiental .....   | 40 |
| 2.5. Limitaciones .....  | 40 |
| 2.6. Hipótesis de la Investigación .....                           | 40 |
| 2.6.1. Hipótesis General.....                                      | 40 |
| 2.6.2. Hipótesis Específicas .....                                 | 40 |

|  |    |
|--|----|
| 2.7. Variables De Estudio.....                     | 40 |
| 2.7.1. Variable Independiente .....                | 40 |
| 2.7.2. Variable Dependiente.....                   | 41 |
| CAPITULO III BASES TEÓRICAS .....                  | 43 |
| 3.1. Fundamentos teóricos .....                    | 43 |
| CAPITULO IV DISEÑO METODOLÓGICO .....              | 48 |
| 4.1. Tipo de Investigación .....                   | 48 |
| 4.2. Nivel De Investigación .....                  | 48 |
| 4.3. Población y Muestra .....                     | 49 |
| 4.3.1. Población .....                             | 49 |
| 4.3.2. Muestra.....                                | 49 |
| 4.4. Técnicas de Recolección De Datos .....        | 49 |
| 4.5. Antecedentes De Estudio .....                 | 50 |
| CAPITULO V DISEÑO EXPERIMENTAL.....                | 52 |
| 5.1. Características Del Material .....            | 52 |
| 5.1.1. Composición Química .....                   | 52 |
| 5.1.2. Granulometría .....                         | 52 |
| 5.1.3. Propiedades Físicas.....                    | 53 |
| 5.1.4. Propiedades Geotécnicas .....               | 53 |
| 5.1.5. Compatibilidad con otros Materiales.....    | 54 |
| 5.1.6. Sostenibilidad y Aspectos Ambientales ..... | 54 |
| 5.1.7. Propiedades Térmicas .....                  | 54 |

|  |    |
|--|----|
| 5.1.8. Pruebas de Durabilidad.....   | 55 |
| 5.2. Composición y metalurgia de los relaves de la compañía minera volcán – Unidad Andaychagua Sistema de Bombeo y Línea de Conducción De Relaves..... | 55 |
| Conclusiones.....  | 66 |
| Recomendaciones .....  | 67 |
| Referencias Bibliográficas.....  | 68 |

## Índice de Tablas

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| <b>Tabla 1.</b>  | Composición mineralogica.....   | 15 |
| <b>Tabla 2.</b>  | Principales Concesiones Mineras.....  | 16 |
| <b>Tabla 3.</b>  | Reservas Mineras Por Unidad Minera .....  | 17 |
| <b>Tabla 4.</b>  | Mineral Explotado por Mina:.....  | 17 |
| <b>Tabla 5.</b>  | Mineral Tratado por Planta.....   | 17 |
| <b>Tabla 6.</b>  | Concentrado de Zinc, Plomo y Plata Producido; Cotización de concentrado fino e Ingreso por Ventas ..... | 18 |
| <b>Tabla 7.</b>  | Balance Metalúrgico de la planta .....  | 19 |
| <b>Tabla 8.</b>  | Características de las Celdas: .....  | 28 |
| <b>Tabla 9.</b>  | Características de las Celda del circuito de plomos .....   | 29 |
| <b>Tabla 10.</b> | Reactivos de flotación del circuito de plomo .....  | 29 |
| <b>Tabla 11.</b> | Flow Sheet Flotación Del Plomo.....   | 30 |
| <b>Tabla 12.</b> | Características de las Celdas del circuito de flotación Zinc .....                                      | 31 |
| <b>Tabla 13.</b> | Características de las Bombas .....   | 32 |
| <b>Tabla 14.</b> | Reactivos de flotación circuito de Zinc .....   | 32 |
| <b>Tabla 15.</b> | Flow Sheet Flotacion Del Zinc.....  | 33 |
| <b>Tabla 16.</b> | Producción Anual .....  | 56 |

## Índice de Figuras

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Figura 1.</b> | Entrada principal a la Empresa Volcán Unidad Andaychagua ..... | 13 |
| <b>Figura 2.</b> | Plano de Ubicación de la Unidad Minera Yauli-Andaychagua ..... | 15 |
| <b>Figura 3.</b> | Plano de operaciones Yauli – UEA.....                          | 16 |
| <b>Figura 4.</b> | Flow Sheet Flotación Del Plomo.....                            | 29 |
| <b>Figura 5.</b> | Sistema de Lubricación en Flotación .....                      | 32 |
| <b>Figura 6.</b> | Mapa Geologico De Andaychagua .....                            | 41 |
| <b>Figura 7.</b> | Unidad Minera Volcán.....                                      | 42 |

## **Introducción**

La presente tesis tiene como principal fin el rescate de nuestro planeta, hoy en día vemos que la contaminación ha crecido de manera exorbitante, y en la industria minera-metalúrgica, la contaminación por los minerales, y los procesos que implican conseguir estos mismos causan un gran impacto negativo al medio ambiente, uno de ellos es los desechos que se generan y a su vez se depositan en lugares que posteriormente se denominan relaves mineros.

Y en la presente investigación se está evaluando una posibilidad de crear unos ladrillos a partir de esos relaves, usándolos como materia prima en la fabricación, para lo cual se está evaluando los procesos de encapsulación de los metales pesados que estos son los que dañan la salud, y fabricar ladrillos y que contengan estos metales pesados sería perjudicial para la salud, y se pretende utilizar micro encapsulación para así aislar las partículas pesadas y que el producto sea de una buena calidad, así estaríamos ahorrando espacios, estaría reutilizando desechos de la minería y usándolos como materiales de construcción.



## CAPITULO I

### GENERALIDADES DEL LUGAR DE ESTUDIO

#### 1.1. Historia de la Empresa Minera Volcán Compañía Minera

Andaychagua, al inicio de exploración fueron llevados a cabo por Cerro de Pasco Corporation entre 1928 y 1930; estos trabajos de exploración se llevaron a cabo en concesiones arrendadas. Posteriormente, la mina Andaychagua se incorpora a U.

M. San Cristóbal, para convertirse en unidad de producción autónoma.

Fue establecida en junio de 1943 bajo el nombre de Compañía Volcán Mines, y comenzó sus actividades en 1947, cambia su nombre a Volcán Compañía Minera S.A. y en ese mismo año, en 1948, adquiere Carahuacra. En 1952 finaliza sus actividades en Ticlio y reanuda sus operaciones a mediados de 1995; en 1997 adquirió Andaychagua, San Cristóbal y Mahr Túnel, que eran propiedades de la Empresa Minera del Centro del Perú S.A. (Centromin Perú) hasta ese momento. Hoy en día, lidera la minería de poli metálicos, especializada en la extracción de Plata, Plomo y Zinc.

Incluye 5 Unidades. Cerro, Ticlio, Yauli, Animon y Vinchos. Son los miembros de la Unidad de Yauli.

La Unidad de Yauli dispone de las minas siguientes: San Cristóbal, Carahuacra, Túnel Victoria y Túnel Mahr.

#### 1.2 Ubicación

La empresa minera Volcán se ubica en el departamento de Junín, provincia de Yauli-La Oroya y exactamente en el distrito de Huayhuay en el anexo de San José de Andachagua.

Se ubica a unos 13 kilómetros de la divisoria continental, y tiene una elevación promedio de 4.477 m.s.n.m.

La empresa minera inicio sus operaciones alrededor de la década de los 87 constituyendo una unidad de CENTROMIN Perú S. A. A.; alrededor del mes de octubre de la década de los 97 se cambia de propietario a la unidad minera, y llamada de este entonces y hasta la fecha como volcán C.I.A. Minera S.A.

Hasta la fecha, la unidad minera sigue laborando con una producción aproximada de 110 mil TMS de mineral mensual, entre ellos concentrados de Plomo, Cobre, Zinc y plata; y con nuevos puntos de extracción, como San Cristóbal, Carahuacra, e incluso en Cerro de Pasco con Milpo.

### **Figura 1.**

*Entrada principal a la Unidad Minera Volcán Andaychagua*



### **1.3. Accesibilidad**

La unidad minera cuenta con dos rutas de entrada principales, una que está en la entrada de la comunidad campesina de Huari, a la altura de la Planta Concentradora de Huari, aproximadamente 1 hora de viaje desde ese punto hasta la entrada de Andaychagua ; la otra entrada es por la Oroya, a la altura de la comunidad Campesina de San Juan Bautista de Pacha chaca, alrededor de 1 hora y media de viaje, desde la ciudad de

Huancayo el acceso más óptimo es por la entrada de Huari, que se estaría promediando entre 2,5 a 3 horas de viaje.

#### **1.4. Geografía.**

La altitud y condiciones climáticas fluctúan entre 4400 m.s.n.m. en las mineras San Cristóbal, Carahuacra y Andaychagua llega hasta 5200 m.s.n.m. de acuerdo con la división de altímetros, estos sitios están dentro de la Región Puna y Janca.

Se distingue por su elevada altitud y topografía irregular, a diferencia de los valles en 'U' a los que atribuye un origen glaciar.

#### **1.5. Clima.**

Esta región de clima frío y seco debido a la ubicación en la región Puna. La temporada de lluvias se desarrolla (octubre hasta abril), más lluvias sólidas con las nevadas y las granizadas. La temperatura oscila entre los 15 °C y los 0 °C durante el día y noche respectivamente.

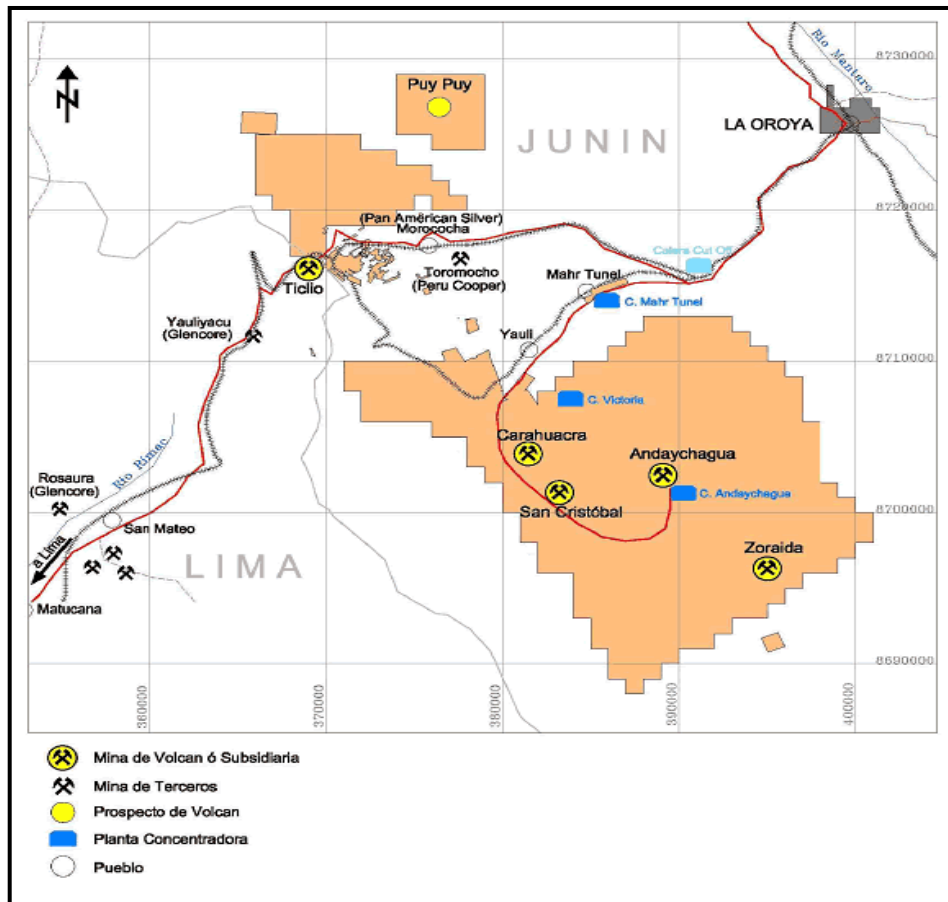
En época seca tiene lugar entre fines de abril a noviembre, la fase del año que permite las T° más bajas, alcanzando los 0 °C en las primeras horas del día.

##### **1.5.1 Vegetación.**

Dado que se encuentra a más de 4100 m de altura y debido a las condiciones climáticas, la vegetación florece en gran cantidad (ichu), que puede llegar a tener hasta 1 m de altura, así como la Wila Wila, Escorzonera y el chupa sangre, entre otros.

Figura 2.

Proyecto de Localización de la Minera Yauli-Andaychagua Mapa de Situación



## 1.6. Mineralogía

Tabla 1.

Composición mineralógica

| MINERAL             | FORMULA                        | PESO ESPECIFICO | COMPOSICIÓN                           |
|---------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Blenda o esfalerita | SZn                            | 3,9 – 4,1       | Zn – 67%<br>S – 33%                   |
| Galena              | SPb                            | 7,4 – 7,6       | Pb – 86,6%<br>S – 13,4%               |
| Argentita           | SAg <sub>2</sub>               | 7,3             | Ag – 87,1%<br>S – 12,9%               |
| Calcopirita         | CuFeS <sub>2</sub>             | 4,1 – 4,3       | Cu – 34,6%<br>Fe – 30,4%<br>S – 35,0% |
| Estibina            | S <sub>3</sub> Sb <sub>2</sub> | 4,5 – 4,6       | Sb – 71,4%<br>S – 28,6%               |
| Marcasita           | FeS <sub>2</sub>               | 4,89            | Fe – 46,6%<br>S – 53,4%               |

Figura 3.

Estructura de funcionamiento Yauli - UEA

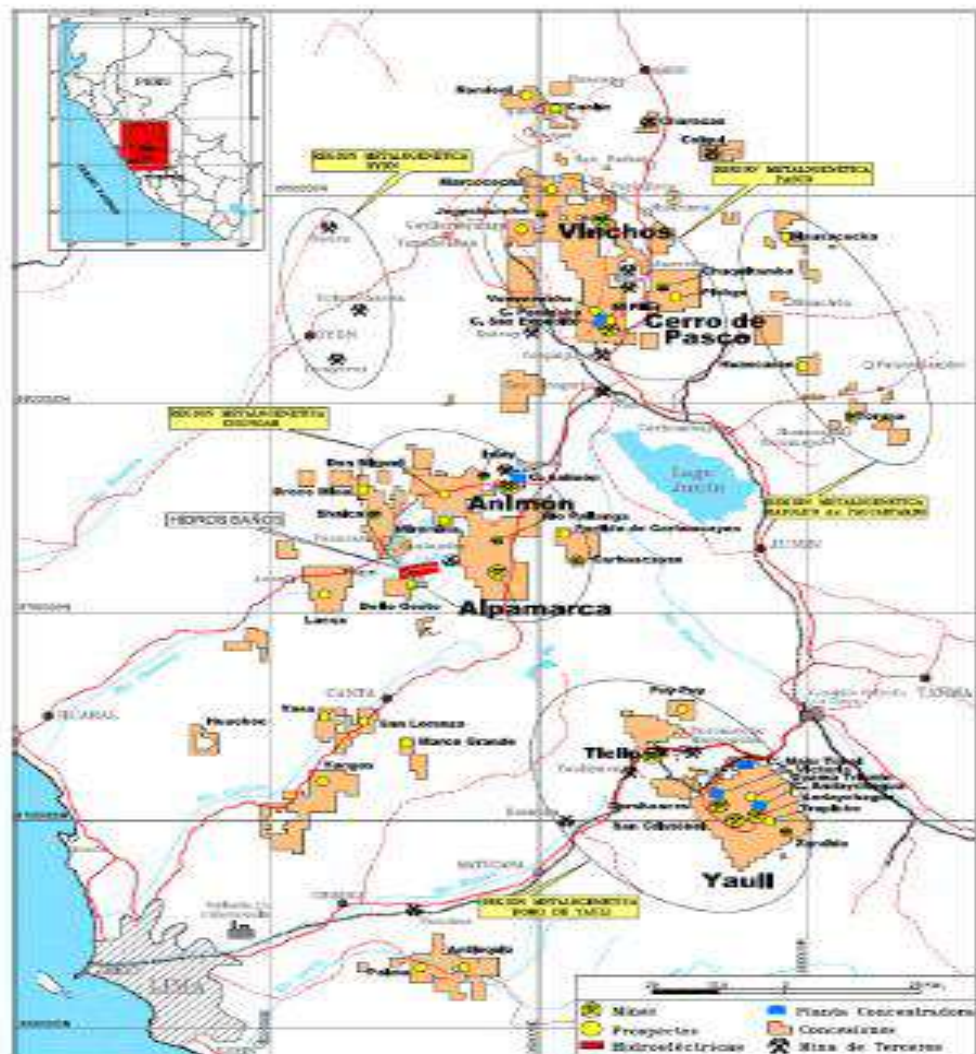


Tabla 2.

Concesiones Mineras

| UNIDAD                     | HECTÁREAS |
|----------------------------|-----------|
| San Cristóbal - Mahr Túnel | 1,761     |
| Carahuacra                 | 2,915     |
| Andaychagua                | 7,820     |
| Ticlio                     | 1,100     |

Fuente: VOLCÁN CÍA MINERA 2000

**Tabla 3.***Capacidades Mineras Por Unidad Minera*

| <b>UNIDAD</b>       | <b>2004</b> | <b>2007</b> | <b>% VARIACION</b> |
|---------------------|-------------|-------------|--------------------|
| Mina Carahuacra     | 2,099,700   | 4,243,500   | 102,1              |
| Mina San Cristóbal  | 7,899,300   | 7,951,000   | 0,65               |
| Mina Andaychagua    | 5,727,100   | 9,051,200   | -42,04             |
| Mina Ticlio         | 622,600     | 2,300,200   | 269,45             |
| Mina Zoraida        | 0           | 35,300      |                    |
| Tajo San Martin Sur | 0           | 959,940     |                    |
| Tajo Carahuacra     | 0           | 457,200     |                    |

**Tabla 4.***Mineral Extraído por la Mina*

| <b>UNIDAD</b>             | <b>2004</b>     | <b>2007</b>     | <b>% VARIACION</b> |
|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Mina San Cristóbal        | 620,895         | 904,071         | 45,61              |
| Mina Carahuacra           | 351,475         | 470,733         | 33,93              |
| Mina Andaychagua          | 486,709         | 598,713         | 23,01              |
| Tajo Carahuacra           | 0               | 34,350          |                    |
| Tajos - Otros             | 0               | 47,969          |                    |
| Mina Ticlio               | 0               | 242,989         |                    |
| Gavilán                   | 0               | 175,391         |                    |
| <b>Total unidad Yauli</b> | <b>1459,079</b> | <b>2474,216</b> | <b>69,57</b>       |

**Tabla 5.***Mineral Procesado por Planta*

| <b>UNIDAD</b>             | <b>2021</b>     | <b>2022</b>     | <b>% VARIACION</b> |
|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Planta Victoria           | 701,432         | 893,569         | 27,39              |
| Planta Andaychagua        | 757,647         | 894,15          | 18,01              |
| Planta Mahr Túnel         | 0               | 686,497         | 0                  |
| <b>Total unidad Yauli</b> | <b>1459,079</b> | <b>2474,216</b> | <b>69,57</b>       |

**Tabla 6.**

*Producción de Concentrado de Plata, Plomo y Zinc.*

*Cotizando de concentrado fino e ingresos de venta.*

| UNIDAD  | 2021        | 2022          | %<br>VARIACIÓN |
|---|-------------|---------------|----------------|
| Concentrado de Zinc - Unidad Yauli (TMS)              | 183,658     | 224,57        | 9              |
| Cotización Internacional Prom. Zinc (US\$ TMF)        | 1,048       | 3,242         | 209,35         |
| Ingreso por Ventas Concentrado de Zinc                | 317,906,000 | 1,693,751,000 | 432,78         |
| Concentrado de Plomo - Unidad Yauli (TMS)             | 28,224      | 40,073        | 41,98          |
| Cotización Internacional Prom. Plomo (US\$ TMF)       | 886         | 2,58          | 191,19         |
| Cotización Internacional Prom. Plata (US\$ onza/troy) | 6,69        | 13,42         | 100,60         |
| Ingreso por Ventas Concentrado de Plomo               | 238,318,000 | 831,888,000   | 249,07         |

### **1.6. Descripción para el Proceso de Relave.**

El relave procedente de la flotación se dirige hacia un par de cajones cuyo propósito es guardar pulpa; posteriormente su bombeo con dirección a la categoría de relaves.

Lo primordial de la bomba es abastecer una porción de pulpa (alrededor del 60%), de aproximadamente 500 a 600 metros, de manera horizontal y vertical, hasta el lugar de los 2 cajones bombeadores; estos bombean a ciclones de clasificación D15 (1 y 2), (ubicado de manera horizontal para una categorización más eficaz de los gruesos), el ciclón que deposita a una cancha para combinar el cemento y regresa al relleno a través de una tubería con dirección a mina.

El fino regresa por gravimetría llegando a la trampa, junto a la demás pulpa, las bombas MCC-200(1 y 2) son encausadas mediante tubería hasta dos cajones, para su clasificación final y disposición en la cancha de relave, situada alrededor de 3 kilómetros.

La tabla presenta los resultados de los exámenes junto con los gráficos pertinentes, cuyo resumen se encuentra en el mismo, se presenta en la tabla subsiguiente:

**Tabla 7.**

*Balance Metalúrgico de la planta*

| PRUEBA<br>N° | REACTIVOS g/t |         | ENSAYES |      |      |          |       | DISTRIBUCIÓN |       |       |       |       |
|--------------|---------------|---------|---------|------|------|----------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|
|              | ZNSO4         | OPTIMAX | % Cu    | % Pb | % Zn | Oz Ag /t | % Fe  | % Cu         | % Pb  | % Zn  | % Ag  | % Fe  |
| 1            | 20            | 20      | 1,53    | 3,20 | 8,63 | 12,86    | 24,25 | 80,58        | 74,90 | 24,88 | 61,04 | 23,46 |
| 2            | 0             | 40      | 3,00    | 5,90 | 8,70 | 20,25    | 16,00 | 71,87        | 70,57 | 11,72 | 46,31 | 7,36  |
| 3            | 0             | 0       | 2,35    | 5,45 | 7,00 | 18,40    | 18,50 | 73,34        | 78,96 | 12,47 | 54,20 | 10,43 |
| 4            | 40            | 0       | 2,43    | 5,10 | 7,95 | 17,68    | 16,50 | 77,10        | 78,31 | 14,98 | 53,88 | 10,31 |
| 5            | 0             | 40      | 2,85    | 5,20 | 8,45 | 19,90    | 15,75 | 70,77        | 67,62 | 11,16 | 43,97 | 7,17  |
| 6            | 40            | 40      | 1,90    | 3,97 | 6,25 | 13,12    | 21,25 | 79,50        | 81,28 | 13,83 | 47,50 | 15,45 |
| 7            | 0             | 0       | 2,33    | 5,10 | 7,43 | 18,72    | 18,00 | 72,73        | 77,83 | 12,17 | 51,67 | 9,68  |
| 8            | 40            | 0       | 2,37    | 5,00 | 8,00 | 17,00    | 16,75 | 75,21        | 79,34 | 14,71 | 52,00 | 10,01 |
| 9            | 40            | 40      | 1,83    | 3,71 | 6,50 | 12,86    | 20,00 | 77,65        | 82,84 | 15,34 | 49,11 | 15,14 |

**1.6.1. Cancha para el almacenamiento**

Es el canal donde guarda el relave cada día, recibe toneladas de relave que son proporcionadas a él cada día. El campo de juego en la planta pertenece al sistema de agua baja.

El lugar para almacenamiento de relave debe tener las propiedades siguientes:

- ✓ Equilibrio ante terremotos (sísmica).
- ✓ Solidez en el agua (hidrológica)
- ✓ Continuidad inmutable

**1.6.2. La relavera**

**Paredes de resguardo:**

Las paredes de resguardo o muro para contención poseen una extensión amplia (la circunferencia de la zona de almacenamiento para nuestros relaves), con una extendida anchura de cima de aproximadamente 10 metros y altura central cercana a los 101 m. Esta volumetría establece con estos datos y va llenando con arena y tierra ya preparadas para elevar la valla.

**Canal coronatorio:**



Esta zanja fue diseñada con el objetivo de dirigir el flujo del río Andaychagua a lo largo del borde del depósito de relaves, permitiendo el desvío del agua de dicho río para evitar su contacto con la relavera.

## **1.7. Control Ambiental**

### ***1.7.1. Especificaciones.***

Nuestro desafío medioambiental es actualmente muy desafiante, ya que las recientes normativas implementadas por el Ministerio de Energía y Minas de Perú, bajo la guía de entidades internacionales, elaboró el conocido plan maestro de control de contaminación ambiental, con el objetivo de disminuir progresivamente la emisión de contaminantes en este ámbito son altas para el sector.

### ***1.7.2. Principios para el control***

**Es importante considerar aquellos componentes para la regulación en dicho sector de la minería:**

El líquido efluente de la minería metalúrgica, que son corrientes liberadas al entorno provenientes en dicho proceso mencionado:

- ✓ Cualquiera de los trabajos; perforación o actividad realizada en terreno y en cualquiera de las plantas para tratar aguas residuales, vinculado a tareas de exploración o actividades realizadas al límite de la unidad.
- ✓ La acumulación de relave y diferentes actividades que generen agua residual.
- ✓ En instalaciones de procesamiento, fundición, refinería, entre varias más, siempre que la instalación se utilice para lavar, triturar, moler, flotar, disminuir de tamaño, lixiviar, tostar, entre otros.

### ***1.7.3. Incorporación de elementos ecológicos***

Las expresiones del patrimonio natural comprenden los ecosistemas, los procesos ecológicos, así como las especies de flora y fauna en peligro de extinción. Su protección y conservación tienen un valor social significativo y pueden ser consideradas como razones de interés y bienestar público. Corresponde al Estado, junto con las organizaciones naturales y jurídicas, asegurar la conservación, protección, restauración, aprovechamiento sostenible y promoción del patrimonio natural.

## **1.8. Descripción de la Empresa y las Actividades que Ejecuta**

**La planta minera Andaychagua con una capacidad de 3451 t.m.s.d. actualmente.**

La planta minera Andaychagua cuenta con autorización y así poder operar con una capacidad de 3451 TMSPD, según lo estipulado en la Resolución N° 081-2011-MEM - DGM/V.

En la instalación de procesamiento de los minerales polimetálicos (PAN - 1) se realiza el tratamiento de 2800 TMSD, mientras que la planta que contiene Níquel (PAN - 2) procesa mineral específico a una tasa de 510 TMSD. En conjunto, la capacidad operativa de ambos circuitos alcanza un total de 3300 TMSD, lo que indica que operan muy debajo el límite establecido por MEM - DGM/V.

### ***1.8.1 Sección Chancado***

#### **1.8.1.1. Recepción De Mineral**

El material extraído en la mina es descargado en un depósito de almacenamiento temporal, donde, mediante el cargador frontal, se transfiere a una tolva de gruesos con una capacidad de 251 toneladas métricas. Está equipada con una rejilla con aberturas de 12 pulgadas. En las proximidades del depósito de acopio se encuentra un martillo neumático destinado a la fragmentación de las rocas, conocidas como bloques.

### **1.8.1.2. Chancado Primario**

El material almacenado en la tolva de gruesos es transportado mediante un alimentador de barras Ross. Los fragmentos de mineral que no atraviesan este sistema son procesados en una chancadora, mientras que las partículas más finas provenientes de la rejilla que se encuentra estable son trasladadas por medio de la cinta transportadora N°1, designada para el proceso de chancado secundario. Este sistema tiene la capacidad operativa de 191 toneladas métricas.

### **1.8.1.3. Chancado Secundario.**

El transportador de banda N° 1 transfiere el material para llegar a una zaranda primaria de doble nivel, equipada con mallas en el nivel superior e inferior. El mineral fino que logra atravesar la zaranda es conducido a través de la banda transportadora N°4, la cual descarga hacia la banda N°5. Esta última transfiere el material hacia las tolvas de finos, cada una con un volumen de almacenamiento de 1100 toneladas métricas.

Por otro lado, el material de mayor tamaño que no pasa por la malla es dirigido a una chancadora cónica. El producto de esta trituración, con un tamaño intermedio, es transportado por la banda N° 2, que a su vez alimenta a la banda N° 3. Finalmente, la banda N°3 transfiere el material a la banda N°5, ubicada en la sección de chancado terciario.

### **1.8.1.4. Chancado Terciario**

La banda transportadora N°3 dirige el material a la zaranda secundaria equipada con mallas en los niveles superior e inferior. Según la granulometría, el mineral fino que atraviesa la zaranda es conducido por la banda N° 4, que lo transfiere a la banda N° 5, y esta última lo descarga en las tolvas destinadas al almacenamiento de minerales de granulometría fina.

El material de mayor tamaño la cual no logra pasar a esta zaranda secundaria es transportado hacia la chancadora cónica. El producto resultante, con un tamaño intermedio, es transferido a través de la banda N° 2, que a su vez alimenta nuevamente a la banda N° 3. Esta última devuelve el material hacia la zaranda secundaria, estableciendo un circuito cerrado de procesamiento.

### ***1.8.2. Sección Molienda***

La tolva de 1 100 TMH de capacidad contienen los minerales finos provenientes del proceso de chancado.

#### **1.8.2.1 Molienda Primaria**

Teniendo nuestro material fino se guarda en las tolvas de fino con una capacidad de 1100 toneladas métricas por hora, las cuales cuentan con dos puntos para descarga en su base, donde se ubican 2 alimentadores. Ambos alimentadores de banda descargan el material hacia la banda N° 6, que transfiere el mineral a la banda N° 7. La banda N° 7, a su vez, lo lleva al molino número 1 de barras. Este molino se conecta a dos bombas Wilfley, las cuales dirigen la pulpa para los diferentes ciclones y así llegar a su clasificación.

#### **1.8.2.2 Molienda Secundaria**

La molienda se realiza en dos molinos de bolas que funcionan de forma simultánea y en circuito cerrado, acompañados de un sistema de clasificación mediante un conjunto de 4 ciclones.

### ***1.8.3. Clasificación Primaria***

Las descargas de molinos número 1 como también número 2 se canalizan hacia la caja de alimento de 2 bombas Wilfley, las cuales alimentan las celdas de flotación. Las descargas de estas celdas retornan a las bombas Wilfley, que dirigen la pulpa hacia dos ciclones. El desbordamiento (overflow) se redirige al circuito de flotación bulk Pb-Cu,

mientras que el subproducto (underflow) se envía a los molinos de bolas número 2 y número 3, formando así un circuito cerrado de clasificación. El desbordamiento de flujos en los ciclones tiene una malla granulométrica -200 (75  $\mu\text{m}$ ).

#### **1.8.4. Sección Flotación**

##### **1.8.4.1 Circuito Flotación Bulk Pb-Cu:**

###### **✓ Flotación Bulk Rougher**

Esta flotación de Bulk Rougher realizada en 2 etapas de Rougher.

El rougher I está compuesto por la celda OK-30, mientras que el Rougher II está conformado por la celda OK-20. Mientras que las espumas del Rougher I son dirigidas a la celda unitaria, también el relave se traslada al Rougher II, mientras que las espumas del rougher II son conducidas a la primera etapa de limpieza. El relave del rougher II se procesa en el molino, operando en un circuito cerrado con un conjunto de 6 ciclones, alimentado por bombas Denver. La pulpa resultante del circuito de remolienda se destina a la flotación scavenger I.

###### **✓ Flotación Bulk Scavenger**

Esta flotación de grano de Scavenger se realiza en 2 etapas (Scavenger I - II). Scavenger I compuesto por tres celdas DR-300, donde las espumas provienen del Rougher I, mientras que el relave se alimenta del Scavenger II.

La flotación del scavenger II tiene lugar en un banco Denver DR-300 de 3 celdas, donde dichas espumas sirven como alimentación para el scavenger I, sabiendo que el relave se redirige al circuito de flotación de Zinc.

###### **✓ Flotación Bulk Limpiadoras**

En las celdas Denver DR, la purificación de los concentrados bulk está realizado en 3 etapas:

Esta fase inicial de purificación se efectúa en 6 celdas DR - 18, tales espumas se envían a la 2da fase de purificación. El relave se dirige al proceso de remoler, compuesto por un molino junto con un sistema de clasificar con ciclones. El desbordamiento (overflow) de ciclones se redirige a esta celda del circuito Rougher I.

La siguiente fase de purificación se realiza en seis celdas, en cual las espumas se transfieren a la 3ra fase de purificación, mientras que el relave retorna para alimentar la 1ra fase.

La 3ra fase de purificación se lleva a cabo en 4 celdas, sabiendo que las espumas constituyen el 2do concentrado bulk, y el relave se reincorpora a modo de suministro para la 2da fase.

#### **1.8.4.2 Circuito de separación Pb – Cu**

Este concentrado Bulk fue trasladado para el tanque de acondicionamiento, y luego se transfiere a las celdas y así llegar al proceso de flotación rougher. El relave resultante se envía a la flotación Scavenger, y el relave de las celdas se convierte en concentrado de Pb. Después la espuma proveniente de la flotación rougher pasa por 4 etapas de purificación en 2 celdas, las primeras dos fases, y lo que resta en una celda por fase. de la última fase abatiéndose el concentrado de Cu.

##### **✓ Flotación de Zn**

Esta flotación Bulk se lleva a cabo en 2 tanques de acondicionamiento, donde se agregan los reactivos:  $\text{CuSO}_4$ , cal y Xantato Z-11.

##### **✓ Flotación Rougher**

La flotación se ejecuta en 2 fases:

La flotación de Zn se realiza en dos etapas (Rougher I - II). El primer Rougher I consiste en una celda, estas espumas se dirigen a la 2da etapa de purificación, mientras que los relaves se redirigen a rougher II. En la siguiente fase de rougher II, que consta de

una celda, la espuma sirve como alimentación para la 1ra etapa de purificación, y los relaves se destina a alimentar del scavenger I.

#### ✓ **Flotación Scavenger**

La flotación de zinc mediante el scavenger se lleva a cabo en dos fases (scavenger I y II). La flotación del scavenger I ocurre en un banco Denver DR-300 de cuatro celdas, las espumas son transmitidas al rougher I y el relave es alimentado por el scavenger II.

La flotación del scavenger II ocurre en un banco Denver DR-300 de cuatro celdas, las espumas se suministran como alimento al scavenger I y el relave se transporta a la cancha de relaves.

#### ✓ **Flotación Limpiadoras**

Esta purificación de concentrado de Zn se realiza mediante dos técnicas.

El 1er sistema, donde la purificación de concentrado de Zn se lleva a cabo en 4 etapas:

La 1ra etapa de purificación se efectúa en 8 celdas, estas espumas son transferidas a la 2da fase y así sucesivamente hasta la 4ta fase. El relave se somete a remolienda en un molino, operando en un circuito cerrado con un conjunto de 4 ciclones. El desbordamiento (overflow) se dirige a la entrada del Rougher I, mientras que el subflujo se recircula al circuito cerrado de remolienda.

Este método de purificación no convencional lleva a cabo en aquella celda de modelo Jameson, destinada a alimentar con su espuma a la segunda fase convencional de purificación, generando un concentrado final de Zn.

#### ✓ **Circuitos De Flotación**

Esta sección consta de dos circuitos cuyo objetivo es separar el mineral valioso de la ganga. Además, para este objetivo se les añaden reactivos que proporcionan a las

partículas características hidrofóbicas, consiguiendo así la separación de la ganga que forma el relave.

#### ✓ **Circuito De Flotación Del Plomo**

Los ciclones de las bombas suministran material a la Rougher I, donde las espumas se canalizan hacia el compartimento de la bomba N° 13, el cual, a su vez, alimenta la celda unitaria. En esta última, las espumas contienen un concentrado de Pb (plomo).

El relave proveniente de la Rougher I se dirige hacia el compartimento de las bombas 7 u 8, desde donde es bombeado hacia la cabecera de la Rougher II.. Al ingresar a la Rougher II, el relave también se divide en dos flujos: uno se dirige directamente al Scavenger, mientras que el otro se envía al circuito del molino N° 4, Posteriormente, el material es canalizado hacia el conjunto de ciclones, donde el flujo de menor densidad se dirige al molino 4 y el flujo superior se redirige al Scavenger.

Las espumas del Rougher 2 son enviadas a la Limpiadora 1 a través de la bomba; desde allí, las espumas de la Limpiadora 1 son dirigidas a la Limpiadora 2, y las espumas de la Limpiadora 2 a la Limpiadora 3. Si la recuperación esta elevada, estas espumas serán enviadas al concentrado de plomo.



**Tabla 8.***Especificaciones de las Celdas:*

| Etapa          | Marca     | Modelo   | N° celdas | N° Motores | HP Motor | Voltaje | Amp. | RPM  |
|----------------|-----------|----------|-----------|------------|----------|---------|------|------|
| Rougher I      | OUTOKUMPU | OK-20    | 1         | 1          | 60       | 440     | 78   | 1165 |
| Rougher II     | DENVER    | DR 300   | 3         | 3          | 25       | 440     | 33.3 | 1165 |
| Scavenger      | DENVER    | DR 300   | 3         | 3          | 25       | 440     | 33.3 | 1165 |
| Limpiadora I   | DENVER    | DR 18 SP | 6         | 3          | 7.5      | 440     | 10.5 | 1740 |
| Limpiadora II  | DENVER    | DR 18 SP | 6         | 3          | 7.5      | 440     | 10.5 | 1740 |
| Limpiadora III | DENVER    | DR 18 SP | 4         | 2          | 7.5      | 440     | 10.5 | 1755 |
| Medios         | DENVER    | DR 21 SP | 4         | 2          | 15       | 440     | 21.6 | 1165 |
| Celda Unitaria | DENVER    | 1500     | 1         | 1          | 18       | 440     | 24   | 1165 |

**Tabla 9.***Especificaciones de las Celdas en el circuito de plomos*

| Bomba   | Marca     | Tipo       | Modelo        | HP Motor | Voltaje | Amp. | RPM  |
|---------|-----------|------------|---------------|----------|---------|------|------|
| 7       | DENVER    | Horizontal | 8"x6"         | 30       | 440     | 38   | 1750 |
| 8       | DENVER    | Horizontal | 8"x6"         | 30       | 440     | 38,4 | 1175 |
| 5       | WILFLEY   | Horizontal | 3K            | 20       | 440     | 27   | 1750 |
| 6       | WILFLEY   | Horizontal | 3K            | 20       | 440     | 27   | 1750 |
| 11      | GALLIGHER | Horizontal | 2 ½"          | 10       | 440     | 13   | 1745 |
| 12      | GALLIGHER | Horizontal | 2 ½"          | 10       | 440     | 13,7 | 1745 |
| 13      | WILFLEY   | Horizontal | 3K            | 30       | 440     | 37   | 1745 |
| 20      | COMESA    | Horizontal | 8"x6"         | 18       | 440     | -    | 1740 |
| 33      | GALLIGHER | Horizontal | 2 ½"          | 15       | 440     | 21   | 1745 |
| Jameson | DENVER    | Horizontal | 1 1/2 X 1 1/4 | 13 Kw    | 440     | 23   | 1740 |
| Jameson | WARMAN    | Vertical   | 40            | 12       | 440     | 16   | 1750 |

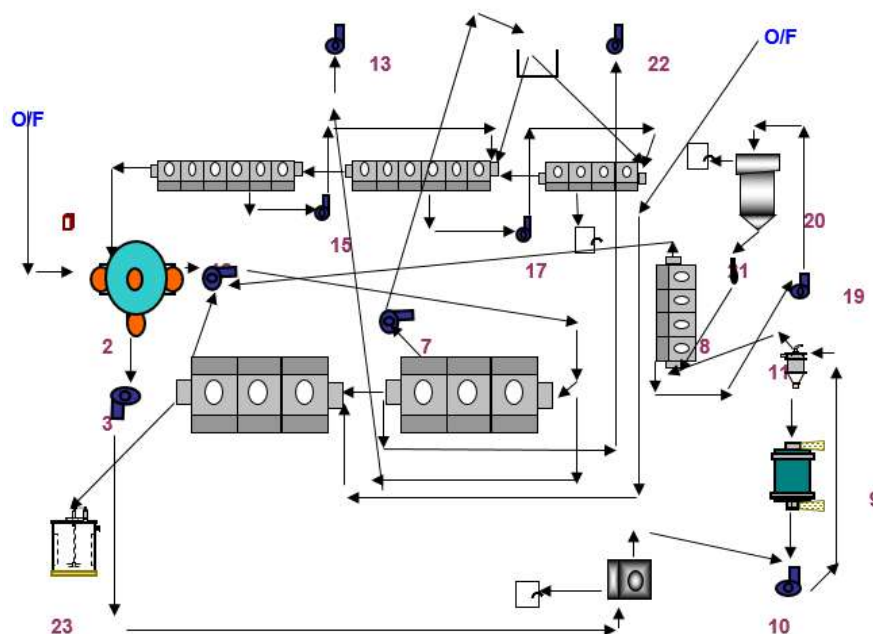
Tabla 10.

Los reactivos que flotan en el circuito de plomo

| Reactivo                           | Punto de Adición                  |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Z-11                               | Rouguer II (Cajón de Bomba 7 - 8) |
|                                    | Molino 4 (Cajón de Bomba 3 - 4)   |
|                                    | Molino 2 (Cajón de bomba 1 - 2)   |
| H-53                               | Rouguer II Cajón de Bomba 7 - 8   |
|                                    | Scavenger                         |
|                                    | Molino I (cajón de Bomba 5K)      |
| (ZnSO <sub>4</sub> -NaCN) Complejo | Limpieza III                      |
|                                    | Limpieza II                       |
|                                    | Limpieza I (Bomba Comesa)         |
|                                    | Celda Unitaria (Bomba Denver 3K)  |
| NaCN                               | Alimento al Molino I              |
|                                    | Faja N° 7                         |
|                                    | Limpieza I                        |
|                                    | Limpieza II                       |
| ZnSO <sub>4</sub>                  | Alimento al Molino 1              |
|                                    | Limpieza II                       |
|                                    | Entrada al Molino V               |
|                                    | Molino I (Faja 7)                 |
|                                    | Molino I (Bomba 5K)               |
| Cal                                | Cajón de paso de los medios       |

Figura 4.

Flow Sheet - Flotación Del Plomo



**Tabla 11.***Flow Sheet - Flotación Del Plomo*

|    |                                       |    |                                    |
|----|---------------------------------------|----|------------------------------------|
| 1  | Muestreador de Cabeza                 | 13 | Bomb. Horizontal 1 y 2 (molienda)  |
| 2  | Rougher I de Pb, AUTUKUMPO OK 20      | 14 | Limpieza I de Pb, DENVER DR-18     |
| 3  | Bomba Horizontal Wilfley 3K, 13       | 15 | Bomba Vertical, 11                 |
| 4  | Celda Unitaria                        | 16 | Limpieza II de Pb, DENVER DR-18    |
| 5  | Rougher II de Pb, DENVER DR-300       | 17 | Bomba Vertical, 12                 |
| 6  | Scavenger de Pb, DENVER DR-300        | 18 | Limpieza III de Pb, DENVER DR-18   |
| 7  | Bomba Horizontal Comesa 8"x6", 20     | 19 | Bomba Horizontal del JAMESON de Pb |
| 8  | Medios de Pb, DENVER DR-21            | 20 | Celda JAMESON de Pb                |
| 9  | Molino N° 5, MARCY 6'x4.5'            | 21 | Bomba Vertical del JAMESON de Pb   |
| 10 | Bomba Horizontal WILFLEY 3K 5 y 6     | 22 | Bomba Horizontal 3 y 4 (molienda)  |
| 11 | Ciclón D-6                            | 23 | Acondicionador 1                   |
| 12 | Bomba Horizontal DENVER, 8"x6", 7 y 8 |    |                                    |

**✓ Circuito De Flotación Del Zn:**

El relave de Pb proveniente del scavenger constituye la parte central del circuito de Zn. Inicialmente, se dirige al acondicionador I, donde se agrega Sulfato de Cobre para activar el Zinc; luego, la pulpa pasa al acondicionador 2. Desde allí, se traslada al compartimento de las dos bombas, que operan simultáneamente.

Las espumas del Rougher I proporcionan material a las Limpiadoras 1 y 2, mientras que la espuma de la Limpiadora 2 se envían al compartimento de la bomba Wilfley.

La espuma de Jameson contiene concentrado de Zinc, mientras que los relaves de este equipo son transportados a la bomba vertical, y luego se dirige hacia la Limpiadora 3.

Finalmente, las espumas de esta última se transportan a la Limpiadora V, donde estas espumas de la limpiadora 5 contienen concentrado de Zinc.

**Tabla 12.**

*Especificaciones de las Celdas en el circuito de flotación de Zinc*

| <b>Etap</b>    | <b>Marca</b> | <b>Modelo</b> | <b>Nº Celdas</b> | <b>Nº Motores</b> | <b>HP Motor</b> | <b>Voltaje</b> | <b>Amp.</b> | <b>RPM</b> |
|----------------|--------------|---------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------|------------|
| Rougher I      | OUTOKUMPU    | OK-30         | 1                | 1                 | 75              | 440            | 98          | 1165       |
| Rougher II     | DENVER       | DR-300        | 4                | 4                 | 25              | 440            | 33.3        | 1165       |
| Scavenger      | DENVER       | DR-300        | 4                | 4                 | 25              | 440            | 33.3        | 1165       |
| Limpiadora I-A | DENVER       | DR-24         | 4                | 2                 | 15              | 440            | 21          | 1165       |
| Limpiadora I-B | DENVER       | DR-24         | 4                | 2                 | 16              | 440            | 21          | 1165       |
| Limpiadora II  | DENVER       | DR-24         | 6                | 3                 | 15              | 440            | 21          | 1165       |
| Limpiadora III | DENVER       | DR-24         | 4                | 2                 | 18              | 440            | 21          | 1165       |
| Limpiadora IV  | DENVER       | Sub A-21      | 4                | 2                 | 15              | 440            | 21          | 1755       |

**Tabla 13.**

*Especificaciones de las Bombas*

| <b>Bomba</b> | <b>Marca</b> | <b>Tipo</b> | <b>Modelo</b> | <b>HP Motor</b> | <b>Voltaje</b> | <b>Amp.</b> | <b>RPM</b> |
|--------------|--------------|-------------|---------------|-----------------|----------------|-------------|------------|
| 15           | DENVER       | Horizontal  | 10'' x 8''    | 125             | 440            | 42          | 1165       |
| 16           | DENVER       | Horizontal  | 10'' x 8''    | 150             | 440            | 46          | 1165       |
| 14           | WILFLEY      | Horizontal  | 3K            | 30              | 440            | 37          | 1750       |
| 17           | GALLIGHER    | Vertical    | 4''           | 20              | 440            | 28          | 1175       |
| 18           | WARMAN       | Vertical    | 100           | 20              | 440            | 26          | 1750       |
| 19           | WARMAN       | Vertical    | 100           | 15              | 440            | 20          | 1745       |
| 34           | WARMAN       | Vertical    | 65            | 10              | 440            | 13.7        | 1165       |
| 41           | JAMESON      | Horizontal  | -             | 60              | 440            | 78          | 1165       |
| 42           | JAMESON      | Vertical    | -             | 10              | 440            | 13,7        | 1745       |

Tabla 14.

Reactivos de flotación circuito de Zinc

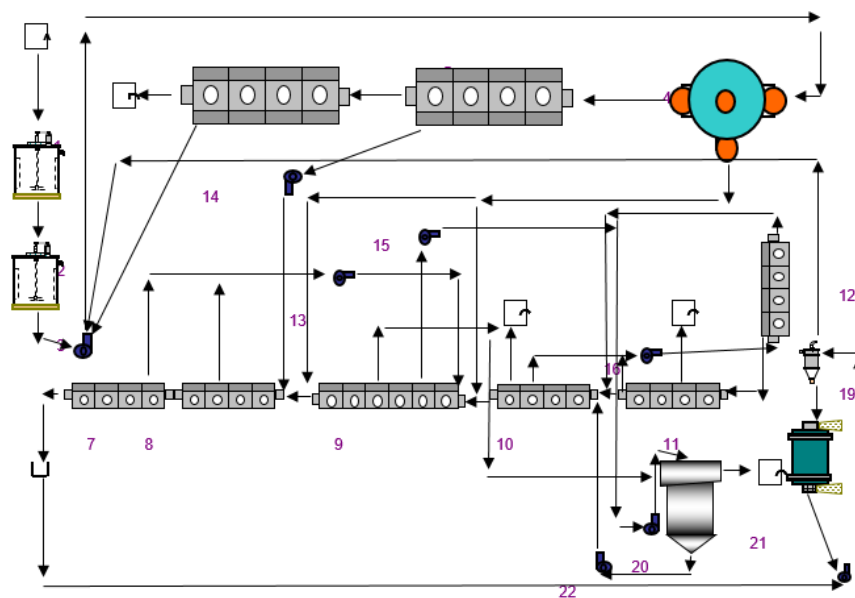
| Reactivo          | Punto de Adición          |
|-------------------|---------------------------|
| Z-11              | Acondicionador I (OK 30)  |
|                   | Scavenger                 |
|                   | Rougher II                |
| H-53              | Rougher II                |
|                   | Scavenger                 |
|                   | Acondicionador II (OK 30) |
| Cal               | Acondicionador I          |
|                   | Limpiadora III            |
|                   | Cleaner V                 |
| CuSO <sub>4</sub> | Acondicionador I          |
| A-211             | Scavenger                 |

Lubricación durante la Flotación

- ✓ Celda Unitaria, Usa una moto reductora equipada con el aceite del Móvil Hear 140.

Figura 5.

Lubricación en Flotación



**Tabla 15.***Flow Sheet Flotación Del Zinc*

|           |   |
|-----------|---|
| <b>A</b>  | <i>Cabeza de Zinc (Relave de Plomo)</i>       |
| <b>C</b>  | <i>Concentrado</i>                            |
| <b>D</b>  | <i>Relave General</i>                         |
| <b>1</b>  | <i>Acondicionador 1 de Zn, DENVER 8'x10'</i>  |
| <b>2</b>  | <i>Acondicionador 2 de Zn, DENVER 8'x10'</i>  |
| <b>3</b>  | <i>Bomba Horizontal DENVER 8"x6", 15 y 16</i> |
| <b>4</b>  | <i>Rougher I de Zn, OUTOKUMPU OK-30</i>       |
| <b>58</b> | <i>Rougher II de Zn, DENVER DR-300</i>        |
| <b>59</b> | <i>Scavenger de Zn, DENVER DR-300</i>         |
| <b>60</b> | <i>Cleaner I de Zn, DENVER DR-24</i>          |
| <b>61</b> | <i>Cleaner I de Zn, DENVER DR-24</i>          |
| <b>62</b> | <i>Cleaner II de Zn, DENVER DR-24</i>         |
| <b>63</b> | <i>Cleaner III de Zn, DENVER DR-24</i>        |
| <b>64</b> | <i>Cleaner V de Zn, DENVER DR-24</i>          |
| <b>65</b> | <i>Cleaner IV de Zn, DENVER DR-24</i>         |
| <b>66</b> | <i>Bomba Vertical, 18</i>                     |
| <b>67</b> | <i>Bomba Vertical, 17</i>                     |
| <b>68</b> | <i>Bomba Vertical, 19</i>                     |
| <b>69</b> | <i>Bomba Horizontal, Wilfley 3K, 14</i>       |
| <b>70</b> | <i>Molino N° 6, MARCY 6'x4.5'</i>             |
| <b>71</b> | <i>Bomba Horizontal, Wilfley 3K, 9 y 10</i>   |
| <b>72</b> | <i>Nido de Ciclones D-6x4</i>                 |
| <b>73</b> | <i>Bomba Horizontal Del JAMESON de Zn</i>     |
| <b>74</b> | <i>Celda JAMESON de Zn</i>                    |
| <b>75</b> | <i>Bomba Vertical del JAMESON de Zn</i>       |

**1.8.5. Sección De Eliminación De Aguas**✓ **Espesamiento y Filtrado de Pb**

El concentrado de Pb, es sometido a un proceso de deshidratación en un espesador. Posteriormente, se transfiere a un agitador, desde donde se descarga con alta densidad, con el fin de generar un concentrado de Pb con un contenido de humedad inferior al nueve por ciento.

✓ **Espesamiento y Filtrado de Cu**

El concentrado de Cu, pasa por un proceso de reducción de agua en un espesador. Tras este proceso, se expulsa con alta concentración, se alimenta al filtro a presión, con

el objetivo de obtener un concentrado de Cu con una humedad inferior al nueve por ciento.

✓ **Espesamiento y filtrado de Zn**

El concentrado de Zn, se somete a un proceso de eliminación de líquido en el espesador. La descarga en alta densidad se envía a un filtro cerámico, con el propósito de generar un concentrado con una humedad inferior al nueve por ciento.

**Etapas Del Circuito Níquel A 500 TMSD.**

✓ **Sección De Chancado**

❖ **Recepción de Mineral**

Para esta inclusión de todos los minerales especiales polimetálicos (Plomo-Plata, Zinc), se habilita un área dentro del espacio de almacenamiento, donde en estos momentos se encuentran estos minerales convencionales de Cobre-Plomo-Zinc-Plata

❖ **Chancado**

Este proceso de fragmentación de minerales polimetálicos particularmente se realiza en el sistema vigente de trituración primaria, secundaria también terciaria.

✓ **Sección Molienda**

Este mineral triturado que resulta en el proceso de fragmentación se acumula en un receptáculo metálico con una capacidad de 510 toneladas métricas por hora.

❖ **Molienda primaria y secundaria**

Este mineral almacenado en el recipiente de finos son enviados al molino mediante una banda transportadora. En aquella molienda inicial se realiza en el molino de barras, utilizando barras de acero como carga moledora. La molienda secundaria tiene lugar en un molino de bolas que funciona en circuito cerrado con ciclones.

❖ **Clasificación**

La separación se realizará en 2 ciclones (uno en reserva), equipados con un localizador de vórtice.

El resultado final del proceso de clasificación (overflow) presentará una granulometría que oscilará con malla -200 (74 micrones).

#### **1.8.5.1. Circuito De Flotación Pb - Ag**

##### **❖ Acondicionamiento**

La refrigeración de pulpa proveniente del circuito de molienda esta realizada en dos tanques de tamaño celda - acondicionador.

##### **❖ Flotación Rougher**

Esta flotación rougher se efectúa en el banco tipo Denver de 4 celdas. Las espumas son trasladadas a la 1ra etapa de limpiadoras mediante la bomba vertical, y el relave se dirige al Scavenger I a través de la gravedad.

##### **❖ Flotación Limpiadoras**

Esta purificación de los concentrados se lleva a cabo en 3 fases:

La primera fase de limpieza se realiza en 4 celdas Denver, cuyas espumas se trasladan a la 2da fase de limpieza mediante una bomba vertical. El relave se envía al circuito Rougher utilizando la bomba vertical de espumas del Scavenger 1.

La 2da fase de purificación tiene lugar en 2 celdas Denver, cuyas espumas se envían a la 3ra fase de purificación por medio de una bomba vertical, y el relave se redirige a la 1ra limpiadora por gravedad.

La tercera fase de purificación se efectúa en 2 celdas Denver, cuyas espumas representan el concentrado de Pb - Ag. Este relave se dirige a la 2da limpiadora por gravedad. El concentrado final es transportado por una bomba vertical hacia la fase de expulsión de líquido.



### **1.8.5.2 Circuito De Flotación De Zn**

#### **❖ Acondicionamiento**

La pulpa que proviene del circuito de flotación de Pb es conducida mediante una bomba hacia un acondicionador.

#### **❖ Flotación Rougher I**

El proceso de flotación Rougher 1 se lleva a cabo en una celda. Las espumas generadas son canalizadas hacia la fase inicial de limpiadoras por gravedad, mientras que el relave es dirigido al Scavenger mediante una bomba vertical.

#### **❖ Flotación Scavenger I**

Esta flotación Scavenger I se realiza en un banco de cuatro celdas Denver. Las espumas generadas son conducidas al acondicionador mediante una bomba vertical, mientras que el relave se transfiere al Scavenger II por gravedad.

#### **❖ Flotación Limpiadoras**

La purificación de los concentrados se lleva a cabo en cuatro fases:

La etapa inicial de limpieza se lleva a cabo en cuatro celdas, cuyas espumas son transferidas a la segunda fase de limpieza por gravedad, y el relave se reincorpora al acondicionador mediante una bomba vertical.

La segunda fase de limpieza se lleva a cabo en dos celdas denver cuyas espumas son enviadas a la tercera fase de limpieza por gravedad, mientras que el relave vuelve a la primera limpiadora de manera similar.

La tercera fase de limpieza se lleva a cabo en una celda denver donde las espumas son enviadas de manera grave a la cuarta limpieza y el relave se remite a la segunda limpiadora de manera grave.

La cuarta fase de purificación se lleva a cabo en una celda denver cuyas espumas representan el concentrado final de Zinc. El relave se remite a la tercera limpiadora de

gravedad. El concentrado terminado es transportado a través de una bomba vertical hacia el espesador.

### **1.8.5.3 Sección Eliminación De Agua**

#### **❖ Espesamiento y Filtración**

La concentración de Pb obtenida de la 3ra limpiadora será sometida en un proceso de disminución de agua, de manera temporal.

### **1.8.5.4. Disposición De Relaves**

#### **Sistema De Bombeo**

Las partículas de zinc provenientes de los circuitos de flotación PAN-1 y PAN-2 se agrupan en el colector de distribución, desde donde son impulsadas a través de una bomba Wilfley para ser clasificadas en un ciclón. Aproximadamente el 30% del material grueso (underflow) se utiliza como material de relleno en la mina. El setenta % restante, bajo la acción de la gravedad, es dirigido al depósito de relaves.

#### **Depósito de Relaves**

Desde la planta, los relaves son transportados a la relavera de la planta concentradora Andaychagua Alto mediante un sistema de bombeo utilizando bombas, en el cual la descarga de la bomba centrífuga se dirige a un hidrociclón para la clasificación de las partículas. Las partículas de mayor tamaño (underflow) se utilizan en la construcción del dique, mientras que el rebose (overflow), compuesto por partículas de menor tamaño, se vierte en la zona interna del depósito.

Estos sólidos presentes en el rebose (overflow) se asientan en el fondo del depósito formando una capa de seguridad, mientras que el agua libre de sólidos, que constituye el espejo de agua, se expulsa como efluente de la relavera.

## CAPITULO II

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. Planteamiento Del Problema

A lo largo de todo el tiempo, se pudo observar y concluir que la minería es una de las fuentes principales de ingresos económicos al bolsillo del pueblo Peruano, ya que el Perú es reconocido como un país minero, pero la actividad mineras a lo largo de estos años, ha tenido fuertes impactos ambientales al entorno en el cual habitamos, desde el primer proceso hasta donde terminan los residuos; una vez procesado el mineral, los residuos que ya no tienen un fin aprovechable (ganga) pasan a ser depositados en lugares llamados “relaves”; dichos espacios son sectores terrestres que son destinados para este uso y dejados hasta su solidificación y posteriormente esperar sus desintegración por un largo tiempo en las mayorías de la empresas mineras, y como se menciona ocupa grandes cantidades de terreno; por otro lado que los relaves estén descubiertos al aire libre hace posible la contaminación de este medio, todos los desechos del relave, en su mayoría son peligrosos para el ecosistema tales como el plomo (Pb), zinc (Zn), cobre (Cu), y entre otros pero no de menor importancia que atentan a la salud del ecosistema y una alternativa muy viable y posible que se puede hacer con esta material es usarla como materia prima para la elaboración de ladrillos y baldosas, con esto estaríamos dándole un buen aprovechamiento a este recurso.

#### 2.2. Formulación Del Problema

##### 2.2.1. *Problema General*

¿Cómo realizaríamos el proceso de fabricación de ladrillos y baldosas usando como materia prima los relaves mineros de la compañía minera volcán CIA ¿Minera?

### **2.2.2. Problemas Específicos**

¿Cómo neutralizaremos el grado de contaminación del relave en la construcción de ladrillos y baldosas para que no perjudique la salud del ecosistema?

¿Cómo separaremos las partes contaminadas que son perjudiciales para la salud de las partes que pueden ser utilizadas para la fabricación de los ladrillos y baldosas?

## **2.3. Objetivos De La Investigación**

### **2.3.1. Objetivo Principal**

Fabricar ladrillos y baldosas usando los relaves mineros como materia prima en la compañía minera volcán C.IA. Minera usando diferentes métodos como el encapsulamiento.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

Neutralizar el grado de contaminación de los metales que se encuentran en el relave minero para que sea óptimo para el uso en un ecosistema con el micro encapsulamiento.

Separar los compuestos que son letales para la salud del ecosistema de los que no, y así fabricar los ladrillos y baldosas con una garantía de que no contaminan el medio donde sean utilizados.

## **2.4. Justificación Del Problema**

### **2.4.1. Económico**

La fabricación de ladrillos y baldosas utilizando los relaves mineros como materia prima mejoraría la rentabilidad de la empresa ya que puede ser utilizada por esta misma en construcciones dentro de las instalaciones o para las personas que puedan acceder a este producto ya que contaría con un precio bajo al ser fabricado de relave, haría un gran aporte a la economía.

### **2.4.2. Ambiental**

Al realizar el proceso de fabricación de ladrillos usando como materia prima los relaves mineros, se estarían optimizando espacios que pueden ser aprovechados de mejor manera, y en el momento de encapsulamiento se estaría limpiando la materia prima para que se utilizara y no sea perjudicial para el ecosistema.

### **2.5. Limitaciones**

Según los datos que se pretende buscar, ya sea como una muestra del activo minero de la unidad minera Volcán, hacer un muestreo en laboratorio y obtener los datos necesarios para realizar la investigación, no hay alguna limitación que pueda aparecer al momento de realizar la investigación.

### **2.6. Hipótesis de la Investigación**

#### **2.6.1. Hipótesis General**

Fabricar los ladrillos utilizando como materia prima los relaves mineros de la Empresa Minera Volcán C.I.A. permitirá el mejor aprovechamiento de espacios y reducción de contaminación en el ecosistema

#### **2.6.2. Hipótesis Específicas**

Neutralizar los grados de contaminación de los metales pesados con micro-encapsulamiento hará que no perjudique la salud del ecosistema.

Separar los compuestos letales de los que no lo son, hará que nuestros ladrillos no produzcan contaminación al usarse en diferentes ecosistemas.

### **2.7. Variables De Estudio**

#### **2.7.1. Variable Independiente**

Relave Minero.

Grado de toxicidad del relave minero.

### 2.7.2. Variable Dependiente

Elaboración de ladrillos y Baldosas.

Calidad del ladrillos y baldosas hecho con relave minero de la compañía minera volcán.

**Figura 6.**

*Mapa Geológico De Andaychagua*



**Figura 7.**

*Unidad Minera Volcán*



## **CAPITULO III**

### **BASES TEÓRICAS**

#### **3.1. Fundamentos teóricos**

##### **A. Relave Minero**

"Desechos inútiles derivados de la minería y el tratamiento de minerales." Dado que el material es principalmente fino y húmedo, se debe guardar en los vertederos de desechos industriales. Es necesario depositar los relaves en terrenos de relleno que han sido sellados mediante el uso de botaderos. Si no se dispone de una morfología adecuada, los relaves pueden también estar envueltos en todas partes por los vertederos". (Romero Alfonso & Flores Silvana, 2010)

##### **B. Pasivos mineros**

Los pasivos mineros son los relaves donde algunas veces se trabajaron proyectos mineros.

Los pasivos ambientales en la industria minera abarcan tanto las actividades mineras o socavones, así como los depósitos (escombreras) y los relaves (presas de colas) de las minas que han cesado su funcionamiento o se han dejado de operar durante un largo periodo, ya sea debido a una escasa obtención de materia prima, siendo los relaves mineros desocupados. (Castillo, y otros, 2021, pág. 12)

Mostramos algunos ejemplos de las formas en las que alteran al medio ambiente dichos pasivos mineros.

- ✓ Genera la contaminación de las aguas superficiales, y a su vez también contaminan las aguas subterráneas de ese entorno.
- ✓ El paisaje que se puede visualizar es muy pobre con poca flora y fauna.
- ✓ Siempre está presente el riesgo de alteración del ecosistema.



- ✓ Por la presencia del relave, es intachable la presencia de metales pesados como el plomo en aquel lugar.

### **1. Activos mineros**

Los activos mineros es básicamente el producto de los procesos de flotación de los minerales polimetálicos, y demás procesos metalúrgicos realizados en planta, son aquellos relaves mineros de minas en operación. “Solo una de las minas en el Perú produce 25,000 toneladas diarias, lo que hace al mes 750 mil toneladas y al año 9 millones de toneladas que pasan a formar parte del relave minero de minas en operación” (Minas, 1995, págs. 76-77).

Y este es el resultado obtenido solo de una mina, ahora al momento de realizar los cálculos, en el Perú existen más de 150 minas que se encuentran activadas, haciendo los cálculos, la cifra rodea los 900 millones de toneladas de residuos mineros y esto es cada año y con el tiempo esto va creciendo según los avances que se tiene y que estos a su vez aumentan la producción de la planta concentradora pero también aumentan el grado de contaminantes.

### **2. Residuos sólidos mineros**

"En la minería, los desechos sólidos provenientes del proceso de flotación de minerales polimetálicos en las instalaciones concentradoras, se denominan relaves mineros, y se presentan en dos formas, como pasivos mineros y activos mineros." (A. Romero & L. Flores, 2010, págs. 4-5-6).

### **3. Agregado de construcción**

Un agregado de construcción es un objeto que solido que como fin principal es el de generar una estructura sólida.

El presente estudio se refiere a la obtención del agregado de construcción a partir de relaves mineros polimetálicos para fabricar ladrillos o baldosas. Es por ello, que el

agregado mediante la metodología de la investigación realizada, se estableció las técnicas de fijación y micro encapsulación de los metales pesados en los relaves mineros, que tiene como propósito estabilizar a los metales peligrosos y contaminantes que se encuentran en los relaves, anulando el proceso natural de disponibilidad y movilidad de los metales pesados que se caracterizan por causar contaminación cuando están en estado inestable y por lo tanto migran hacia al medio físico. (Romero B. Alfonso, 2010, pág. 41)

#### **4. Encapsulamiento**

El encapsulamiento es un proceso que también es conocido como fijación química, en aquí se insolubiliza a los metales pesados, y esto se logra a través de una reacción química donde se utiliza ambas especies, los componentes del metal pesado en producto con la matriz del relave, dentro de todos los sistemas, los más comunes de solidificación involucran a los aglomerantes o cemento.

"No se conocen los procesos de encapsulamiento en relaves, pero se conoce el encapsulamiento en escorias tal como se ha llevado a cabo en ciertos países como Colombia y Chile. En estos países, se han producido materiales como el ladrillo y las baldosas, pero utilizando escorias que son productos de la industria de la fundición." (A. Romero & L. Flores, 2010)

En el Perú, se han elaborado estudios para la obtención de ladrillos a partir de lodos, el caso más conocido es el de la compañía Buenaventura, quienes realizaron el diseño y elaboración de ladrillos a partir de los lodos de empozamiento del proceso metalúrgico, la hidratación del cemento, se produce cuando se mezcla el cemento con H<sub>2</sub>O, los silicatos y aluminatos se hidratan, dando lugar una masa rígida y clara conocida con el nombre de cemento endurecido. Existen dos teorías de hidratación la De Chatelier, y la Micaelis. (Romero B. Alfonso, 2010)

## **5. Ladrillo:**

Un ladrillo es el objeto más común que podemos ver a diario y en cada lugar que podamos visitar, es el principal material de construcción de edificaciones donde vivimos, para Moreno “Los ladrillos son pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción. Pueden utilizarse en toda clase de construcciones por ser su forma regular y fácil su manejo.” (Moreno, 1981)

“La Norma Técnica Peruana 331.017 (2003) denomina al ladrillo como uno de los materiales de albañilería fabricada con arcillas o sustancias terrosas similares, conformada mediante moldeo, prensado o extrusión y sometida a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas” (peruana n. t., 2003)

## **6. Micro encapsulamiento con Sílice:**

“Es un proceso de tratamiento para metales pesados y contaminantes orgánicos, que trata en forma efectiva efluentes, aguas y otros líquidos y también residuos sólidos, suelos, sedimentos y relaves contaminados.” (A. Romero & L. Flores, 2010)

Este proceso convierte a la mayoría de los metales pesados a una estructura inerte usando el recubrimiento con Sílice, y funciona mejor con metales como el plomo, zinc y cromo, etc.

## **7. Proceso de micro - cristalización de los metales pesados:**

“Para establecer las condiciones de estabilización de los metales pesados a través de la micro cristalización con el cemento andino que se caracteriza por poseer el silicato di y tri cálcico, este componente del cemento logra micro cristalizar a los metales pesados presentes en el relave.” (A. Romero & L. Flores, 2010) Entonces preferiblemente para este proceso se debe de optar por elegir un relave donde se tenga la certeza de que se trabajó con oxido de silicio, y así el proceso de la micro cristalización tendrá un mejor

aprovechamiento ya que al entrar en la estructura cristalina se van formando los silicatos y los carbonatos dependiendo el tipo del mineral, para la formación de arcillas y el paso del tiempo favorece esta estructura porque ayuda a la consistencia del ladrillo.

#### **8. Uso del cemento en el proceso de micro cristalización:**

"Al combinar el cemento con H<sub>2</sub>O, los silicatos y aluminatos se hidratan, resultando en una masa firme y transparente llamada cemento endurecido." De acuerdo con Chatelier y la Micaselis, la primera es apta para la hidratación de las fases intersticiales y la creación de portlandita, aunque existen disputas acerca de sus usos en el contexto de los silicatos". (A. Romero & L. Flores, 2010)

## CAPITULO IV

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 4.1. Tipo de Investigación

Dentro de todos los tipos de investigación, tenemos la Investigación Aplicada, que tiene la finalidad de resolver un determinado problema y su principal tarea es la búsqueda del conocimiento y seguidamente ser aplicada en nuestro proyecto de investigación y así promoviendo el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico.

La investigación aplicada se conoce como "investigación práctica o empírica", que se distingue por su objetivo de aplicar o utilizar los conocimientos obtenidos, mientras se adquieren otros, tras la implementación y sistematización de la práctica basada en investigación. La aplicación del saber y los hallazgos de la investigación produce una forma estricta, ordenada y metódica de entender la realidad. (Murillo, 2008)

Por ende, nuestra investigación que es la creación de ladrillos utilizando los residuos de los relaves que son los pasivos mineros sería de carácter aplicada, puesto que al realizar nuestra investigación en función a nuestros objetivos estaríamos realizando aplicadamente en campo la recolección de muestras mineralógicas de los pasivos mineros, un análisis en laboratorio químico de dichas muestras mineralógicas y una posible elaboración analizando todas las variables que se puedan encontrar.

#### 4.2. Nivel De Investigación

Se refiere al nivel de profundidad que estudiara un fenómeno o un evento científico, el nivel exploratorio este se plantea cuando se observa un fenómeno que debe ser analizado, por ende, es fenomenológico, su principal función es el reconocimiento e identificación de problemas. (Carrasco Diaz, 2006)

“En el nivel exploratorio, el investigador “recoge información pertinente sobre la factibilidad, posibilidad y condiciones favorables, para sus fines investigativos. En esta

etapa también se debe determinar el problema, el objetivo y fines de la investigación, las personas que participarán, las instituciones de coordinación, el presupuesto, financiamiento, etc.” (Carrasco Diaz, 2006).

Estaríamos en nivel explorativo, porque la finalidad del proyecto es un análisis de los restos pasivos mineros para una posible elaboración de ladrillos a base de estos, y según Diaz nos estaríamos ubicando en este nivel de investigación.

### **4.3. Población y Muestra**

#### **4.3.1. Población**

Estaremos estudiando a la unidad minera Volcán C.I.A Minera que está ubicada en el distrito de Huayhuay en San José de Andaychagua.

#### **4.3.2. Muestra**

Analizaremos los pasivos mineros de la unidad minera volcán C.I.A. Minera que son los relaves, esta serán las muestras que tomaremos para realizar nuestra investigación.

### **4.4. Técnicas de Recolección De Datos**

Hay varias técnicas de recolección de datos, y estas son usadas como su propio nombre lo dice, para buscar datos, ya sea en campo o estadísticos y entre demás tipos, para nuestra investigación que es aplicada y en campo, se utilizaran estas técnicas de recolección de datos:

- ✓ Método de la observación: Utilizaremos este método, ya que para nuestra investigación lo que necesitamos es observar el estado en el que se encuentran los relaves mineros (pasivos mineros de la compañía minera volcán), y según esto tener alguna idea para poder plasmarla.
- ✓ recolección de muestras mineralógicas: Necesitaremos recolectar algunas muestras de los pasivos mineros de la compañía minera volcán para analizarlas en laboratorio, este será el corazón de nuestra investigación,

porque depende de este análisis es lo que haremos nuestro estudio para fabricar los ladrillos hechos con estos desechos de las industrias mineras.

#### **4.5. Antecedentes De Estudio**

En nuestro país se ha construido plantas donde se hace la fabricación de ladrillos de barro y otros insumos, pero últimamente se han implementado la creación de estos pero como insumo los relaves utilizando los relaves mineros, en el departamento de Arequipa se ha construido la primera planta piloto que se encargara de la construcción de ladrillos utilizando como materia prima los relaves mineros, es impulsado por el proyecto Innóvate Perú y ya se encuentra por la etapa final para comenzar el proceso de comercialización.

Se preguntó si habría riesgos a la salud que podría causar estos ladrillos, a lo que el Ingeniero Metalurgista respondía "Para nada, el proceso que se sigue en la planta piloto también se encarga de la descontaminación. El resultado ha sido óptimo" (Zegarra, 2017).

“Para financiar el desarrollo de este proyecto resultó fundamental el apoyo de Innóvate Perú, pues de los S/ 203,955 que se requería de presupuesto, el 74% fue cubierto por este programa estatal (alrededor de S/ 150,000). El 21% fue aportado por la propia compañía y el 5% restante por la Universidad Católica San Pablo de Arequipa, con quienes se estableció una alianza estratégica para implementar esta tecnología.” (Reyes, 2017)

Por otro lado, en la tesis titulada “Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura, de la Universidad de Piura correspondiente a la Facultad de Ingeniería” (Lezcano, 2014).

Su investigación se basó en el muestreo exploratorio con respectivas visitas a las zonas de producción más importantes de Piura donde se observa el proceso completo de producción.

“Los resultados obtenidos indicarían que no hay una mejora significativa en la calidad de las unidades en relación a lo reportado en 1995 por García Rodríguez. Al parecer, los esfuerzos aislados de mejorar el proceso de producción sin integrarlos con la materia prima sería la principal causa de este comportamiento.” (Lescano, 2014)

Por otro lado, hay investigaciones que nos aportan datos esenciales en la fabricación de estos ladrillos utilizando pasivos mineros, como la investigación publicada en la revista de la Facultad de Ingeniería Industrial de la prestigiosa Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el artículo se titula: “Reusó de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas” (A. Romero & L. Flores, 2010).

“En Ancash existen aproximadamente 55 pasivos mineros ambientales, cada uno con sus respectivos relaves polimetálicos del proceso de concentración de minerales sulfurados por concentración físico química.” (A. Romero & L. Flores, 2010); al igual que en nuestra localidad hay un gran número de activos mineros como pasivos mineros.

Romero menciona “las minas que actualmente están funcionando son más de 200 que se encuentran operativas y que diariamente generan aproximadamente 100 mil toneladas de relaves mineros polimetálicos que provienen de concentrar minerales de plomo, cobre y zinc.” (A. Romero & L. Flores, 2010); son muy grandes las cantidades de desechos que generan, y estos se albergan en la cancha de relave.

Entonces con el artículo mostrado, Romero y Flores proponen diversos métodos de fabricación de los ladrillos hechos utilizando los relaves como materia prima, y con esto tratando de beneficiar al sector civil y ambiental, porque en estos días el tema de contaminación es muy delicado y con esta investigación poniéndolas en práctica estaremos apoyando el desarrollo sostenible para las futuras generaciones.



## CAPITULO V

### DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 5.1. Características Del Material

La utilización de relaves mineros como materia prima para la elaboración de agregados en la fabricación de ladrillos y baldosas requiere analizar diversas características del material, especialmente en la unidad minera Volcán – Andaychagua. A continuación, se describen las principales características que deben considerarse:

##### 5.1.1. *Composición Química*

Los relaves mineros están compuestos por residuos generados durante el proceso de separación de minerales valiosos del mineral en bruto. Es fundamental conocer su composición para evaluar su idoneidad como material de construcción:

- ✓ Contenido de metales pesados: Los relaves pueden contener metales como plomo, arsénico, zinc y cadmio, que podrían ser tóxicos. Es esencial evaluar su concentración y su posible estabilización para cumplir con normativas ambientales.
- ✓ Presencia de sílice y arcillas: Estos componentes son fundamentales para la fabricación de ladrillos y baldosas, ya que mejoran la resistencia y cohesión del material. El relave con alto contenido de sílice o cuarzo es ideal para la fabricación de materiales de construcción.

##### 5.1.2. *Granulometría*

La granulometría de los relaves influye en el comportamiento de la mezcla para fabricar ladrillos y baldosas. Los relaves deben ser procesados o clasificados adecuadamente para cumplir con las especificaciones de tamaño de grano:

- ✓ **Tamaño de partícula:** Los relaves finos, en un rango de 50 a 150 micras, son adecuados para mezclas de ladrillos, mientras que partículas más gruesas pueden servir mejor como agregados en baldosas.
- ✓ **Homogeneidad:** Un material con granulometría homogénea facilita la producción de ladrillos de alta calidad, sin fisuras ni deformaciones.

### **5.1.3. *Propiedades Físicas***

Las propiedades físicas de los relaves son clave para su desempeño en la fabricación de materiales de construcción:

- ✓ **Densidad:** Los relaves deben tener una densidad adecuada para garantizar la compacidad de los ladrillos y baldosas. Idealmente, los relaves deben ser lo suficientemente compactos para reducir la porosidad del producto final.
- ✓ **Absorción de agua:** Los relaves deben ser tratados o mezclados con otros materiales para reducir su absorción de agua, ya que un alto nivel de porosidad podría afectar negativamente la durabilidad de los ladrillos y baldosas.
- ✓ **Resistencia a la compresión:** Se deben realizar pruebas de resistencia a la compresión en las mezclas con relaves para garantizar que cumplan con los estándares requeridos para su uso en la construcción.

### **5.1.4. *Propiedades Geotécnicas***

El comportamiento mecánico de los relaves, una vez procesados, debe ser adecuado para la fabricación de ladrillos y baldosas:

- ✓ **Estabilidad mecánica:** Los relaves deben mostrar una buena estabilidad bajo presión y temperatura, condiciones presentes en el proceso de fabricación de ladrillos.

- ✓ Plasticidad: Si los relaves contienen una cantidad considerable de arcillas, su plasticidad puede ser un factor positivo, ya que facilitaría el moldeado de ladrillos y baldosas.

#### **5.1.5. *Compatibilidad con otros Materiales***

Es necesario mezclar los relaves con otros componentes para mejorar sus propiedades:

- ✓ Cemento o cal: En muchas aplicaciones, los relaves mineros deben mezclarse con cemento o cal para mejorar la cohesión y las propiedades mecánicas del ladrillo.
- ✓ Aditivos: Pueden incluirse aditivos que mejoren la resistencia y estabilidad del material a largo plazo.

#### **5.1.6. *Sostenibilidad y Aspectos Ambientales***

El uso de relaves como materia prima debe cumplir con normativas ambientales y representar una mejora en la gestión de residuos mineros:

- ✓ Tratamiento de residuos peligrosos: Si los relaves contienen metales pesados o materiales tóxicos, es esencial un tratamiento previo que los inmovilice o los encapsule de manera segura dentro del producto.
- ✓ Reducción de impacto ambiental: El uso de relaves en la fabricación de ladrillos y baldosas representa una solución para la reutilización de residuos mineros, reduciendo la necesidad de almacenamiento a largo plazo y el impacto ambiental asociado.

#### **5.1.7. *Propiedades Térmicas***

Para fabricar ladrillos y baldosas, es importante analizar las propiedades térmicas de los relaves:

- ✓ Punto de fusión: Los relaves deben poder soportar las altas temperaturas del proceso de cocción sin descomponerse o perder sus propiedades.
- ✓ Aislamiento térmico: Si los relaves poseen propiedades de aislamiento térmico, pueden mejorar la eficiencia energética de los ladrillos en su uso final.

#### **5.1.8. Pruebas de Durabilidad**

Se deben realizar pruebas para garantizar que los productos finales (ladrillos y baldosas) tengan una vida útil prolongada:

- ✓ Resistencia a la intemperie: Es necesario asegurarse de que los ladrillos y baldosas fabricados con relaves tengan una buena resistencia a las condiciones climáticas extremas.
- ✓ Resistencia a agentes químicos: Los ladrillos deben ser resistentes a la corrosión por agentes químicos presentes en el ambiente.

#### **5.2. Composición y metalurgia de los relaves de la compañía minera volcán – Unidad Andaychagua Sistema de Bombeo y Línea de Conducción De Relaves**

- Datos correspondientes a metalurgia:
- Caudal actual de flujo : 450 a 490 m<sup>3</sup>/hora
- Porcentaje de solidos : 29% a 38%
- Producción actual TMSD : 4300 - 4400 TMS
- Proyección futura de producción 5500 TMSD: 5500 a 6000 TMS
- Producción anual de los 10 años anteriores:

**Tabla 16.***Producción Anual*

| <b>AÑO</b>  | <b>PRODUCCION ANUAL TMS</b> | <b>PRODUCCION ANUAL TMS DE RELAVE</b> |
|-------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| <b>2012</b> | 607,558                     |                                       |
| <b>2013</b> | 641,268                     |                                       |
| <b>2014</b> | 703,713                     | 624,219                               |
| <b>2015</b> | 618,460                     | 558,264                               |
| <b>2016</b> | 698,872                     | 624,217                               |
| <b>2017</b> | 966,138                     | 862,324                               |
| <b>2018</b> | 985,679                     | 877,770                               |
| <b>2019</b> | 1,092,410                   | 965,041                               |
| <b>2020</b> | 1,096,115                   | 968,586                               |
| <b>2021</b> | 1,245,078                   | 1,125,501                             |

- ✓ Porcentaje de Recuperación del mineral (% de saldo será relave): 90% a 95%
- ✓ Metales resultantes del proceso metalúrgico: Pb-Cu-Zn
- ✓ Peso específico del sólido: 3.5 ton/m<sup>3</sup> a 3.8 ton/m<sup>3</sup>
- ✓ Distribución Granulométrica

| Malla        | RELAVE FINAL |                |               |          |          |     |
|--------------|--------------|----------------|---------------|----------|----------|-----|
|              | Micras       | Peso (g)       | %Peso         | %Acum(+) | %Acum(-) | P80 |
| 35           | 1000         |                |               |          | 100      |     |
| 50           | 297          | 38.51          | 3.60          | 3.60     | 96.40    | 0   |
| 70           | 210          | 61.21          | 5.72          | 9.32     | 90.68    | 0   |
| 100          | 149          | 89.07          | 8.33          | 17.65    | 82.35    | 140 |
| 140          | 105          | 128.12         | 11.98         | 29.62    | 70.38    | 0   |
| 200          | 74           | 183.54         | 17.16         | 46.78    | 53.22    | 0   |
| 230          | 63           | 61.34          | 5.73          | 52.52    | 47.48    | 0   |
| 325          | 44           | 92.2           | 8.62          | 61.14    | 38.86    | 0   |
| -325         | 0            | 415.75         | 38.86         | 100.00   | 0.00     | 0   |
| <b>TOTAL</b> |              | <b>1069.74</b> | <b>100.00</b> |          |          |     |

- ✓ Ph de la pulpa : 10.5 a 11
- ✓ Temperatura del fluido : 20°C

### Control de Bombas de Relaves

| FECHA      | B23 HORAS TRABAJADAS | B24 HORAS TRABAJADAS | B25 HORAS TRABAJADAS | B26 HORAS TRABAJADAS | B. ABEL HORAS TRABAJADAS | Tonelaje de relaves | Horas de operación acum por día | Tonelaje transportado por bomba |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 23/07/2023 |                      |                      |                      |                      |                          |                     |                                 |                                 |
| 24/07/2023 | 23.00                | 20.00                | 22.00                | 15.00                | 24.00                    | 4,039.55            | 104.00                          | 38.84                           |
| 25/07/2023 | 21.00                | 17.00                | 19.00                | 0.00                 | 24.00                    | 4,073.46            | 81.00                           | 50.29                           |
| 26/07/2023 | 21.00                | 20.00                | 24.00                | 0.00                 | 24.00                    | 4,182.72            | 89.00                           | 47.00                           |
| 27/07/2023 | 23.00                | 24.00                | 23.00                | 0.00                 | 24.00                    | 3,837.27            | 94.00                           | 40.82                           |
| 28/07/2023 | 14.00                | 19.00                | 19.00                | 4.00                 | 24.00                    | 3,305.28            | 80.00                           | 41.32                           |
| 29/07/2023 | 24.00                | 22.00                | 20.00                | 0.00                 | 24.00                    | 3,554.02            | 90.00                           | 39.49                           |
| 30/07/2023 | 16.00                | 24.00                | 18.00                | 8.00                 | 24.00                    | 4,055.21            | 90.00                           | 45.06                           |
| 31/07/2023 | 22.00                | 20.00                | 24.00                | 0.00                 | 19.73                    | 4,099.93            | 85.73                           | 47.82                           |
| 1/08/2023  | 9.41                 | 23.27                | 23.47                | 12.88                | 20.95                    | 4,106.43            | 89.98                           | 45.64                           |
| 2/08/2023  | 18.87                | 23.13                | 22.89                | 0.00                 | 23.20                    | 3,667.74            | 88.09                           | 41.64                           |
| 3/08/2023  | 21.18                | 23.95                | 22.13                | 1.70                 | 23.64                    | 4,184.09            | 92.60                           | 45.18                           |
| 4/08/2023  | 19.92                | 23.03                | 22.87                | 9.16                 | 15.45                    | 4,203.52            | 90.43                           | 46.48                           |
| 5/08/2023  | 23.80                | 23.06                | 22.84                | 0.02                 | 20.27                    | 4,235.47            | 89.99                           | 47.07                           |
| 6/08/2023  | 23.83                | 24.00                | 24.00                | 3.00                 | 24.00                    | 4,272.48            | 98.83                           | 43.23                           |
| 7/08/2023  | 21.01                | 23.34                | 23.70                | 0.00                 | 23.10                    | 3,790.46            | 91.15                           | 41.58                           |
| 8/08/2023  | 24.00                | 23.18                | 23.17                | 0.00                 | 23.00                    | 4,275.86            | 93.35                           | 45.80                           |
| 9/08/2023  | 21.97                | 24.00                | 24.00                | 0.00                 | 24.00                    | 4,231.68            | 93.97                           | 45.03                           |
| 10/08/2023 | 16.48                | 23.09                | 24.53                | 6.87                 | 24.00                    | 4,214.92            | 94.97                           | 44.38                           |
| 11/08/2023 | 15.85                | 23.18                | 22.48                | 5.20                 | 24.00                    | 4,014.92            | 90.71                           | 44.26                           |
| 12/08/2023 | 380.32               | 423.23               | 425.08               | 65.83                | 433.34                   | 76,345.01           | 1,727.80                        | 44.19                           |

### Historial De Cambio De Pistones

| RESUMEN | BOMBA 23      |                  |                | BOMBA 24      |                  |                | BOMBA 25      |                  |                | BOMBA 26      |                  |                |
|---------|---------------|------------------|----------------|---------------|------------------|----------------|---------------|------------------|----------------|---------------|------------------|----------------|
| PISTON  | ULTIMO CAMBIO | SIGUIENTE CAMBIO | DIAS RESTANTES | ULTIMO CAMBIO | SIGUIENTE CAMBIO | DIAS RESTANTES | ULTIMO CAMBIO | SIGUIENTE CAMBIO | DIAS RESTANTES | ULTIMO CAMBIO | SIGUIENTE CAMBIO | DIAS RESTANTES |
| 1       | 4/04/2022     | 1/10/2022        | -746.00        | 25/07/2022    | 21/01/2023       | -634.00        | 23/07/2022    | 19/01/2023       | -636.00        | 26/01/2022    | 25/07/2022       | -814.00        |
| 2       | 5/05/2021     | 1/11/2021        | -1,080.00      | 19/04/2022    | 16/10/2022       | -731.00        | 9/12/2021     | 7/06/2022        | -862.00        | 30/12/2021    | 28/06/2022       | -841.00        |
| 3       | 26/03/2022    | 22/09/2022       | -755.00        | 21/09/2021    | 20/03/2022       | -941.00        | 10/03/2022    | 6/09/2022        | -771.00        | 28/10/2021    | 26/04/2022       | -904.00        |
| 4       | 26/03/2022    | 22/09/2022       | -755.00        | 27/07/2022    | 23/01/2023       | -632.00        | 27/06/2022    | 24/12/2022       | -662.00        | 22/11/2021    | 21/05/2022       | -879.00        |
| 5       | 8/05/2022     | 4/11/2022        | -712.00        | 4/04/2022     | 1/10/2022        | -746.00        | 23/12/2021    | 21/06/2022       | -848.00        | 0             | 28/06/1900       | -45,401.00     |

B23

#### PISTON 1

| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------|
| 23    | 1      | 15/06/2020 | CABRERA     | 13,870.02 |                  |                 |         |
| 23    | 1      | 4/11/2020  | CABRERA     | 16,450.14 | 2,580.12         | 107.51          |         |
| 23    | 1      | 4/04/2022  | MEZA        | 26,023.12 | 9,572.98         | 398.87          |         |

#### PISTON 2

| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------|
| 23    | 2      | 24/02/2021 | CABRERA     | 0.00      |                  |                 |         |
| 23    | 2      | 5/05/2021  | MARTIN      | 19,933.26 | 19,933.26        | 830.55          |         |

## PISTON 3

| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------|
| 23    | 3      | 27/05/2021 | MEZA        | 20,425.50 |                  |                 |         |
| 23    | 3      | 5/01/2022  | MEZA        | 24,989.07 | 4,563.57         | 190.15          |         |
| 23    | 3      | 26/03/2022 | VITANZO     | 25,867.23 | 878.16           | 36.59           |         |

## PISTON 4

| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------|
| 23    | 4      | 15/06/2020 | CABRERA     | 13,807.02 |                  |                 |         |
| 23    | 4      | 26/03/2022 | VITANZO     | 25,867.35 | 12,060.33        | 502.51          |         |

## PISTON 5

| BOMBA | PISTON | FECHA     | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE |
|-------|--------|-----------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------|
| 23    | 5      | 1/08/2020 | HUARCAYA    | 14,725.08 |                  |                 |         |
| 23    | 5      | 8/05/2022 |             | 26,645.00 | 11,919.92        | 496.66          |         |



B24

## PISTON 1

| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------|
| 24    | 1      | 2/09/2020  | MEZA        | 56,477.32 |                  |                 |         |
| 24    | 1      | 24/02/2022 | CABRERA     | 69,879.17 | 13,401.85        | 558.41          |         |
| 24    | 1      | 25/07/2022 | CABRERA     | 70,756.47 | 877.30           | 36.55           |         |

## PISTON 2

| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------|
| 24    | 2      | 16/05/2020 | HUARCAYA    | 54,419.12 |                  |                 |         |
| 24    | 2      | 5/07/2021  |             | 62,836.13 | 8,417.01         | 350.71          |         |
| 24    | 2      | 23/12/2021 | HUARCAYA    | 66,843.42 | 4,007.29         | 166.97          |         |
| 24    | 2      | 19/04/2022 |             | 68,685.58 | 1,842.16         | 76.76           |         |

## PISTON 3

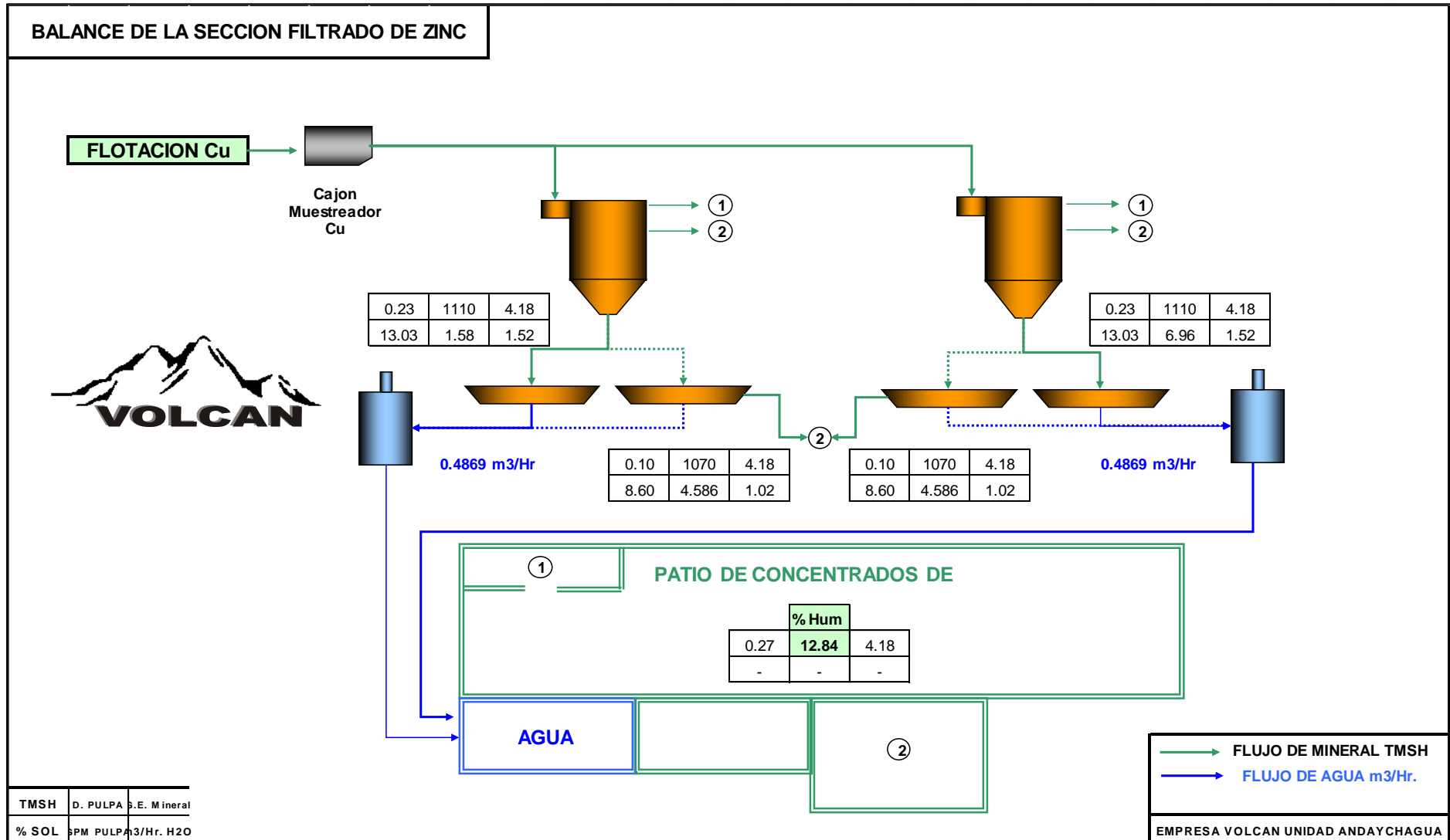
| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------|
| 24    | 3      | 14/06/2019 | MEZA        | 47,498.44 |                  |                 |         |
| 24    | 3      | 15/07/2020 | MEZA        | 55,467.50 | 7,969.06         | 332.04          |         |
| 24    | 3      | 13/08/2020 | HUARCAYA    | 56,070.20 | 602.70           | 25.11           |         |
| 24    | 3      | 10/08/2021 | VIVAS       | 60,463.47 | 4,393.27         | 183.05          |         |
| 24    | 3      | 21/09/2021 | VITANZO     | 64,590.13 | 4,126.66         | 171.94          |         |

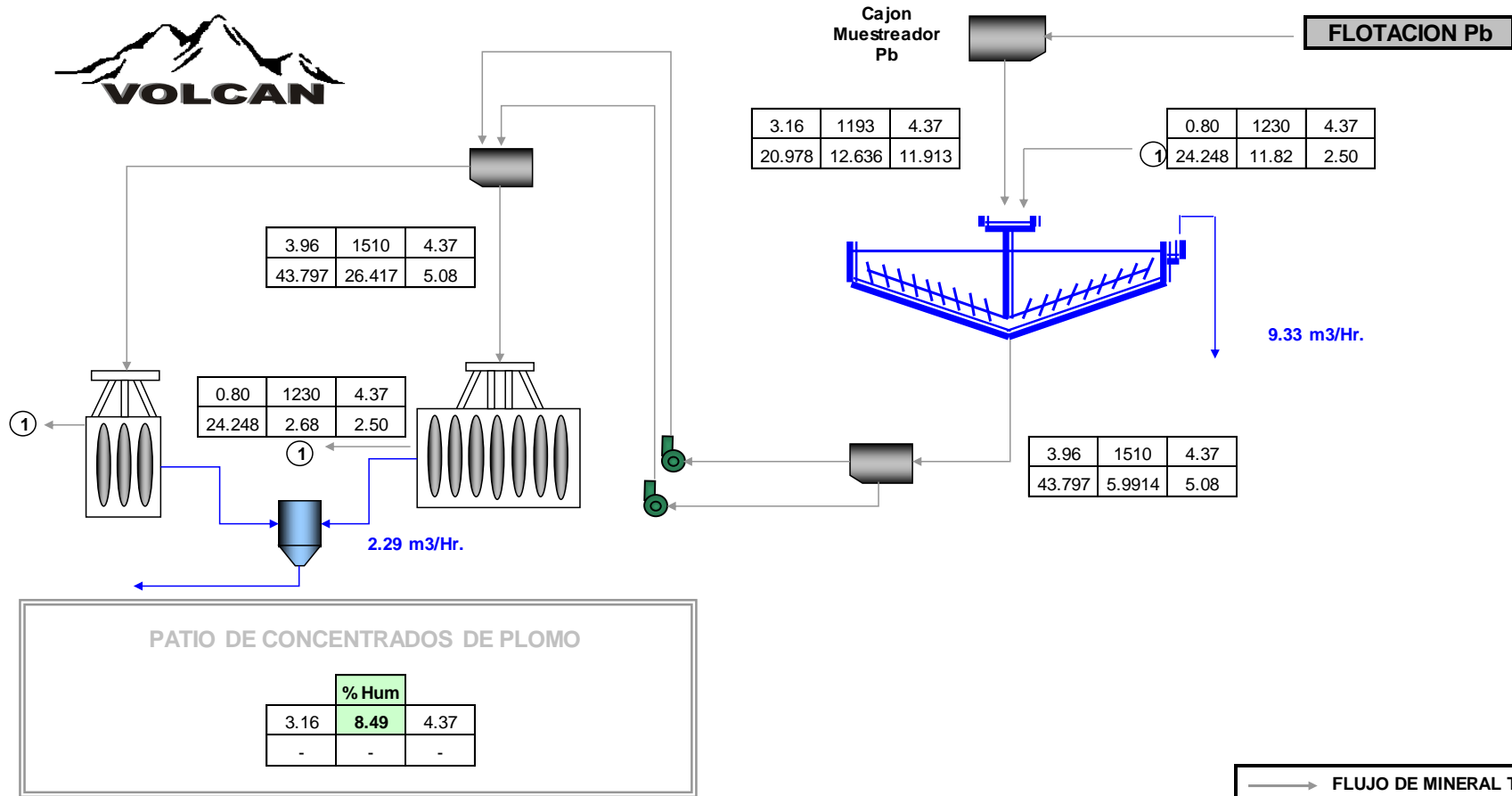
## PISTON 4

| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE       |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|---------------|
| 24    | 4      | 26/09/2020 | MEZA        | 56,938.58 |                  |                 | PISTON PEGADO |
| 24    | 4      | 12/08/2021 | HUARCAYA    | 63,615.92 | 6,677.34         | 278.22          | PISTON USADO  |
| 24    | 4      | 27/07/2022 | MEZA        | 70,756.47 | 7,140.55         | 297.52          |               |

## PISTON 5

| BOMBA | PISTON | FECHA      | RESPONSABLE | HOROMETRO | HORAS DE TRABAJO | DIAS DE TRABAJO | DETALLE                |
|-------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|------------------------|
| 24    | 5      | 13/08/2020 | HUARCAYA    | 56,070.20 |                  |                 |                        |
| 24    | 5      | 23/10/2020 | CABRERA     | 57,500.04 |                  |                 | PISTON NUEVO<br>PEGADO |
| 24    | 5      | 4/04/2022  | VITANZO     | 68,363.40 |                  |                 |                        |





| TMSH  | D. PULPA  | % E. Mineral |
|-------|-----------|--------------|
| % SOL | SPM PULPA | 3/Hr. H2O    |

FLUJO DE MINERAL TMSH  
 FLUJO DE AGUA m<sup>3</sup>/Hr.

EMPRESA VOLCAN UNIDAD ANDAYCHAGUA

El diagrama que muestras corresponde al balance de la sección de filtrado de zinc de la Unidad Minera volcán – Andaychagua, en el cual se representa el flujo de materiales y agua a través de diferentes etapas del proceso.

Para calcular los materiales y porcentajes del balance de filtrado de zinc, es necesario desglosar y entender las variables clave que aparecen en el esquema, tales como:

1. Flujo de mineral (TMSH): Toneladas métricas secas por hora.
2. Densidad de pulpa (D. PULPA): Expresada en  $\text{kg/m}^3$  o en porcentaje de sólidos (% SOL).
3. Flujo de agua ( $\text{m}^3/\text{h}$ ): Volumen de agua involucrado en el proceso por hora.
4. Variables y relaciones clave observadas:

#### **1. Flotación Cu:**

- ✓ Flujo de mineral entrante: Se muestra un flujo de mineral con valores de densidad y sólidos en la entrada desde la flotación de cobre, con caudales de:
  - ✓ 0.23 TMSH con  $1110 \text{ kg/m}^3$  y una densidad mineral de 4.18.
  - ✓ % de sólidos en peso en esta área: 13.03% y 1.58% en los flujos 1 y 2.

#### **2. Cajón Muestreador Cu:**

- ✓ Salida de dos flujos de mineral a través de una bifurcación en el proceso. Ambos flujos tienen características similares, con pequeños ajustes en los porcentajes de sólidos y el contenido de humedad.

#### **3. Tanques de separación:**

- ✓ El balance de agua se describe como  $0.4869 \text{ m}^3/\text{h}$ , lo cual se mantiene constante en las diferentes etapas del filtrado.

#### **4. Patio de concentrados:**

- ✓ En el diagrama, se indica el contenido de humedad en el concentrado final con 12.84% de humedad.

### **5. Flujo de mineral en patios:**

- ✓ •Después de pasar por los filtros, el mineral concentrado se envía a los patios, donde el porcentaje de humedad y los sólidos influyen en la calidad del concentrado.

### **Cálculo de Materiales y Porcentajes:**

Para calcular los materiales y porcentajes de este balance, se debe tener en cuenta:

- ✓ Relación Sólidos-Líquidos: A partir de los datos de la pulpa (flujo, densidad y porcentaje de sólidos) es posible calcular la cantidad total de sólidos y agua transportada.
- ✓ Balance de Masa: Considerando las entradas y salidas en las diferentes etapas del proceso.

A continuación, se explicaría un ejemplo de cálculo de sólidos en una corriente:

#### **1. Corriente de mineral (TMSH):**

Masa de Sólido = Flujo de mineral% sólidos

Si el flujo es de 0.23 TMSH con un porcentaje de sólidos de 13.03%, entonces:

Masa de Sólido =  $0.23 \times 0.1303 = 0.02997$ TMSH

#### **2. Flujo de agua: El flujo de agua se calcula restando los sólidos del flujo total de mineral (basado en el porcentaje de sólidos).**

Este tipo de cálculos debe repetirse para todas las corrientes del diagrama, obteniendo el balance de masa final, tanto para los sólidos como para el agua.

## Conclusiones

Los relaves mezclados con otros componentes se moldean en la forma deseada para los ladrillos o baldosas. El secado previo al horneado es fundamental para evitar fisuras. El proceso de cocción de ladrillos o baldosas debe alcanzar temperaturas de 900 a 1100 grados Celsius. Esto ayuda a vitrificar y compactar los materiales, mejorando la resistencia y reduciendo la porosidad del producto final.

Se pueden incorporar aditivos químicos como la cal o el sulfato de calcio para neutralizar los componentes ácidos o tóxicos de los relaves, reduciendo su toxicidad.

Luego del tratamiento, es fundamental realizar un análisis químico para asegurarse de que las concentraciones de contaminantes en los relaves restantes estén por debajo de los límites aceptables para su uso en materiales de construcción.

El uso de relaves mineros en la fabricación de ladrillos y baldosas es técnicamente viable siempre que se realicen los tratamientos adecuados para neutralizar o encapsular los contaminantes. Este proceso, además de ser una solución sostenible, puede generar ahorros en materia prima para la industria de la construcción.

La reutilización de los relaves mineros ayuda a reducir el impacto ambiental al disminuir la necesidad de espacios de almacenamiento de residuos y a promover una economía circular en la industria minera. Sin embargo, es clave garantizar que los ladrillos y baldosas fabricados no liberen contaminantes al medio ambiente.

El tratamiento y encapsulamiento de los metales pesados mediante técnicas de estabilización, cocción y uso de aditivos reduce significativamente los riesgos para la salud. La evaluación constante de la calidad del producto final es necesaria para garantizar que los materiales sean seguros para su uso en entornos habitables.

### **Recomendaciones**

- ✓ Realizar investigaciones y pruebas previas.
- ✓ Cumplir con todas las normativas ambientales y de construcción.
- ✓ Incorporar tecnologías de estabilización y encapsulamiento de contaminantes.
- ✓ Minimizar el impacto ambiental mediante reciclaje y monitoreo.
- ✓ Involucrar a expertos y capacitar al personal.
- ✓ Implementar planes de gestión de riesgos y contingencia.
- ✓ Es recomendable iniciar el proyecto con pruebas piloto de producción, fabricando pequeñas cantidades de ladrillos y baldosas. Esto permitirá ajustar las mezclas y procesos antes de la producción a gran escala.

Estas recomendaciones asegurarán que el proyecto de fabricación de ladrillos y baldosas a partir de relaves mineros se desarrolle de manera segura, eficiente y sostenible, sin poner en riesgo la salud pública ni el medio ambiente.



### Referencias Bibliográficas

A. Romero, A., & L. Flores, S. (2010). Reusó de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas. *Diseño y Tecnología*, 75-82.

Carrasco Diaz, S. (2006). Metodología de la Investigación Científica. En S. Carrasco, *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: San marcos.

Castillo, L., Satalaya, C., Paredes, U., Encalada, M., Zamorra, J., & Cuadros, G. (2021). Resultados de la auditoría de desempeño sobre gobernanza para el manejo integral de los PAM. PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN EL PERÚ: 12. Obtenido de [https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento-trabajo/2021/PAM\\_FINAL\\_25-08-21.pdf](https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento-trabajo/2021/PAM_FINAL_25-08-21.pdf)

Castillos, L., Satalaya, C., Paredes, U., Encalada, M., Zamora, J., & Cuadros, G. (2021). Resultados de la auditoría de desempeño sobre gobernanza para el manejo integral de los PAM. PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN EL PERÚ, 12. Obtenido de [https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento-trabajo/2021/PAM\\_FINAL\\_25-08-21.pdf](https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento-trabajo/2021/PAM_FINAL_25-08-21.pdf)

Lescano, J. B. (2014). PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA PRODUCIDOS EN LA REGION PIURA. Piura.

Minas, M. d. (1995). Activos mineros. 74.

Moreno, F. (1981). El ladrillo en la construcción. España: Ediciones CEAC.

Murillo, W. (abril de 18 de 2008). La investigación científica. Obtenido de <http://www.monografias.com/>

## Matriz De Consistencia

| TITULO   | PROBLEMAS   | OBJETIVOS   | HIPOTESIS   | VARIABLES  | INDICADORES   | METODOLOGIA  |
|--|---|---|---|--|---|--|
| <p><b>UTILIZACIÓN DE LOS RELAVES MINEROS COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE AGREGADOS PARA FABRICAR LADRILLOS Y BALDOSAS EN LA UNIDAD MINERA VOLCAN – ANDAYCHAGUA</b></p> | <p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cómo realizaríamos el proceso de fabricación de ladrillos y baldosas usando como materia prima los relaves mineros de la compañía minera Volcán C.I.A. Minera?</p> <p><b>Problemas Específico:</b></p> <p>¿Cómo neutralizaremos el grado de contaminación del relave en la construcción de ladrillos y baldosas para que no perjudique la salud del ecosistema?</p> <p>¿Cómo separaremos las partes contaminadas que son perjudiciales para la salud de las partes que pueden ser utilizadas para la fabricación de los ladrillos y baldosas?</p> | <p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Fabricar ladrillos y baldosas usando los relaves mineros como materia prima en la compañía minera Volcán C.I.A. Minera usando diferentes métodos como el encapsulamiento.</p> <p><b>Objetivo Específico:</b></p> <p>Neutralizar el grado de contaminación de los metales que se encuentran en el relave minero para que sea óptimo para el uso en un ecosistema con el micro- encapsulamiento.</p> <p>Separar los compuestos que son letales para la salud del ecosistema de los que no, y así fabricar los ladrillos y baldosas con una garantía de que no contaminan el medio donde sean utilizados.</p> | <p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Fabricar los ladrillos utilizando como materia prima los relaves mineros de la Empresa Minera Volcán C.I.A. permitirá el mejor aprovechamiento de espacios y reducción de contaminación en el ecosistema.</p> <p><b>Hipótesis Especificas:</b></p> <p>Neutralizar los grados de contaminación de los metales pesados con micro encapsulamiento harán que no perjudique la salud del ecosistema.</p> <p>Separar los compuestos letales de los que no lo son, hará que nuestros ladrillos no produzcan contaminación al usarse en diferentes ecosistemas.</p> | <p><b>Independiente:</b></p> <p>Porcentaje de Metales Pesados Relave Minero.</p> <p>Grado de toxicidad del relave minero.</p> <p><b>Dependiente:</b></p> <p>Porcentaje de Metales pesados en los ladrillos y Baldosas.</p> <p>Calidad del ladrillos y baldosas hecho con relave minero de la compañía minera volcán.</p> | <p>Estudio del proceso de elaboración de ladrillos artesanales</p> <p>Control de calidad de ladrillos</p> <p>Grado de contaminación de los ladrillos elaborados con relaves mineros</p> <p>Micro encapsulamiento de minerales para elaborar ladrillos</p> | <p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Exploratorio Científico</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <p>Exploratorio</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos:</b></p> <p>En campo</p> <p>Método de observación</p> <p>Recolección de muestras mineralógicas</p> |