

20 de Agosto del 2021

Hgo. Del Parral, Chih.

IDENTIFICACION DEL PROYECTO.

Institución: Universidad Tecnológico De Parral.

Docente titular del proyecto: Ing. Anna Isabel Carrillo Garcia.

Alumno colaborador del proyecto:

GARDEA HINOJO MARIA DEL CARMEN
ORTEGA CARDONA DANIEL ANTONIO
PEINADO ALDERETE YOJAN IRUVIEL
SILVA LUNA DANIEL

Asesor empresarial: Ing. Héctor Talamantes.

Título del proyecto: *LIXIVICION DE ZN , ESCORIA CHIHUAHUA MEDIANTE H2SO4*

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PARAL.

DIRECCION ACADEMICA.

PRESENTE.

Asunto: Por medio del presente. Se informa de la conclusión por parte del Maestro Ing. Anna Isabel Carrillo Garcia del proyecto: *LIXIVICION DE ZN , ESCORIA CHIHUAHUA MEDIANTE H2SO4*, realizado en esta organización el periodo **MAYO AGOSTO 2021**

En cumplimiento de lo acordado, cada actividad este proyecto, fue debidamente registrada y documentada para la representación de los resultados obtenidos en *LIXIVICION DE ZN , ESCORIA CHIHUAHUA MEDIANTE H2SO4*. Haciendo entrega al Maestro Anna Isabel Carrillo Garcia, Análisis y conclusión, así como las recomendaciones para el análisis y optimización metalúrgica. Este reporte ha sido en beneficio de esta empresa y permitirá tomar decisiones para optimizar la operación.

Agrademos y reconocemos la intervención del Maestro Anna Isabel Carrillo Gracia, por su desempeño y profesionalismo, para la realización de un proyecto de mejora a nuestra empresa. Creando la vinculación del Sector Empresarial y Educativo.

ATENTAMENTE.

LIC. ARAMANDO DOMINGUEZ MEZA
JEFER RECURSOS HUMANOS
GRUPO COANZAMEX
TEL 6275274600

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PARRAL





REPORTE TÉCNICO
“RECUPERACION DE ZINC DE UNA ESCORIA DE FUNDICION
MEDIANTE H₂O₄”

ALUMNOS:

DANIEL SILVA LUNA
MARIA DEL CARMEN GARDEA HIJONOS
DANIEL ANTONIO ORTEGA CARDONA
YOJAN IRUVIEL PEINADO ALDERETE

ASESOR EMPRESARIAL:

ING. HECTOR MANUEL TALAMANTES CHAVEZ

DIRECTOR DE PROYECTO:

ING. ANNA ISABEL CARRILLO GARCIA

Resumen

La lixiviación en prueba de botellas es un tipo de lixiviación de tipo dinámica que dentro de este proyecto se la dará una representación en menor escala del proceso que se lleva dentro de la planta Coanzamex ubicada en la ciudad de Parral, Chihuahua, este proyecto hablará desde los conceptos básicos hasta la realización de tipo de pruebas físicas como químicas dentro de un laboratorio metalúrgico.

Desde los principales parámetros utilizados en la empresa hasta las medidas de seguridad se representaran dentro del proyecto siguiendo de una manera específica cada una de las indicaciones otorgadas por la empresa, dentro del proyecto se llevaran a cabo diferentes procesos como lo es la recepción y análisis de muestras, homogenización, análisis granulométrico, molienda, análisis de cabeza mediante la fundición y la respectiva prueba de botellas mediante una mesa de rodillos que mantendrá las botellas con una dinámica constante para que la muestra y el reactivo lixivante penetre de una forma más concisa.

Uno de los reactivos químicos que se utilizarán durante el proyecto y el que cuenta con importancia es el ácido sulfúrico (H_2SO_4) que con sus peculiares características se le dará un trabajo especial y con mucha precaución siguiendo cada una de las normas de seguridad establecidas.

El material estudiado a lo largo del proyecto cuenta con las siguientes leyes que mediante la fundición nos arrojaron los siguientes datos. Zn. 8.81 %, Fe 21. 24% esto nos dará un punto de inicio para el comienzo del proyecto.

Abstract

Bottle test leaching is a type of dynamic leaching that within this project will give a smaller-scale representation of the process that takes place within the Coanzamex plant located in the city of Parral, Chihuahua; this project will speak from the basic concepts to the realization of types of physical and chemical tests within a metallurgical laboratory.

From the main parameters used in the company to the security measures, they will be represented within the project, following in a specific way each of the indications given by the company, within the project different processes will be carried out, such as the reception and analysis of samples, homogenization, granulometric analysis, milling, mid-head analysis of the foundry and the respective bottle test by means of a roller table that will keep the bottles with a constant dynamics so that the sample and the leaching reagent penetrate in a more concise way.

One of the chemical reagents that will be used during the project and the one that is important is sulfuric acid (H_2SO_4) that with its peculiar characteristics will be given a special job and with great caution following each of the established safety regulations.

The material studied throughout the project has the following laws that, through smelting, gave us the following data. Zn. 8.81%, Fe 21. 24% This will give us a starting point for the beginning of the project.

Índice General

Resumen	iii
Abstract	iv
Índice General	iv
Indice de Figuras	viii
Indice de Tablas	ix
II. Justificación.	2
2.1 . Delimitaciones del proyecto.	4
3.1 Objetivo general.	6
3.2 Objetivos específicos.	7
3.3 Alcances esperados.	7
IV. Marco Teórico.	8
4.1. Marco conceptual	10
4.1.1 Lixiviación.	10
4.1.2 Lixiviación Estática.	10
4.1.3. Minerales a obtener de la escoria.	11
4.1.4 Homogenización.....	11
4.1.5 Trituración.	11
4.1.6 Muestreo.....	11
4.1.7 Fundición.	11
4.1.8 Secado.	12
4.1.9 Reacciones química.....	12
4.1.10 Solución.....	12
4.1.11 Solución lixivante.....	12
4.1.12 Reactivos.	12
4.1.13 Ácido sulfúrico.	13
4.1.14 Quebradora de mandíbula:.....	13
4.1.15 Quebradora de cono:.....	13
4.1.16 Molienda:.....	14
4.1.17 Molino de bolas:.....	14
4.2 Análisis a llevar a cabo durante el proceso	14
4.2.1 Análisis químico.	14
4.2.3 Análisis físico.....	14
4.2.4 Análisis granulométrico.....	15

4.3 Parámetros	15
4.3.1 F80.	15
4.3.2 Granulometría.	15
4.3.3 P80.	15
5.1.2 Extracción y transporte.	18
5.1.3 Aglomeración.	18
5.1.4 Transportación mediante bandas.	18
5.1.5 Cara de apilamiento.	19
5.1.6 Proceso de lixiviación en pilas.	19
5.1.7 Estanques con solución preñada.	19
5.1.8 Planta de Merrill Crown.	20
5.1.9 Planta SART.	21
5.1.10 Laboratorio metalúrgico.	21
5.2. Recolección de Datos.	23
5.3 Desarrollo de actividades	24
5.3.1 Obtención e identificación de la muestra.	24
5.3.2 Preparación mecánica	24
5.3.3 Análisis de cabeza	26
5.3.4 Análisis granulométrico para determinación del P80	27
5.3.5 Peso determinación del peso específico del material	28
5.3.6 Elaboración de muestras de 1 kg para moliendas	29
5.3.7 Molienda.	30
5.3.8 preparación de solución lixivante de H ₂ SO ₄	33
5.3.9 Ejecución de pruebas de botella para lixiviación	34
5.4 Análisis de la Situación Actual.	36
5.4.1 FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas).	37
5.5 Diagnóstico	39
de la producción.	39
5.4. Alternativas de Solución.	40
5.5. Cronograma.	41
VI. Análisis de resultados.	43
6.1 Resultados Obtenidos.	43
VII. Conclusiones.	44
Referencia bibliográfica.	45

Apéndice.....	48
Anexo I.....	50
Descripción del material.	50
Leyes de los minerales.....	50
Recolección de Datos.	52
Análisis granulométrico	53
Peso específico.....	54
Aglomeración.....	56
Determinación de relación de cemento.....	56
Determinación de relación de solución.....	56
Determinación de tasa de riesgo.....	60

Índice de Figuras

Ilustración 1. Infraestructura Empresarial.....	16
Ilustración 2. Sistema de lixiviación.....	17
Ilustración 3. Producción industrial coanzamex.....	17
Ilustración 4. Bandas transportadoras.....	18
Ilustración 5. Cara de apilamiento.....	19
Ilustración 6. Estanque con solución preñada.....	20
Ilustración 7. Planta Merrill Crown.....	21
Ilustración 8. Planta Sart.....	21
Ilustración 9. Laboratorio metalúrgico.....	22
Ilustración 10. quebrado de muestra.....	25
Ilustración 11. alimentación de quebradora de cono.....	26
Ilustración 12. mallas para análisis granulométrico.....	28
Ilustración 13. Peso específico.....	28
Ilustración 14. muestras de 1 kg.....	30
Ilustración 15. Molienda.....	32
Ilustración 16. Preparación de solución lixivante.....	34
Ilustración 17. Botellas de prueba.....	35
Ilustración 18. cono y cuarteo.....	51
Ilustración 19. Análisis granulométrico.....	53
Ilustración 20. Determinación de peso específico.....	54
Ilustración 21. Preparación de solución para aglomeración.....	57
Ilustración 22. Columna utilizada.....	58

Índice de Tablas.

Tabla 1. Inventario para desarrollo de proyecto.....	23
Tabla 2. Análisis granulométrico.....	27
Tabla 3. Peso específico	29
Tabla 4 Gradiente de bolas.....	31
Tabla 5. análisis granulométrico 1er molienda	32
Tabla 6 Análisis granulométrico 2da molienda.....	33
Tabla 7. Cronograma.	41
Tabla 8. Cronograma de actividades.	42
Tabla 9. resultados de análisis.....	43
Tabla 10. Resultados de fundición de cabeza.	51
Tabla 11. Inventario para desarrollo de proyecto.....	52
Tabla 12. Análisis granulométrico.	53
Tabla 13. Determinación de peso específico.....	55
Tabla 14. Características de columna.	59
Tabla 15. Determinación de tasa de riego.....	60

I. Introducción

En este proyecto se llevará a cabo una investigación en la cual se pondrá a prueba la viabilidad de implementar nuevo material a trabajar en una planta de lixiviación y recuperación al igual que todos los procesos que influyen en la recuperación del mineral de interés que es en este caso Zn (zinc).

El material con el que se trabaja y está puesto en investigación es proveniente de una fundición de Avalos Chihuahua, a este material se le dará un proceso en el cual se podrá analizar la eficiencia al trabajar con él y al igual que dar los resultados esperados que dejen una rentabilidad hacia la empresa.

La operación Parral de la planta de coanzamex es una instalación de lixiviación en pilas aglomeradas que procesa relaves. Los cuales se aglomeran y apilan en una plataforma de lixiviación en pilas donde se aplica una solución.

La solución preñada se procesa a través de una instalación de Merrill Crowe que produce plata, oro y cobre vendibles bajo costo. Además de producir plata y oro a bajo costo, los terrenos que actualmente ocupan los relaves son rehabilitados y recuperados para la ciudad de Parral.

La producción ha aumentado cada año en la planta de relaves de Parral esto a generado un estado de operación constante.

II. Justificación.

La viabilidad del proyecto se justifica en los procedimientos siguientes a realizar que son la percepción de los problemas que se irán manifestando en el proceso, esto ya que el proyecto trata de ver la factibilidad de implementar a grande escala un material con diferentes características y proveniente de otra zona, sustituyéndolo o dándole paso a ampliar las posibilidades de la empresa de poder trabajar otro tipo de material con el que se traba actualmente.

De igual forma comprender los diferentes procesos metalúrgicos como físicos y químicos ya que mediante estos procesos podremos observar los diferentes puntos de inflexión que nos pueda dar tipos de razones o comprender de una forma más analítica el proceso y esto ayudara a saber si el material con el que se desea trabajar e implementar y con el que se está desarrollando el proyecto es una alternativa sustentable para la empresa.

Este proyecto ayudara a la empresa a conocer sus procesos a detalle y saber si cumple con las condiciones para adaptarse a un material que al igual con el que se está trabajando actualmente son residuos sólidos ya trabajados, pero aun con valores económicos de interés, pero con diferentes caracterices al que se trabaja en la empresa.

Si se logra observar una factibilidad a menor escala se propondrá implementar el material proveniente de Avalos Chihuahua esto ya que le dará una rentabilidad a la empresa y de igual forma podrá dar un cambio y no sujetarse a un solo material que puede llegar a ser agotable, se busca que la empresa encuentre en diferentes partes

del país residuos sólidos que contengan valores de interés y trabajarlos con el proceso con el que se trabaja actualmente.

La empresa Coanzamex en mano con Gogold silver and Gold están trabajando por la recuperación de minerales metálicos mediante un sistema de lixiviación en pilas todo este proceso lleva un proceso industrial como metalúrgico y cubre el área de beneficio minero todo empieza por la logística y termina en la recuperación de minerales metálicos garantizando eficiencia en cada uno de los procesos realizados.

El Proyecto se encuentra dentro de los límites del pueblo de Hidalgo del Parral, en el Estado de Chihuahua, México. El pueblo tiene una población de aproximadamente 100.000 habitantes y se puede acceder fácilmente por una carretera pavimentada bien mantenida desde la ciudad de Chihuahua. También hay una pista de aterrizaje en Parral que puede acomodar aviones ligeros. Parral está situado a una altitud de aproximadamente 1620 m y tiene un clima semiárido moderado de altitud.

La empresa coanzamex se encuentra en la Carretera Federal Libre Parral-Jiménez Km5.2 #0-0 C.P. 33800, Hidalgo Del Parral, Chihuahua, México.

El área donde se desempeñará el proyecto a investigar será en el laboratorio metalúrgico de la Universidad Tecnológica de Parral, Dentro de un laboratorio metalúrgico se procesa metales y minerales con el objetivo de obtener el material en su más alto grado de pureza, con procedimientos reconocidos a fin de ser llevados a cabo con certeza y confiabilidad.

- Misión. Promover el desarrollo integral del sector minero del Estado, incentivar la atracción de nuevas inversiones, preservar la relación con autoridades gubernamentales y fortalecer la competitividad de la proveeduría local.
- Visión. Ser un referente catalizador a nivel nacional e internacional, que conjunta esfuerzos para potencializar el desarrollo sostenible del sector minero.

Ing. Héctor Talamates es el asesor encargado de la investigación plasmada en este reporte y encargado de laboratorio metalúrgico que nos facilita y nos proporciona la ayuda necesaria para la elaboración de la investigación en una forma eficaz y coordinada.

2.1. Delimitaciones del proyecto.

Los principales problemas que se encuentran en el proyecto de investigación de la empresa surgen de la razón de producción esto ya que el material puesto en investigación es proveniente de una planta fundidora con diferentes características físicas como químicas. El material con el que se trabajara en este proyecto presenta diferentes leyes y variaciones en su composición esto nos lleva a realizar una serie de procesos necesarios para tener una correcta y optima recuperación reduciendo costos lo más posible.

Se llevará a cabo la investigación de la lixiviación de escoria con H_2SO_4 para saber si es factible la introducción de este nuevo proceso a la empresa, para trabajar con este material se debe que tener en cuenta varios aspectos del mismo.

Para la siguiente serie de procesos que se llevara a cabo del material a trabajar se tomaran en cuenta diferentes factores como lo son su ubicación, el transporte, las cantidades a trabajar, la producción necesaria para alcanzar la eficacia de la empresa también esperando una rentabilidad prospera que deje ganancias para empresa.

III. Objetivos del proyecto.

3.1 Objetivo general.

Describir y llevar a cabo el procedimiento general para la recuperación de Zinc (Zn) desde la extracción hasta la recuperación mediante lixiviación en botellas a través ácido sulfúrico. Describir las propiedades físicas como químicas al igual que las leyes que contiene el mineral de interés.

Dar a conocer a la empresa las razones de producción que al implementar el material procedente de una fundición de Avalos Chihuahua dentro de la empresa se de una producción con una recuperación factible para la eficacia económica y productiva.

3.2 Objetivos específicos.

- Analizar el material proveniente de Avalos Chihuahua.
- Explicar los principales parámetros de operación para la recuperación de los minerales de interés mediante lixiviación en botellas.
- Presentar la técnica que se llevará a cabo para la lixiviación y recuperación de Zinc mediante ácido sulfúrico (H₂SO₄).
- Explicar los principales riesgos que se pueden causar al emplear soluciones de ácido, al igual los procedimientos adecuados para su manipulación.
- Discutir las técnicas más utilizadas para la degradación y/o recuperación del ácido sulfúrico para de esta forma darle una reutilización o gastar lo menos posible para la rentabilidad del proyecto.
- Realizar una investigación eficaz para la empresa de esta forma garantizar la factibilidad del proyecto al igual que sustentable como ambiental, económica y social.

3.3 Alcances esperados.

Mediante los procesos metalúrgicos a realizar en este periodo se observará la recuperación de los diferentes minerales de esta forma entender el funcionamiento del proceso detalladamente y tratar de dar un punto de vista analítico en el que se le pueda ayudar y mejorar el proceso productivo esto para el beneficio de la empresa.

Se planea entregar un reporte técnico a la empresa donde se observe cada uno de los beneficios de implementar el material planeado de igual forma observar su rentabilidad esta adecuada para la empresa esto mediante las comparaciones a menor escala dándole a la empresa razones de producción comparado con lo que se trabaja al día de hoy

IV. Marco Teórico.

La minería es el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un yacimiento para obtener recursos de una mina, a través de la explotación o extracción de los minerales acumulados en el suelo y subsuelo. Los mineros, son las personas que se dedican a esta actividad.

Los minerales son compuestos que se formaron en nuestro planeta durante millones de años y que cuentan con características muy especiales que los hacen útiles para la fabricación de innumerables artículos que se utilizan en la escuela, el hogar, el comercio y la industria.

La minería es una actividad económica del sector primario cuando nos referimos a la extracción de minerales, y del sector energético si hacemos referencia a la extracción de combustibles fósiles. Es representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos.

La metalurgia es la técnica de la obtención y tratamiento de los metales a partir de metálicos. También estudia la producción de aleaciones. El control de calidad de los procesos. La metalurgia es la rama que aprovecha la ciencia, la tecnología y el arte de obtener metales y minerales industriales, partiendo de sus minas, de una manera eficiente, económica y con resguardo del ambiente, a fin de adaptar dichos recursos en beneficio del desarrollo y bienestar de la humanidad.

La hidrometalurgia es el proceso en cual se obtiene el mineral puro de interés con base en reacciones químicas en solución acuosa. Este proceso se realiza para minerales que son solubles, que en general corresponden a minerales oxidados.

El proceso hidrometalúrgico más importante es la lixiviación, en la cual el mineral que contiene el metal que se desea extraer se disuelve de un modo selectivo. Si el compuesto es soluble en agua, entonces el agua resulta ser un buen agente para la lixiviación, pero, en general, para la lixiviación se utiliza una solución acuosa de un ácido, una base o una sal.

Una vez que todos los metales se encuentran disueltos en una solución acuosa de ácido, se debe extraer aquel metal de interés. Para esta etapa se utiliza, en general, una extracción con un solvente especial. Dicho solvente debe ser orgánico, de modo que cuando se pone en contacto con la fase acuosa, extrae inmediatamente el cobre y forma una fase insoluble en la solución, como si fuera agua y aceite. De esta forma, el cobre queda unido a una fase orgánica, libre de todo el resto de los metales que se encuentran en el mineral inicial.

En la lixiviación con cianuro tradicional, la mena se coloca en tanques o columnas. La solución de cianuro se filtra a través de la mena y disuelve el oro, que posteriormente se retira del lixivante por adsorción en el carbono o las resinas. El tamaño del grano, así como los niveles de oxígeno y alcalinidad, se controlan cuidadosamente para asegurar la máxima recuperación de oro.

Se rocía una solución de cianuro diluida sobre la pila, se filtra a través de esta y disuelve el oro disponible. La solución se dirige posteriormente a un estanque. La solución de cianuro, que está enriquecida con oro, se bombea a través de las columnas

donde se recupera el oro. La lixiviación en pilas es rentable y ofrece una serie de ventajas.

- La solución de cianuro se recicla a través de la pila, con lo que se reduce la cantidad de cianuro que se utiliza en la operación.
- El proceso es especialmente adecuado para menas de menor grado y con un alto contenido de arcilla.

4.1. Marco conceptual

4.1.1 Lixiviación.

Proceso hidrometalúrgico que consiste en la separación de minerales, para la recuperación de alguno de ellos, lo cual se logra con el uso de un disolvente líquido con un sólido pulverizado, lo cual permite la disolución de los elementos solubles del sólido.

4.1.2 Lixiviación Estática.

Proceso de recuperación que se lleva a cabo mediante el uso de columnas para llegar a la recuperación de los minerales deseados, esto mediante un agente lixivante, añadido al material que se encuentra dentro de la columna.

4.1.3. Minerales a obtener de la escoria.

Mediante el proceso de lixiviación en botellas, se obtendrá la recuperación de Zinc que se encuentra dentro de dicho material.

4.1.4 Homogenización.

Es el proceso que se le da a la mezcla de las materias primas. Sirve para compensar las variaciones de granulometría y de composición química y evitar segregaciones que generan desviaciones importantes.

4.1.5 Trituración.

Es un proceso que consiste en la reducción del tamaño de las partículas de un material, en el cual se prepara para la molienda.

4.1.6 Muestreo.

Consiste en la recogida de muestras grandes a partir del material ya extraído y acumulado.

4.1.7 Fundición.

El proceso tiene como objetivo separar en el concentrado de material los otros minerales e impurezas. Para esto el concentrado de se funde en mufla.

4.1.8 Secado.

El secado de la muestra (en este caso los pellets) es un procedimiento en el cual se pone el material sobre una superficie que pueda estar en el sol, esto para que queden de una forma firme, y así poder introducirlos a las columnas sin que estos se deformen.

4.1.9 Reacciones química.

Una reacción química, también llamada cambio químico o fenómeno químico, es todo proceso termodinámico en el cual dos o más especies químicas o sustancias, se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, en otras sustancias llamadas productos. Los reactantes pueden ser elementos o compuestos.

4.1.10 Solución.

Es una mezcla homogénea de una o más sustancias disueltas en otra sustancia en mayor proporción. El soluto es la sustancia que se disuelve y el solvente la que lo disuelve.

4.1.11 Solución lixivante.

Solución química, que es utilizada en la extracción de lixiviación para mejorar la disolución de metales en minerales.

4.1.12 Reactivos.

Son sustancias que al interactuar con otra en una reacción química da lugar a otra sustancia, los cuales se utilizan para llevar a cabo reacciones químicas, para detectar, medir, o elaborar otras sustancias.

4.1.13 Ácido sulfúrico.

Es el compuesto químico más producido a nivel mundial, su fórmula química es H_2SO_4 . Es decir, una molécula de este ácido está formada por dos átomos de hidrógeno, uno de azufre y cuatro de oxígeno.

4.1.14 Quebradora de mandíbula:

Es uno de los equipos de trituración más utilizados en la producción de mineral, recibe normalmente, el todo-uno o mineral bruto de la explotación minera y realiza la primera reducción de tamaño se aplica principalmente en la trituración gruesa y media de las materias de resistencia a compresión, caracterizada por alta producción, granulosis homogénea, estructura sencilla, funcionamiento fiable, mantenimiento fácil, coste de operación económico.

4.1.15 Quebradora de cono:

Este tipo de quebradoras, han sido utilizadas como trituradoras primarias, secundarias y terciarias durante mucho tiempo. Son ampliamente utilizados para triturar materiales duros y abrasivos en las industrias mineras, durante el proyecto se le dio uso para llegar a la reducción del material de escoria, a la malla 10.

4.1.16 Molienda:

Proceso que tiene como objetivo la reducción del tamaño de partículas del producto hasta la granulometría requerida, la cual se lleva a cabo con el material cuando este ya ha pasado por el proceso de trituración.

4.1.17 Molino de bolas:

Son maquinarias que se usan para reducir el tamaño o triturar algunos materiales húmedos o secos. Los cuales como su nombre lo indica, se utilizan en la molienda, pues estos son capaces de tener una gran resistencia para que cada una de las partículas reciban un tratamiento uniforme.

4.2 Análisis a llevar a cabo durante el proceso

4.2.1 Análisis químico.

Un análisis químico es el conjunto de técnicas y procedimientos empleados en muchos campos de la ciencia para identificar y cuantificar la composición química de una sustancia mediante diferentes métodos.

4.2.3 Análisis físico.

Trata de un método cuyo objetivo es estudiar las relaciones entre propiedades físicas y composición del sistema para establecer interacciones entre los componentes químicos.

4.2.4 Análisis granulométrico.

La granulometría es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado o de un líquido multifásico. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra.

4.3 Parámetros

4.3.1 F80.

Es el tamaño de tamiz que deja pasar 80% de las partículas del producto del circuito, ambos expresados en micrones.

4.3.2 Granulometría.

La granulometría es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado o de un líquido. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra.

4.3.3 P80.

Es el tamaño de tamiz/maya que deja pasar 80% de las partículas del producto del circuito, el cual es expresado en micrones.

V. Desarrollo de la estadía.

5.1 Contexto del trabajo

Para el comienzo del desarrollo del proyecto como primer punto se tomará en cuenta y se investigara cada uno de los procesos industriales que se llevan a cabo dentro de la planta observando de una forma detallada su producción.

Se buscará investigar a profundidad y relacionarse de una forma muy precisa buscando el mayor conocimiento. De esta forma se busca disminuir cada problema que se presente a lo largo del proyecto ya con los conocimientos previos se facilitara cualquier proceso dentro del proyecto.



Ilustración 1. Infraestructura Empresarial.

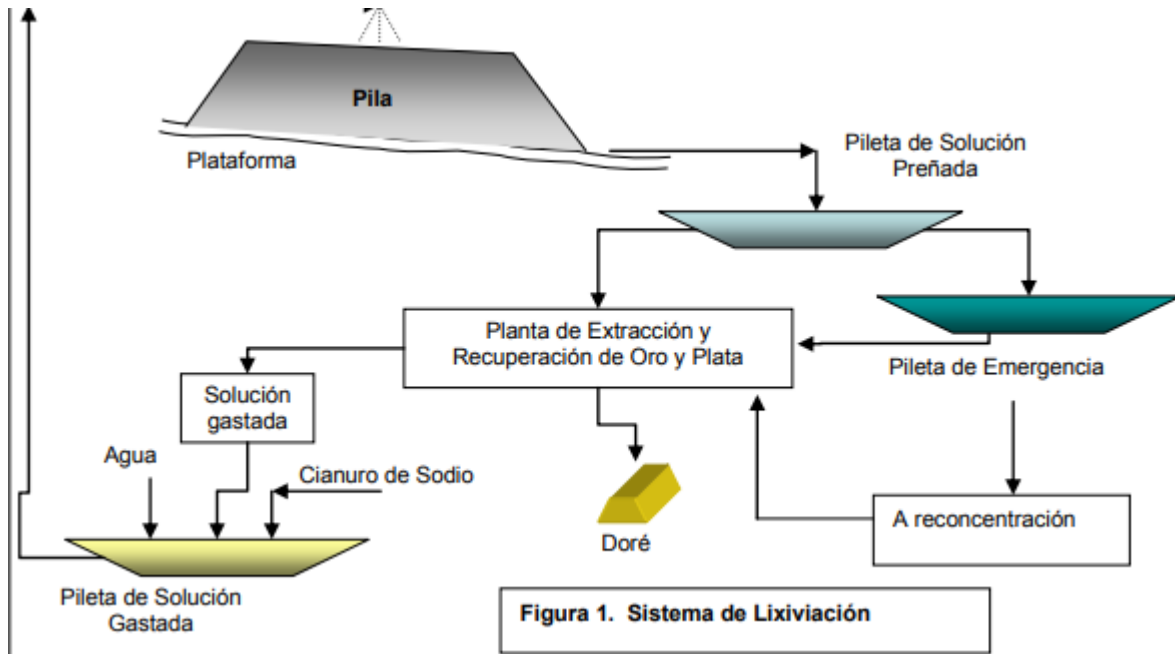


Ilustración 2. Sistema de lixiviación.

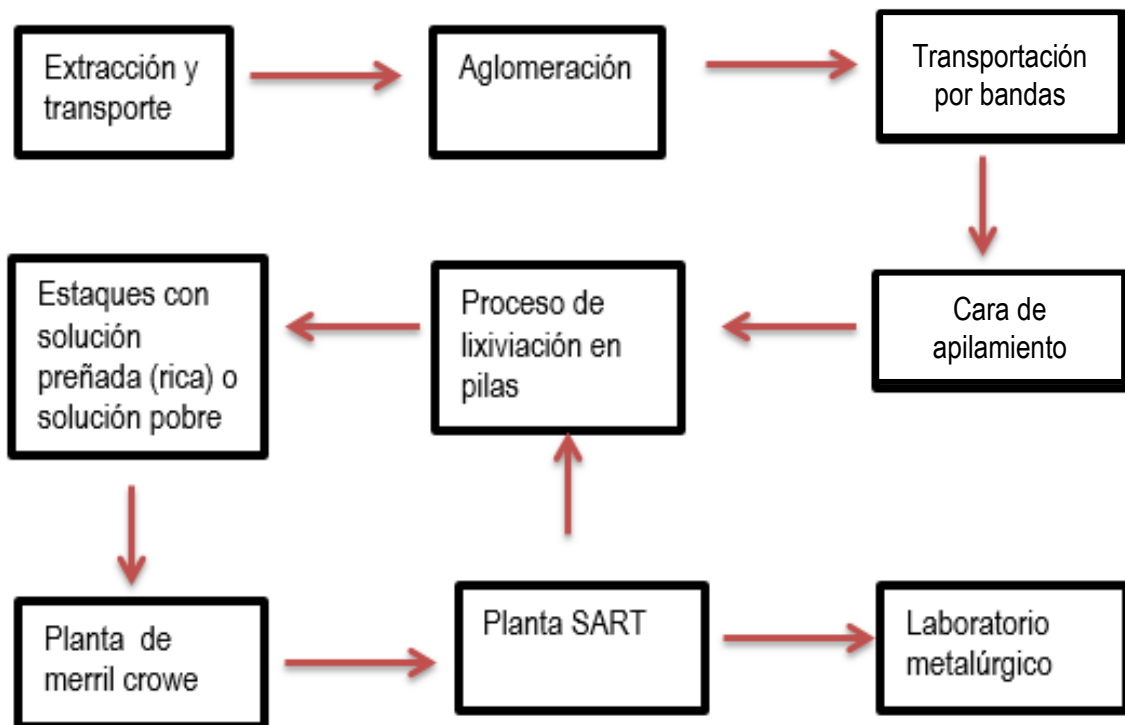


Ilustración 3.
Producción industrial
coanzamex.

5.1.2 Extracción y transporte.

Mediante análisis físico químico metalúrgico se da a conocer las leyes minerales que contiene cierto material esto es de gran ayuda ya que se puede ver la rentabilidad al trabajar con el material analizado.

5.1.3 Aglomeración.

En este proceso mediante equipo específico se lleva a cabo el aglomerado del material que conlleva formar peletes circulares que ayuden a la filtración de la solución lixivante para que percole de una forma eficaz entre cada partícula.

5.1.4 Transportación mediante bandas.

Mediante bandas transportadoras se transporta el mineral de un lado a otro en este caso de la aglomeración a la cara de apilamiento para ir formando las camas donde se llevará a cabo la lixiviación.



Ilustración 4. Bandas transportadoras.

5.1.5 Cara de apilamiento.

Se encarga de apilar de una forma acorde al material proveniente del proceso de aglomeración de esta forma ayudando a agilizar el proceso de lixiviación.



Ilustración 5. Cara de apilamiento.

5.1.6 Proceso de lixiviación en pilas.

Es un proceso que permite disolver los minerales de interés de los minerales oxidados que lo contienen, aplicando una solución de NaCN y agua. y mediante percolación cubre todo el material de esta forma estudiando tasa de riego y al concluir el proceso mediante canales se transporta un estanque de solución rica.

5.1.7 Estanques con solución preñada.

En estos estanques se almacena la solución que contiene grandes cantidades los minerales desinterés combinados con la solución lixivante de este proceso continua a la planta de Merrill Crowe donde se le da el proceso de separación mediante el zinc.



Ilustración 6. Estanque con solución preñada.

5.1.8 Planta de Merrill Crown.

El proceso Merrill-Crowe es usado frecuentemente para procedimientos en la metalurgia extractiva del Oro y Plata. Un proceso de Merrill Crowe le permite precipitar fácilmente el oro y la plata previamente disueltos con cianuro y utilizando luego polvo de zinc, Como el oro es precipitado, el zinc se combina con el cianuro para formar un complejo de cianuro de zinc. Para un pH elevado (10) está obligado a precipitar metales preciosos y minimizar la precipitación del cobre que está presente en solución.

- Clarificación de la solución
- Eliminación del oxígeno de la solución
- Adición de zinc y sales de plomo
- Recuperación del precipitado de oro



Ilustración 7. Planta Merrill Crown.

5.1.9 Planta SART.

En esta planta se les da tratamiento a los agentes lixiviantes de esta forma buscando reducir su consumo de una forma considerable y así volver a reutilizarlo.



Ilustración 8. Planta Sart.

5.1.10 Laboratorio metalúrgico.

En laboratorio se le trabaja con el mineral mediante proceso físico químico donde se pueden observar las características del mineral y sus propiedades, al igual que

mediante el proceso de copelación y fundición se recuperan las muestras de los minerales de interés.



Ilustración 9. Laboratorio metalúrgico

5.2. Recolección de Datos.

Se observa el equipo con el que se trabajara y el equipo de seguridad debido para realizar las actividades que se llevan a cabo a lo largo de la estadía esto para entregar de manera más eficiente los resultados esperados.

Materiales, maquinaria e instalaciones requeridos	
Espacio para almacenamiento de material.	
Equipo para homogenización y muestreo de material.	
Equipo para análisis físico. (peso, análisis granulométrico)	
Equipo para análisis químico.	
Columnas estáticas para lixiviación.	
Maquinaria para aglomeración.	
Reactivos químicos para los diferentes Procesos químicos.	
Equipo de protección personal	
Equipo de fundición para análisis de cabeza	

Tabla 1. Inventario para desarrollo de proyecto

Se recolectará información proveniente de las propiedades químicas y físicas del material para su buen rendimiento a la hora de darle el tratamiento de lixiviación esto mediante procesos de análisis físico químicos que se muestran en las siguientes tablas.

5.3 Desarrollo de actividades

5.3.1 Obtención e identificación de la muestra.

Para llevar a cabo el proyecto, se recibió el material de escoria, proveniente de Avalos de la ciudad de Chihuahua.

El material se recibió el día primero de junio del 2021, fue un total de 25.960kg, este en su mayoría se encontraba en rocas de tamaño que superaban las 5 pulgadas. El material se observa en color negro, todo en su tonalidad oscuro.

5.3.2 Preparación mecánica

Trituración primaria.

Para la preparación mecánica se inició con el quebrado a mano de las rocas que superaban el tamaño de alimentación de la quebradora de mandíbulas para posteriormente alimentar dicha quebradora reduciendo está el mineral a un tamaño promedio de 2 pulgadas.



Ilustración 10. quebrado de muestra

Trituración secundaria.

Después de salido el material de la trituradora de mandíbulas, se procede a alimentar la trituradora de cono la cual recibe el material menor a 2 pulgadas ajustando el tamaño de salida a menos malla 10.

El material que no pasa por la malla 10 se vuelve a introducir a la quebradora de cono hasta lograr el tamaño deseado.



Ilustración 11. alimentación de quebradora de cono

Homogeneización

Se realizó la homogeneización correspondiente de la muestra ya triturada mediante los métodos adecuados para posteriormente realizar cuarteos hasta tomar una muestra de cabeza para análisis

5.3.3 Análisis de cabeza

Para la obtención de las leyes que se contienen en el material, se tomó una cabeza de 525grs para la representación del total del material la cabeza solo se etiquetó y se envió a los laboratorios de la empresa para que se le realizara la fundición y así poder obtener los siguientes valores en las leyes:

Zn: 8.81%

Fe: 21.24

5.3.4 Análisis granulométrico para determinación del P80

El análisis granulométrico nos ayudara para observar el f80 de la muestra al igual que sus propiedades fisicas y su medición del tamaño de un grano, esto ayudara a los siguientes procesos en lo que resultara más fácil trabajar con el material.

Malla	Peso (g)	%peso	Acumulativo + % retenido	Acumulativo – % retenido
10				
12	7	0.7	0.7	99.3
16	91	9.1	9.8	90.2
20	199	19.9	29.7	70.3
30	149	14.9	44.6	55.4
50	199	19.9	64.5	35.5
60	35	3.5	68	32
100	91	9.1	77.1	22.9
200	103	10.3	87.4	12.6
-200	126	12.6	100	0
	1000gr	100%		

Tabla 2. Análisis granulométrico



Ilustración 12. mallas para análisis granulométrico

5.3.5 Peso determinación del peso específico del material

El peso específico es uno de los puntos que se pide sacar en el laboratorio metalúrgico para diferenciar entre la masa de la muestra y su volumen esto nos proporciona datos para la continuidad del trabajo y seguir observando las características físicas del material que nos servirá para las razones de medición a la hora de llevar a cabo el proyecto.



Ilustración 13 Peso específico

M.S	78g	86g
M.A	178g	186g
M.M	103g	111g
M.M.A	195g	204g
M.S	78g	86g
M.A	178g	186g
M.M	105g	112g
M.M.A	195g	203g
M.S	78g	86g
M.A	179g	187g
M.M	105g	111g
M.M.A	196g	203g
M.S (MEDIA)	78g	86g
M.A (MEDIA)	178.3g	186.3g
M.M(MEDIA)	104.3g	111g
M.M.A (MEDIA)	195.3g	203.3g
Peso especifico	Formula: $Pe = p / V$, $Pe = m.g / V$.	
=		

Tabla 3. Peso especifico

5.3.6 Elaboración de muestras de 1 kg para moliendas

Después de que el material ha pasado por la malla 10 se elaboran muestras de un kg para proseguir con la molienda.



Ilustración 14. muestras de 1 kg.

5.3.7 Molienda.

Para la molienda se utilizaron molinos de bolas de laboratorio con dimensiones de 0.6 ft de diámetro y una longitud de 0.72 ft.

Se realizaron los cálculos correspondientes para calcular la velocidad crítica, la velocidad de operación, así como también el gradiente de bolas y se llevó una relación líquido-sólido de 50/50.

Velocidad crítica: 98.91 rpm

Velocidad de operación: 6,988.44 rpm

X Plg	X / B	(X / B) ^{3.8}	%	Kg de Fe para cada tamaño	Peso Unitario Kg / Bola	Número de Bolas	Peso Unitario g / Bola	Kg / Bola por Tamaño
1.575	1.0000	0.0000	0.00	0.00	0.385	0	385	0.00
1.37	0.8698	0.5887	49.66	2.20	0.180	12	180	2.20
1.18	0.7492	0.3338	28.16	1.25	0.109	11	109	1.25
0.984	0.6248	0.1674	14.12	0.63	0.072	9	72	0.63
0.787	0.4997	0.0716	6.04	0.27	0.058	5	58	0.27
0.59	0.3746	0.0240	2.02	0.09	0.016	6	16	0.09
			1.1854	100.0	4.44	43		4.44

Tabla 4 Gradiente de bolas.

Para realizar la molienda se introdujeron por molino 1kg de escoria, 1 litro de agua, 4.44 kg de bolas de diferentes dimensiones y se pusieron en funcionamiento durante 10 minutos en la mesa de rodillos.

Terminando la molienda se extrajo el material del molino y se colocó sobre una malla para posteriormente dejarse secando al sol durante 1 día. Después de secada la muestra se seleccionaron muestras de 200g para las pruebas de botella.

Se realizó un análisis granulométrico del material después de dicha molienda el cual arrojó los siguientes resultados.

Se observó que en la primera molienda pasó un aproximado de 10% de material por la malla 200 por lo cual se llegó a la conclusión de que era necesario hacer una segunda molienda con la misma carga de material y agua, pero con el doble de carga de bolas y el suficiente tiempo extra para una óptima molienda



Ilustración 15 Molienda

ANALISIS GRANULOMETRICO DE PRIMER MOLIENDA				
			%RETENIDO	%PASA
MALLA	PESO (g)	%PESO	ACUM +	ACUM -
12	16	0.60240964	0.60240964	99.39759036
16	284	10.6927711	11.2951807	88.70481928
20	544	20.4819277	31.7771084	68.22289156
30	399	15.0225904	46.7996988	53.2003012
50	523	19.6912651	66.4909639	33.50903614
60	98	3.68975904	70.1807229	29.81927711
100	254	9.56325301	79.7439759	20.25602409
200	266	10.0150602	89.7590361	10.24096385
-200	272	10.2409639	100	0
	2656			

Tabla 5. análisis granulométrico 1er molienda

Como resultado de la segunda molienda podemos observar un aumento de material que paso por la malla 200, significando una correcta molienda como estaba esperado

ANALISIS GRANULOMETRICO SEGUNDA MOLIENDA				
			%RETENIDO	%PASA
MALLA	PESO	%PESO	ACUM +	ACUM -
16	5	1.5625	1.5625	98.4375
20	12	3.75	5.3125	94.6875
30	13	4.0625	9.375	90.625
50	47	14.6875	24.0625	75.9375
60	18	5.625	29.6875	70.3125
100	54	16.875	46.5625	53.4375
200	75	23.4375	70	30
-200	96	30	100	0
	320			

Tabla 6 Análisis granulométrico 2da molienda

5.3.8 preparación de solución lixiviante de H₂SO₄

Para preparar la solución se requirió utilizar el ácido sulfúrico con una concentración de 30% ácido diluido en H₂O, el cual al hacer contacto con el agua tendría una reacción repentina lo cual deberá hacerse con suma precaución.



Ilustración 16 Preparación de solución lixiviante

5.3.9 Ejecución de pruebas de botella para lixiviación

Teniendo la solución preparada y las muestras de 200 g se introducen a las botellas de vidrio color ámbar e inmediatamente se ponen a girar en la mesa de rodillos durante 24 horas teniendo en constante observación.



Ilustración 17. Botellas de prueba.

5.3.10 Recolección de muestra

Finalizado el proceso de rodamiento de botellas en la mesa de rodillos se retiran y se dejan en reposo durante aproximadamente 1 hora para después decantar la solución rica de estas, estas muestras se almacenan en pequeñas botellas enumeradas para sus análisis correspondientes, esto en el laboratorio de la empresa Coanzamex.

5.4 Análisis de la Situación Actual.

Se reconocen mediante las pruebas realizadas en el desarrollo del proyecto y comparando con las expectativas planteadas al inicio del proyecto, las deficiencias encontradas en el proceso al igual los factibles parámetros que ayudan a observar el proceso de una forma más óptima. Esto ayudara a reconocer en qué punto se trabajará para la mejora de los proceso empresariales disminuyendo cualquier tipos de consumo que sea innecesario.

Al igual que el material implementado se observa su maleabilidad, sus propiedades físico-químicas al trabajar con él y sus beneficios, así también las inconveniencias que se presenten a lo largo del proyecto y poder ver si se darán buenos resultados a partir de este, todo esto desde la identificación del material entregado.

Se empezará darle un proceso metalúrgico al material con los respectivos parámetros e indicaciones entregadas por la empresa, se valorará de una forma crítica si el material compuesto totalmente de escoria provenientes de la ciudad de chihuahua, México. Cuentan con las características que se puedan adaptar a la empresa para su proceso en una escala industrial adaptándose a cada uno de los procesos.

Se cuenta con equipo de laboratorio metalúrgico adecuado para el desarrollo del proyecto pese a complicaciones de logística y tiempos entre la empresa y la universidad que brinda sus instalaciones para el desarrollo del proyecto, mediante la organización y la buena comunicación se pone de una buena disposición las dos partes involucradas esto facilitando el trabajo y el desarrollo del mismo.

5.4.1 FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas).

- Fortalezas.
 1. Parámetros de producción establecidos por la empresa.
 2. Parámetros de calidad establecidos por la empresa.
 3. Misión, visión y alcances establecidos por la empresa.
 4. Instalaciones.
 5. Maquinaria.
 6. Personal.
 7. Razones de producción y requerimiento de reactivos ya establecidos por la empresa.

- Oportunidades.
 1. Implementar un nuevo material a la planta para producción.
 2. Investigación de diferentes materiales a implementar.
 3. Reserva de diferentes materiales a trabajar.
 4. Expansión empresarial.
 5. Extender tiempo útil de la planta de lixiviación.
 6. Recuperación de minerales de recursos inorgánicos.
 7. Sustentabilidad empresarial.

- Debilidades.
 1. Material con diferentes propiedades mecánicas físicas y químicas.
 2. Nuevas razones de producción.
 3. Implementar nuevos métodos de producción
 4. Investigaciones a largo plazo
 5. Tiempo a implementar en cada cambio de material.
 6. Implementar nuevos reactivos químicos dependiendo los minerales de interés a recuperar.

- Amenazas
 1. Negativa a la aceptación en la producción de la planta con nuevo material
 2. Diferentes propiedades químicas de material
 3. Seguridad de personal con majeo de nuevo tipo de material
 4. Baja rentabilidad en implantación de nuevo material
 5. Gastos elevados en la producción.
 6. Razones de producción elevadas.
 7. Capacidad de planta para generación y producción con elevadas porcentaje de tonelaje.

5.5 Diagnóstico

Se realiza un diagnóstico pertinente en cada uno de los procesos realizados desde observar de una forma analítica hasta el cambio de parámetros para el beneficio de la producción.

Cada uno de los diagnósticos se presentan a la empresa esto para en lo desarrollo de una alternativa para solucionar algún problema en el proceso, cada diagnóstico se justifica y basado en un fundamento.

Se observa que el material tiene características de material gruesa, contiene varios minerales de interés, pero es muy diferente al con el que se trabaja actualmente en la empresa.

Se obtienen cabezas de la muestra para llevar acabo su fundición y esto nos muestra las cantidades específicas de mineral que contiene por cada porcentaje se homogenizo el material para contener los mismos porcentajes en cada punto de la muestra.

5.4. Alternativas de Solución.

Una de las soluciones a la problemática más identificable dentro del proyecto que fue los tiempos fue el consumo de la solución para lixiviar en botellas se tomaron en cuenta varios parámetros y razones expuestas por la empresa y una de la solución más viable que se encontró fue ampliar la razón que había entre el material y la solución esto de una forma más explicada es que el material en grandes cantidades se comportaba de una forma más sólida y esto actuaba como adición entre sí mismo dejando atrás el alto consumo de solución pero una de las consecuencias de esta solución es que se tendría de una forma hipotética expandir más las razones de trabajo ya que serían más cantidades a trabajar en cada uno de los procesos de la empresa.

Esto como una solución expuesta a la empresa esta solamente fundamenta en el trabajo realizado en el laboratorio metalúrgico de la Universidad tecnológica de Parral.

Se deben de tener varios puntos expuestos y de una forma fundamentada esto para que sea una solución viable a la empresa dando a conocer cada uno de los factores involucrados en la problemática que se le quiere dar solución, guiándonos de una forma analítica y con una metodología que nos lleve a la eficiencia de la solución expuesta.

5.5. Cronograma.

Se planea darle seguimiento al proyecto en los tiempos que se determinan en las siguientes tablas esto ayuda al buen funcionamiento del proyecto y tener un orden desde el principio de la investigación hasta el término de este.

Se observan de una manera analítica cuanto tiempo se requiere para cada actividad y se planea cumplir en el tiempo establecido al inicio esto para saber el tiempo que se lleva cada proceso y tenerlo de registrado.

✘ = Tiempo real

✘ = Tiempo planeado

Actividades a realizar "LIXIVIACION DE ZN DE UNA ESCORIA DE AVALOS CHIHUAHUA MEDIANTE H2SO4 (ACIDO SULFURICO)																	
N o	Actividades		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Diagnóstico de la situación actual	P	✘	✘													
		R	✘	✘	✘	✘	✘										
2	Aplicación de mejoras	P			✘	✘	✘	✘									
		R					✘	✘	✘	✘	✘						
3	Evaluación de resultados	P							✘	✘							
		R									✘	✘	✘	✘	✘		
4	Ajustes posteriores	P									✘						
		R												✘	✘	✘	
5	Presentación a la dirección de resultados	P										✘					
		R														✘	✘

Tabla 7. Cronograma.

LIXIVIACION DE Zn ESCORIA CHIHUAHUA MEDIANTE H2SO4 8 (ácido sulfúrico)

N o	Actividades		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			1	Obtención e identificación de la muestra	P	X	X	X								
		R				X										
2	Clasificación del tipo de material	P				X										
		R				X										
3	Preparación de la muestra para pruebas	P					X									
		R					X	X	X	X	X					
4	Filtrado de y obtención de colas de pruebas	P						X								
		R										X				
5	Análisis granulométrico de pruebas	P							X							
		R											X			
6	Análisis de colas y por Fe, Zn y Cu	P								X						
		R												X		
7	Colección de pruebas de botellas para pruebas de precipitación con decantación	P									X					
		R													X	
8	Calculo de disolución de valores de Fe, Zn, y Cu	P										X				
		R														X
9	Calculo de recuperación final	P											X			
		R														X
10	Calculo de consumo de H2SO4	P												X		
		R														X
11	Reporte final	P													X	
		R														X

Tabla 8. Cronograma de actividades.

VI. Análisis de resultados.

6.1 Resultados Obtenidos.

En relación con los procesos elaborados a lo largo del proyecto se analizaron cada una de las muestras que surgieron y se tomó en cuenta cada parámetro establecido por la empresa de esta manera se dieron a conocer cada uno de los resultados del proyecto.

Después de analizadas las muestras, se observa en la siguiente tabla los parámetros utilizados, así como también los resultados de las cabezas y colas ensayadas.

En la siguiente tabla se observan los datos de cada muestra realizada como los son, la relación de 3 a 1 utilizada para las pruebas de botella, el tiempo de molienda, el porcentaje de 10% de material menor a 75 micrones (malla -200), el porcentaje y los gramos por metro cubico de ácido sulfúrico utilizado, el pH de 0.50 y el tiempo de operación de las botellas esto nos arroja los resultados de las pruebas realizadas.

Prueba		Parametros de prueba							Cabeza Ensayada					Cola Ensayada					
		Relación m ³ /ton	Molienda Min	Tamaño µm -75	H2SO4 %	H2SO4 gr/m3	pH	Tiempo Hr	Au	Ag	Cu	Zn	Fe	Au	Ag	Cu	Zn	Fe	
#1	Lixiviacion con H2SO4 al 30 % a Escoria Gruesa	3.00	10.00	10%	30.00	1.83	0.50	24.00				8.81	21.24				6.87	2.84	
#2	Lixiviacion con H2SO4 al 30 % a Escoria Gruesa	3.00	10.00	10%	30.00	1.83	0.50	24.00				8.81	21.24				6.71	2.94	
#3	Lixiviacion con H2SO4 al 30 % a Escoria Gruesa	3.00	10.00	10%	30.00	1.83	0.50	24.00				8.81	21.24				6.66	2.94	
Prueba		Ley Lixivada				Lixiviacion base solucion				Lixiviacion base solido				Kg/ton					
		Au	Ag	Cu	Zn	Fe	Au	Ag	Cu	Zn	Fe	Au	Ag		Cu	Zn	Fe		
#1	Lixiviacion con H2SO4 al 30 % a Escoria Gruesa				2.03	18.40											22.02	86.63	329.4000
#2	Lixiviacion con H2SO4 al 30 % a Escoria Gruesa				2.10	18.30													
#3	Lixiviacion con H2SO4 al 30 % a Escoria Gruesa				2.15	18.30											#####	#####	

Tabla 9. resultados de análisis.

VII. Conclusiones.

Mediante los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a lo largo del proyecto se llegó a la conclusión que se tuvo un buen rendimiento a lo largo de la estadía con algunas excepciones como lo son los tiempos.

En cada uno de los procesos se observó de una forma analítica el funcionamiento de la planta a gran escala, con esto mismo se proporcionó una valiosa información al conocimiento otorgado a lo largo de nuestra preparación universitaria.

El conocimiento aprendido a lo largo de la estadía fue un avance para a la empresa en la investigación planteada al inicio del periodo de estadía al igual que nosotros nos vimos beneficiados al encontrar un espacio donde pudimos ejercer nuestro conocimiento a lo largo de nuestro periodo escolar de técnicos en beneficio minero.

La empresa Coanzamex siendo una empresa sustentable otorgando un proyecto a estudiantes la universidad tecnológica de parral. Pudo lograr un avance más, siendo una empresa con óptimas condiciones para realizar proyectos de investigación para estudiantes en busca de ampliar su conocimiento.

Referencia bibliográfica.

Hierro Crudo. (2006, 6 febrero). metinvest. <https://metinvestholding.com/es/products/semi-finished-products-chemical-and-by-products/iron-ore-concentrate>.

Lixiviación. (2014, 8 agosto). Ministerio de minería. <https://www.minmineria.cl/glosario-minero-l/lixiviacion/>.

En que consiste el proceso de lixiviación. (2013, 3 diciembre). Evalac. <http://www.evalc.cl/en-que-consiste-el-proceso-de-lixiviacion/>.

Homogenización. (2012, 23 mayo). Minero Ambiental.

<http://mineroambiental.blogspot.com/2012/05/homogenizacion.html>.

Preparación de muestra minerales. (2010, 29, Junio). Agqmining.

<http://www.agqmining.com/preparacion-muestras-mineria>.

Partes por millón. (2016, 14 diciembre). SyP. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/partes-por-millon/>.

Solución química. (2021, 15 julio). Concepto. <https://concepto.de/solucion-quimica/>

Solución química. (2019, 7 agosto). Significados. <https://www.significados.com/solucion-quimica/>

Reactivos y consumibles – Merck. (2015, 20 mayo). Artilab. <https://artilab.com.co/reactivos-para-laboratorio/>.

Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. (1998, 5 julio). *Departamento de salud y servicios para mayores de new jersey.*

<https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1693sp.pdf>.

Beneficio y transformación de minerales. (2020, 2 septiembre). Servicio geológico mexicano.

https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Beneficio-y-transformacion--minerales.html.

Fimbres, O. (2018, 13 mayo). *Proceso de aglomeración de minerales.* LinkedIn.

<https://www.linkedin.com/pulse/proceso-de-aglomeraci%C3%B3n-minerales-omar-fimbres/>

Proceso de aglomeración. (2012, 25 junio). yomineria.

<https://yomineria.jimdofree.com/metalurgia-extractiva/hidrometalurgia/aglomeracion/>

Crushing and Grinding Calculations". (1961, 5 junio). Metcom training.

<https://www.metcomtech.com/espanol/grindingbulletin-sp5.php>.

Oro. (2020, 20 diciembre). Minería en línea.

https://mineriaenlinea.com/rocas_y_minerales/oro/

Fundición. (2014, 20 marzo). Ministerio de minería. <https://www.minmineria.cl/glosario-minero->

Secado de muestras. (2012, 13 mayo). SGS. <https://www.sgs.mx/es-es/mining/analytical-services/geochemistry/sample-preparation/sample-drying>.

Lixiviación con cianuro. (2014, 2 junio). SGS. <https://www.sgs.mx/es-es/mining/metallurgy-and-process-design/cyanidation-technologies/cyanide-leaching>.

Bustillo Revuelta, M. (2018). *MINERALES INDUSTRIALES* (Vol. 514). Fueyo.

García De La Cal, Á. (2014). *MANUAL DE CRIBADO Y CLASIFICACION*. Fueyo.

Vázquez Guzmán, F. (2013). *MANUAL DE YACIMIENTOS MINERALES* (Vol. 600).
universidad politécnica de Madrid.

P.M.S.A. (2013). *manual de merinera y metalurgia* (Vol. 400). Portal Minero Ediciones.

Apéndice.

NOM-043- SEMARNAT1993 Emisión de partículas de fuentes fijas.

NOM-001- SEMARNAT -1996 Descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-002- SEMARNAT -1996 Descargas de aguas residuales al alcantarillado.

NOM-003- SEMARNAT -1997 Aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

NOM-018-STPS-2015 peligros y riesgos por **sustancias** químicas **peligrosas** en los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.

NOM-004-STPS-1999 Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria.

NOM-006-STPS-2014 Manejo y almacenamiento de materiales.

NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal.

NOM-019-STPS-2011 Comisiones de seguridad e higiene.

NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad.

NOM-028-STPS-2012 Seguridad en procesos y equipos con sustancias
químicas.

NOM-030-STPS-2009 Servicios preventivos de seguridad y salud.

Anexo I.

Dentro de las actividades adicionales se llevó a cabo y a la par el proyecto de “Recuperación de Au y Ag de jal de chihuahua mediante NaCN (cianuro de sodio)”.

Descripción del material.

Para llevar a cabo el proyecto, se recibió el material de jal, proveniente de los jales de la ciudad de Chihuahua.

El material se recibió el día primero de junio del 2021, fue un total de 54.350kg, al ser el material jal, este en su mayoría se encontraba en un tamaño muy pequeño, por lo cual al realizar la homogeneización se tuvo una pérdida de material.

El material se observa en un color café claro.

Este material, proviene de los apilamientos de lo que es el residuo de las moliendas de rocas cuando ya se extrajo el mineral de interés de ellas, pero en este caso y en el proyecto en particular se realizara la investigación para sacar los valores de algunos minerales de interés que aún se contienen, para así extraerlos.

Leyes de los minerales.

Leyes que se contienen en el material, se tomó una cabeza de 445grs para la representación del total del material, esta se sacó ya al tener una homogenización por cono y cuarteo.

Como el material ya se encontraba la gran mayoría pulverizado, la cabeza solo se etiqueto y se envió a los laboratorios de la empresa para que se le realizara la fundición y así se obtuvieron los siguientes valores en las leyes: Oro (0.30g/ton), Plata (29.65g/ton) y Cobre (772g/ton).



Ilustración 18. cono y cuarteo

	Au	Ag	Cu
CABEZA ENSAYADA (g/ton)	0.30	29.65	772
LEY EXTRAIDA (g/ton)	0.26	8.19	420.27
COLA ENSAYADA (g/ton)	0.1	12.0	352
CABEZA CALCULADA (g/ton)	0.36	20.19	772.27
PORCENTAJE DE EXTRACCION (%)	72.3	40.6	54.4

Tabla 10. Resultados de fundición de cabeza.

Recolección de Datos.

Se observa el equipo con el que se trabajara y el equipo de seguridad debido para realizar las actividades que se llevan a cabo a lo largo de la estadía esto para entregar de manera más eficiente los resultados esperados.

Materiales, maquinaria e instalaciones requeridos	
Espacio para almacenamiento de material.	
Equipo para homogenización y muestreo de material.	
Equipo para análisis físico. (peso, análisis granulométrico)	
Equipo para análisis químico.	
Columnas estáticas para lixiviación.	
Maquinaria para aglomeración.	
Reactivos químicos para los diferentes procesos químicos.	
Equipo de protección personal	
Equipo de fundición para análisis de cabeza	

Tabla 11. Inventario para desarrollo de proyecto.

Análisis granulométrico



Ilustración 19. Análisis granulométrico.

Malla	Peso	%peso	Acumulativo + % retenido	Acumulativo - % retenido
10				
12				
16				
20				
30				
50	50 g	5%	5%	95%
60	50g	5%	10%	90%
100	50g	5%	15%	85%
200	50g	5%	20%	80%
-200	800g	80%	100%	0%
	1000g	100%		

Tabla 12. Análisis granulométrico.

Peso específico.

Esta prueba es necesaria para conocer el peso específico del material con el que se está trabajando.

El peso específico se puede definir como una propiedad inherente, o relación existente de cada muestra mineral que relaciona la masa del mismo con el volumen real que ocupa.

Para obtenerlo en este proyecto se realizaron 3 pruebas, las cuales fueron en matraces aforados.



Ilustración 20. Determinación de peso específico.

M.S	86g	78g
M.A	186g	178g
M.M	102g	111g
M.M.A	200g	192g
M.S	87g	79g
M.A	189g	182g
M.M	104g	109g
M.M.A	199g	193g
M.S	87g	79g
M.A	184g	176g
M.M	100g	107g
M.M.A	197g	192g
M.S (MEDIA)	86.6g	78.6g
M.A (MEDIA)	186.3g	178.6g
M.M(MEDIA)	102g	109g
M.M.A (MEDIA)	198.6g	192.3g
Peso especifico	Formula: $Pe = p / V$, $Pe = m.g / V$.	
=		

Tabla 13. Determinacion de peso especifico.

Aglomeración.

Para llevar a cabo la aglomeración del material, para poder convertir el jal en los pellets que se agregaron a la columna, se realizó como se muestra en los siguientes puntos las determinaciones de cemento y de solución que se añadieron al mineral.

Determinación de relación de cemento.

La relación de cemento se realiza para así conocer las cantidades que son necesarias agregar de cemento al momento de realizar la aglomeración de jal, y este pueda terminar en pellets, ya estando el material concentrado se podrá depositar en las columnas para su lixiviación.

$$\text{Material(ton)} = \text{Cemento(ton)}$$

$$1000\text{kg} = 75\text{kg}$$

$$48.470\text{kg} = 3.64\text{kg}$$

Determinación de relación de solución

Para llevar a cabo la aglomeración del material, se preparó en este caso con una proporción de 10000ppm de CN, pero como se realiza con una solución, la cual ya cuenta con 700ppm, lo que se hace es que, a la ppm necesarias solo le quitaríamos con las que esta solución ya cuenta.



Ilustración 21. Preparación de solución para aglomeración.

SOLUCION BARREN: 700ppm CN

10000ppm CN

$$\frac{(ppm \text{ necesarias} - 700ppm)}{1000} (20\text{lbs}) = \text{grs NACN}$$

$$\frac{10000ppm - 700ppm}{1000} (20\text{lbs})$$

$$\frac{9300ppm}{1000} (20\text{lbs}) = 186\text{grs NACN}$$

Para la aglomeración del material que se tiene, solo fueron necesario 11.986
lbs.

Características de la columna.

La columna que se encuentra en las instalaciones del laboratorio de la universidad cuenta con sus propias características se adaptó para el funcionamiento del proyecto llevando un análisis en el cual se observó las características y las necesidades del proyecto.

En la siguiente tabla se muestran las características de la columna en la que se trabajó a lo largo de la estadía al igual que las características químicas y físicas del mineral que contiene la columna.



Ilustración 22. Columna utilizada.

JAL CHIHUAHUA.	
Altura	2.04m
Borde	2cm
Grava	9cm
Columna	1.93m
Tasa	10L/hrm ²
Riego	3000ppm NaCN
Humedad	3%
Peso	44.920kg
Arranque	5/julio/2021
Primera colecta	9/julio/2021

Tabla 14. Características de columna.

Determinación de tasa de riesgo

Mediante la fórmula que se presenta a continuación, se lograron determinar los litros de solución que se vertieran a la columna por cada 24 horas esto tomando en cuenta el área de la columna y los ml por minuto que estará regando el caudal.

Esto nos ayudara a tener un control y un buen monitoreo del riego de la columna reconociendo cual quiere falla o imprevisto que surja durante el periodo de riego.

Área de columna:	$\frac{\pi(D^2)}{4}$
	$= \frac{\pi(15.24)^2}{4} = 182.41\text{cm}^2 = 0.0182\text{m}^2$
Caudal	$\frac{(\frac{10L}{hr\ m^2})(0.0182\ m^2)(1000)}{60}$
Caudal	3.03 ml/min
Volumen	$\frac{3.03\text{ml}/\text{min}(1440)}{1000}$
Volumen	4.36 L/ día

Tabla 15. Determinación de tasa de riego

