

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS**



**DETERMINACIÓN DE CARBÓN EN MUESTRAS
MINERALES PARA MONITOREAR SU EFECTO EN
LA FLOTACIÓN SELECTIVA DE COBRE Y PLOMO**

POR

JOSÉ ALFREDO PÉREZ GARCÍA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DETERMINACIÓN DE CARBÓN EN MUESTRAS MINERALES PARA MONITOREAR SU
EFECTO EN LA FLOTACIÓN SELECTIVA DE COBRE Y PLOMO

POR:
JOSÉ ALFREDO PÉREZ GARCÍA

TESIS QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



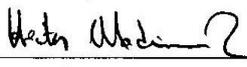
ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR:



DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

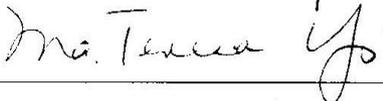


DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RIÓS

ASESOR:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO



DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA


Coordinadora de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO

DICIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DETERMINACIÓN DE CARBÓN EN MUESTRAS MINERALES PARA MONITOREAR SU
EFECTO EN LA FLOTACIÓN SELECTIVA DE COBRE Y PLOMO

POR:
JOSÉ ALFREDO PÉREZ GARCÍA

TESIS QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



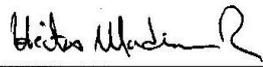
ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL:



DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL:

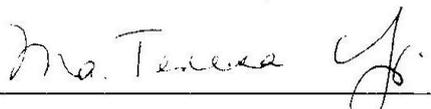


DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RIÓS

VOCAL SUPLENTE:



M.C. NORMA LETICIA ORTIZ GUERRERO

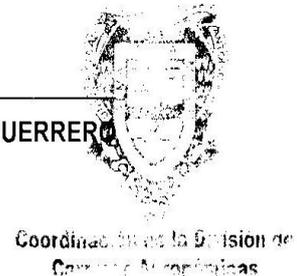


DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA

COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO

DICIEMBRE 2014



1 AGRADECIMIENTOS

Dios

Quiero expresar mi más sincera gratitud a ti señor por haberme dado la sabiduría el entendimiento y la fortaleza para poder llegar al final de mi carrera profesional, ingeniero en procesos ambientales. Por no haber dejado que me rindiera en ningún momento e iluminarme en todo momento para salir adelante. Dios, no tengo palabra para expresar mi gratitud únicamente quiero decir gracias.

Mis padres

Un agradecimiento muy especial a mis padres: Reyna García Hernández y Zeferino Pérez Pérez , que siempre me han apoyado, guiado y cuidado con mucho cariño y amor, por haberme dado la vida y la oportunidad de realizar mis sueños, terminar una carrera profesional, Además de entregarme los valores que han sido mi base para afrontar la vida con dignidad y firmeza a lo cual hoy les quiero decir gracias papa, gracias mamá.

Mis Hermanos:

Un agradecimiento a las personas que estimo mucho a mis hermanos y hermanas quienes me apoyaron con palabras de aliento por sus consejos que en todo momento prevalecieron, le doy gracias a cada uno de ustedes por brindarme su confianza

Asesor de tesis

Agradecimiento A mi asesor de tesis ing. Joel limones Avitia. Por la orientación y ayuda que me brindo para la realización de mi tesis así mismo como también por su amistad y apoyo.

Colaboradores de tesis:

Agradezco a mis colaboradores de tesis, por haberse interesado en mi trabajo y apoyándome en revisiones de texto, por las sugerencias recibidas, el seguimiento y la supervisión continúa del mismo, pero sobre todo el apoyo y la motivación que me han brindado.

Doctor: Alfredo Ogaz.

Doctor: Héctor Madinaveitia Ríos.

M.C: Norma Leticia Ortiz guerrero

2 DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a unas adorables personas que por sus esfuerzos hoy tengo la dicha de obtener un título profesional, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, por brindarme su apoyo incondicionalmente. Y así yo pudiera lograr mis sueños, La dedico con todo mi cariño y amor a ustedes.

Mamá y papá

Te dedico esta tesis a ti por tu comprensión y paciencia que preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío, Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor persona para mí mismo y para ti , ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por apoyarme incondicionalmente para ti mi hermosa esposa:

María de Lourdes.

A ti por darle una razón más a mi vida y una razón más por el cual luchar superarme cada día más y Salir adelante mí querida princesita (bebe)

Aida Giselle

3 INDICE

	PAGINA
1 AGRADECIMIENTOS.....	ii
2 DEDICATORIA.....	iii
3 INDICE.....	IV
4 ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
5 ÍNDICE DE FIGURA.....	ix
6 RESUMEN.....	x
7 INTRODUCCIÓN.....	1
8 OBJETIVOS.....	2
8.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
8.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	2
9 REVISION DE LITERATURA.....	3
9.1MINERÍA EN MÉXICO.....	3
10 MÉXICO EN EL MUNDO.....	5
10.1 SECTOR MINERO-METALÚRGICO EN MÉXICO	5
10.2 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN.....	5
10.3 PELIGRO DE LAS MINAS A CIELO ABIERTO.....	6
10.4 EXTRACCIÓN MINERÍA SUBTERRÁNEA	7
10.4.1EXPLORACIÓN:	7
10.4.2DESARROLLO:.....	7
10.4.3PREPARACIÓN:	8
10.4.4EXPLOTACIÓN Y EXTRACCIÓN:.....	8
10.4.5TRANSPORTE Y/O MANIPULACIÓN DE MINERALES.....	8
10.5 EL FENÓMENO DE ESTALLIDO DE ROCAS EN EL RAMO DE IMPORTANCIA DEL MONITOREO SÍSMICO EN MINAS SUBTERRÁNEAS.	8

10.5.1 EL FENÓMENO DE ESTALLIDO DE ROCAS.....	9
11 IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN:.....	9
11.1 ALTERACIÓN DE FLUJO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS:	10
11.1.1 DETERIORO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS:.....	10
11.1.2 EFECTOS SOBRE EL YACIMIENTO Y LAS ROCAS ADYACENTES, EXPLOTACIÓN DE RECURSOS:	10
11.2 EFECTOS AMBIENTALES BAJO TIERRA	10
12 TRATAMIENTO IN SITU	11
12.1 VARIABLES DE LA LIXIVIACIÓN IN SITU	12
12.1.1 GEOLOGÍA:.....	12
12.1.2 MINERALOGÍA:.....	12
12.1.3 HIDROGEOLOGÍA.	12
12.1.4 FRAGMENTACIÓN.	12
12.1.5 PERCOLACIÓN.	12
13 FLOTACIÓN:	13
13.1 EL SISTEMA DE TRES FASES Y SU IMPORTANCIA EN FLOTACIÓN.	13
13.1.1 FASE SOLIDO (PARTÍCULAS MINERALES).....	14
13.1.3 FASE LIQUIDO.....	16
13.1.4 FASE DE AIRE.....	16
14 TEORÍA DE LA FLOTACIÓN:	16
15 LA HUMECTABILIDAD Y ÁNGULO DE CONTACTO EN EL PROCESAMIENTO DE MINERALES.....	18
16 LA FLOTACIÓN DE MINERALES DE COBRE-CINC	18
16.1 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y MINERALÓGICAS DE MINERALES DE INTERÉS PARA FLOTACIÓN COBRE-ZINC.....	18
16.2 PROPIEDADES DE FLOTACIÓN DE LOS MINERALES COBRE ZINC.....	19
17 MECANISMO DE FLOTACIÓN:	20
18 BALANCE METALÚRGICO PARA UN SISTEMA ABIERTO.	22
18.2 FIGURA NO.1 COMPORTAMIENTO DE DEL EFECTO DEL CARBÓN EN LA FLOTACIÓN DE COBRE Y PLOMO.....	23
19 RECUPERACIÓN DE PLOMO Y COBRE	24
20 MATERIALES Y MÉTODOS	25

20.1 MÉTODO 1.....	26
21 DETERMINACIÓN DE CARBONO (CARBÓN TOTAL) PARAMUESTRAS METALÚRGICAS, EN EQUIPO DETERMINADOR AUTOMÁTICO LECO DE AZUFRE Y CARBÓN.....	26
21.1 INTERFERENCIAS.....	26
21.2 RESPONSABILIDAD.....	26
21.3 PROCEDIMIENTO.....	27
21.3.1 SEGURIDAD Y DISPOSICION FINAL DE LAS MUESTRAS.....	27
21.4 EQUIPO.....	28
21.5 VERIFICACION.....	28
21.6 INSTRUMENTOS.....	28
21.7 MATERIALES.....	28
21.8 REACTIVOS.....	28
21.9 INSTRUCCIONES.....	29
21.9.1 PARA MUESTRAS REFRACTARIAS Y/O METÁLICAS.....	29
21.10 CONTROL DE CALIDAD APLICABLE.....	29
21.11 CÁLCULOS.....	29
22 MÉTODO 2.....	30
23 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBÓN INSOLUBLE EN ÁCIDO. (CARBÓN ORGÁNICO).....	30
23.1 FUNDAMENTO.....	30
23.2 INTERFERENCIAS.....	30
23.3 EQUIPO.....	31
23.4 MATERIALES.....	31
23.5 REACTIVOS.....	31
23.6 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES.....	31
23.7 INSTRUCCIONES.....	32
24 RESULTADOS.....	34
24.1 PARA EL METODO 1 EN LA CUAL DETERMINE CARBONO TOTAL OBTUVE LOS SIGUIENTES RESULTADOS:.....	34
25 PARA EL METODO 2 LA CUAL DETERMINE CARBON ORGANICO OBTUVE LOS SIGUIENTES RESULTADOS:.....	39

25.1.2 PARA CONOCER LA CANTIDAD DE CARBÓN TOTAL QUE TRAE LAS MUESTRAS MINERALES REALICE LAS MEDIDAS DE TENDENCIAS CENTRAL MEDIA, MEDIANA Y MODA.....	42
26 DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	43
27 CONCLUSIONES:.....	45
28 LITERATURA CITADA.....	46

4 ÍNDICE DE TABLAS

	PAGINA
13.1.2 TABLA NO.1 CLASIFICACION DE MINERALES.....	15
18.1 TABLA NO. 2 BALANCE METALÚRGICO PARA UN SISTEMA ABIERTO.....	22
19.1 TABLA NO.3 RECUPERACION DE PLOMO Y COBRE.....	24
24.1.1 TABLA NO. 4 CARBONO TOTAL ANÁLISIS M-METALÚRGICAS.....	34
24.1.1.1 TABLA NO.5 SEGUIMIENTO DE LA TABLA NO.4 CARBÓN TOTAL ANÁLISIS M-METALÚRGICAS.....	35
24.1.1.2 TABLA NO.6 SEGUIMIENTO DE LA TABLA NO.5 CARBÓN TOTAL ANÁLISIS M-METALÚRGICAS.....	36
24.1.1.3 TABLA NO 7 SEGUIMIENTO DE LA TABLA NO.6.....	37
24.2 TABLA. NO 8 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE LA MUESTRA METALÚRGICA, MEDIA, MEDIANA Y MODA.....	38
25.1 TABLA NO.9 CARBÓN ORGÁNICO ANÁLISIS M- METALÚRGICAS.....	39
25.1.1 TABLA NO.10 SEGUIMIENTO DE LA TABLA NO.9.....	40
4.1.1.1 TABLA NO 11 SEGUIMIENTO DE LA TABLA 10.....	41
25.2 TABLA NO.12 CARBÓN ORGÁNICO MEDIDAS DE TENDENCIAS CENTRAL MEDIA MEDIANA Y MODA ANÁLISIS M- METALÚRGICAS.....	42
..	

5 ÍNDICE DE FIGURA

	PAGINA
16.2 FIGURA NO.1 COMPORTAMIENTO DE DEL EFECTO DEL CARBÓN EN LA FLOTACIÓN DE COBRE Y PLOMO.....	23

6 RESUMEN

El objetivo de este proyecto fue determinar la cantidad de carbono contenidas en las muestras de minerales que se sacaron después de la flotación de estos minerales. Para ello se usó el equipo de combustión equipo Determinador Automático de Carbón y Azufre (ECDACA) marca LECO (1936). En este proyecto se realizó el análisis de 19 muestras de minerales todas por duplicado. Respecto al análisis de carbón total en las 19 muestras se determinó la media (fue de 4.65), mediana (fue de 4.78) y la moda (fue de 4.40); estos resultados se compararon con una tabla que presenta datos sobre el carbón y que establece los valores perjudiciales para la flotación de minerales. Los valores obtenidos fueron altos lo cual indicó la ineficiencia del proceso de flotación de minerales, respecto al carbón orgánico o carbón insoluble. También se procedió a someter 19 muestras tratadas con ácido clorhídrico y todas por duplicado. Se obtuvieron los siguientes resultados, la media (fue de 0.57), mediana (fue de 0.49) y la moda (fue de 0.99) comparándolos con la misma tabla, los valores obtenidos fueron bajos, con lo cual indicó que la flotación se hizo más eficiente con lo cual la probabilidad de recuperación de minerales es más elevado. Los valores mínimos obtenidos indicaron que en el proceso se elimina el carbono orgánico no al 100% pero si se logra rescatar los valores de minerales deseados.

Palabras Clave: percolación, flotación, cobre, plomo, zinc, carbono total, carbono orgánico, muestras metálicas, balance metalúrgico

7 INTRODUCCIÓN

La flotación se define como un proceso físico-químico de tensión superficial que separa los minerales sulfurados del metal de otros minerales.(Codelco.Educa., 2012)

En el procesamiento de minerales, la flotación es una técnica utilizada para la concentración y / o purificación de valor mineral, que se rige mediante diferentes propiedades del sistema sólido, líquido y gaseoso, los cambios en estas propiedades son debido a las adiciones de diversos reactivos al sistema. La fase sólida está representada por las materias a separar, la fase líquida es el agua y la fase gas es el aire (Activa.Quimica., 2008),

A pesar del progreso espectacular en los últimos 90 años, la ciencia en la comprensión del proceso de flotación es aún impredecible. Se cree que un proceso de flotación es principalmente el resultado de la tendencia de ciertas especies de superficie activa para concentrarse en el gas-líquido la superficie de contacto y la tendencia de algunas otras especies (Somasaundaran, 1975).

Cabe señalar que la flotación no se refiere a la alteración de la naturaleza química de la fase sólida (partículas minerales), sino de alterar o modificar las superficies (Sutherland, 1955) Existen datos limitados sobre la contribución de los modificadores al colector de minerales. La excepción está a sólo unos modificadores tales como modificadores del pH, cianuros y sulfato de sodio (Bulatovic, 2007).

Para la determinación del carbón orgánico, se basa en la descomposición con ácido clorhídrico de los carbonato que contiene la muestra en CO₂ la cual se libera con el ácido clorhídrico y se elimina lavando con agua des ionizada, el residuos se seca y finalmente se somete al análisis, así mismo en la determinación del carbón total este es sometido directamente al equipo de combustión para su análisis. Estos análisis de carbón orgánico y carbón total son llevados a cabo con el equipo de combustión Determinador Automático de Carbón y Azufre (ECDACA) marca LECO.

8 OBJETIVOS

8.1 Objetivo general

Determinar el carbón total y carbón orgánico como parte de la investigación del procesamiento de minerales con carga carbonosa.

8.2 Objetivo específico

Determinación de carbón total y carbón orgánico en equipo de combustión Automático de Carbón y Azufre LECO para monitorear su efecto, en la flotación selectiva de plomo y cobre

9 REVISION DE LITERATURA

9.1 Minería en México

Los depósitos de mineral de Fresnillo han producido plata por más de 450 años, La mineralización en Fresnillo se produce en las venas epitermales alojados por un Jurásico Medio a la secuencia sedimentaria de un volcán Cretácico (Heizler *et al.*, 2010).

La actividad minera ha sido un factor fundamental de desarrollo en los 200 años de vida independiente de México, de tal suerte que el país se forjó, en muchos aspectos, como resultado de la minería. el rostro de su geografía humana, con sus ciudades y centros poblacionales, así como las rutas de enlace que las vinculan, se explica en gran parte por el producto de la concentración de sus recursos minerales y el afán de su aprovechamiento por parte de quienes han habitado su territorio. sin embargo, al margen de los ciclos tan abruptos que definen a una industria extractiva, lo cierto es que el sector, a lo largo de las entidades federativas, tiene una alta composición de valor y ejerce una influencia significativa de impulso y arrastre sobre el resto del andamiaje productivo en la entidad(Francisco y Edgar, 2011)

La dotación de recursos naturales, así como las condiciones físicas y la existencia de infraestructura que facilite las operaciones productivas, siguen siendo factores que explican diferentes orientaciones económicas por región. Economías de localización. Resultan de verificar el peso relativo de las actividades económicas en una región con respecto a un contexto económico mayor o de cobertura. Ello es resultado de una mayor dotación (relativa) de factores de producción o recursos naturales, mayor especialización en mano de obra o habilidades más marcadas en el ejercicio de ciertas actividades económicas. estas características hacen proclives a las regiones a una más evidente dinámica de innovación y, por extensión, de crecimiento. Economías de escala. Esto refiere a la existencia de factores propios de cada firma, asociados al tipo de proceso de producción y a sus características operativas así como la intensidad de empleo de mano de obra y capital físico.

Economías de urbanización. Se reflejan en el tamaño de las ciudades y son producto de la concentración de las actividades económicas, y generan infraestructura que deriva en la ampliación de las escalas de producción y/o en su masificación. En procesos altamente concentrados se traducen en desventajas que van en detrimento de la calidad de vida y en la facilidad con la que se operan las labores productivas y de comercialización. Vinculación inter-industrial. Se refleja en la comercialización de insumos dando lugar a la configuración de un tejido industrial cuyo factor de cohesión son las ventajas de localización que derivan de ubicaciones próximas a los recursos o a los mercados, o a ambas (Edgar y Francisco, 2014).

En México, la relación entre minería y espacio geográfico es secular, ya que la existencia de un subsuelo rico en minerales metálicos y no metálicos propició su extracción desde la época prehispánica y la expansión de la actividad minera por casi todo el territorio. La antigüedad de más de cuatro siglos en la explotación de estos recursos, metales preciosos principalmente, ha conferido a la minería el carácter de una actividad de gran tradición, base de la evolución económica nacional, desde la colonia hasta finales del siglo XIX. Sin embargo, el desenvolvimiento de la actividad minera no ha respondido a las necesidades endógenas de desarrollo del territorio nacional, sino a intereses externos, lo cual ha tenido un gran peso en la formación territorial. La minería es una actividad económica que se distingue por depender de la extracción de recursos no renovables y finitos, y porque su localización está sujeta a la presencia de yacimientos minerales, cuya ubicación, tipo y riqueza dependen, a su vez, de los rasgos geológico-tectónicos que definen cada provincia metalogénica, determinando a su vez los ritmos de explotación y los métodos de extracción. Desde sus orígenes, la actividad ha estado subordinada a los intereses y modelos de desarrollo implantados por potencias más poderosas, y orientada, por tanto, a satisfacer su demanda, lo que explica que los espacios mineros mexicanos se hayan enfocado hacia la explotación de los metales preciosos, plata principalmente, desde la consumación de la conquista hasta finales del siglo XIX.

los elevados volúmenes de producción argentífera obtenidos se destinaron al mercado externo y permitieron al país destacar en la producción mundial de minerales, con lo que la minería se convirtió en una actividad esencialmente exportadora y subordinada a las condiciones imperantes en el oscilante mercado internacional de minerales, metálicos en particular (Saavedra y Sanchez, 2008).

Existe una amplia variedad de minerales en la tierra. Los hay sólidos (oro y níquel), líquidos (mercurio o el petróleo), quebradizos (yeso o cal) y gaseosos (gas natural). la naturaleza los presenta acumulados en lugares conocidos como yacimientos, los cuales se encuentran al aire libre o en el subsuelo a diferentes niveles de profundidad (INEGI, 2010).

10 México en el mundo

Ocupa el 1^{er} lugar en la producción de plata a nivel mundial. Se ubica entre los 10 principales productores de 16 diferentes minerales: oro, plomo, zinc, cobre, bismuto, fluorita, celestita, wollastonita, cadmio, diatomita, molibdeno, barita, grafito, sal, yeso y manganeso, principalmente. Es el 1^{er} destino en inversión en exploración minera en américa latina y el 4° en el mundo de acuerdo con el reporte publicado por el Grupo Metales Económicos En marzo 2013. Es el 5° país con el mejor ambiente para hacer negocios mineros.

10.1 Sector minero-metalúrgico en México

Contribuye con el 4.9 por ciento del producto interno bruto nacional. en mayo de 2013, generó 337 mil 598 empleos directos y más de 1.6 millones de empleos indirectos, de acuerdo con el reporte del instituto mexicano del seguro social (SECRETARIA.DE.ECONOMIA, 2014).

10.2 Métodos de explotación.

Llaman minas a cielo abierto, y también minas a tajo abierto, a las explotaciones mineras que se desarrollan en la superficie del terreno, a diferencia de las subterráneas, que se desarrollan bajo ella. Para la explotación

de una mina a cielo abierto, a veces, es necesario excavar, con medios mecánicos o con explosivos, los terrenos que recubren o rodean la formación geológica que forma el yacimiento. Estos materiales se denominan, genéricamente, estéril, mientras que a la formación a explotar se le llama mineral. El estéril excavado es necesario apilarlo en escombreras fuera del área final que ocupará la explotación, con vistas a su utilización en la restauración de la mina una vez terminada su explotación, Las minas a cielo abierto son económicamente rentables cuando los yacimientos afloran en superficie, con un recubrimiento pequeño o la competencia del terreno no es estructuralmente adecuada para trabajos subterráneos (como ocurre con la arena o la grava). Cuando la profundidad del yacimiento aumenta, la ventaja económica del cielo abierto disminuye en favor de la explotación mediante minería subterránea. La minería a cielo abierto de oro en Argentina supone dinamitar la roca superficial y llevarla a pequeñas dimensiones; montañas enteras son convertidas en rocas y luego trituradas hasta lograr pulverizarlas; para lo cual se usan maquinarias mineras de grandes dimensiones, conocidas como bulldozers. Para extraer el mineral (o minerales) deseados se mezcla esta roca pulverizada con una sopa química con reactivos como cianuro, mercurio, ácido sulfúrico (Kadomoto, 2014).

10.3 Peligro de las minas a cielo abierto

Los principales impactos ambientales causados por la minería a cielo abierto son: Modifica la superficie terrestre del área de explotación: devasta la estructura del suelo produciendo cambios severos en la morfología del terreno. Eliminación del suelo y re-secamiento en la zona circundante Disminuye el rendimiento agrícola y agropecuario así mismo El impacto sobre la flora es de gran magnitud, implica la eliminación de la vegetación y los bosques en el área de operaciones. Destrucción y modificación de la flora en el área circunvecina. Provoca presión sobre los bosques existentes en áreas vecinas que pueden llegar a destruirse por los impactos de la explotación. El entorno queda afectado porque se transforma radicalmente, pierde su atracción escénica o paisajística, sumada la contaminación sonora por el ruido producido por las distintas operaciones: trituración y molienda, generación de energía,

transporte, carga y descarga de materiales, etc. La contaminación del aire por impurezas sólidas: polvos y combustibles tóxicos en suspensión, vapores y emanaciones gaseosas de cianuro, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre, capaces de penetrar en los pulmones humanos y animales, Contaminación de las aguas superficiales: por los residuos sólidos finos que pueden elevar la capa de sedimentos de los ríos y arroyos de la zona. Contaminación de las aguas subterráneas o freáticas, con aceite usado, con reactivos, con sales minerales, provenientes de las pilas o botaderos de productos sólidos residuales de los procesos de tratamiento, así como el agua de lluvia que cae sobre ellos (Ecologismo, 2014).

10.4 Extracción minería subterránea

El método de explotación subterránea, es utilizado cuando las zonas mineralizadas (vetas o cuerpos de mineral económico) son angostas y profundas, por lo que según las evaluaciones técnicas y económicas justifica la perforación de túneles y socavones para posibilitar su extracción. Las actividades o procesos que comprende este método de explotación son: exploración; desarrollo: preparación: explotación y extracción: transporte y manipuleo de minerales.

10.4.1 Exploración:

Actividad minera tendiente a demostrar las dimensiones, posición, características mineralógicas, reservas y valores de los yacimientos mineros

10.4.2 Desarrollo:

Localizados los bloques de mineral, se realizan labores mineras para determinar el tonelaje y las leyes del mismo, es decir, clasificar en MENA, mineral marginal y sub marginal; se construyen los accesos e instalaciones que hagan posible la explotación. En esta actividad se desarrollan las galerías, los cruceros, chimeneas de ventilación, rampas y conductos de ventilación, instalación de rieles para carros mineros e instalación de líneas de energía.

10.4.3 Preparación:

Corresponde a esta actividad, la preparación de las zonas o secciones de trabajo en la veta o bloques de mineral, para hacer posible su explotación generalmente se preparan tolvas, chimeneas de relleno y ventilación, entre otras labores.

10.4.4 Explotación y extracción:

En esta etapa se realizan la perforación y voladuras del mineral en el interior de la mina, dejando expedito el mineral para su traslado al exterior.

10.4.5 Transporte y/o manipulación de minerales:

Efectuada la voladura del mineral, este es extraído de la mina, para ello, se acumula y se carga a los diferentes medios de mediante carros mineros, palas de bajo perfil, u otro tipo de equipo que se disponga(Recalde y Morante, 2009)

10.5 El fenómeno de estallido de rocas en el ramo de importancia del monitoreo sísmico en minas subterráneas.

Uno de los mayores peligros en las minas subterráneas es la inestabilidad de la masa rocosa, la cual puede ser de muchos tipos. Entre estos, el fenómeno de estallido de rocas o también llamado derrumbes, puede tener consecuencias severas tales como daños en los trabajos y equipos subterráneos causando retrasos prolongados en las operaciones mineras. Pero por encima de todo, la ocurrencia de este fenómeno en las minas subterráneas puede causar heridas y aún fatalidades entre los trabajadores de la mina. En la actualidad, es posible diseñar sistemas de soporte de mina contra la caída de rocas con un alto grado de confianza, al igual que sistemas eficientes de monitoreo sísmico.

10.5.1 El fenómeno de estallido de rocas

Los estallidos de rocas se definen como liberaciones repentinas y violentas de energía almacenada en las masas rocosas y estructuras geológicas. Representan uno de los problemas más serios asociados con minas subterráneas; sin embargo, es uno de los problemas menos entendidos. Frecuentemente, estos fenómenos son la principal causa de fatalidades en las minas, y este problema progresivamente se agudiza a medida que se incrementa la profundidad y la extensión de la mina; al igual que con los cambios adversos en las propiedades geo mecánicas de la masa rocosa. Todos estos factores pueden actuar en conjunto y contribuir a la ocurrencia de los estallidos de rocas. Usualmente, los estallidos de rocas son cuidadosamente monitoreados por equipos geofísicos especiales instalados en las minas, con la finalidad de garantizar la seguridad de los trabajadores que laboran por debajo de la superficie. Estos equipos, como es descrito más adelante, son instalados en el subsuelo y en lugares seleccionados en la superficie. Los datos adquiridos en tiempo real son analizados desde un punto de vista sismológico. Los resultados, en general, indican que cada mina posee sus propias características y especificaciones, generando un tipo en particular de vibraciones (movimientos del terreno), dependiendo del tipo de mineralización, tecnología y la geología local. Estas diferencias locales son usualmente mucho más pronunciadas comparados con la sismicidad regional asociada a procesos tectónicos regionales (Zúñiga *et al.*, 2014).

11 IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN:

La minería subterránea produce efectos ambientales en tres ámbitos distintos: en el depósito y las rocas adyacentes, en los espacios abiertos bajo tierra y en la superficie del terreno. La planificación detallada de las operaciones y la selección acertada de los métodos y técnicas de extracción son un requisito indispensable para el aprovechamiento óptimo de los recursos y contribuyen a limitar los efectos ambientales.

11.1 Alteración de flujo de aguas subterráneas:

El desagüe de minas (bombeo) puede provocar un descenso considerable del nivel freático, lo cual, además de otros efectos, puede degradar seriamente la vegetación en la zona afectada.

11.1.1 Deterioro de la calidad de las aguas subterráneas:

La minería subterránea puede contaminar las aguas freáticas de diversas maneras. Al igual que las soluciones utilizadas en la lixiviación in situ y los refrigerantes que se escapan durante los trabajos de apertura de pozos y cuadros. Las aguas de superficie provenientes de la lixiviación de terreros y de otras fuentes también pueden infiltrarse en las aguas subterráneas y alterar su calidad. El sellado de suelos, pozos y secciones abandonadas del yacimiento constituye una medida de protección eficaz, junto con el desagüe y/o la canalización.

11.1.2 Efectos sobre el yacimiento y las rocas adyacentes, Explotación de Recursos:

Los efectos de la explotación sobre las rocas adyacentes incluyen: Hundimientos causados por la caída de rocas en los espacios excavados. Este proceso puede modificar incluso la superficie del terreno, provocando daños en edificios e instalaciones (daños mineros).

11.2 Efectos ambientales bajo tierra

El hombre, las máquinas, las rocas y el clima actúan conjuntamente en el medio subterráneo. Dado que el hombre suele ser el más afectado por esta interacción, debe darse prioridad a las cuestiones relacionadas con la seguridad y la salud de los mineros (MINERAL.AMBIENTAL, 2009).

12 TRATAMIENTO *IN SITU*

El minado *in situ* es una técnica poco conocida en la recuperación de minerales y elementos metálicos de los yacimientos minerales. Comprende métodos de disolución en agua y lixiviación mediante compuestos químicos acuosos que se inyectan en los depósitos minerales. Existe un gran número de minerales que pueden recuperarse por estos dos métodos: Por disolución aprovechando la solubilidad en agua y la forma masiva de ocurrencia geológica; por lixiviación en el propio emplazamiento mediante soluciones químicas similar a la lixiviación superficial. Por lixiviación *in situ* puede recuperarse metales de yacimientos minerales en los que no son aplicables métodos convencionales de la minería mecanizada debido a su baja ley, profundidad de emplazamiento, diseminación y que poseen alto grado de permeabilidad natural o creada artificialmente mediante técnicas como la Hidro-fracturación del yacimiento el tratamiento *In situ* recupera los valores de los yacimientos minerales no explotados por la minería mecanizada. Como alternativa al minado mecánico, utiliza las propiedades de disolución en agua y lixiviación en soluciones químicas acuosas para recuperar compuestos y elementos metálicos de valor económico. La minería *in situ* puede aplicarse a una amplia variedad de recursos como depósitos de sales solubles en agua, depósitos de azufre por fusión en agua caliente o vapor de agua, y elementos metálicos por lixiviación mediante compuestos químicos diluidos en agua. La lixiviación superficial es consecuencia de la minería mecanizada y solo ha sido aplicada a minerales de cobre, oro, plata y uranio que generalmente se asocian a rocas masivas y resistentes. La disolución y lixiviación *in situ* son métodos primarios de producción en cambio la lixiviación superficial. Es una opción de producción primaria cuando se aplica en montones o pilas, un sistema Muy difundido en la recuperación de oro, óxidos y sulfuros secundarios de cobre (Ortiz, 2002).

12.1 Variables de la lixiviación in situ

12.1.1 Geología:

Factores geológicos influyentes son el origen, tipo, génesis, ubicación, geometría, características del mineral y de la roca encajonante, estructura, buzamiento, fallas, plegamientos, diaclasas, nivel freático y corrientes de aguas artesianas.

12.1.2 Mineralogía:

El diseño más apropiado de recuperación de los valores metálicos la cual se basan en la naturaleza química y física del proceso de formación del mineral y, en la reproducción del estado de formación del mineral. Así, deben tomarse en cuenta la textura, porosidad, dureza, permeabilidad, cristalización, temperatura de formación y distribución de los valores metálicos.

12.1.3 Hidrogeología.

El grado de porosidad y permeabilidad de la roca es un indicio de la presencia de corrientes de agua subterránea. La porosidad de la roca no consolidada depende del grado de compactación y de la forma y distribución por tamaños. En un material consolidado la porosidad dependerá de su grado de cementación y fracturamiento.

12.1.4 Fragmentación.

El grado de fragmentación de la roca genera la permeabilidad y porosidad en el mineral y origina micro fracturas en la roca que constituyen vías de flujo del lixivante.

12.1.5 Percolación.

Depende de las características fisicoquímicas del material a tratarse. Para acortar el tiempo de lixiviación se debe considerar varios factores como textura y permeabilidad, presiones de los gases como el aire dentro del material, esfuerzo debido a presiones y profundidad, temperatura, tamaño de partícula e interacción fisicoquímica (Ortiz *et al.*, 2010).

Las rocas plutónicas, volcánicas y metamórficas tienen porosidades y permeabilidades pequeñas que van de 1 a 3% y 0.005 a 0.20 mm/día, respectivamente, lo que minimiza la presencia de aguas subterráneas. Las rocas sedimentarias presentan porosidades entre 0.5 y 20% y permeabilidades entre 1 y 200 mm/ día. Por lo tanto, las rocas sedimentarias son más favorables a las corrientes de agua subterráneas por su granulometría de diversos tamaños, grado de cohesión y cementación. Las fallas, diaclasas y alteraciones de la roca favorecen las corrientes de agua subterránea y contribuyen al ciclo hidrológico natural que es la fuente potencial de agua que debe cuidarse y preservarse (Ahlness *et al.*, 1991).

13 Flotación:

Es una técnica de concentración de minerales en húmedo, en la que se aprovechan las propiedades físico-químicas superficiales de las partículas para efectuar la selección. En otras palabras, se trata de un proceso de separación de materias de distinto origen que se efectúa desde sus pulpas acuosas por medio de burbujas de gas y a base de sus propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas (Activa.Quimica, 2008).

13.1 El sistema de tres fases y su importancia en flotación:

El sistema de tres fases referido a partículas de sólido, líquido y gas, estos sistemas ha sido el objeto de numerosos estudios desde los primeros días de flotación. El sistema de tres fases es tan complejo que a consideración teórica se basa en muchas aproximaciones. Las interfaces con el agua mineral, minerales-aire y aire-agua se considera que poseen una superficie energía que juega un papel decisivo en la mayoría de los aspectos del fenómeno de flotación. Debido a que los átomos y los iones, que son parte de la superficie del mineral, se someten a diferentes transformaciones debido a los cambios en el medio ambiente, lo mismo puede aplicarse al agua y fases gaseosas. Se considera que las partículas elementales, que pueden existir en la capa de la superficie, poseen una mayor cantidad de energía que aquellos dentro de la fase en masa. Este exceso de la energía es conocida como energía superficial. En principio, hay evidencia de que la solubilidad de los minerales

está relacionada con la energía superficial. La energía superficial es también responsable de la adsorción y no adsorción de reactivos en la fase interfacial.

13.1.1 Fase solido (partículas minerales)

La fase partícula mineral es el más complejo, no sólo porque se compone de diferentes minerales, se debe a que las partículas minerales son sometidos a diversos cambios. Debido a esto, también pueden liberar diferentes iones y cationes, que migran en la fase líquida, haciendo la fase líquida más compleja. En teoría, la fase mineral representa un problema importante en las explicaciones y tratamiento de procesos de flotación teóricos. Independientemente, el carácter superficie de una partícula mineral juega un papel importante en su interacción con reactivos. Es importante mencionar algunas de las características de las superficies minerales relacionados con la interacción con reactivos. La composición química de la superficie del mineral en el mineral natural nunca es la misma que determinado por la fórmula química del mineral en particular. La partícula mineral no puede ser liberada o pueden contener inclusiones de otros minerales conocidos como partículas compuestas. Los defectos de partículas minerales (es decir, grietas) que se producen durante la molienda o naturalmente en los cristales. Son comunes. Las grietas en el cristal se cree que forman las fuerzas de no-equilibrio del mineral en particular. Las propiedades fisicoquímicas de la superficie del mineral de la misma especie son minerales Considerado como variable, lo que significa que la capa de adsorción del reactivo sobre tales una superficie también puede ser variable. Este fenómeno se conoce como la heterogeneidad de una superficie mineral. Se cree que la heterogeneidad de los efectos de superficie mineral la interacción con diferentes reactivos. Numerosos intentos se han hecho(Laskowski, 1974)

Para clasificar los minerales de acuerdo con sus propiedades químicas y cristalográficas. En tal clasificación, los cristales se diferencian de acuerdo a la presencia de fuertes interatómico o débiles lazos inter-moleculares.(Gardner y Woods, 1973)ha modificado la clasificación anterior método mediante el uso de

critérios que incluyen el intercambio de electrones por los átomos vecinos o grupos y la presencia de una carga en los átomos o grupos.

En 1950, Gardner clasificó los minerales, de acuerdo con sus propiedades de flotación, en seis grandes grupos se muestra en la siguiente tabla.

13.1.2 Tabla No.1 Clasificación de minerales

Sulfuros de metales pesados y nativos	Cobre, plomo, zinc, bismuto, antimonio y mercurio
No polar, minerales no-metálicos	Grafito, Azufre, carbón y talco
Minerales oxidados de metales pesados	Carbonatos, sulfato y silicatos de cobre, plomo, zinc y otras sales derivados de ácidos oxigenados
minerales de tipo sal polares que contienen cationes de calcio, magnesio, bario y estroncio.	Scheelita, apatito, fluorita, calcita, bornita, Magnesita, Dolomita y Celestita.
óxidos, silicatos y aluminosilicatos sílice,	Sílice, circón, de rutilo, ilmenita, Hematita, Magnetita, feldespato, Espodumena, mica, sericita, caolinita, turmalina, etc.
sales solubles de alquilo y metales alcalinotérreos	Silvita, cianita, sulfato de potasio y magnesio etc.

(Gardner y Woods, 1974)

13.1.3 Fase liquido

Es la fase en la que la separación de minerales por flotación toma lugar. Todos los procesos clave, son un archivo adjunto de minerales a las burbujas de aire; de las propiedades físico-químicos de las partículas y los reactivos empleados son de alguna manera relacionada a las propiedades del agua. La comprensión de los líquidos y su estructura es mucho más avanzada que el de los sólidos (es decir, partículas minerales). Sin embargo, no tienen a recibir mucha atención en los análisis del fenómeno de flotación y es raramente Mencionado en los estudios de los fundamentos de flotación (Bernal y Fowler, 1954).

13.1.4 Fase de aire

La fase de aire siempre se ha asociado con aireación de la pulpa de flotación y gases disueltos, El propósito de aireación, sin embargo, no es crear burbujas de aire como portador de minerales hidrofóbicos, sino más bien para proporcionar suficiente oxígeno disuelto, necesarios en algunos casos para lograr la flotación diferencial. Inyectar aire en una máquina de flotación debe Ser considerado como la fase aérea, cuyo único propósito es proporcionar burbujas de aire En los cuales los minerales hidrofóbicos se unen y se transportan a la fase de espuma.

14 TEORÍA DE LA FLOTACIÓN:

El proceso de flotación se rige por un fenómeno complejo que ocurre en la superficie de partículas minerales y las burbujas de aire formadas en la fase acuosa. Los datos de la investigación sobre las propiedades de las interfaces generadas en los últimos 100 años constituye la base de la teoría actual de flotación. Quizás la explicación más completa del fenómeno de superficie de flotación en la etapa inicial fue dado por Irving Langmuir 1919, Él escribió: "La tendencia de las partículas adhieren a las burbujas de la espuma, se mide por el ángulo de contacto formado entre la superficie aceitosa de la burbuja y la superficie contaminada del sólido. Lo selectivo acción por la cual las sustancias, como galena, se separan de cuarzo depende el ángulo de contacto formado por la superficie aceitada más que por cualquier tendencia selectivo

para el aceite que deben abordarse por algunos minerales más que por los demás (Langmuir, 1920). Setenta años más tarde, escribió: "Una doble capa eléctrica es un sistema en el que, por definición, existe una separación de carga eléctrica en una interfaz; es decir, una capa de carga positiva y una capa de carga negativa, con el conjunto sistema sea eléctricamente neutro. Capas dobles pueden extenderse a uno o ambos de las fases en el sistema, un ejemplo del ser agua-aceite éste o semiconductor Sistema -agua " (Fuerstenau, 1982).

Pese a sus avances en la ciencia la flotación de minerales desde 1920, existe un desacuerdo sustancial en el punto de vista de los fenómenos de superficie y la humectabilidad en cualquier sistema de mineral. Para los profesionales de la ciencia de la ingeniería mineral, sería conveniente definir diversos términos en que la teoría de la flotación y, lo más importante, la adsorción del reactivo se basa. Por otra parte, la humectabilidad se explica también por diferentes fenómenos. Se cree que una de las propiedades más importantes de las superficies minerales son las características eléctricas. Las propiedades eléctricas de una superficie mineral se determinan por dos potenciales; a saber, electroquímica y electrocinética. En la fase de agua, los iones desde la superficie del mineral interactúan con el agua u otros componentes presentes en el agua. Durante este proceso, algunos de los iones se transfieren a solución, que causa cambios en el equilibrio eléctrico en la superficie del mineral haciendo que la superficie mineral eléctricamente cargada. Se cree que algunos de los iones transferidos en la solución se concentran por la acción de la carga de la superficie del mineral cerca de la superficie donde separación de espacio de la superficie se produce. Esto se llama la doble capa eléctrica. la eléctrica la teoría de doble capa desempeña un papel muy importante en la adsorción de los reactivos en la superficie del mineral (Poling.G.W., 1976).

15 LA HUMECTABILIDAD Y ÁNGULO DE CONTACTO EN EL PROCESAMIENTO DE MINERALES

La humectabilidad en la ciencia de procesamiento de minerales se conoce como carácter hidrófilo e hidrofóbicos. Sólidos hidrófilos están completamente humedecidos por la fase acuosa a granel o solución acuosa. La Hidrofobicidad es La humectabilidad parcial o incompleta de una fase sólida por la fase de agua. Humectante, por lo tanto, significa la adhesión de una fase líquida a otro, La humectabilidad de las superficies minerales en la fase líquida se determina esencialmente por la hidratación de los minerales y las burbujas de aire. La formación de capas hidratadas alrededor de iones, moléculas y superficies minerales se asocia con características específicas de agua debido a su estructura dipolo y otras propiedades de sus moléculas. El proceso de hidratación superficie se cree que está determinado por el comportamiento de diferentes sustancias existentes en el agua. Se debe recordar que hay dos tipos de hidratación: (a) hidratación de disolvente por agua y (b) la hidratación química en la que el agua entra en la mayor parte de los sólidos(Klassen y Mocrousor, 1959).

16 LA FLOTACIÓN DE MINERALES DE COBRE-CINC

16.1 Algunas características geológicas y mineralógicas de minerales de interés para flotación cobre-zinc.

La geología y la mineralogía de los minerales de cobre-cinc es similar a la de los minerales cobre, plomo y en la mayoría de los casos, estos minerales se agrupan junto con los minerales de cobre, plomo y cinc. Hay varias formaciones geológicas de sulfuros masivos depósitos de cobre-cinc. Estos incluyen: Los minerales relacionados con la formación volcánica, Minerales relacionados con rocas marinas Máficas intrusivas tipo Brecha la cual viene siendo las menas de los sulfuros masivos, Minerales relacionados con el mineral félsico marino.

Los minerales de cobre y zinc de formación volcánica se producen en dos formaciones principales: áreas que contienen cantidades sub igual de rocas Máficas volcánicas y roca volcánica de estratos sedimentarios. Estos depósitos se caracterizan por el significativo de variación en las composiciones mineralógicas y alteración asociada con la profundidad del depósito, Los depósitos que se forman a una profundidad de más de 500 m. se asocian con una secuencia de flujos Máficos primarios (Franklin, 1997).

16.2 Propiedades de flotación de los minerales cobre zinc

En la flotación de cobre-cinc minerales de sulfuros masivos, las propiedades de flotación de cobre y el zinc están determinadas por la naturaleza y composición de la mena (Titley, 1997).

Selectividad entre calcopirita y esfalerita, en principio, se determina por el tipo de minerales de cobre presentes en el mineral. La separación más sencilla se consigue cuando sólo está presente en calcopirita el mineral. La presencia de minerales de cobre secundarios (es decir, bornita, covelita y digenita) representa un problema importante en la separación de cobre a partir de esfalerita (Mutschler y Mooney, 1997).

Esto es porque los minerales de cobre secundarios son solubles y durante el rectificado, o in situ, se liberan iones de cobre, que activan esfalerita. Es bastante común que los minerales de cobre-cinc que contienen minerales de cobre secundarios tienen una capa en la superficie covelita esfalerita. Además de la activación de cobre de esfalerita, la presencia de plata, arsénico o de otros iones, los cuales provienen de sulfosal, puede activar la esfalerita y crear un problema en la separación selectiva de cobre y esfalerita. (Boulatovic y Wyslouzil, 1998)

17 MECANISMO DE FLOTACIÓN:

Para estudiar el mecanismo de la flotación es necesario conocer lo que sucede con la partícula de mineral y una burbuja de aire para que ellos formen una unión estable. El proceso de flotación está basado sobre las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas de los sólidos a separar. Se trata fundamentalmente de un fenómeno de comportamiento de sólidos frente al agua, o sea, de mojabilidad de los sólidos. Los metales nativos, sulfuros de metales o especies tales como grafito, carbón bituminoso, talco y otros, son poco mojables por el agua y se llaman minerales hidrofóbicos. Por otra parte, los minerales que son óxidos, sulfatos, silicatos, carbonatos y otros son hidrofílicos, o sea, mojables por el agua.

Además que los minerales hidrofóbicos son Aerofílicos, es decir, tienen gran afinidad por las burbujas de aire, mientras que los minerales hidrofílicos son Aero fóbicos, o sea, no se adhieren normalmente a ellas.

Es necesario incrementar la propiedad hidrófoba en las partículas minerales de una pulpa para facilitar la flotabilidad. Esto se efectúa con los reactivos llamados colectores, que son generalmente compuestos orgánicos de carácter heteropolar, o sea, una parte de la molécula es un compuesto evidentemente apolar (hidrocarburo) y la otra es un grupo polar con las propiedades iónicas, es decir, con carga eléctrica definida. La partícula queda cubierta por el colector que se adhiere a su superficie por medio de su parte polar, proporcionándole con la parte polar propiedades hidrofóbicas.

El agregado de espumantes, como se ha dicho, permite la formación de burbujas de tamaño y calidad adecuada para el proceso. Pues bien, el contacto entre las partículas y las burbujas requiere que las primeras estén en constante agitación, la cual la otorga el rotor de la máquina de flotación, de modo que para realizar la unión con las burbujas son necesarios, su encuentro y sus condiciones favorables para formar el agregado.

El contacto partícula-burbuja se acerca hasta el punto en que la película de agua que las separa es muy fina. En este momento para que la partícula pueda acercarse más a la burbuja tiene que superar lo que se considera una barrera

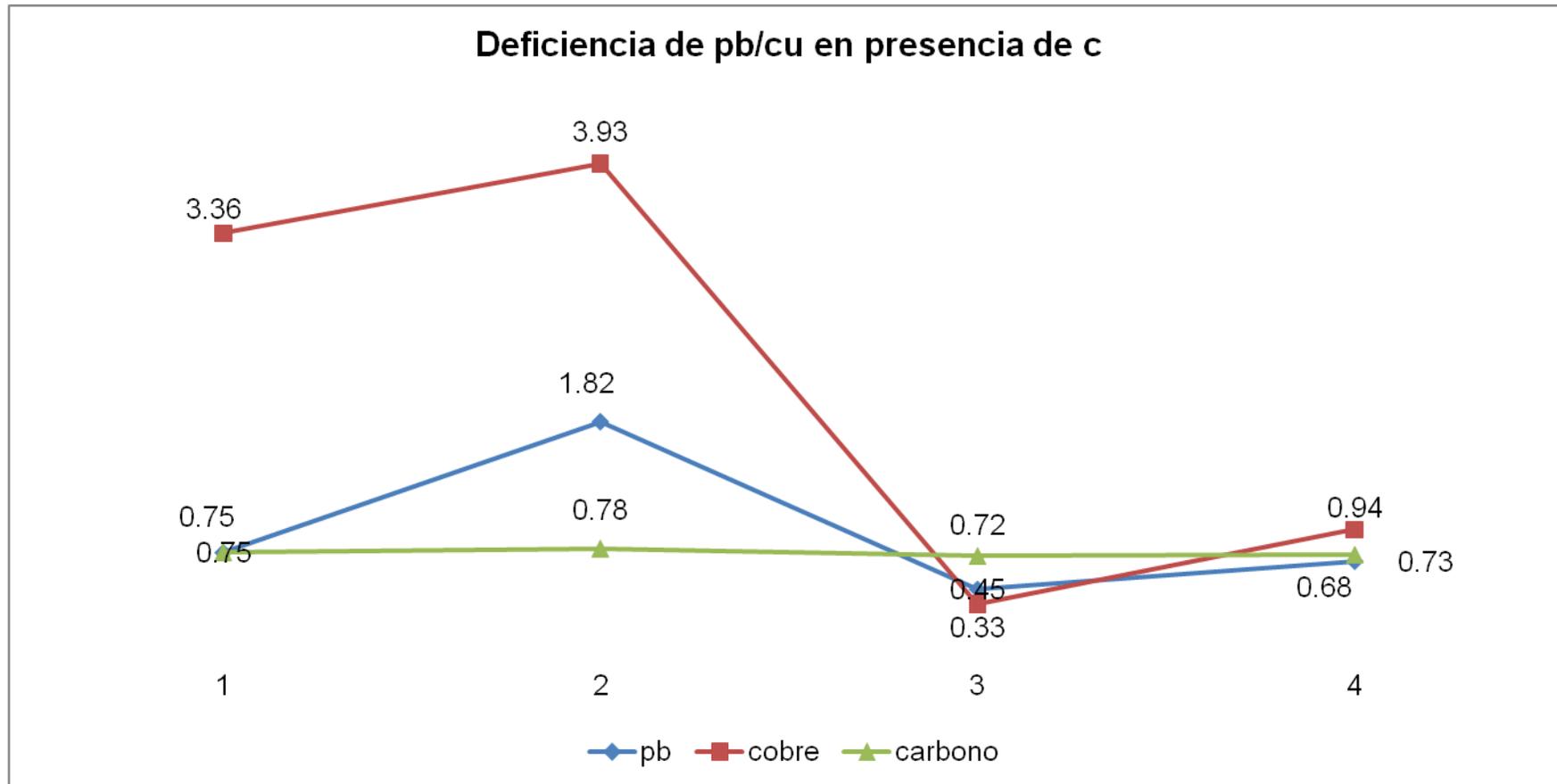
energética. Para las partículas hidrofílicas, en que la asociación de la partícula con las moléculas de agua es muy firme, esta barrera nunca se supera y las partículas no flotan. Para las partículas hidrofóbicas, la barrera queda repentinamente rota por fuerzas no bien conocidas, permitiendo un contacto trifásico sólido-líquido-gas (EcuRed, 2014).

18 BALANCE METALÚRGICO PARA UN SISTEMA ABIERTO.

En la presente tabla se da a conocer la muestra mineral en la que se puede observar el efecto que causa la presencia de carbón, en la flotación de minerales. La recuperación de plomo y cobre se ve afectada, provocando bajas eficiencias en el proceso.

18.1 Tabla No. 2 balance metalúrgico para un sistema abierto

Producto	Peso (%)	Ensayes								Distribución						
		Au, g/t	Ag, g/t	Pb, %	Cu, %	Zn, %	Fe, %	C, %	Ins, %	Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe	C
Primario Cu	8,5	1,39	777,2	0,75	3,36	3,18	8,36	0,75	0	20	51	9	30	8	8	9
Primario Cu + Pb	16,8	1,45	561,2	1,82	3,93	3,66	8,69	0,78		40	73	45	70	19	17	18
Colas	83,2	0,43	41,3	0,45	0,33	3,14	8,32	0,72		60	27	55	30	81	83	82
Cabeza Calculada	100,0	0,60	128,5	0,68	0,94	3,23	8,38	0,73		100	100	10	10	10	100	100



18.2 Figura No.1 comportamiento de del efecto del carbón en la flotación de cobre y plomo

19 RECUPERACIÓN DE PLOMO Y COBRE

En esta tabla se da a conocer la muestra mineral en la que se puede observar el efecto, una vez que se han optimizado las condiciones de experimentación, trabajando específicamente sobre el carbón y su efecto en el proceso de flotación, se logra optimizar las recuperaciones de Pb y Cu

19.1 TABLA NO.3 RECUPERACION DE PLOMO Y COBRE

Producto	Pesos (g)	Peso %	Ensayes							Distribución						
			Au, g/t	Ag, g/t	Pb, %	Cu, %	Zn, %	Fe, %	C, %	Au	Ag	Pb	Cu	Zn	Fe	C
Carbón	21.8	2.2	0.77	104.93	0.688	0.752	2.54	8.05	1.57	3	2	2	2	2	2	5
Prim Pb/Cu	190.5	19.1	1.92	540.7	4.42	0.454	6.43	1.042	0.81	56	88	85	88	39	20	21
Prim Zn	97.9	9.8	0.56	53.3	0.59	0.35	17.85	7.80	0.62	8	4	6	3	56	8	8
Colas	688.0	68.9	0.31	9.9	0.11	0.10	0.13	10.26	0.70	33	6	7	7	3	71	66
Cabeza calc.	998.0	100.0	0.65	117.5	0.99	0.99	3.12	10.00	0.73	100	100	100	100	100	100	100

20 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la empresa Metalúrgica Met-Mex peñoles, en el área de: laboratorio central, con dirección: Prolongación Calzada Cuauhtémoc No.550, colonia José María del Bosque, Torreón Coahuila México con las siguientes coordenadas geográficas : latitud 25.544444 y longitud -103.441667 a una mediana altura de 1120 metros sobre el nivel del mar (msnm).: esta tesis se realizó con el fin con el fin de monitorear el efecto de carbón en la flotación selectiva de plomo, cobre y zinc. En las muestras minerales para conocer la cantidad de carbón total y carbón orgánico que contraían las muestras se usó el método medidas de tendencias central media, mediana y moda.

Desde 1936, LECO se ha mantenido como la autoridad en determinación de análisis de carbón por medio de la combustión / fusión. Hoy en el campo de instrumentación cuenta con la última tecnología y comodidades que han hecho de LECO sinónimo de determinación elemental en los metales. El CS230 Series LECO es ideal para laboratorios pequeños con menor volumen en busca de una solución rentable sin sacrificar precisión, fiabilidad y precisión. Añade la opción completamente automática la cual contiene cargador automático para ampliar aún más la facilidad de uso para los laboratorios de mayor. Cada instrumento se puede configurar para cumplir con su necesidades individuales del laboratorio, incluyendo el carbono así como también configurándolo para sólo azufre, alto contenido de carbono / azufre, baja en carbono / azufre, y la determinación de alto contenido de azufre(LECO, 2014)

20.1 MÉTODO 1

21 DETERMINACIÓN DE CARBONO (CARBÓN TOTAL) PARAMUESTRAS METALÚRGICAS, EN EQUIPO DETERMINADOR AUTOMÁTICO LECO DE AZUFRE Y CARBÓN

La determinación se fundamenta en la descomposición y oxidación de los compuestos de carbón a bióxido de carbono, por la combustión de la muestra en una atmósfera de oxígeno libre de bióxidos de carbono. Los gases son llevados por una bomba a través de un detector selectivo para el CO₂. Los bióxidos de carbono absorben una cantidad de energía infrarroja directamente proporcional a la concentración de C en la muestra, las señales electrónicas son línea-rizadas e integradas por un microprocesador y comparadas con una curva de calibración, finalmente son reportadas como porcentajes de carbón total.(Dougas, 1985)

21.1 INTERFERENCIAS

Dependiendo del tipo de muestras pueden generarse otros gases que interfieren como el cloro y el flúor, sobre todo este último que con el tiempo va atacando la ventana de la celda de infrarrojo, por lo que se recomienda evitar en lo posible el análisis de fluoritas y otros halógenuros o darles un tratamiento previo para separarlos. Aceleradores de las Sustancia que, usada en una proporción pequeña, aumenta la velocidad de la reacción de un sistema químico (reactivo y otros aditivos).

21.2 RESPONSABILIDAD

Es responsabilidad del Químico Analista conocer y llevar a cabo este procedimiento, además de realizar la verificación del funcionamiento óptimo de los equipos e instrumentos antes de su uso.

21.3 PROCEDIMIENTO.

21.3.1 SEGURIDAD Y DISPOSICION FINAL DE LAS MUESTRAS.

Es indispensable mantener la limpieza del laboratorio en todo momento ya que esto ayuda a evitar accidentes. Siempre se debe usar bata de trabajo que proporciona cierta protección contra derrames o salpicaduras de ácidos o sustancias corrosivas así como guantes especiales para uso de ácidos y demás sustancias. Así como careta de protección facial para uso bajo campanas de digestión.

- Es necesario conocer las sustancias que se manejan y en especial las que representan riesgos en su manejo con el propósito de tomar las precauciones pertinentes. Para tal efecto, consulte el Manual de Hojas de Seguridad de las sustancias y reactivos que se utilizan.
- Evite el uso de agitadores, probetas, vasos de precipitados, tubos de ensayo y material de vidrio en general con los bordes rotos o con filos cortantes.
- Cuando se rompa material de vidrio se recomienda emplear una escoba para retirar fragmentos y nunca utilice directamente las manos para recogerlos. Si los fragmentos de vidrio son muy pequeños, se utiliza un trapo húmedo para que se adhieran y se tira a la basura sin tratar de sacudirlo o lavarlo para usarlo de nuevo.
- Cuando se derrame una sustancia corrosiva o ácido sobre la mesa de trabajo o el piso, límpielos inmediatamente con las soluciones adecuadas al caso, evitando cualquier contacto del producto con la piel.
- Ponga en orden el material de trabajo y dispuesto de tal forma que no obstruya sus operaciones. Guarde su material siempre limpio.
- Nunca coloque el material de vidrio, instrumentos u otro equipo en las orillas de las mesas o anaqueles.
- Todo frasco o envase que contenga sustancias o soluciones deben estar perfectamente etiquetado para que en todo momento pueda saberse con exactitud su contenido.
- Después de ser analizadas las muestras seguir el procedimiento de control para el manejo de residuos y materiales de reproceso generados en el Laboratorio Central.

21.4 EQUIPO

- Determinador Automático de Carbón y Azufre LECO.
- Equipo de Cómputo.

21.5 VERIFICACION

- Verificación de equipo determinador automático de Azufre y Carbón.
- Monitoreo de Operación del Tanque de Oxígeno.
- Registro de Verificación Interna de Balanza Analítica.

21.6 INSTRUMENTOS

- Balanza Analítica precisión 0.0001 g

21.7 MATERIALES

- Crisoles refractarios
- Espátula
- Brocha
- Pinzas
- Lanceta Especial
- Guantes de látex
- Lentes de seguridad

21.8 REACTIVOS

- Material de Referencia Certificado.
- Material de Referencia Secundario
- Acelerador

21.9 INSTRUCCIONES

21.9.1 Para muestras refractarias y/o metálicas.

- Colocar un crisol para el equipo LECO sobre la balanza, en este momento la lectura de peso se ajusta a cero, añade una cantidad de muestra a la navecilla según la concentración esperada para muestras conocidas, para muestras desconocidas pesar 0.100 g.
- Introduzca el crisol al horno y determine el contenido de carbono de acuerdo al método de operación y funcionamiento del equipo en caso de que el valor obtenido este fuera de curva, realizar una pesada de acuerdo al valor obtenido o bien utilizar un MRC que cubra este valor y repetir el análisis.

21.10 CONTROL DE CALIDAD APLICABLE.

- El control de calidad aplicable en este método depende de la concentración en la cual se trabaje en el momento, ya sea en concentración baja, media y/o alta, según el rango en el que se deseé operar se elige un MRC para su calibración y posteriormente se lleva un MRS para control de proceso; que este dentro de la curva de calibración y que avale al material que se analiza, la curva de calibración no es en especifica una concentración ya que esta también depende de la concentración de las muestras a analizar.

21.11 CÁLCULOS

- El equipo reporta automáticamente los porcentajes de carbono contenidos en la muestra.

22 MÉTODO 2

23 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBÓN INSOLUBLE EN ÁCIDO. (CARBÓN ORGÁNICO)

23.1 FUNDAMENTO

La determinación se fundamenta en la descomposición con ácido clorhídrico de los carbonatos que contiene la muestra en CO_2 que se libera y el cloruro correspondiente se elimina lavando con agua. El residuo se seca y se efectúa el análisis de carbón en el determinador LECO. El porcentaje obtenido corresponde al carbón insoluble en ácido y por diferencia respecto de la previa determinación del carbón total, se deduce el carbón correspondiente a los carbonatos, que se multiplica por el factor correspondiente para expresarlo como CO_3 . (Lenahan y Murray, 1986)

23.2 INTERFERENCIAS

- Un exceso de azufre arriba del 15% interfiere decreciendo la señal del carbón. Si es el caso, hay que reducir en lo posible la cantidad de muestra a procesar.
- Dependiendo del tipo de muestras pueden generarse otros gases que interfieren como el cloro y el flúor, sobre todo este último que con el tiempo va atacando la ventana de la celda de infrarrojo, por lo que se recomienda evitar en lo posible el análisis de fluoritas y otros halogenados o darles un tratamiento previo para separarlos.

23.3 EQUIPO

- Determinador Automático de Carbón
- Bomba de vacío para laboratorio.
- Horno de secado

23.4 MATERIALES

- Crisoles refractarios porosos de óxido de magnesio
- Matraz kitasato de 250 ml
- Alargadera o soporte para crisol Gooch.
- Matraz volumétrico de 1 L

23.5 REACTIVOS

- Ácido clorhídrico HCL (36-37%) R.A
- Agua desmineralizada de 2 micro mohos/cm máximo de conductividad.

23.6 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

- Solución al 20% de ácido clorhídrico: Vierta 200 ± 0.5 ml de ácido clorhídrico HCL (36-37%) en un matraz volumétrico de 1000 ml, afore a la marca con agua desmineralizada, tape el matraz y agite para homogeneizar.

23.7 INSTRUCCIONES

- Tratamiento de la Muestra
- Para minerales, compuestos y residuos metalúrgicos.
- Active el módulo del horno de inducción del equipo y la pantalla de registro de flujo del oxígeno, el equipo debe dejarse calentar al menos 30 minutos antes del análisis. Calibre el equipo.
- Coloque un crisol poroso de óxido de magnesio sobre la balanza del equipo, en este momento la lectura de peso se ajusta automáticamente a cero, añada una cantidad de muestra de acuerdo a la cantidad de carbón insoluble en ácido esperado (generalmente 0.25 g) y registre el peso exacto.
- Retire el crisol de la balanza y colóquelo en un soporte para vacío adaptado a un matraz kitazato de 250 ml
- Añada con cuidado solución de ácido clorhídrico al 20% caliente hasta la parte superior del crisol, si la cantidad de carbonato es alta, añada la solución en pequeñas adiciones, deje reaccionar por 5 min.
- Aplique el vacío, cuando toda la solución ha pasado, llene nuevamente el crisol con solución de ácido clorhídrico al 20% y filtre.
- Lave con vacío, llenando dos veces el crisol con agua desmineralizada.
- Retire el crisol del equipo de filtración y colóquelo dentro de un horno de secado a 105 °C por una hora.
- Coloque el crisol en el émbolo para introducir la muestra al horno.
- Determine el contenido de Carbón.
- El porcentaje de Carbón obtenido corresponde al carbón insoluble en ácido y el cual también representa el carbón orgánico total presente en la muestra.

23.8 CÁLCULOS

- El equipo reporta automáticamente el porcentaje de Carbón que corresponde al Carbón insoluble.
- El carbón orgánico total de la muestras es igual al porcentaje de carbón insoluble. ($\%COT = Cins$)

24 RESULTADOS

24.1 PARA EL METODO 1 En la cual determine carbono total obtuve los siguientes resultados:

24.1.1 Tabla No.4 carbono total análisis M-metalúrgicas

Nombre	Método	Descripción	Masa	Fecha de Análisis	Hora de Análisis	Carbono %
501-034	C 12%	+/-	0.11670	8/7/2014	12:04:31PM	12.116
MRC 7.26%	C 12%	+/-	0.13660	8/7/2014	12:08:06PM	7.7867
CTRL B	C 12%	+/-	0.10000	8/7/2014	12.09:55PM	-0.007835
M-Metalúrgicas	C 12%	M-1	0.10240	8/7/2014	12:57:15PM	1.8315
M-Metalúrgicas	C 12%	M-1	0.11980	8/7/2014	12:58:32PM	1.7934
M-Metalúrgicas	C 12%	M-2	0.10880	8/7/2014	1:00:06 PM	4.6434
M-Metalúrgicas	C 12%	M-2D	0.12800	8/7/2014	1.01:40 PM	4.7682
M-Metalúrgicas	C 12%	M-3	0.10080	8/7/2014	1:03:44 PM	6.2071
M-Metalúrgicas	C12%	M-3D	0.11320	8/7/2014	1:05:12 PM	6.1146
M-Metalúrgicas	C 12%	M-4	0.15540	8/7/2014	1:06:29 PM	6.9691
M-Metalúrgicas	C 12%	M-4D	0.12320	8/7/2014	1:07:44 PM	6.8869

24.1.1.1 Tabla no.5 seguimiento de la tabla no.4 carbón total análisis m-metalúrgicas

Nombre	Método	Descripción	Masa	Fecha de Análisis	Hora de Análisis	Carbono %
M-Metalúrgicas	C 12%	M-5	0.11330	8/7/2014	1:08:52 PM	0.67315
M-Metalúrgicas	C 12%	M-5D	0.10200	8/7/2014	1:10:16 PM	0.68713
M-Metalúrgicas	C 12%	M-6	0.11290	8/7/2014	1:14:40 PM	7.3415
M-Metalúrgicas	C 12%	M-6D	0.11340	8/7/2014	1:16:18 PM	7.3515
M-Metalúrgicas	C 12%	M-7	0.19550	8/7/2014	1:18:56 PM	7.4795
M-Metalúrgicas	C 12%	M-7D	0.10390	8/7/2014	1:20:08 PM	7.4009
M-Metalúrgicas	C 12%	M-8	0.17830	8/7/2014	1:21:26 PM	7.1776
M-Metalúrgicas	C 12%	M-8D	0.11950	8/7/2014	1:22:41 PM	6.8232
M-Metalúrgicas	C 12%	M-9	0.11860	8/7/2014	1:24:16 PM	1.8022
M-Metalúrgicas	C 12%	M-9D	0.10340	8/7/2014	1:25:47 PM	1.8609
M-Metalúrgicas	C 12%	M-10	0.11990	8/7/2014	1:27:11 PM	4.0842
M-Metalúrgicas	C 12%	M-10D	0.10310	8/7/2014	1:28:31 PM	4.0877
M-Metalúrgicas	C 12%	M-11	0.13490	8/7/2014	1:29:54 PM	4.9795
M-Metalúrgicas	C 12%	M-11D	0.12420	8/7/2014	1:31:24 PM	4.7831
M-Metalúrgicas	C 12%	M-12	0.13110	8/7/2014	1:32:32 PM	5.7138

24.1.1.2 Tabla no.6 seguimiento de la tabla no.5 carbón total análisis m-metalúrgicas

Nombre	Método	Descripción	Masa	Fecha de Análisis	Hora de Análisis	Carbono %
M-Metalúrgicas	C 12%	M-12D	0.10930	8/7/2014	1:33:48 PM	5.9657
MRC 7.26%	C 12%	+/-	0.15860	8/7/2014	1:40:01 PM	7.8262
501-034	C 12%	+/-	0.10810	8/7/2014	4:24:32 PM	12.067
M-Metalúrgicas	C 12%	M-13	0.10140	8/7/2014	4:38:42 PM	6.5860
M-Metalúrgicas	C 12%	M-13D	0.10270	8/7/2014	4:41:06 PM	6.5462
M-Metalúrgicas	C 12%	M-14	0.12470	8/7/2014	4:48:54 PM	1.7045
M-Metalúrgicas	C 12%	M-14D	0.10830	8/7/2014	4:50:10 PM	1.6420
M-Metalúrgicas	C 12%	M-15	0.10190	8/7/2014	4:51:29 PM	2.9400
M-Metalúrgicas	C 12%	M-15D	0.10690	8/7/2014	4:53:16 PM	2.9742
M-Metalúrgicas	C 12%	M-16	0.15210	8/7/2014	4:59:33 PM	4.0554
M-Metalúrgicas	C 12%	M-16D	0.10310	8/7/2014	5:01:02 PM	4.0115
M-Metalúrgicas	C 12%	M-17	0.14270	8/7/2014	5:02:22 PM	4.3813
M-Metalúrgicas	C 12%	M-17D	0.11360	8/7/2014	5:03:54 PM	4.2374
M-Metalúrgicas	C 12%	M-18	0.10060	8/7/2014	5:05:08 PM	6.6279
M-Metalúrgicas	C 12%	M-18D	0.13150	8/7/2014	5:06:27 PM	6.5233

24.1.1.3 Tabla no 7 seguimiento de la tabla 6

Nombre	Método	Descripción	Masa	Fecha de Análisis	Hora de Análisis	Carbono %
M-Metalúrgicas	C 12%	M-19	0.10890	8/7/2014	5:09:05 PM	7.2381
M-Metalúrgicas	C 12%	M-19D	0.10640	8/7/2014	5:38:03 PM	7.3874
MRC 7.26%	C 12%	+/-	0.10940	8/7/2014	5:40:57 PM	8.1084

Para conocer la cantidad de carbón total que trae las muestras minerales realice las medidas de tendencias central media, mediana y moda

24.2 Tabla. No 8 Medidas de tendencia central de la muestra metalúrgica, media, mediana y moda

MEDIA	MEDIANA	MODAD
\bar{x}= 4.65	Me=4.78	MO=4.40

25 PARA EL METODO 2 LA CUAL DETERMINE CARBON ORGANICO OBTUVE LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

25.1 Tabla no.9 carbón orgánico análisis M-metalúrgicas

Nombre	Método	Descripción	Masa (g)	Hora de Análisis	Fecha de Análisis	Carbono %
502-372 C	C 7.26% +/-0.14	+/-0.14	0.08110	8/7/2014	5:44:45 PM	7.28
MRC 3.35%	C 7.26% +/-0.14	+/-0.14	0.11670	8/7/2014	5:47:09 PM	3.37
CTRL B	C 7.26% +/-0.14	+/-0.14	0.10000	8/7/2014	5:48:40 PM	0.00429
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-1 ORG.	0.25130	8/7/2014	5:51:16 PM	1.06
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-1 ORG.D	0.23130	8/7/2014	5:53:58 PM	1.11
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-2 ORG	0.25010	8/7/2014	5:56:26 PM	0.992
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-2 ORG.D	0.25200	8/7/2014	5:58:34 PM	0.993
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-3 ORG.	0.25070	8/7/2014	6:00:18 PM	0.599
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-3 ORG.D	0.25060	8/7/2014	6:01:55 PM	1.50
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-4 ORG.	0.25060	8/7/2014	6:03:41 PM	0.737
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-4 ORG.D	0.25270	8/7/2014	6:06:18 PM	0.454
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-5 ORG.	0.25040	8/7/2014	6:07:52 PM	0.304
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-5 ORG.D	0.25070	8/7/2014	6:09:25 PM	0.304
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-6 ORG.	0.25220	8/7/2014	6:14:05 PM	0.764

25.1.1 TABLA NO. 10 SEGUIMIENTO DE LA TABLA NO. 9

Nombre	Método	Descripción	Masa	Hora de Análisis	Fecha de Análisis	carbono %
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-6 ORG.D	0.25100	8/7/2014	6:16:36 PM	0.729
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-7 ORG.	0.25020	8/7/2014	6:18:25 PM	0.443
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-7 ORG.D	0.25080	8/7/2014	6:21:26 PM	0.413
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-8 ORG.	0.25060	8/7/2014	6:23:05 PM	0.286
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-8 ORG.D	0.25190	8/7/2014	6:24:40 PM	0.310
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-9 ORG.	0.25070	8/7/2014	6:27:53 PM	0.493
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-9 ORG.D	0.25080	8/7/2014	6:31:40 PM	0.534
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-10 ORG.	0.25260	8/7/2014	6:35:38 PM	1.03
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-10 ORG.D	0.25180	8/7/2014	6:38:29 PM	1.02
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-11 ORG.	0.25030	8/7/2014	6:40:43 PM	1.14
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-11 ORG.D	0.25050	8/7/2014	6:43:09 PM	1.17
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-12 ORG.	0.25110	8/7/2014	6:46:34 PM	0.961
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-12 ORG.D	0.25210	8/7/2014	6:48:37 PM	0.822
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-13 ORG.	0.25040	8/7/2014	6:52:24 PM	0.648
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-13 ORG.D	0.25140	8/7/2014	6:53:41 PM	0.523

25.1.1.1 TABLA NO 11 SEGUIMIENTO DE LA TABLA 10

Nombre	Método	Descripción	Masa	Hora de análisis	Fecha de análisis	Carbono %
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-14 ORG.	0.25190	8/7/2014	6:55:10 PM	0.314
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-14 ORG.D	0.2540	8/7/2014	6:57:23 PM	0.340
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-15 ORG.	0.25060	8/7/2014	6:58:69 PM	0.402
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-15 ORG.D	0.25260	8/7/2014	7:00:47 PM	0.423
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-16 ORG.	0.25040	8/7/2014	7:02:13 PM	0.315
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-16 ORG.D	0.25030	8/7/2014	7:03:59 PM	0.338
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-17 ORG.	0.25150	8/7/2014	7:05:56 PM	0.486
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-17 ORG.D	0.25170	8/7/2014	7:08:49 PM	0.493
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-18 ORG.	0.25050	8/7/2014	7:10:32 PM	0.427
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-18 ORG.D	0.25260	8/7/2014	7:12:13 PM	0.492
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-19	0.25150	8/7/2014	7:13:44 PM	0.280
M-Metalúrgicas	C 7.26% +/-0.14	M-19 ORG.D	0.25130	8/7/2014	7:16:49 PM	0.256
MRC 3.35%	C 7.26% +/-0.14	+/-	0.20780	8/7/2014	7:20:02 PM	3.44

25.1.2 Para conocer la cantidad de carbón total que trae las muestras minerales realice las medidas de tendencias central media, mediana y moda.

25.2 Tabla No.12 Carbón orgánico medidas de tendencias central media mediana y moda análisis M-Metalúrgicas

Media	Mediana	Moda
$\bar{x}=0.576395631$	Me=0.493	Mo=0.999

26 DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

En este proyecto se realizó el análisis de 19 muestras todas por duplicadas respecto al análisis de carbón total en las 19 muestras se realizó la estadística para determinar la media=4.65, Mediana 4.78 y la moda=4.40 respecto a la tabla No.6 que establece los valores perjudiciales para la flotación de minerales estos valores son altos lo cual traía como consecuencia hacer ineficiente el proceso de flotación de minerales, respecto al carbón orgánico o carbón insoluble los cuales también se procedió a someter 19 muestras y todas por duplicados se obtuvieron los siguientes resultados en la media=0.57, Mediana=0.49 M=0.99 basándonos en la misma tabla No.6, las muestras carbón orgánico estas muestras son tratadas con ácido clorhídrico simulando una pre flotación lo cual indica, que si es factible el proceso ya que son valores mínimos que en el proceso pueden ser eliminados no al 100% pero si se logra rescatar los valores de minerales deseados.

Es importante mencionar el circuito de molienda convencional comprende la trituración de 70 μ m. Tanto el plomo (como galena) están sujetos a de una molienda significativa como resultado a una relativa suavidad, y la alta densidad de Galena. Los concentrados recogidos no se limpiaron y no hay carga de recirculación en el trabajo de pruebas en la determinación de carbón.

Se ha establecido que la sustitución de dextrina con F-100 en el circuito de minerales aumenta la recuperación de mineral en la concentradora. F-100 transporta el circuito de plomo, Análisis de la rentabilidad revela que el uso de F-100 aumenta los ingresos de la operación de siglo a menos que el mineral procesado tiene altos niveles de plomo de bajo grado.(Lauten *et al.*, 2014)

El uso del cloro desactiva los materiales carbonosos bajo condiciones fuertemente oxidantes sin embargo el consumo del cloro hacen su uso prohibitivo en mucho minerales

El cegamiento y la desactivación de los minerales carbonoso con un compuesto orgánico como el queroseno es un alternativa más barata que el cloro y se ha probado con numerosos minerales sin embargo no suele ser eficaz el procesos

Las alternativas que los expertos consideran al diseñar tratamiento para extraer mineral refractarios la pre concentración de la mena de importancia, esto normalmente se hace mediante flotación de pirita u otros sulfuros que contienen los minerales de importancia para ser económicamente justificable la pre concentración debe cumplir la condición de , la extracción del mineral de importancia debe de tener una concentración bastante elevada como para que los relaves puedan eliminarse sin más tratamiento y la relación de masas entre el concentrado y los relaves debe ser baja.(SGS., 2014).

27 CONCLUSIONES:

El carbón posee una cantidad muy grande de micro poros (poros menores a 1 nanómetro de radio. a causa de su alta micro porosidad, en el área superficial del carbón, influye la extensión de la superficie de los poros desarrollada dentro de la matriz del carbón activado. asumiendo que a mayor área superficial, mayor número de puntos de adsorción disponibles. la determinación de la distribución de los tamaños de los poros es una forma extremadamente útil para así mismo conocer el comportamiento del material. los macro poros son la vía de entrada al carbón activado, los meso poros realizan el transporte, y los micro poros la adsorción. es de gran importancia conocer la estructura superficial del carbón por su porosidad hace más grande el nivel superficial del elemento mencionado presentemente ya que este elemento carbón vuelve ,ineficiente el proceso de flotación de los minerales, por su gran porosidad hace más extensa la capacidad superficial la cual tiene la capacidad de adsorber el reactivo así mismo como también adsorber minerales en cuanto más alto es el contenido de carbono en las muestras minerales es menos la recuperación de minerales ya que como se mencionó anteriormente tiene la capacidad de absorber tanto mineral como también absorber reactivo.

28 LITERATURA CITADA

- Activa.Quimica 2008. "Flotacion." <http://nelsoncobba.blogspot.mx/2008/08/flotacin.html>
(Consultado 02 de noviembre del 2014).
- Activa.Quimica. 2008. "Flotacion." <http://nelsoncobba.blogspot.mx/2008/08/flotacin.html>
(consultado en linea, el 3 de diciembre del 2014).
- Ahlness, J. K., D. R. Tweeton, W. C. Larson y D. J. Millenakrer 1991. "In situ mining of Hard Rock."
Bernal, J. O. y R. Fowler 1954. "Structure of Water and Ionic Solutions." Science, Moscow 5.
Boulatovic, S. M. y D. M. Wyslouzil 1998. "Operating Practices in the Beneficiation of Major
Porphyry Copper/Molybdenum Plants from Chile:." Innovated Technology and Opportunities - A
Review, *Mineral Engineering* 11 No.4: 313-331.
- Bulatovic, M. S. 2007. "Handbook of Flotation Reagents." Chemistry, Theory and
Practice: Flotation of sulfide Ores 1: 1-448.
- Codelco.Educa. 2012. "Fundamentos de la Flotacion."
https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/tecnicos_flotacion.asp (consultado
en linea, el 3 de diciembre del 2014).
- Douglas, A. S. 1985. "Principle of instrumental Analysis." 3rd edition.
- Ecologismo 2014. "El peligro de las minas a cielo abierto."
<http://www.ecologismo.com/contaminacion/el-peligro-de-las-minas-a-cielo-abierto/#> (consultado el 28 de octubre del 2014).
- EcuRed 2014. "Flotacion." <http://www.ecured.cu/index.php/Flotación> consultado el 19 de
agosto del 2014.
- Edgar, G. y B. Francisco 2014. "La industria Minera en Mexico: Patrones de Desempeño y
Determinantes de Eficiencia." Red de Revistas Cientificas de America Latina, el
Caribe, España y Portugal Lecturas de Economía , num.80.
- Francisco, J. B. y G. D. Edgar 2011. "Concentracion de las industrias manufactureras en mexico:
el caso zacatecas." *Frontera Norte* 23, No.45.
- Franklin, J. M. 1997. "Volcanic Associated Massive Sulphide Deposits " In *Mineral Deposit
Modeling, IMM, Johannesburg South, Africa*: 315-341.
- Fuerstenau, D. W. 1982. "Mineral-water Interfaces and the Electrical Double Layer Principles of
Flotation In (R.P. King ed) *IMME*." South African Institute of Mining y
Metallurgy, Johannesburg.
- Gardner, J. R. y R. Woods 1973. "The Use of Particulate Bed Electrode for the Electrochemical
Investigation of the Metal and Sulphide Flotation." *Australian Journal of Chemistry* 27:
21-33.

- Gardner, J. R. y R. Woods 1974. "An Electrochemical Investigation of Contact Angle and of Flotation in the Presence of Alkyl Xanthate." *Australian Journal of Chemistry* 27: 1-1.
- Heizler, T. M., M. J. Velador y A. R. Campbell 2010. "Timing of Magmatic Activity and Mineralization and Evidence of a Long-Lived Hydrothermal System in the Fresnillo Silver District, Mexico: Constraints from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Geochronology." *Economic Geology*.
- INEGI 2010 "Minería." <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/mineria/default.aspx?tema=E> consultado el 28 de octubre del 2014.
- Kadomoto, H. 2014. "Salvemos el planeta, Minas a cielo abierta." *REVISTA RAICES* (consultado 29 de octubre del 2014).
- Klassen, V. I. y V. A. Mocrouror 1959. "introduction to the Theory of Flotation,," Nedra, Moscú: 39-70.
- Langmuir, I. 1920. "The Mechanism of the Surface Phenomena of Flotation." *Transactions of the Faraday Society* 120: 138-144.
- Laskowski, J. 1974. "Particle Bubble Attachment in Flotation." *Mineral* since 6, No.4: 66-71.
- Lauten, R. H., H. Liang, N. Stoitis y R. Wynn 2014. "A Change in Graphite Depressant to Improve the Recovery of Zinc at MMG Century Mine." *Siglo MMG*.
- LECO, C. 2014. "Carbon/Sulfur Series." Specifications and part numbers may change. <http://www.leco.com/> consultado el 13 de octubre del 2014: 2-2.
- Lenahan, W. C. y S. Murray 1986. "Assay and Analytical practices in the South African African Mining Industry."
- MINERAL.AMBIENTAL 2009. "Mina subterranea." informacion juridica y asesoramiento , Informes mineros, petroleros y biotecnologias <http://reformaminera.wordpress.com/2009/04/19/119-mina-subterranea/#> (Consultado el 28 de octubre del 2009).
- Mutschler, F. E. y T. C. Mooney 1997. "Precious Metal Deposits Related to Alkalic Igneous Rock, Provisional Classification Grade-Tonnage Data and Exploration Frontiers,," *mineral Deposits Modelling, Geological Association of Canada*: 320-333.
- Ortiz, S. O. 2002. "MINADO IN SITU." *Revista del Instituto de investigacion d la Facultad de Ingenieria Geologica Minera Metalurgica y Geografica*. 5.
- Ortiz, S. O., C. S. Godelia y M. C. A. Soto 2010. "Minería in situ. Su aplicación en un yacimiento de cobre oxidado." *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica* http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?pid=S1561-08882010000100005&script=sci_arttext# (Consultado el 30 de octubre del 2014).
- Poling, G.W. 1976. "Reaction between thiol Reagents and Sulphide Minerals in Flotation, In (M.C Fuerstenau ed)." *A.M Gaudin Memorial AIME, New York*: 334-363.
- Recalde, E. y F. Morante 2009. "Manual de Minería" *Estudios mineros del peru S.A.C.*

- Saavedra, S., E.E., y S. Sanchez, M.T., 2008. "Mineria y espacio en el distrito Minero Pachuca Real del Monte en el siglos XIX." Invest. Geog. No.65 Mexico SCIELO.
- SECRETARIA.DE.ECONOMIA 2014. "MINERIA." <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/mineria> Consultado el 28 de octubre del 2014.
- SGS. 2014. "Mineria." <http://www.sgs.mx/es-ES/Mining/Metallurgy-and-Process-Design/Sustainable-Process-Design/Refractory-Gold.aspx> (consultado el 3 de diciembre del 2014).
- Somasaundaran, P. 1975. "Interfacial Chemistry of Particulate Flotation:Advances in Interfacial Phenomena of Particulate Solution/Gas Systems, ." Application to Flotation Research,AICE,New York.
- Sutherland, H. L., Wark,I.W. 1955. "Principles of Flotation." Australian IMM,Melbourne: 1-1.
- Titley, S. R. 1997. "Characteristics of Porphyry Copper Occurrence in the American South West." Mineral Deposits Modelling, Geological Association of Canada, Canada,.
- Zúñiga, H., C. Escalante, M. Enama, M., y G. Franca 2014. "El fenomeno de estallido de rocas:Importancia del monitoreo sismico en minas subterranas." Minería.