

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



PLANTELES

AZCAPOTZALCO



ORIENTE



SEGUNDA UNIDAD DEL CURSO DE QUÍMICA III. INDUSTRIA MINERO-METALÚRGICA

PROCESOS DE EXTRACCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE MINERALES

I.Q.M. JOSÉ FRANCISCO CORTÉS RUÍZ VELASCO

francisco.cortes.ruiz.velasco@gmail.com

twitter: @caleidoscopio5

I.Q.M. ANGÉLICA NOHELIA GUILLÉN MÉNDEZ

anguillen5@yahoo.com.mx

2010

PRESENTACIÓN

La asignatura Química III, tiene como objetivo generar en tí la cultura Química básica que, por un lado capte tu interés en problemas reales y cercanos a tu entorno tanto económico, político, social, etc., además de que comprendas que el comportamiento químico de la materia ha permitido al hombre aislar y sintetizar materiales que han mejorado su calidad de vida.

En éste sentido el presente escrito aborda los conceptos básicos de los procesos industriales de separación y concentración de minerales, los cuales se estudian en la segunda unidad del programa de Química III, es por ello que como estrategia de aprendizaje esta recopilación de información es parte de una secuencia didáctica que utiliza las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), incluyendo resolución de cuestionarios (usando los programas webquestion o Hot Potatoes) y su discusión mediante seminarios presenciales y a distancia (foros) que se enfocan a reafirmar los conceptos estudiados en la unidad, así como actividades experimentales, todo esto en su conjunto potencian habilidades y actitudes propias de tu formación personal y académica.

Además encontraras enlaces web que te llevarán a páginas relacionadas con la temática planteada o bien a sitios de interés académico.

Los autores te invitamos a que disfrutes de la Química como algo divertido y de aplicación práctica, no dudes en escribirnos para cualquier duda o sugerencia.

I.Q.M. JOSÉ FRANCISCO CORTÉS RUÍZ VELASCO

francisco.cortes.ruiz.velasco@gmail.com

twitter: @caleidoscopio5

I.Q.M. ANGÉLICA NOHELIA GUILLÉN MÉNDEZ

anguillen5@yahoo.com.mx



PROCESOS DE SEPARACIÓN Y CONCENTRACIÓN DE MINERALES.

Foto 1 Transporte de mineral¹

Las formas en la que los metales se encuentran en la corteza terrestre y como depósitos en los lechos de los mares depende de la reactividad que tengan con su ambiente en especial con el oxígeno, azufre y dióxido de carbono.



foto 2 oro nativo.

El oro y los metales del grupo del platino se encuentran principalmente de forma nativa o metálica. La plata, cobre y mercurio se encuentran nativos, así como también en forma de sulfuros, carbonatos y cloruros. Los metales más reactivos siempre están en forma de compuestos, tales como los óxidos y sulfuros de hierro y los óxidos y silicatos de aluminio y berilio. Los compuestos que se presentan naturalmente se conocen como minerales y a muchos se les ha dado el nombre de acuerdo a su composición, por ejemplo, la galena es sulfuro de plomo (PbS), la esfalerita es sulfuro de zinc (ZnS), la casiderita es óxido de estaño (SnO_2).

Por definición los minerales son sustancias inorgánicas naturales que poseen estructuras atómicas y composiciones químicas definidas.

Muchos minerales presentan isomorfismo, que es la sustitución de átomos dentro de la estructura cristalina por átomos similares sin cambiar la estructura atómica. Los minerales también exhiben polimorfismo, minerales diferentes que tienen la misma composición química, pero propiedades físicas marcadamente diferentes debido a una diferencia en la estructura atómica. De éste modo, los minerales grafito y diamante tienen exactamente la misma composición, estando

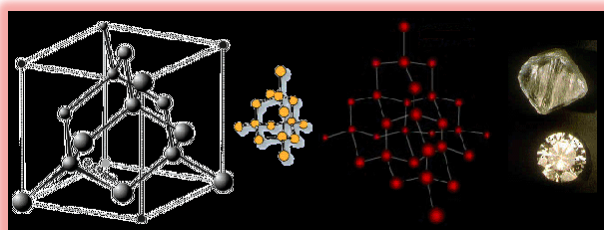


foto 3 polimorfismo del C



foto 4 antrasita mineral con 90% de C

compuestos en su totalidad de átomos de carbono, pero tienen propiedades ampliamente diferentes debido a la disposición de los átomos de carbono en la red cristalina.

Frecuentemente el término mineral se usa en un sentido más extenso para incluir cualquier cosa de valor económico que se extraiga de la tierra, en éste sentido una *mena* se describe brevemente como una *acumulación de mineral en cantidad suficiente para permitir una*

extracción económica. La mayor parte de las menas son mezclas de minerales que es posible extraer y de material rocoso descrito como ganga.

CAMPO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

La mena tal y como se extrae de la mina o en forma de “mineral en bruto” consiste de minerales metálicos valiosos y de desecho (ganga). El procesamiento de minerales, algunas veces es llamado tratamiento de menas, preparación de minerales o proceso; se dedica a la extracción del mineral y prepara la mena para la extracción del metal valioso en el caso de las menas metálicas, pero además produce un producto final comercial de los minerales no metálicos y del carbón mineral o de piedra. Regula el tamaño de la mena ya que es un proceso de separación física de los granos de los minerales valiosos de los minerales de la ganga, para así producir una proporción enriquecida, o concentrado, que contiene la mayor parte de los minerales valiosos y una descarga o colas, compuesto predominantemente de los minerales de la ganga.

En el procesamiento de minerales hay dos operaciones fundamentales principalmente la *liberación* o separación de los minerales valiosos de los minerales de desecho o ganga y la *concentración* de esos valores (mena).

La separación de los minerales valiosos de la ganga se realiza por medio de la pulverización o molido lo cual implica trituración y si es necesario, molienda, hasta un tamaño de partícula tal que el producto sea una mezcla de partículas de mineral y de ganga relativamente limpias. El grado correcto de liberación es la clave del éxito en el procesamiento de minerales. El mineral valioso debe estar libre de la ganga. Un proceso que sobre muele la mena es dañino, puesto que consume energía innecesariamente en la molienda y hace más difícil alcanzar una recuperación eficiente.

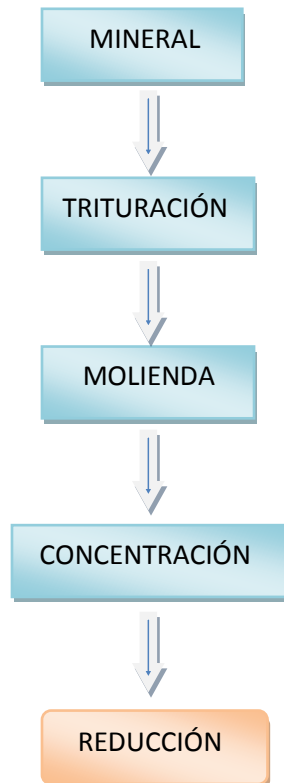


Figura 1 Diagrama de flujo de un proceso de separación y concentración de un mineral de mena metálica.

TRITURACIÓN

La trituración es la primera etapa mecánica en el proceso de conminución en la cual el principal objetivo es la liberación de los minerales valiosos de la ganga.

Generalmente la trituración es una operación en seco y normalmente se realiza en dos o tres etapas. Los trozos de mena extraídos de la mina pueden ser tan grandes como 1.5 m y estos son reducidos en la etapa de trituración primaria hasta un diámetro de entre 10-20 cm en máquinas trituradoras de trabajo pesado.

La trituración secundaria incluye todas las operaciones para aprovechar el producto de la trituración primaria desde el almacenamiento de la mena hasta la disposición del producto final de la trituradora el cual usualmente tiene un diámetro entre 0.5-2 cm.

Para separar la mena al tamaño adecuado que permita su paso al siguiente proceso se utilizan cribas vibratorias que son colocadas delante de las trituradoras secundarias para remover el material fino o limpiar la



foto 5 Proceso de trituración

alimentación y aumentar así la capacidad de la etapa de trituración secundaria.

Un diagrama de flujo básico para una planta de trituración se muestra en la figura 2, el cual incorpora las dos etapas de trituración secundaria. Es incluida una etapa de lavado, la cual frecuentemente es necesaria para menas pegajosas que contienen arcilla, lo que provoca que se atasquen las trituradoras o las cribas.



Foto 6 trituradora primaria de mandíbula o quijada.

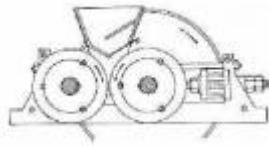


Foto 7 trituradora de rodillos lisos



Foto 8 trituradora de rodillos dentados

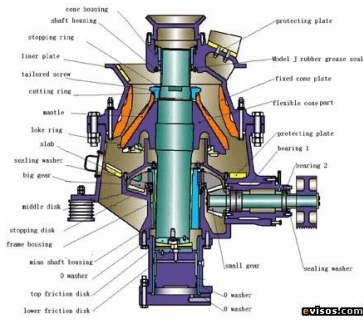


Foto 9 trituradora de cono

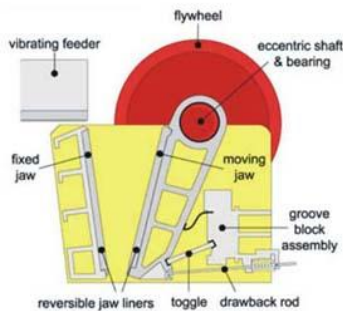


Foto 10 trituradora de quijada.

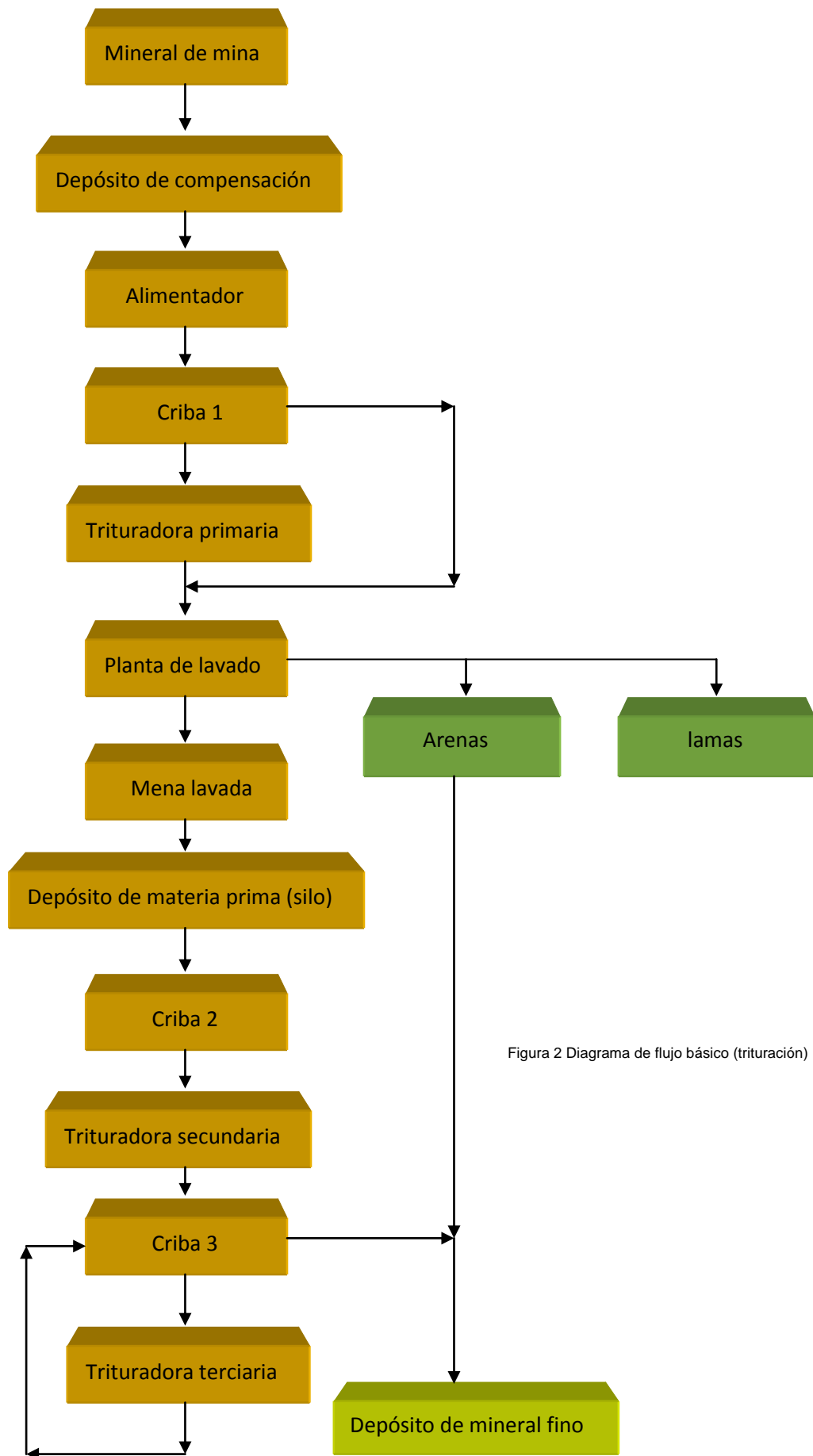


Figura 2 Diagrama de flujo básico (trituración)



foto 11 molinos de bolas

MOLIENDA

La molienda es la última etapa del *proceso de conminución* de las partículas minerales; en ésta etapa se reduce el tamaño de las partículas por una combinación de mecanismos de quebrado de impacto y abrasión, ya sea en seco o en suspensión en agua. Esto se realiza en recipientes cilíndricos rotatorios de acero que se conocen como molinos de rodamiento

de carga, los que contienen una carga suelta de cuerpos de trituración, el medio de molienda, libre para moverse dentro del molino y pulverizar así las partículas de mena. El medio de molienda puede ser bolas o barras de acero, roca dura y en algunos casos, la misma mena (molienda autógena). En el proceso de molienda, las partículas entre 5 y 250 mm se reducen de tamaño entre 10 y 300 μm .



foto 12 molino de barras

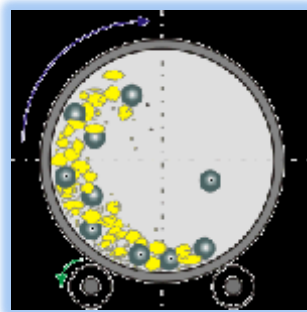


foto 13 interior de un molino de bolas

Después de que los minerales han sido liberados de la ganga, la mena se somete a algún proceso de concentración que separa los minerales en dos o más productos. La separación por lo general se logra utilizando alguna diferencia específica en las propiedades físicas o químicas entre el mineral valioso y los minerales de la ganga en la mena.

El procesamiento de minerales está relacionado principalmente con los métodos físicos de separación los cuales pueden ser:

1. Separación que depende de las propiedades ópticas, radiactivas, etc. frecuentemente se llama clasificación, incluía hasta hace poco la selección manual de las menas de alto grado.
2. Separación que depende de las diferencias en la gravedad específica. Utiliza el movimiento diferencial de los minerales debido a los efectos de masa, por lo general en corrientes hidráulicas, tiene la ventaja de producir poca contaminación ambiental, por ejemplo, el hidrociclón, la elutriación y la mesa Winfield.



foto 14 hidrociclón

Hidrociclón

El hidrociclón es un filtro diseñado para ser utilizado en cabezales de filtración, para aplicaciones industriales. Su función es la de separar la mena de la ganga y otras partículas compactas más pesadas que el agua. La separación se produce gracias a la velocidad de rotación que se genera al ser inyectada el agua de forma tangencial en el interior del cuerpo del hidrociclón. Como consecuencia de la fuerza centrífuga, las partículas sólidas se desplazan hacia la pared del cono de hidrociclón, donde prosiguen una trayectoria espiral descendente debido a la fuerza de gravedad. De esta forma, las partículas sólidas son arrastradas a la parte inferior del hidrociclón donde se almacenan en un depósito colector. La mena sale del hidrociclón a través del tubo situado en la parte superior. Las partículas sólidas de ganga acumuladas en el depósito colector deben ser eliminadas periódicamente. Esta limpieza puede realizarse con una purga continua o bien con un drenaje temporizado.

Elutriación

El fluido se mueve en dirección contraria a la de sedimentación de las partículas de mineral, las cuales se separan por su diferencia de densidad.

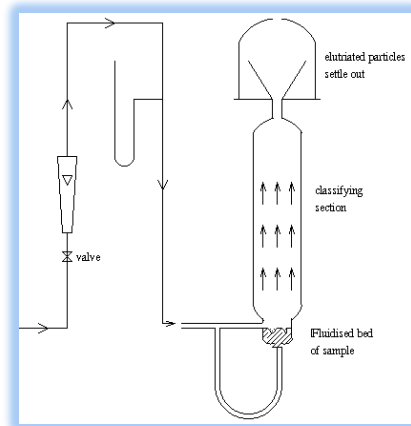


foto 15 columna de elutriación

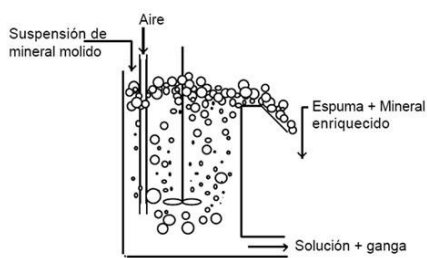


foto 16 celda de flotación

3. FLOTACIÓN: La flotación en espuma, utiliza las diferentes propiedades superficiales de los minerales e indudablemente es el método de

concentración más importante. Ajustando las propiedades químicas de las partículas de la pulpa proveniente del proceso de molienda mediante varios reactivos químicos, es posible que los minerales valiosos desarrollen avidez por el aire (aerofílicos) y que los minerales de la ganga busquen el agua y rechacen el aire (aerofóbicos).

Por medio de agitación por burbujas de aire da por resultado una separación por la transferencia de los minerales valiosos a las burbujas de aire que forman la espuma flotante a la superficie de la pulpa.

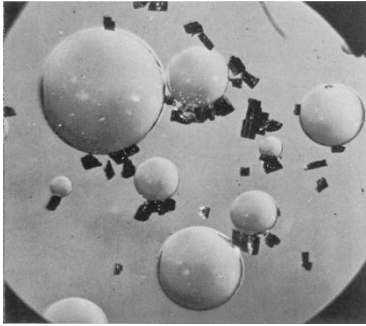


foto 17 flotación de la mena



foto 18 Celdas de flotación

En la foto 17 se observan partículas de mena provenientes de la etapa de molienda, las cuales al cambiar la química de su superficie se vuelven hidrofóbicas y aerofílicas, esto debido a la adición de productos químicos llamados colectores a la celda de flotación.

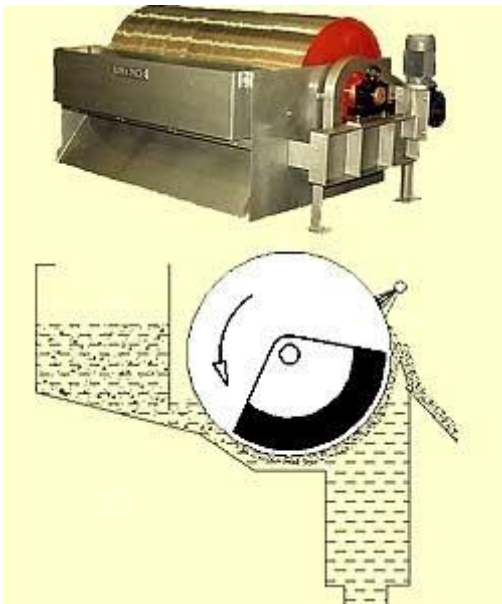


foto 19 separador magnético

4. SEPARACIÓN MAGNÉTICA:

Separación que depende de las propiedades magnéticas. Los separadores magnéticos de baja intensidad se usan para concentrar minerales ferro-magnéticos tales como la magnetita (Fe_3O_4) mientras que los separadores magnéticos de alta intensidad se usan para separar minerales paramagnéticos de su ganga. La separación magnética es un proceso importante en el beneficio de las menas de hierro, pero también encuentra aplicación en el tratamiento de minerales

no ferrosos. Se usa ampliamente para extraer wolframita ($FeWO_4$) y hematita (Fe_2O_3) paramagnéticas de menas de estaño y encuentra considerable aplicación en el procesamiento de minerales no metálicos tales como los que se encuentran en depósitos de arena en las playas.

5. CRIBADO O TAMIZADO:

Fundamentalmente este proceso consiste en seleccionar y clasificar los minerales por medir el índice de finura obtenida durante la molienda, esta operación separa por diferencia de tamaño los materiales útiles de las gangas para esta operación es necesario utilizar telas o

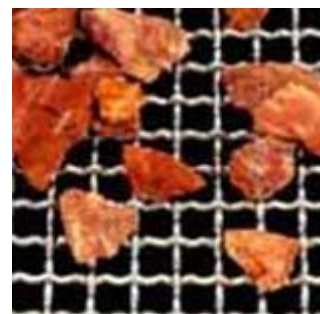


foto 20 separación por tamaño

laminas perforadas conocidas como tamices, cribas. Los tamices para su manejo generalmente se clasifican por el número de mallas o agujeros que existen en una distancia de pulgada lineal. Este proceso consiste en utilizar un agujero, un juego de tamices colocados verticalmente en orden creciente de superior a inferior, dichos conjuntos pueden estar accionados por dispositivos que produzcan sacudidas, vibraciones, oscilaciones, trepidaciones. Durante el tamizado los granos más gruesos son detenidos en los tamices colocados en la parte superior.



foto 21 criba de minerales

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

B.A. Wills. Mineral Processing Technology, second edition, Pergamon Press Ltd

Mayor información puedes encontrarla en los siguientes:

VÍNCULOS WEB

<http://geologia.110mb.com>

<http://www.practiciencia.com.ar/ctierrayesp/tierra/estructura/rocasymn/index.html>

http://www.sonami.cl/exposiciones/expomin2006/Sergio_almazan.pdf

<http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/YM1.html>

ⁱ Foto 1 tomado de <http://mercadoenergia.com/mercado/wp-content/uploads/2008/07/mineria.jpg>

Foto 2 tomado de <http://blog.educastur.es/libretina/files/2008/02/oro.jpg>

Foto 3 tomado de

<http://www.iesrdelgado.org/tomasgomez/2%C2%BA%20Bachillerato/QUIMICA/enlace%20covalente/punto4c.htm>

Foto 4 tomado de <http://www.geofisica.cl/English/pics9/Geoquimica.htm>

Foto 5 tomado de http://www.quiminet.com/imagen/avante_03.jpg

Fotos 6, 7, 8, 12 y 13 tomado de <http://1aaditiqgrupob.wordpress.com/2009/10/>

Foto 9 tomado de http://images02.evisos.com.ar/images/advertisements/2009/06/30/tipo-hcs90-trituradora-del-cono-con-de-gran_4b47eb37_3.jpg

Foto 10 tomado de http://www.shibang-china.com/es/scs_1.htm

Foto 11 tomado de

http://4.bp.blogspot.com/_mYM54aZs0Cg/Rx4ydWKG4AI/AAAAAAAAACg/VFoDR2tW-mk/s1600-h/Imagen6.gif

Foto 14 tomado de

http://www.uclm.es/area/ing_rural/Catalogos/HidraulicaRiegos/RegaberHidrociclones.pdf

Foto 15 tomado de <http://www.chemeng.ed.ac.uk/~jennifer/solids2001/lectures/2/elutriator.gif>

Foto 16 tomado de <http://beninar.blogspot.com/2008/06/el-mineral-de-plomo-se-separaba-con.html>

Foto 17 tomado de <http://www.librosmaravillosos.com/lifemateria/capitulo04.html>

Foto 18 tomado de <http://metalurgiamericana.blogspot.com/>

Foto 20 tomado de <http://www.ansa.com.mx/Productos/CribaOrnamental/CribaOrnamental05.jpg>

Foto 21 tomado de http://www.break-day.com/es/pic/vibrating_screen/2.jpg