



Universidad
Politécnica
de Cartagena

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE RECURSOS MINERALES



TEMA 1: FUNDAMENTOS



1

FUNDAMENTOS



INDICE

1. Objetivo del Tratamiento de Recursos Minerales
2. Liberación. Mena y Ganga
3. Unidades de Proceso
4. Balance de Materia. Principio de Conservación de la Masa
5. Contenido de Metal, Ley, Recuperación, y Valor Contenido
6. Referencias de consulta



1. Objetivo del Tratamiento de Recursos Minerales

El tratamiento de recursos minerales se conoce también como procesamiento mineral, mineralurgia o concentración de menas.

En minería tradicional o convencional, se perseguirá obtener un mineral lo más limpio posible (Calcopirita, CuFeS_2).

En el tratamiento de minerales industriales, el principal objetivo será obtener un producto con unas determinadas características de tamaño y forma (áridos).

Para ello se deberá seguir una serie de fases que son las que engloban a las diferentes unidades de proceso.



(Fuente: Shutterstock)



(Fuente: Shutterstock)



1. Objetivo del Tratamiento de Recursos Minerales

El tratamiento de recursos minerales se conoce también como procesamiento mineral, mineralurgia o concentración de menas.

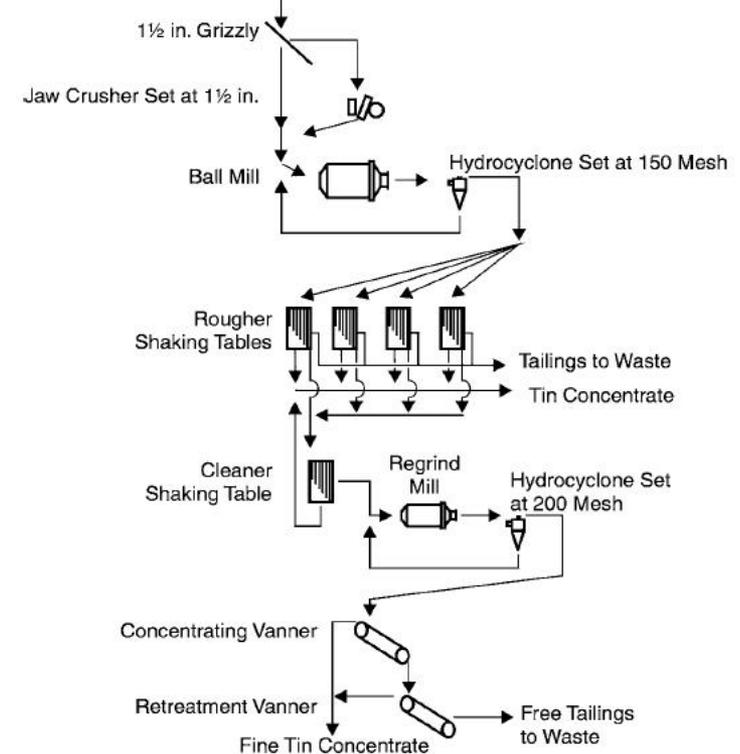
En minería tradicional o convencional, se perseguirá obtener un mineral lo más limpio posible (Calcopirita, CuFeS_2).

En el tratamiento de minerales industriales, el principal objetivo será obtener un producto con unas determinadas características de tamaño y forma (áridos).

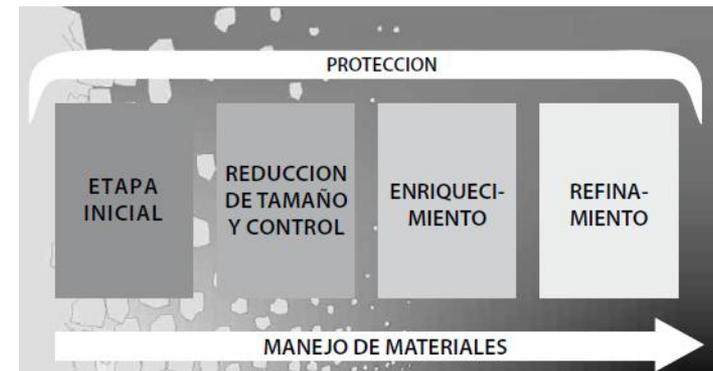
Para ello se deberá seguir una serie de fases que son las que engloban a las diferentes unidades de proceso.

(Cortesía Metso Minerals)

Diagrama de flujo para limpieza de mineral de estaño



(Fuente: Fuerstenau and Han, 2009)





1. Objetivo del Tratamiento de Recursos Minerales

El tratamiento de recursos minerales se conoce también como procesamiento mineral, mineralurgia o concentración de menas.

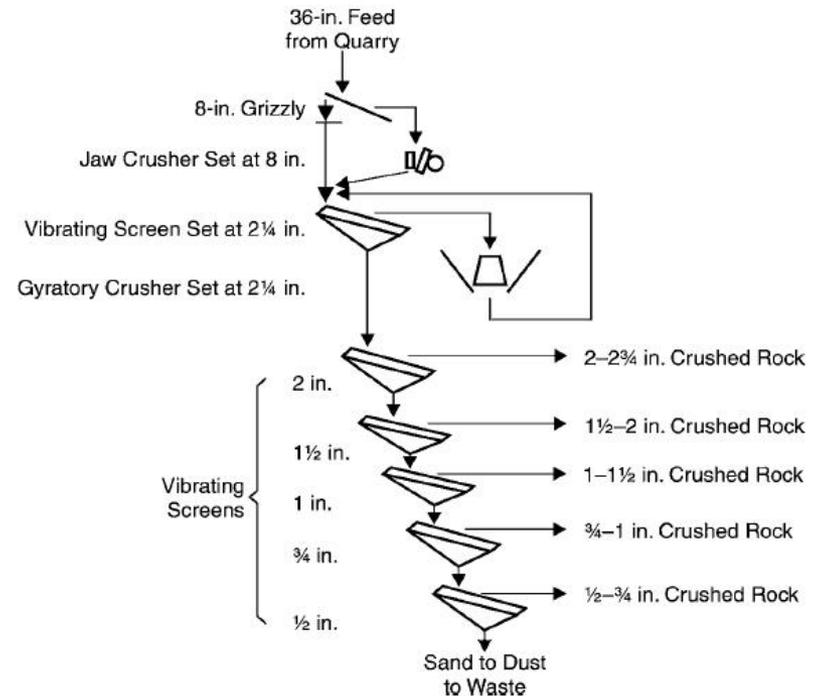
En minería tradicional o convencional, se perseguirá obtener un mineral lo más limpio posible (Calcopirita, CuFeS_2).

En el tratamiento de minerales industriales, el principal objetivo será obtener un producto con unas determinadas características de tamaño y forma (áridos).

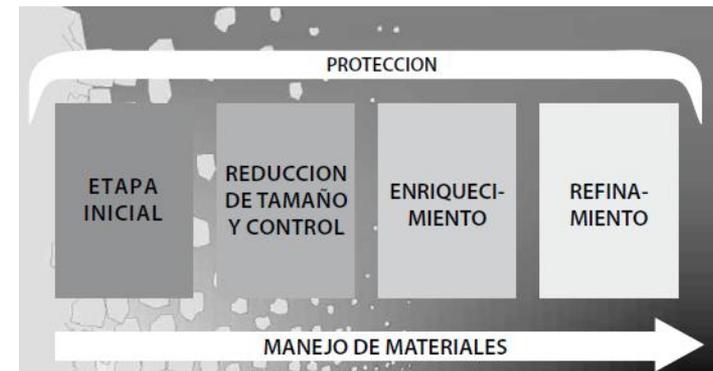
Para ello se deberá seguir una serie de fases que son las que engloban a las diferentes unidades de proceso.

(Cortesía Metso Minerals)

Diagrama de flujo para fabricación de áridos



(Fuente: Fuerstenau and Han, 2009)





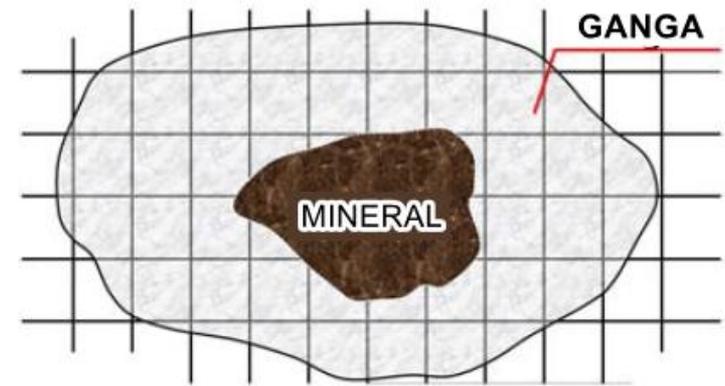
2. Liberación. Mena y Ganga

Un objetivo fundamental es la liberación de las principales especies que forman el todo uno.

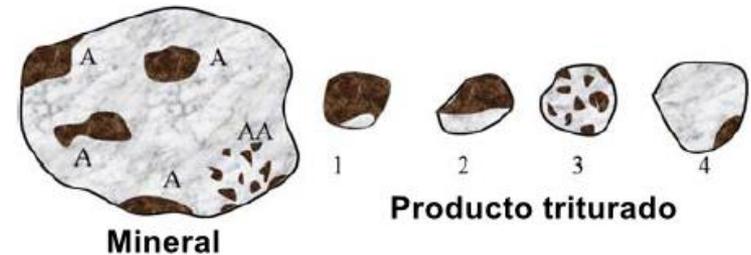
Esta liberación es importante para que las últimas etapas de concentración tengan éxito.

El diseño de las etapas de trituración y molienda va a depender del tipo de estructura cristalina y la diseminación que haya presente.

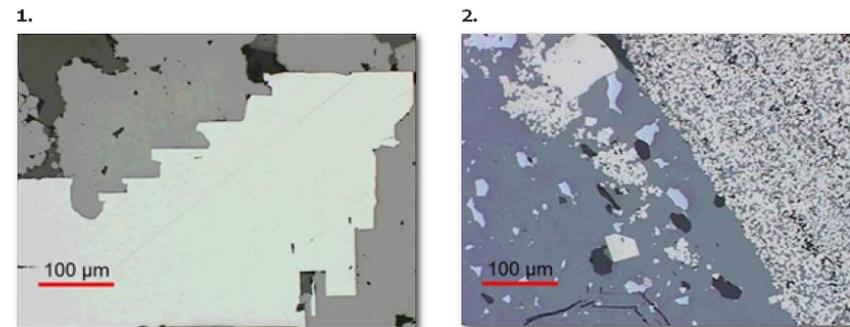
A las especies minerales con valor económico se las conoce como mena y a las que hay que eliminar es la ganga.



(Fuente: Wills and Finch, 2017)



(Fuente: Wills and Finch, 2017)



Diferentes texturas: minerales de galena, blenda y pirita

(Fuente: Wills and Finch, 2017)



3. Unidades de Proceso

Para alcanzar los objetivos las diferentes etapas que deben seguirse se llaman unidades de proceso.

Dependiendo de su naturaleza, las unidades de proceso se enmarcarán en:

1. Reducción de tamaño, que persigue:
 - a) Conseguir la liberación.
 - b) Generar superficie libre para mejorar la procesos de los reactivos químicos.
 - c) Facilitar el transporte del mineral.



(Fuente: Shutterstock)



(Fuente: Shutterstock)



3. Unidades de Proceso



Para alcanzar los objetivos las diferentes etapas que deben seguirse se llaman unidades de proceso.

Dependiendo de su naturaleza, las unidades de proceso se enmarcarán en:

2. Clasificación por tamaños:

- a) Cribado para los tamaño gruesos.
- b) Separadores hidráulicos.
- c) Hidrociclones para tamaños finos.



(Cortesía Terex-Cedarapids)



(Cortesía Metso Minerals)



(Cortesía Krebs Engineers)



3. Unidades de Proceso

Para alcanzar los objetivos las diferentes etapas que deben seguirse se llaman unidades de proceso.

Dependiendo de su naturaleza, las unidades de proceso se enmarcarán en:

3. Concentración:

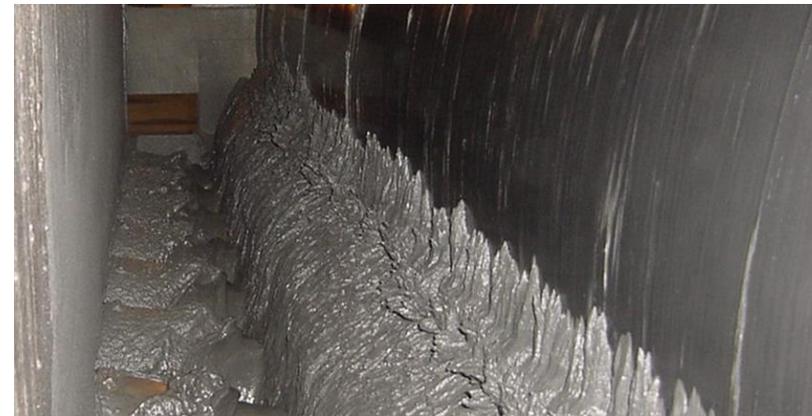
- a) Gravimetría.
- b) Flotación.
- c) Magnética y electrostática.



(Cortesía Holman-Wilfley)



(Cortesía Westpro Machinery)



(Cortesía Metso Minerals)



3. Unidades de Proceso

Para alcanzar los objetivos las diferentes etapas que deben seguirse se llaman unidades de proceso.

Dependiendo de su naturaleza, las unidades de proceso se enmarcarán en:

4. Otros procesos serán:

- a) Desaguado (cribas, cangilones, etc.).
- b) Disolución acuosa (heap cyanide leaching).



(Cortesía KISA)



(Cortesía KISA)



(Cortesía Netafim)



3. Unidades de Proceso

Para alcanzar los objetivos las diferentes etapas que deben seguirse se llaman unidades de proceso.

Dependiendo de su naturaleza, las unidades de proceso se enmarcarán en:

5. Otras operaciones auxiliares:

- a) Espesado.
- b) Filtración.
- c) Almacenamiento.
- d) Transporte.
- e) Bombeo de pulpas.
- f) Depósitos de acondicionamiento.



(Fuente: Shutterstock)



(Fuente: Shutterstock)



(Cortesía FLSmidth)

4. Balance de Materia. Principio de Conservación de la Masa



Para determinar el rendimiento o eficiencia de los equipos, así como la calidad de los productos que originan las operaciones aprovechan el principio de conservación de la masa.

Este principio establece que el caudal de entrada o alimentación a un sistema debe ser igual a la suma de los caudales de las diferentes salidas o productos.

Su expresión viene dada por:

$$F = C + T$$

$$F \times f = C \times c + T \times t$$

F, C, T = Caudal de todo el material

f, c, t = porcentaje o fracción del metal

Es un principio sencillo, muy básico y lógico pero a la vez muy potente por la cantidad de problemas que pueden resolverse aplicándolo.

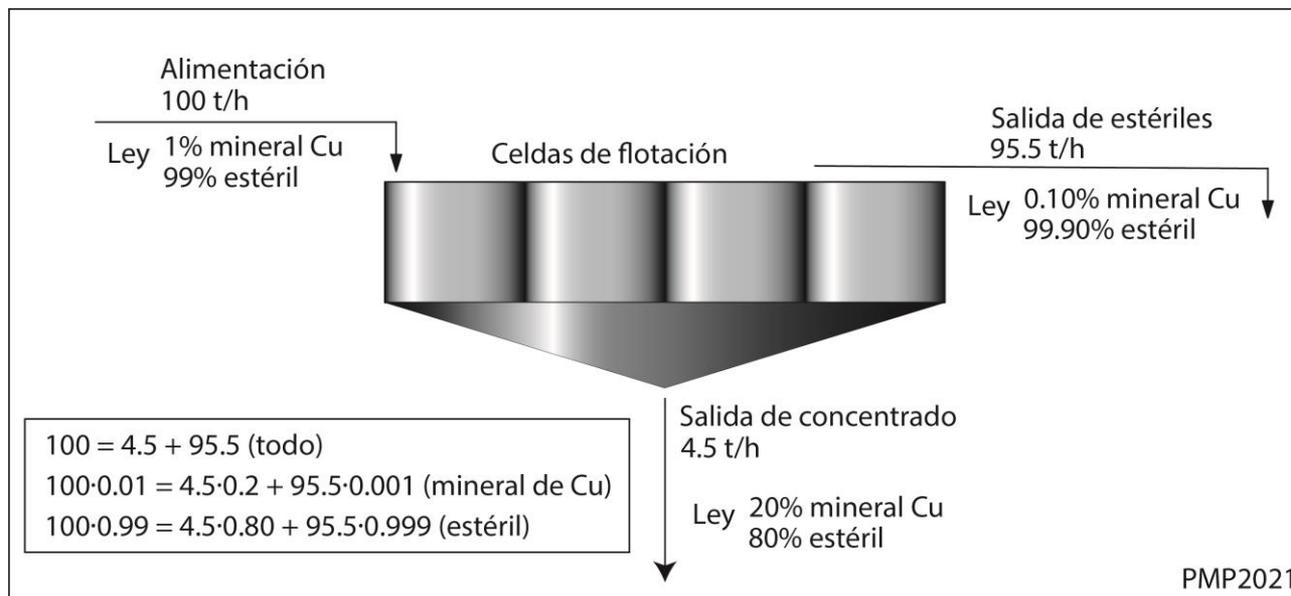
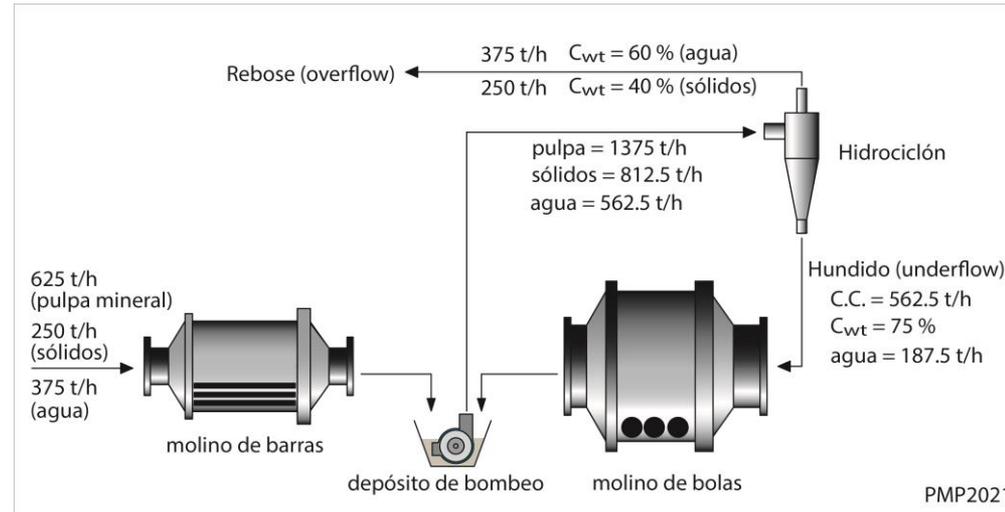
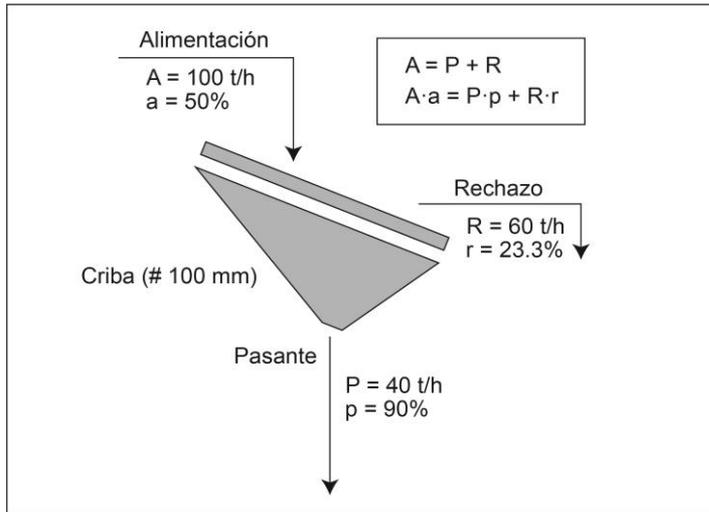
Se aplicará para calcular caudales, leyes, rendimientos, concentraciones de sólidos, contenido de agua, fracciones granulométricas, etc.

Y en última instancia para el dimensionado y selección de equipos.

4. Balance de Materia. Principio de Conservación de la Masa



Algunos ejemplos sencillos que aplican dicho principio de conservación de la masa:





5. Contenido de Metal, Ley, Recuperación, y Valor Contenido

El contenido de metal de un mineral se expresa como el porcentaje de metal que hay presente en dicha sustancia mineral.

Aquí aclarar que en inglés “ore” es la combinación de la mena (el mineral a concentrar) y la ganga, es decir, “mineral and gangue”.

Su cálculo se lleva a cabo a través del empleo de los pesos atómicos de los elementos que forman la expresión química del mineral.

Por ejemplo, ¿cuál es el contenido de metal de titanio en el mineral de ilmenita (FeOTiO_2)?

Entrando en una tabla periódica obtenemos que $\text{O}=16$, $\text{Fe}=55.9$, y $\text{Ti}=47.9$.

Por lo tanto, el peso molecular de la ilmenita = $55.9+47.9+3 \times 16 = 106.96$

$$\begin{array}{l|l} 106.96 \rightarrow 100\% & \\ 47.9 \rightarrow x & x = 44.78\% \end{array}$$

Lo que da un contenido metal de titanio en la ilmenita del 44.78%.

Significado: 100 kg de ilmenita pura darán 44.78 kg de titanio.

5. Contenido de Metal, Ley, Recuperación, y Valor Contenido

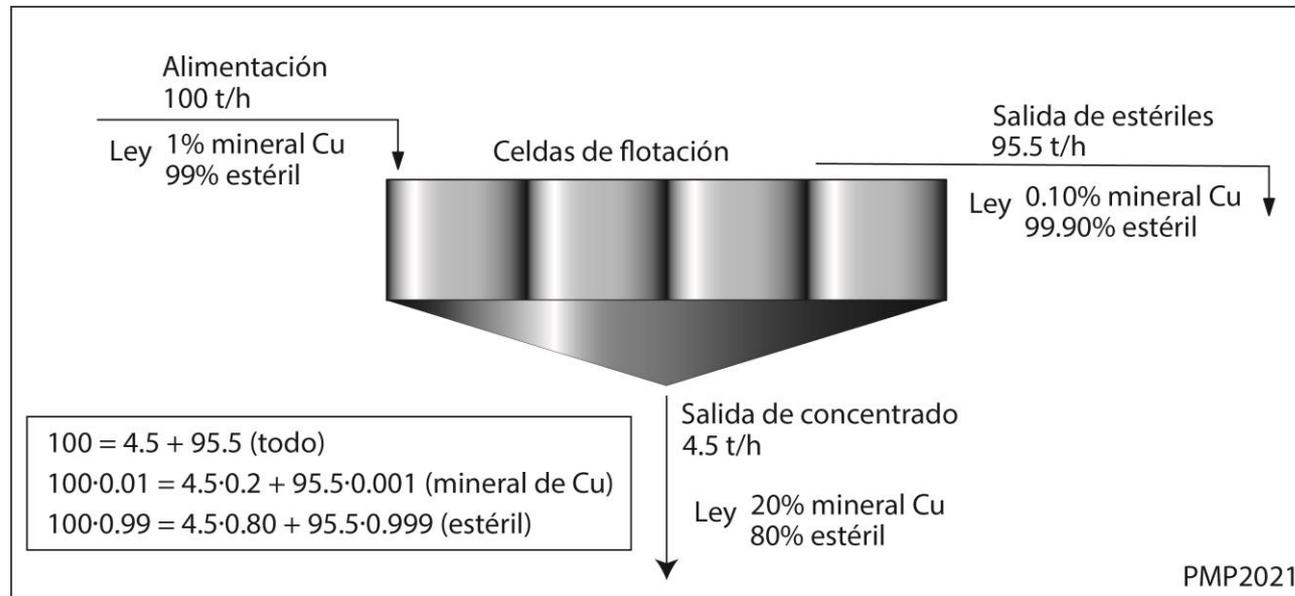


La ley de un mineral o la que se obtiene con una unidad de concentración viene dada por la siguiente expresión:

$$\text{Ley} = \frac{\text{Peso del compuesto beneficiable en la corriente}}{\text{Peso de todo en la corriente}} \times 100$$

En inglés la ley de un mineral se conoce como “ore grade” o “ore assay”.

En la siguiente figura las leyes se han obtenido sabiendo las cantidades del mineral de cobre en la entrada y salidas (1 t/h, 0.9 t/h y 0.096 t/h).



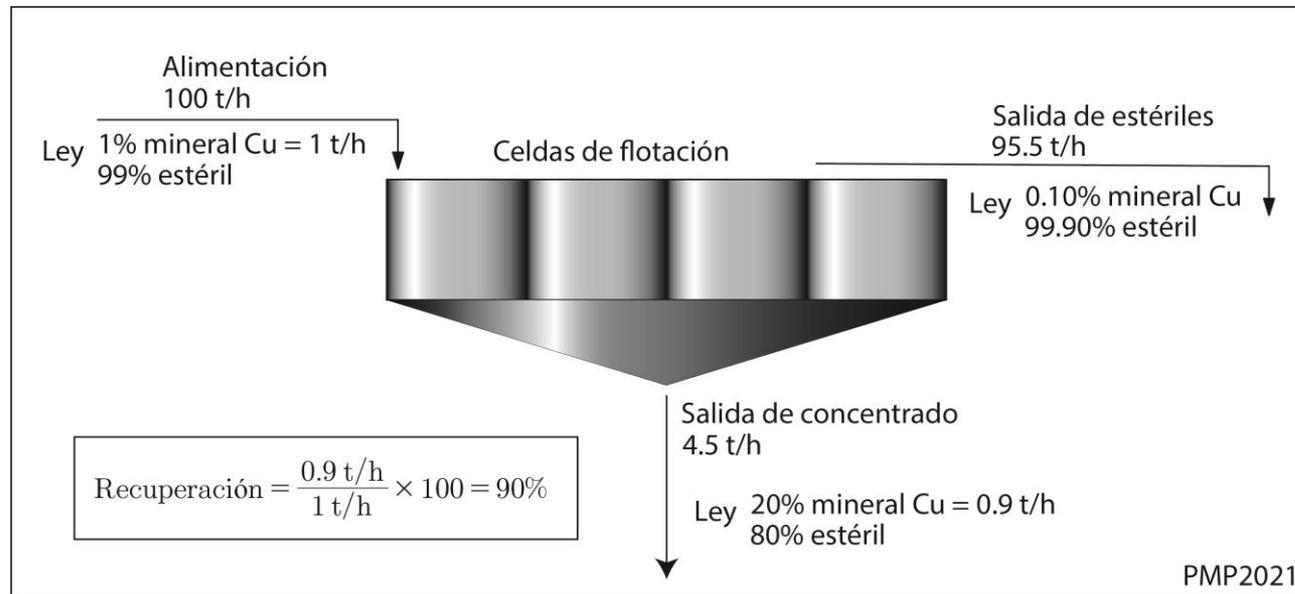
5. Contenido de Metal, Ley, Recuperación, y Valor Contenido



La recuperación se define como el porcentaje de metal o de la especie mineral beneficiable que se recupera en el concentrado en relación al total que entra.

$$\text{Recuperación} = \frac{\text{Peso del compuesto beneficiable en la salida}}{\text{Peso del compuesto beneficiable en la entrada}} \times 100$$

En la siguiente figura se ha calculado la recuperación para el concentrado de mineral de cobre siendo aquella un 90%.





5. Contenido de Metal, Ley, Recuperación, y Valor Contenido

El concepto de valor contenido está relacionado con la rentabilidad de explotación de un depósito mineral.

Para ello se debe cumplir:

Valor contenido/tonelada \gg Costes totales/tonelada

Calcula el valor contenido por tonelada de un depósito que contiene un 1% de cobre y un 0.015% de molibdeno, sabiendo que el valor del metal en el mercado es de 1800 €/t para el cobre y de 20 €/kg para el molibdeno.

Solución = 21 euros/tonelada extraída

Referencias para consulta:



euitc

Ejercicios Resueltos de Tecnología Mineralúrgica



Pedro Martínez Pagán
Dr. Ingeniero de Minas



Universidad Politécnica de Cartagena



rai

