

# FLOTACIÓN

*"Burbujas de cobre"*

La flotación se define como un proceso físico-químico de tensión superficial que separa los minerales sulfurados del metal de otros minerales y especies que componen la mayor parte de la roca original.

## Índice temático

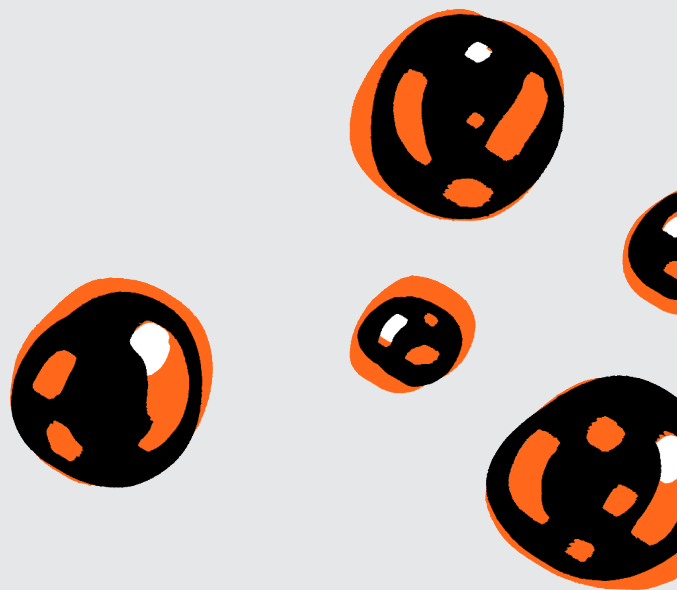
|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| Definición .....                      | 3 |
| Resumen del proceso .....             | 3 |
| Cómo se logra la flotación .....      | 4 |
| Reactivos espumantes .....            | 4 |
| Reactivos colectores .....            | 4 |
| Reactivos depresantes .....           | 4 |
| Modificadores de pH .....             | 4 |
| Etapas del proceso de flotación ..... | 5 |
| Tipos de celdas .....                 | 5 |

## DEFINICIÓN

La flotación se define como un proceso físico-químico de tensión superficial que separa los minerales sulfurados del metal de otros minerales y especies que componen la mayor parte de la roca original.

Durante este proceso, el mineral molido se adhiere superficialmente a burbujas de aire previamente insufladas, lo que determina la separación del mineral de interés (puede ser cobre u otros).

La adhesión del mineral a estas burbujas de aire dependerá de las propiedades hidrofílicas (afinidad con el agua) y aerofílicas (afinidad con el aire) de cada especie mineral que se requiera separar de aquellas que carecen de valor comercial y que se denominan "gangas".

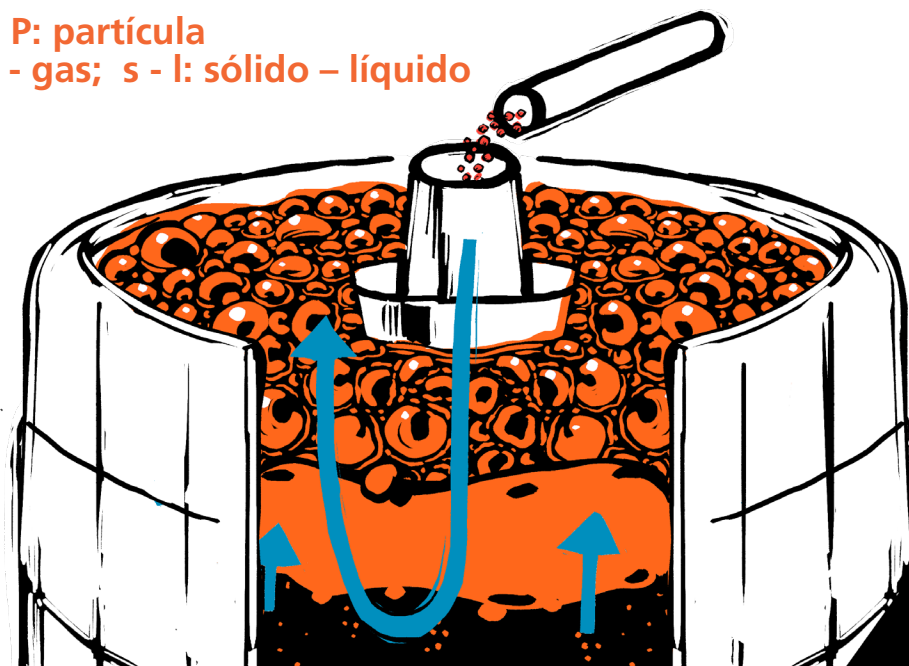


## RESUMEN DEL PROCESO

En la etapa anterior (molienda), se obtiene la roca finamente dividida y se le incorporan los reactivos para la flotación. El propósito es darle el tiempo necesario de residencia a cada uno de los reactivos para conseguir una pulpa homogénea antes de ser utilizada en la flotación. Con la pulpa (o producto de la molienda) se alimentan las celdas de flotación.

Al ingresar la pulpa, se hace burbujear aire desde el interior y se agita con un aspa rotatoria para mantenerla en constante movimiento, lo que facilita y mejora el contacto de las partículas de mineral dispersas en la pulpa con los reactivos, el agua y el aire, haciendo que este proceso se lleve a cabo en forma eficiente.

**B: burbuja; P: partícula**  
**s - g: sólido - gas; s - l: sólido - líquido**





## CÓMO SE LOGRA LA FLOTACIÓN

Pocas partículas de especies minerales tienen flotabilidad natural. Es decir, no forman una unión estable burbuja-partícula. Esto dificulta el proceso de flotación y hace necesario invertir las propiedades superficiales de las partículas minerales. Para ello deben mutar su condición hidrofílica a propiedades hidrofóbicas mediante el uso de un reactivo colector. Además, es necesario que posean el tamaño adecuado para asegurar una buena liberación de las especies minerales.

### ¿QUÉ REACTIVOS SE UTILIZAN?

#### REACTIVOS ESPUMANTES

Alteran la tensión superficial de líquidos. Su estructura les permite agruparse hasta formar otra fase distinta del resto del fluido, formando una espuma que separa el mineral del resto de la ganga. Su objetivo es producir burbujas resistentes, de modo que se adhiera el mineral de interés.

#### REACTIVOS COLECTORES

Favorecen la condición hidrofóbica y aerofílica de las partículas de sulfuros de los metales que se quiere recuperar, para que se separen del agua y se adhieran a las burbujas de aire. Deben utilizarse seleccionando el mineral de interés para impedir la recuperación de otros minerales.

#### REACTIVOS DEPRESANTES

Se utilizan para provocar el efecto inverso al de los reactivos colectores, esto es, para evitar la recolección de otras especies minerales no deseadas en el producto que se quiere concentrar y que no son sulfuros.

#### MODIFICADORES DE PH

Sirven para estabilizar la acidez de la pulpa en un valor de pH determinado, proporcionando el ambiente adecuado para que el proceso de flotación se desarrolle con eficiencia.

Las burbujas de aire generadas arrastran consigo hacia la superficie los minerales sulfurados, rebasando el borde de la celda de flotación hacia canales donde esta pulpa es enviada a la etapa siguiente. Este proceso es reiterado en varios ciclos, de manera que en cada uno de ellos se vaya produciendo un producto cada vez más concentrado.

Adicionalmente, se puede realizar un segundo proceso de flotación, con el fin de recuperar el concentrado de otro metal de interés. El procedimiento es igual que el anterior, pero utilizando reactivos y acondicionadores de pH distintos, lo que permite obtener concentrados de dos metales de interés económico.

La primera flotación se denomina **colectiva**, donde el concentrado contiene dos o más componentes, y la segunda corresponde a la **flotación selectiva**, donde se efectúa una separación de compuestos complejos en productos que contengan no más de una especie individual. Un ejemplo de esto es la flotación de cobre y de molibdenita.

## ETAPAS DEL PROCESO DE FLOTACIÓN

La flotación contempla tres fases:

- **Fase sólida:** corresponde a las materias que se quiere separar (material mineral).
- **Fase líquida:** es el medio en que se llevan a cabo dichas separaciones.
- **Fase gaseosa:** se refiere al aire inyectado en la pulpa para poder formar las burbujas, que son los centros sobre los cuales se adhieren las partículas sólidas.

## TIPOS DE CELDAS

Existen 3 tipos de Celdas de Flotación:

- **Mecánicas:** son las más comunes, caracterizadas por un impulsor mecánico que agita la pulpa y la dispersa.
- **Neumáticas:** carecen de impulsor y utilizan aire comprimido para agitar y airear la pulpa.
- **Columnas:** tienen un flujo en contracorriente de las burbujas de aire con la pulpa, y de las burbujas mineralizadas con el flujo de agua de lavado.

Los productos de la flotación contienen habitualmente entre un 50% y 70% de sólidos. Gran parte del agua contenida en las pulpas producidas por la flotación es retirada en los espesadores de concentrado y cola, los que realizan simultáneamente los procesos de sedimentación y clarificación. El producto obtenido en la descarga de los espesadores de concentrado puede contener entre 50% y 65% de sólidos. El agua remanente en estos concentrados espesados es posteriormente retirada mediante filtros hasta obtener un valor final que va desde un 8% hasta un 10% de humedad en el producto final. Este último es la alimentación para la siguiente etapa.