

# ¿Por qué se debe separación el sólido del líquido de una pulpa

**Reducir los costes de transporte del producto vendible** (incidencia importante en minerales de bajo valor).

**Volver a llevar al mineral a su forma completamente seca por imperativo de la etapa posterior** (calcinación, sinterización).

**Cumplimiento de las especificaciones de venta.**

**Motivos de seguridad y transportabilidad** (desplazamiento de la carga en transporte de mineral por barco)

**Recuperación del agua para su recirculación a la cabeza del proceso**

**Aprovechamiento de los finos obtenidos para diversas aplicaciones industriales** (industria del árido).

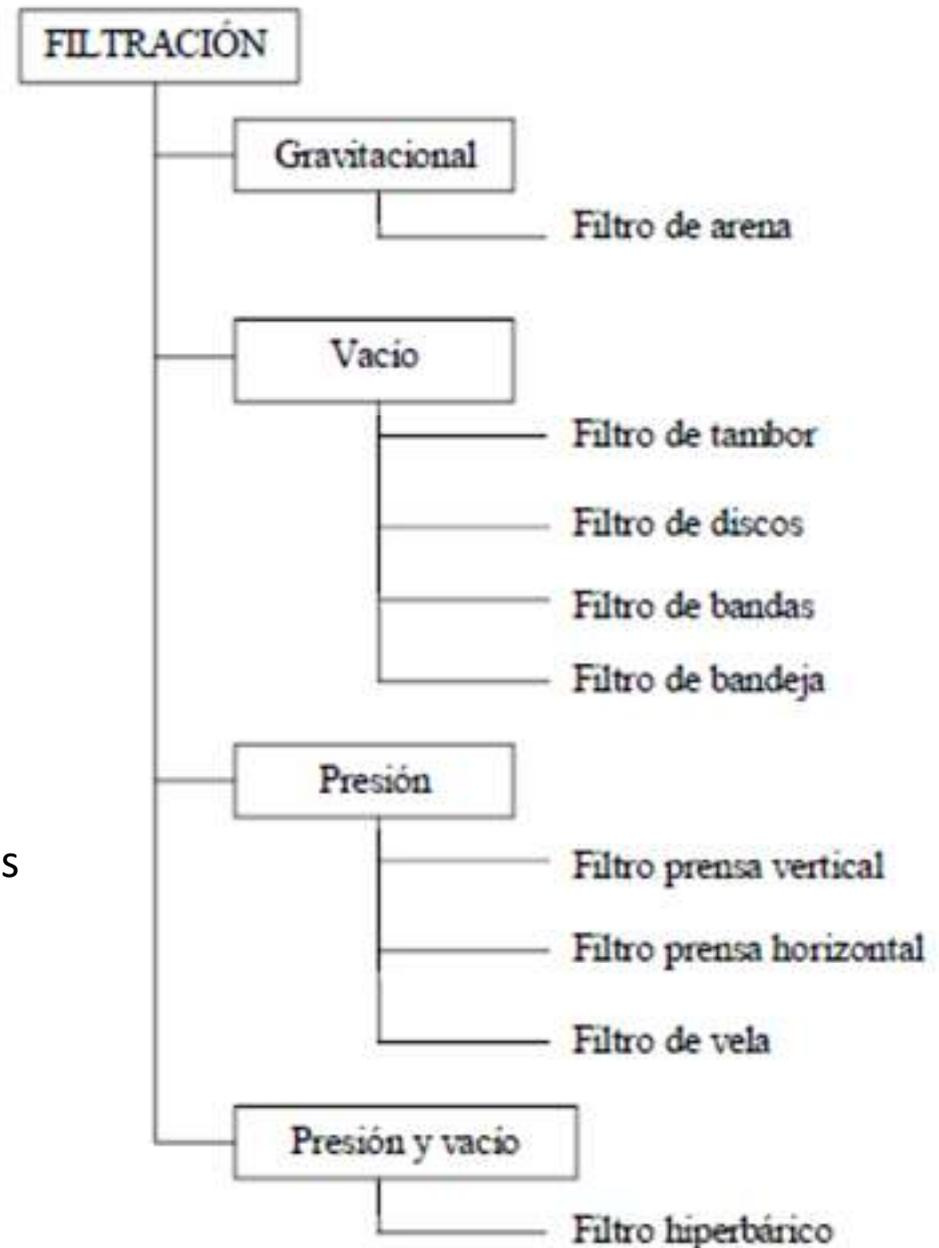
**Eliminar de los efluentes líquidos los finos limosos y arcillosos por imperativos medioambientales** (< 80 m)

# Equipos utilizados en la separación sólido-líquido en minería

Para conseguir la eliminación parcial de agua o desaguado mecánico se emplean equipos de separación sólido-líquido que se pueden clasificar dentro de las dos principales categorías de acuerdo a los principios que emplean, los tamaños de partículas que se suelen manejar

a) Sedimentación: El líquido es obstaculizado por el recipiente y las partículas se mueven libremente.

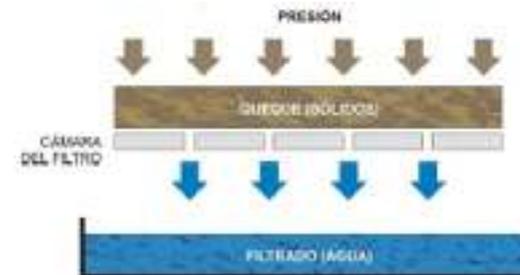
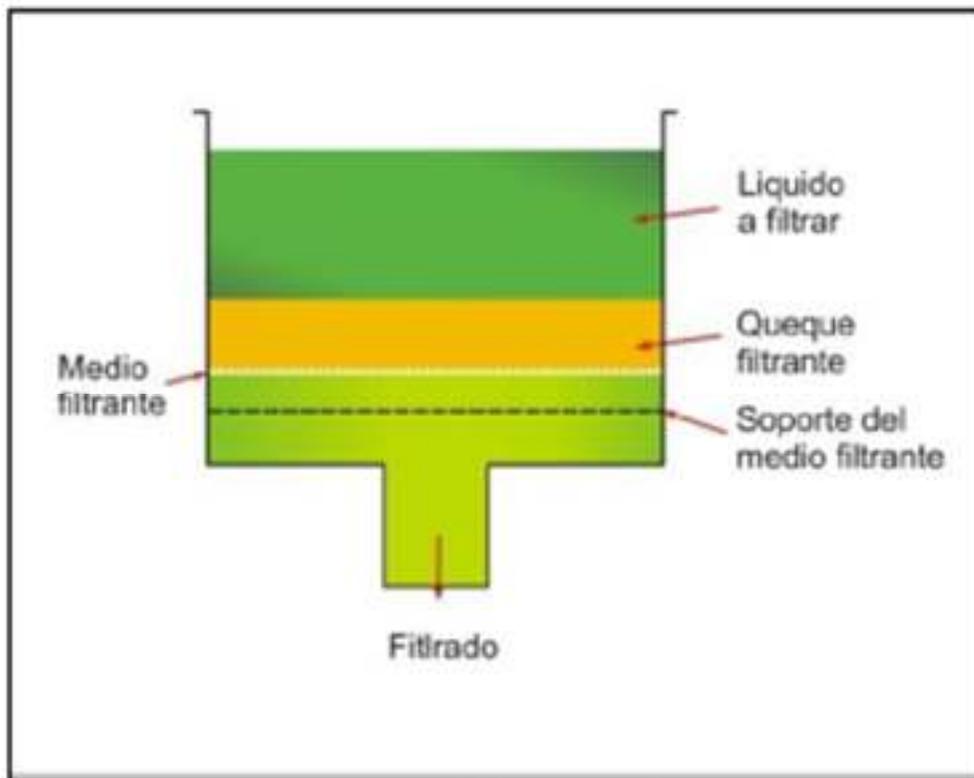
b) Filtración: Las partículas son obstaculizadas por un medio filtrante y son los líquidos los que fluyen a través de dicho medio.



# Separación Sólido-Líquido

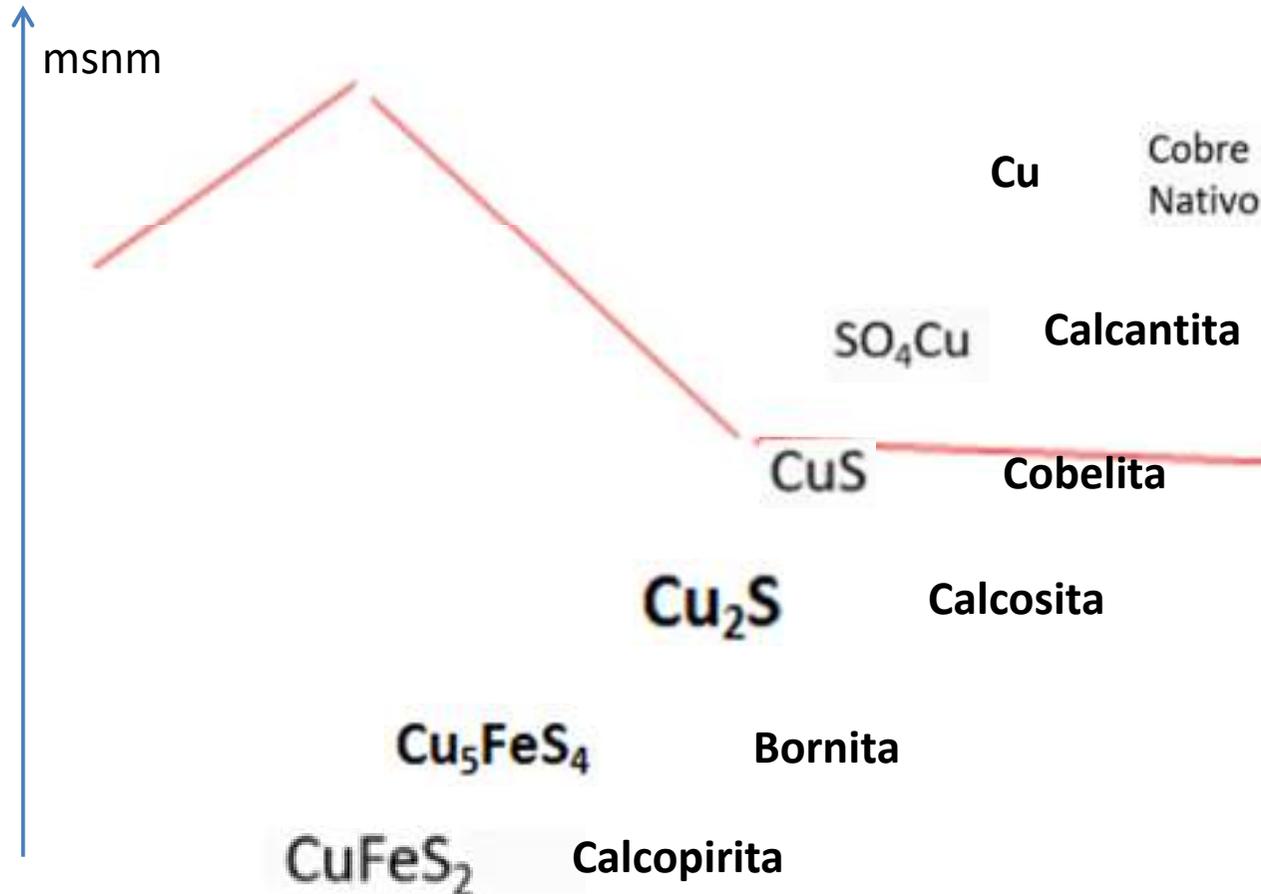
## filtración

La filtración es un proceso que separa sólidos de líquidos, usando un **medio poroso** que retiene el sólido pero permite pasar el líquido. Posibilita esta separación la **diferencia de presión** que existe entre la alimentación y la cara posterior del medio filtrante.



# ¿Qué vamos a filtrar?

## Una Pulpa de agua + Mineral



# ¿Pulpa?

Densidad Mineral (peso mineral / vol mineral) ( $Y_s$ . tons/m <sup>3</sup> )	
D A T O	
2,8	tons/m <sup>3</sup>

Densidad Mineral (peso mineral / vol mineral) ( $Y_s$ . tons/m <sup>3</sup> )	
D A T O	
2,8	tons/m <sup>3</sup>

Densidad Mineral (peso mineral / vol mineral) ( $Y_s$ . tons/m <sup>3</sup> )	
D A T O	
2,8	tons/m <sup>3</sup>

Densidad Mineral (peso mineral / vol mineral) ( $Y_s$ . tons/m <sup>3</sup> )	
D A T O	
2,8	tons/m <sup>3</sup>

Densidad Pulpa ( peso pulpa / vol pulpa ) ( $Y_p$ . tons/m <sup>3</sup> )	
D A T O	
1,608	tons/m <sup>3</sup>

% Solidos Vol en Vol	
% SVV	
D A T O	
33,78	%

% Solidos Peso en Peso	
% SPP	
D A T O	
58,82	%

Solidos Peso en Concentracion Solidos ( peso solido / vol pulpa ) SPV gr solidos / lt	
D A T O	
945,95	g / l

Densidad Pulpa ( peso pulpa / vol pulpa ) ( $Y_p$ . tons/m <sup>3</sup> )	1,608	tons/m <sup>3</sup>
% Solidos Volumen en Volumen % SVV	33,78	%
% Solidos Peso en Peso % SPP	58,82	%
Solidos Peso en Volumen Concentracion Solidos ( peso solido / vol pulpa ) SPV gr solidos / lt	945,78	g / l

1,608	tons/m <sup>3</sup>
33,78	%
58,82	%
945,78	g / l

1,608	tons/m <sup>3</sup>
33,78	%
58,82	%
945,84	g / l

1,608	tons/m <sup>3</sup>
33,78	%
58,82	%
945,85	g / l

1,608	tons/m <sup>3</sup>
33,78	%
58,82	%
945,95	g / l

# ¿Reología de Pulpa?

# Factores que influyen en los pasos de separación de sólido-líquido son:

## **Tamaño de partícula y Granulometría:**

Generalmente las partículas finas tienen los ratios más bajos de sedimentación y filtración. Un incremento del área superficial significa una menor concentración en la salida inferior del concentrador (underflow) y en la descarga de la costra del filtro así como un mayor contenido de humedad.

## **Concentración de sólidos:**

El incremento de la concentración de sólidos generalmente minimizará el tamaño de los equipos requeridos y el coste en todas las etapas de separación sólido-líquido.

## **Forma de la partícula, densidad relativa, y características superficiales:**

Normalmente la forma óptima de partícula es la esférica con porosidad cero. Cuando cualquiera de estos factores se aleja de su estado ideal, las dificultades se incrementan. Las características químicas de la superficie de las partículas va a influir en factores como la dosificación de surfactantes y/o floculantes.

## **Viscosidad y densidad relativa del líquido:**

El incremento de la viscosidad disminuirá los ratios de sedimentación y de filtración. Un mantenimiento de temperaturas altas será siempre deseable puesto que va a disminuir la viscosidad del agua. Sin embargo, esto último no siempre puede llevarse a cabo por el coste que ello conlleva.

# consideraciones en la selección de equipos de filtración serán las características de la alimentación y el objetivo final de los productos del proceso:

<b>Características de la alimentación:</b>	<b>Líquido:</b>	pH. Composición química. Peso específico. Viscosidad. Temperatura y volatilidad.
	<b>Sólidos:</b>	Composición química. Peso específico en húmedo. Distribución granulométrica. Propiedades (abrasividad, fragilidad, etc.).
<b>Objetivo final de los productos:</b>	<b>Pulpa:</b>	Uso final de la costra (cake) y del líquido filtrado. Porcentaje de humedad residual de la costra. Condiciones de lavado de la costra. Condiciones de operación (toxicidad, olores, etc.).

## consideraciones en la selección de equipos de filtración

También interesa saber la cantidad de torta que se forma sobre una superficie unitaria del filtro en la unidad de tiempo,  $W/\vartheta_f$  para seleccionar y dimensionar la unidad de filtración adecuada

$$\frac{W}{\theta_f} = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p \cdot \rho}{\mu \cdot \alpha \cdot \theta_f} \left[ \frac{S}{1 - \frac{S}{S_c}} \right]}$$

$$\Delta p = \frac{4 \cdot T \cdot \cos \theta}{D}$$

$\theta_f$  = tiempo de formación de la torta.

$V$  = volumen del filtrado.

$\mu$  = viscosidad del fluido.

$A$  = área de filtración.

$\Delta p$  = diferencia de presión transversalmente a la torta.

$\alpha$  = resistencia media específica a la filtración.

$c$  = concentración de sólidos en la pulpa.

$W$  = peso de sólido seco en la torta por unidad de área.

$\rho$  = densidad del fluido.

$S$  = fracción en peso de sólidos en la pulpa.

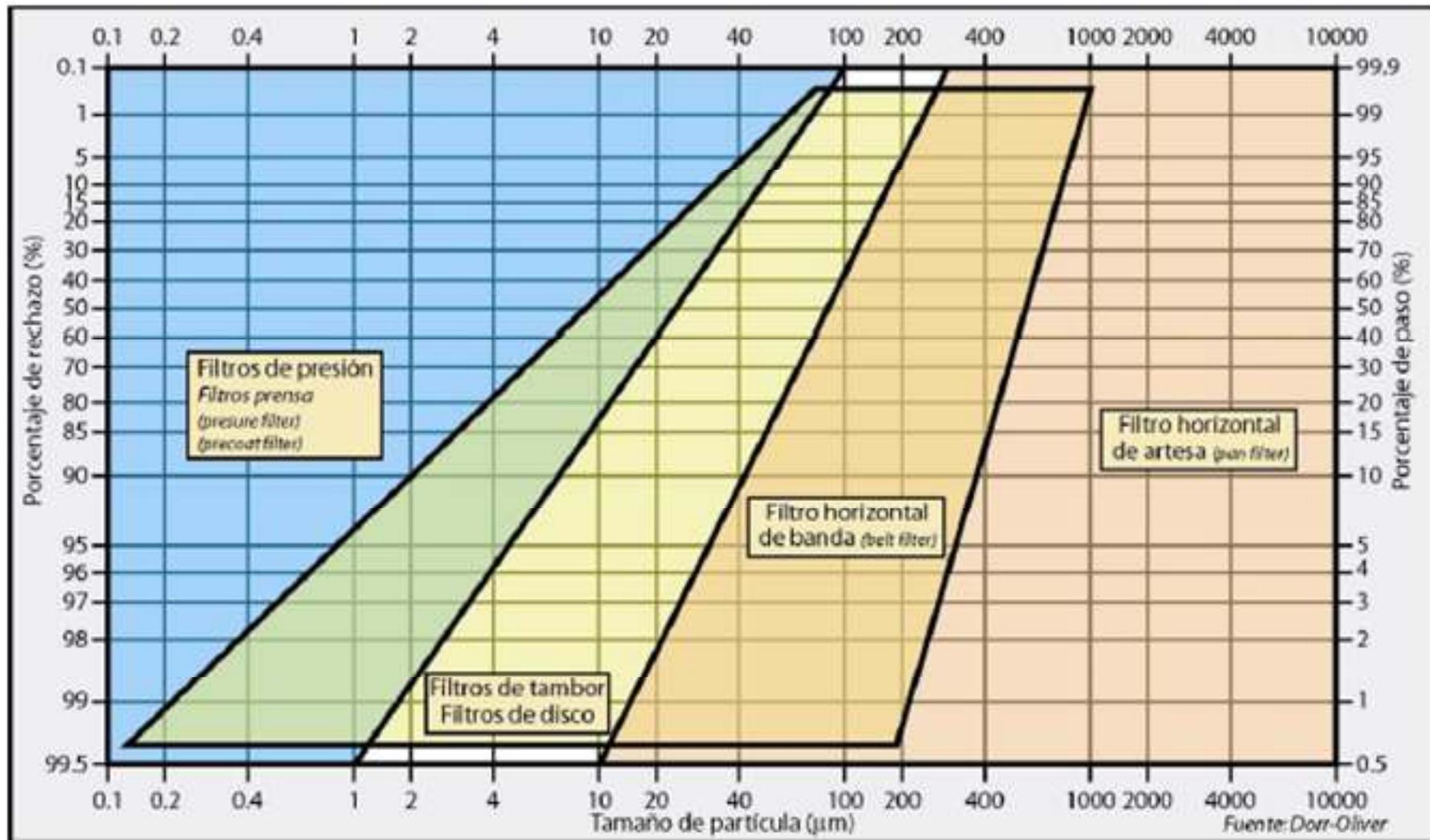
$S_c$  = fracción en peso de sólidos en la torta.

$T$ , tensión superficial.

$\theta$ , ángulo de contacto.

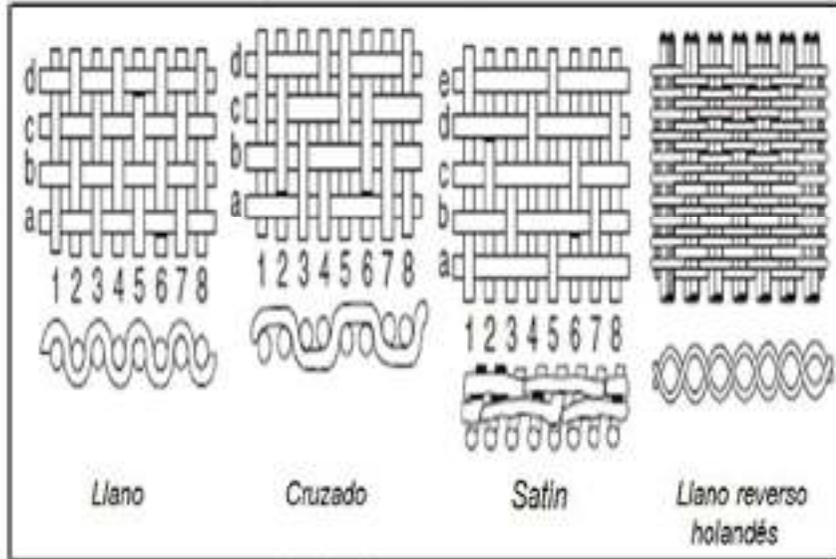
$D$ , diámetro de poro.

# selección de filtros en función de la granulometría



En la actualidad, los productos del concentrado de minerales y de colas generalmente tienen un  $D_{80}$  de **40  $\mu\text{m}$**  o menor por lo que los filtros de presión.

# Efectos de los tipos de tejidos e hilos sobre los medios filtrantes



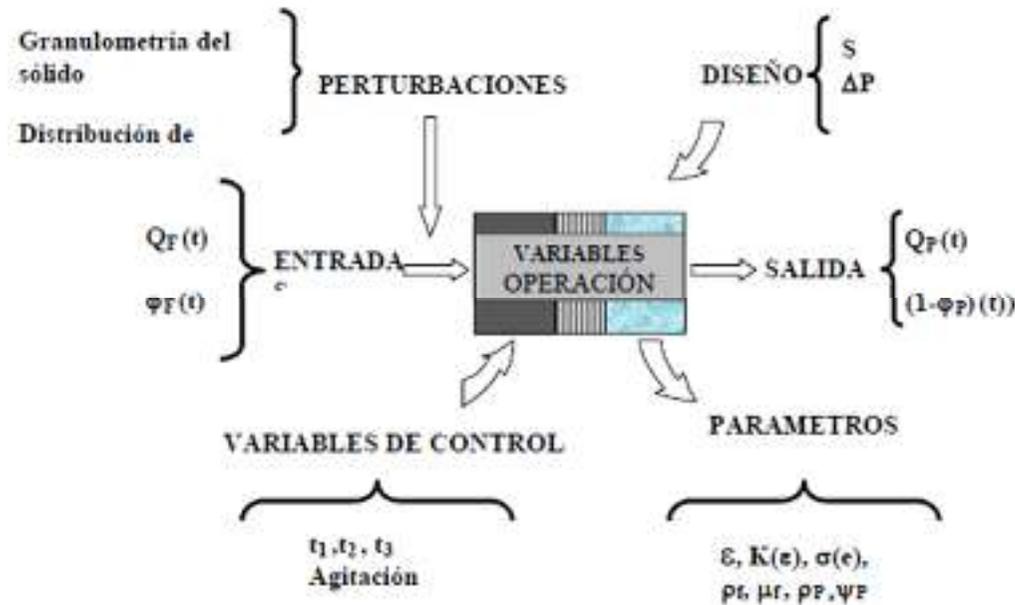
Fuente: Svarovsky, "Separación sólido-líquido", 2000

Algunos medios filtrantes de uso común son telas gruesas de lona, telas metálicas, telas sintéticas, de papel, de celulosa y entre otros

1 es lo mejor y 4 lo peor

Efectos	Tipos de tejidos			Tipos hilos	
	Llano	Cruzado	Satin	De un hilo	De hilos múltiples
Índice más alto de flujo.	4	2	1	1	2
Mayor retención.	1	3	4	3	2
Mejor descarga de torta.	4	2	1	1	2
La menor humedad en las tortas.	4	2	1	1	2
Resistencia a la aglutinación	4	2	1	1	2

# VARIABLES EN FILTRACIÓN



*VARIABLES DE ENTRADA* : Flujo  $Q_F(t)$  y concentración  $\varphi_F(t)$  de entrada de suspensión

*VARIABLES DE SALIDA* : Flujo de descarga  $Q_P(t)$  y humedad  $(1-\varphi_P)(t)$  del queque,

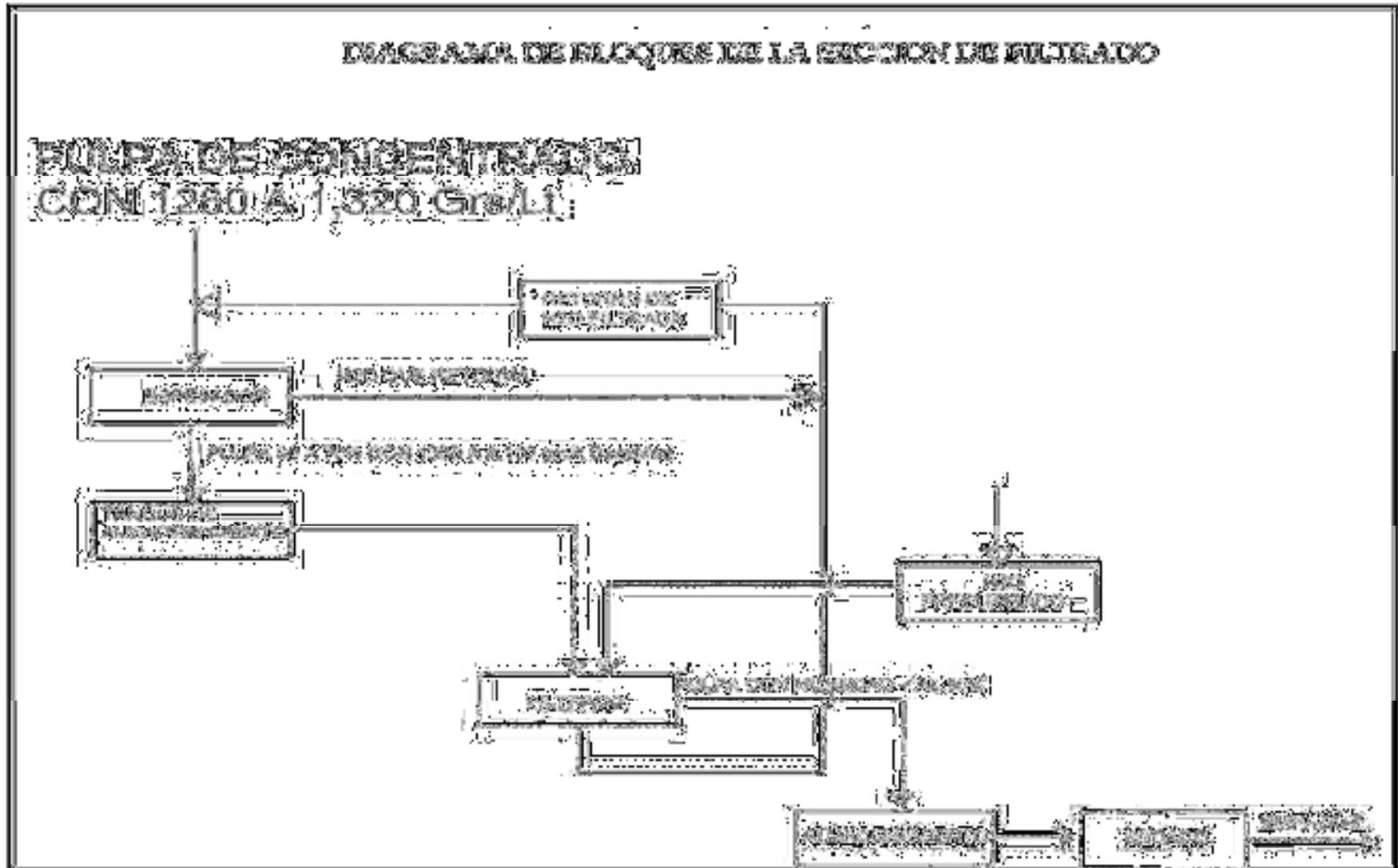
*VARIABLES DE DISEÑO* : Área de filtración  $S$  y gradiente de presión  $\Delta P$ ,

*VARIABLES DE CONTROL* : Tiempo de filtración  $t_f$ , de lavado  $t_l$  y de secado  $t_s$ ,  
magnitud de la agitación.

*Parámetros* : Porosidad  $\varepsilon$ , permeabilidad  $k(\varepsilon)$  y compresibilidad  $\sigma_\varepsilon$  del  
queque, densidad  $\rho_f$  y viscosidad  $\mu_f$  del filtrado, densidad  
 $\rho_p$  y forma  $\psi_p$  de las partículas

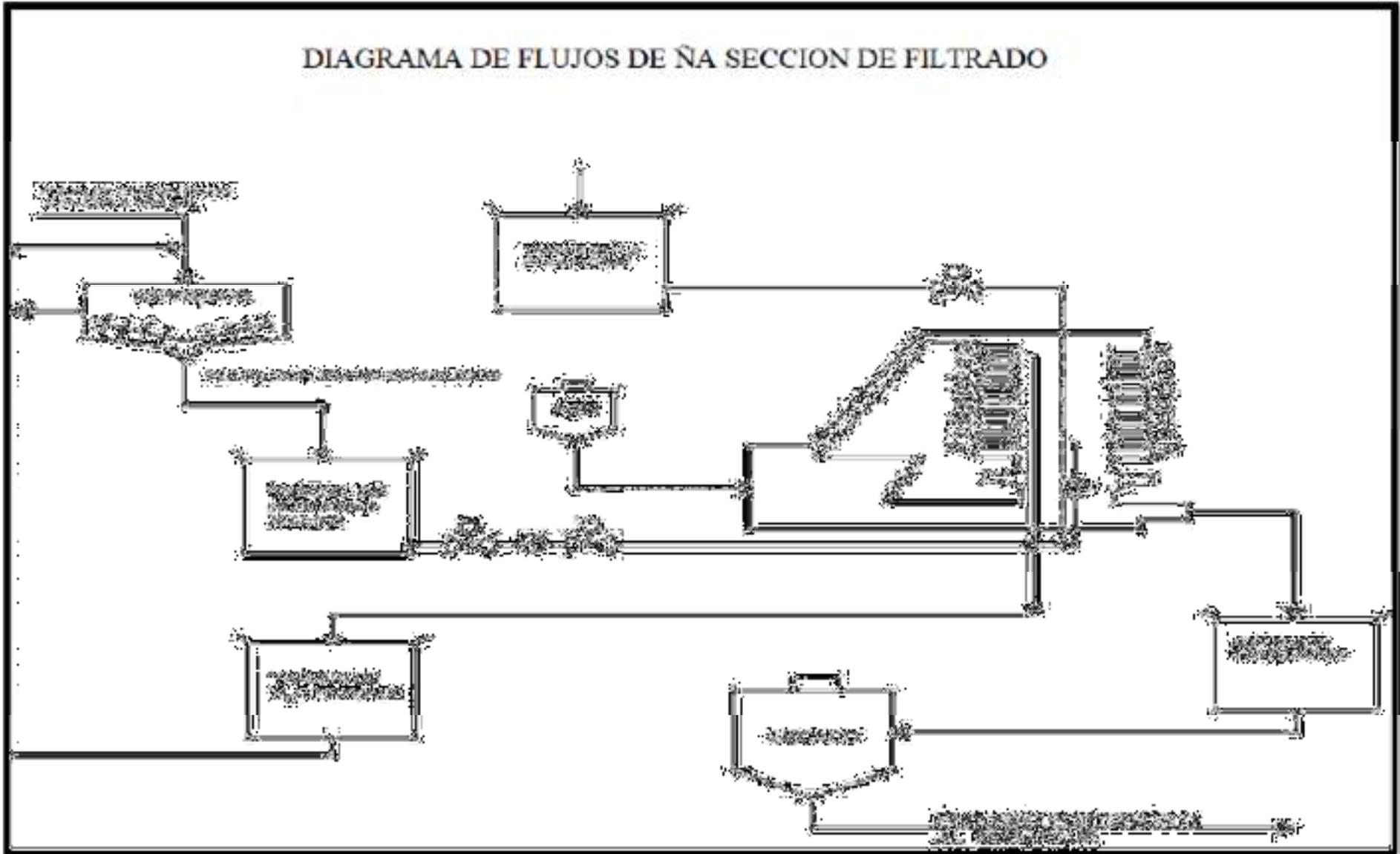
*Perturbaciones* : Granulometría del sólido.

# DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA SECCIÓN DE FILTRADO



# ***DIAGRAMA DE FLUJOS DE LA SECCION DE FILTRADO***

DIAGRAMA DE FLUJOS DE NA SECCION DE FILTRADO



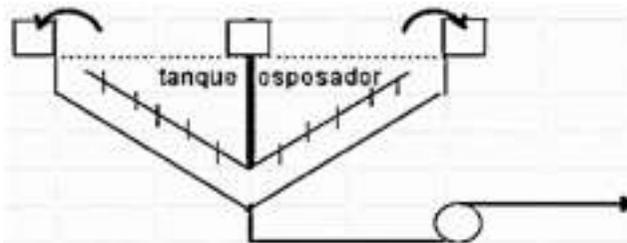
# Área de Filtrado - Mantenimiento Básico de Planta

Video

# Problema:

Un **tanque espesador** se alimenta con una pulpa de densidad 1.05 kg/L a razón de 400 kg de sólidos por minuto y con 320 m<sup>3</sup> de agua por hora. **El rebose del tanque está formado únicamente por agua** y se elimina del circuito. En la descarga se obtiene pulpa con el 47 % de sólidos en peso, la cual se envía al tanque acondicionador de un circuito de flotación. Calcular:

- La cantidad de agua, en m<sup>3</sup>/h que será necesario añadir al acondicionador, para que la pulpa entre al circuito de flotación con 25% de sólidos en peso.
- Los balances de materia correspondientes a las etapas de espesamiento y acondicionamiento.



comparación entre filtros de banda y de prensa.

<b>FILTRADO DE VACIO</b>	<b>FILTRADO DE PRESION</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Operación continua.</li><li>2. Mayor consumo de energía</li><li>3. Existe mucha experiencia</li><li>4. Menor área de filtración</li><li>5. Más equipos requeridos</li><li>6. Más superficie de instalaciones</li><li>7. Mayor humedad de la torta (20 a 25%)</li><li>8. Mayores tasas a igual % finos</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Operación discontinua.</li><li>2. Menor consumo de energía</li><li>3. Dudas de la disponibilidad s/exp</li><li>4. Mayor área de filtración</li><li>5. Menos equipos requeridos</li><li>6. Menos superficie de instalaciones</li><li>7. Menor humedad de la torta (15 a 18%)</li><li>8. Menores tasas a igual % finos</li></ol>