

# Extracción líquido-líquido

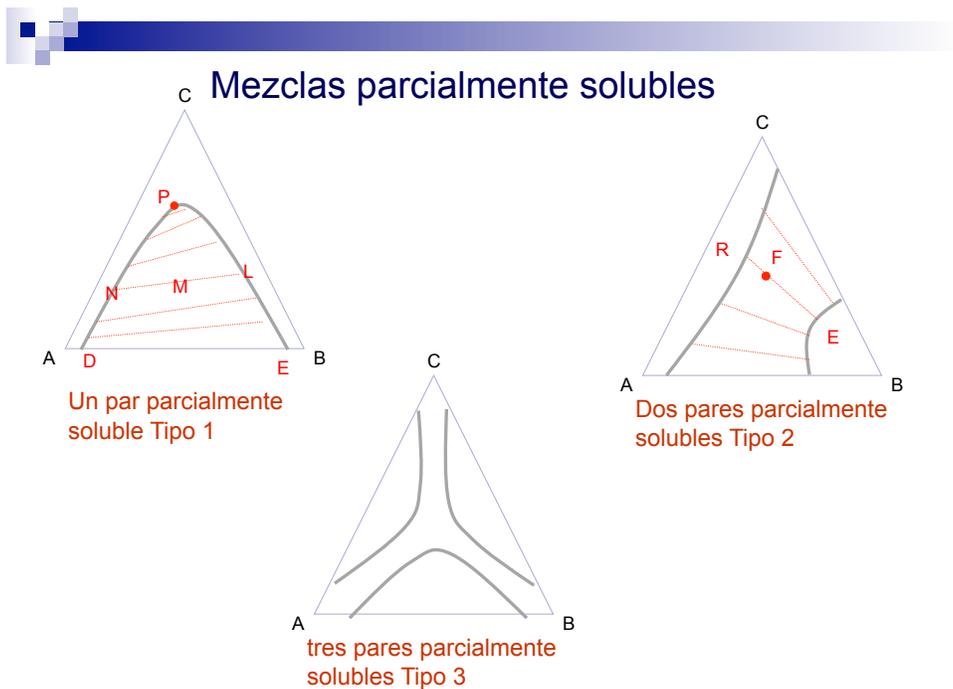


## Extracción líquido líquido

- **Introducción a la extracción líquido-líquido**
- **Equipos de extracción**
- **Diagramas de equilibrio**
- **Extracción en una etapa**
- **Selección del disolvente**

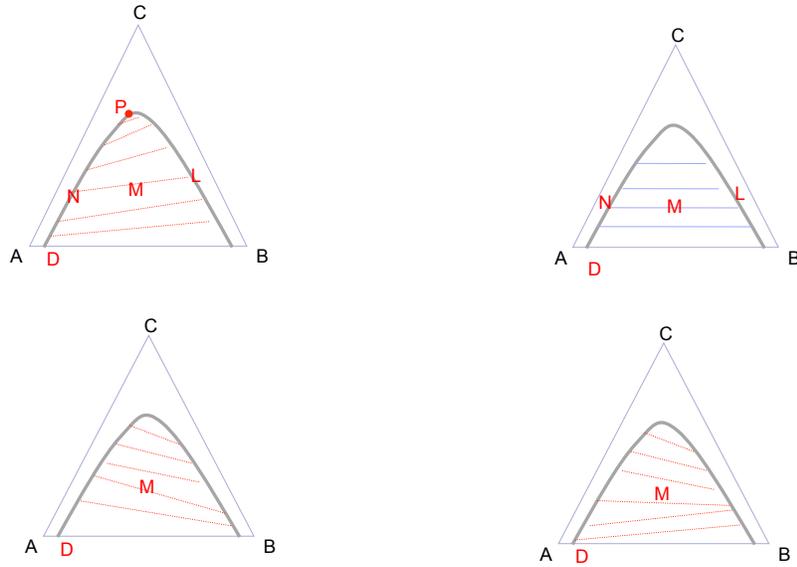
## Definición

- La extracción líquido-líquido consiste en la separación de los componentes de una mezcla líquida, por contacto con otro líquido, inmisible con ella o parcialmente inmisible y que disuelve preferentemente a uno de los constituyentes.

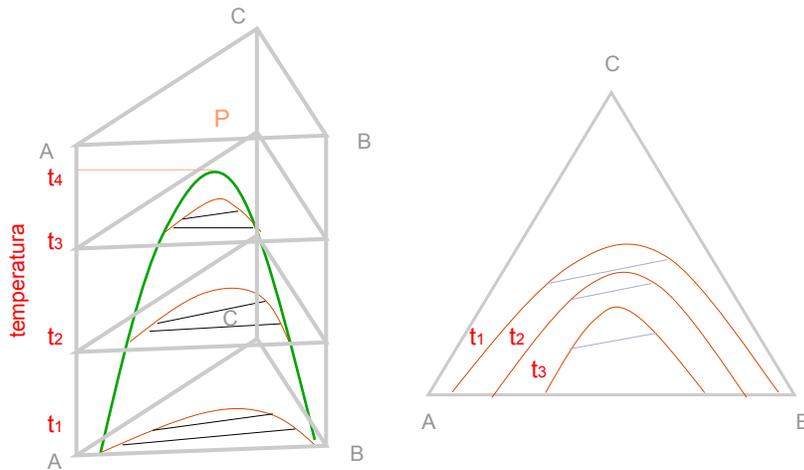




## Mezclas parcialmente solubles



## Efecto de la temperatura en los equilibrios ternarios





## Extracción frente a Destilación

Separación de líquidos de punto de ebullición próximos

Compuestos poco volátiles

Volatilidad relativa muy parecida

Compuesto en pequeñas proporciones

Separación de sustancias sensibles al calor

Separación de mezclas que forman azeotropos



## Términos usuales

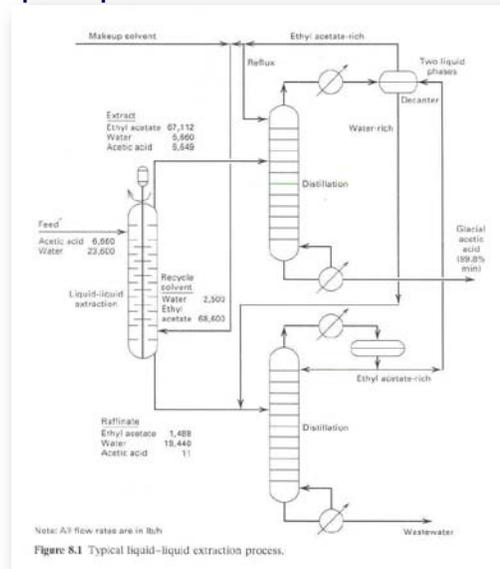
**Alimentación:** solución a ser extraída

**Disolvente:** líquido que se pone en contacto con la alimentación

**Extracto:** fase rica en disolvente

**Refinado:** líquido residual donde se ha eliminado el soluto

## Tipico proceso de extraccion

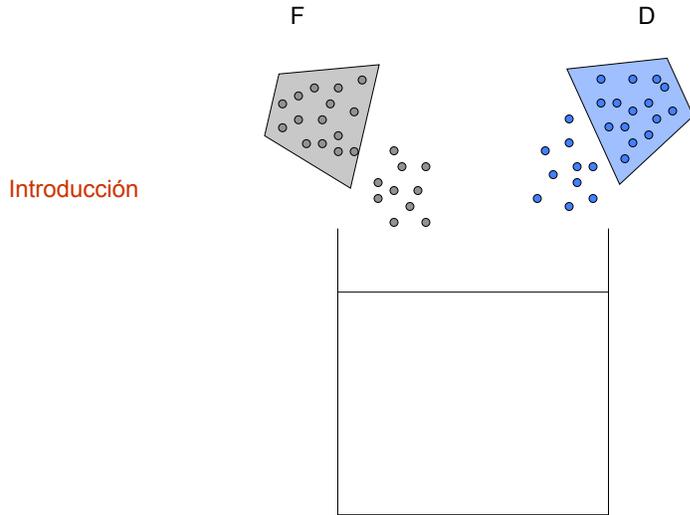


## Proceso de extracción

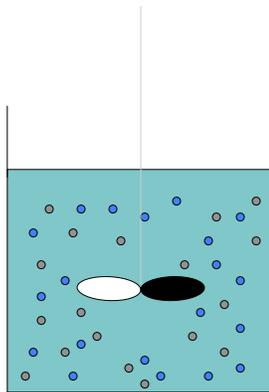
- a.- Contacto entre fases
- b.- Separación de fases
- c.- Recuperación de disolvente



## Extracción en régimen discontinuo

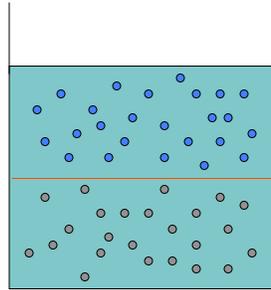


## Agitación

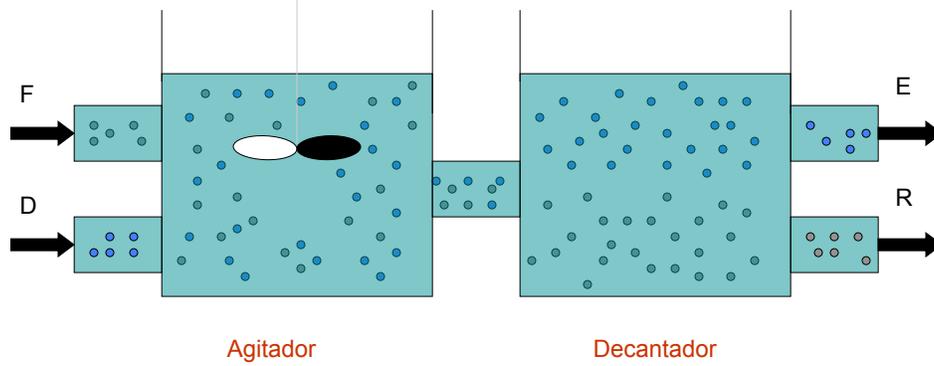


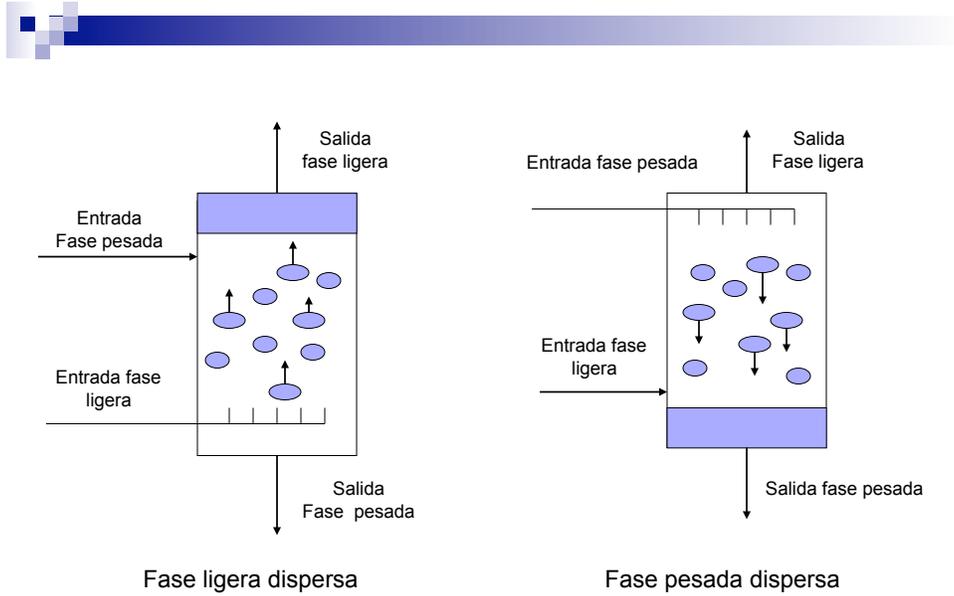


## Decantación

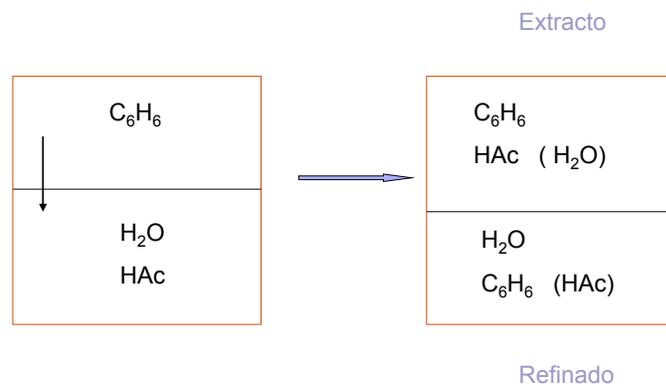


## Extracción en régimen continuo





## Ejemplo:





## Aplicaciones

Desulfuración de productos petrolíferos

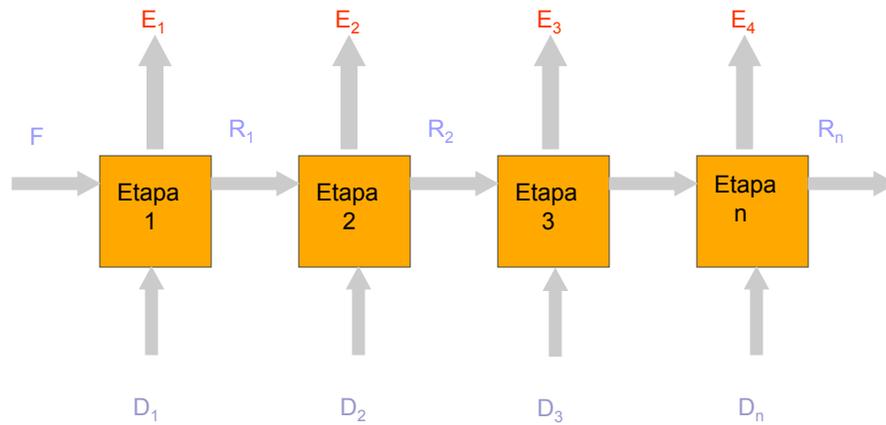
Productos farmacéuticos

Industria alimentaria

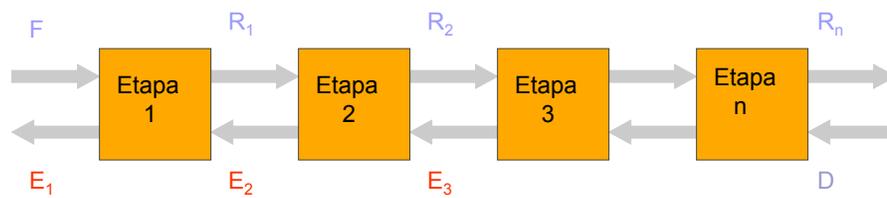
Obtención de metales



## Extracción en etapas múltiples flujo cruzado



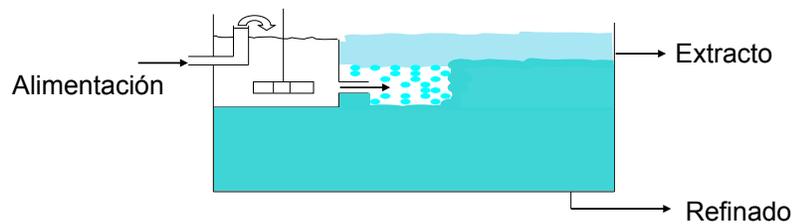
## Extracción en etapas múltiples en contracorriente



## EQUIPOS PARA EXTRACCIÓN L-L

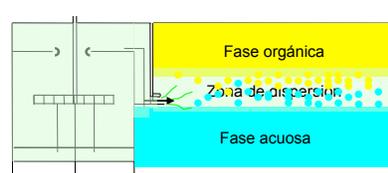
- **Extracción por etapas:**
  - Mezclador - sedimentador
  - Torres platos perforados
  - Columnas de bandejas
- **Extracción por contacto continuo diferencial:**
  - Torres de pulverización
  - Torres de relleno
  - Columnas pulsadas
  - Extractores centrífugos

### Combinación de mezclador y sedimentador

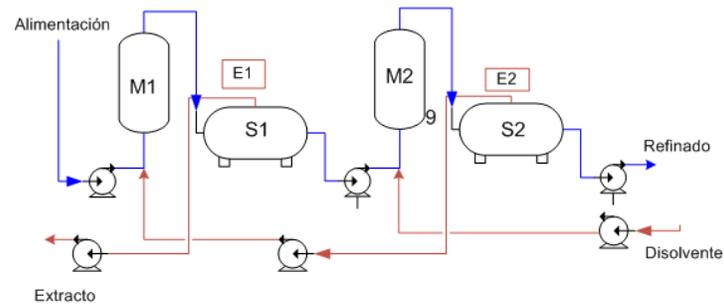


- Mezcladores-sedimentadores: por separado o en combinación
  - Parámetros importantes: densidades, viscosidades y dispersión
  - Emulsión: gotas de medio disperso en medio continuo
  - Diámetro habitual de gotas: 0,1-1 mm
    - diámetro mayor que 1mm → sedimentación rápida
    - diámetro 1-1,5  $\mu$  → emulsión estable, mala sedimentación
  - Diámetro hélice: 1/3 del recipiente mezclador
    - Hélice justo debajo interfase, velocidad periférica 3-15 m/s
  - Mejor sedimentación cuanto mayor diferencia de densidad, diámetro gotas y menor viscosidad de la fase continua.
- Mayor coalescencia cuanto mayor tensión superficial, menor solubilidad mutua, menor viscosidad y menor polaridad.

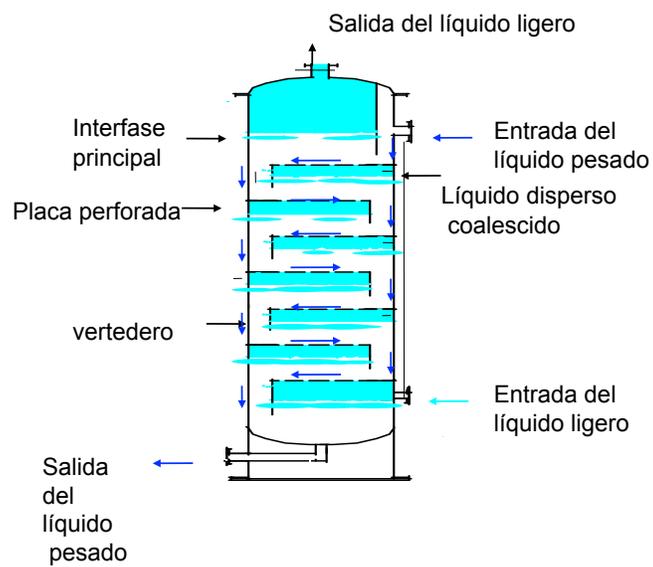
## Mezclador - sedimentador



## Mezclador-Sedimentador múltiple a contracorriente



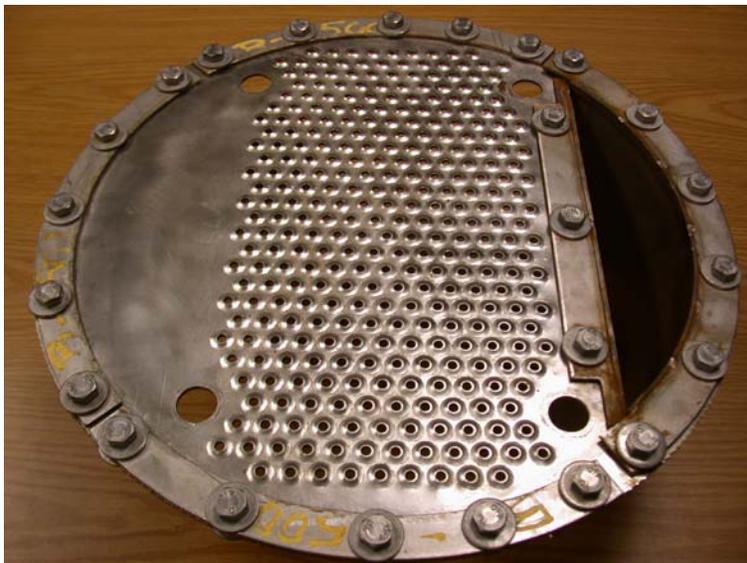
## Torre de extracción de platos perforados



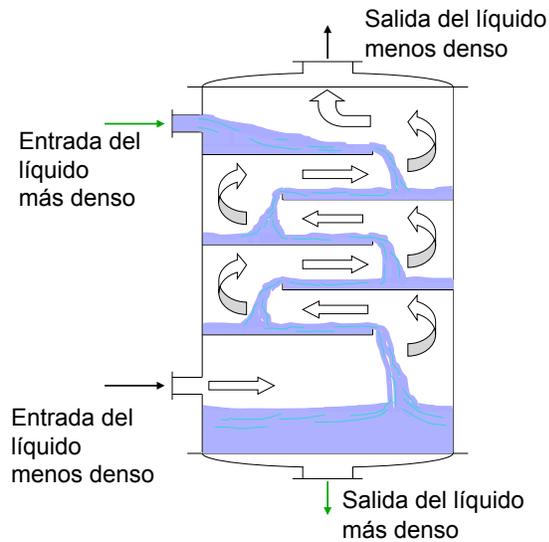
- Varias etapas en contracorriente
- Alta capacidad y eficacia
- Para sistemas de baja tensión superficial
- Sin mezclado
- Fase continua pesada y dispersa ligera
- Líquido pesado por platos y vertederos.  
Líquido ligero por perforaciones

Mala redispersión después de cada plato

Plato perforado



## Columna de bandejas

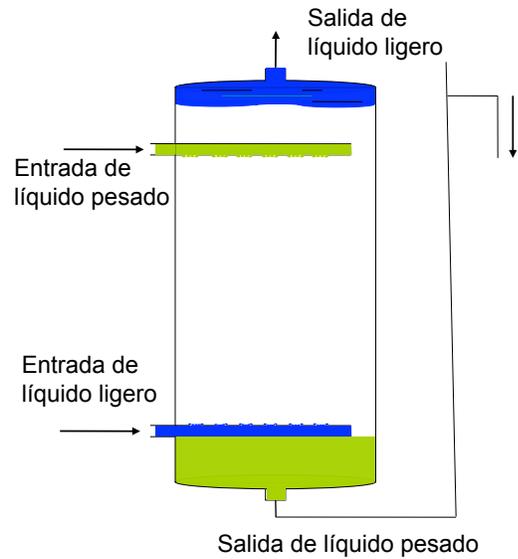


- En contracorriente
- Fase continua pesada
- Sin mezclado
- Baja tensión superficial

## Equipos de contacto continuo

- Extractores que funcionan por gravedad
  - Sin piezas móviles
  - Extractores agitados mecánicamente
- Extractores centrífugos

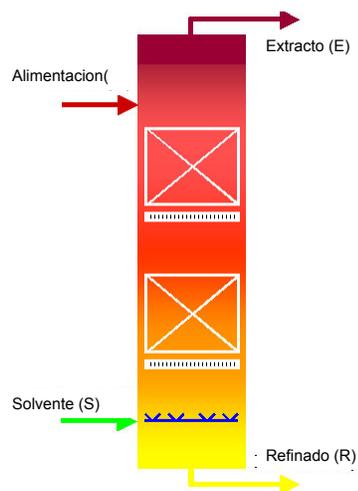
## Columna de riego (contacto continuo dif.)



Se dispersa la fase que tenga mayor velocidad de flujo.

- Baja eficacia
- Movimiento por diferencia de densidades
- Sólo un flujo deseado (fácil inundación)

## Equipos de contacto continuo: columna de empaques



- Bajo costo de capital
- Bajo costo de operación y mantenimiento
- Eficiencia relativamente baja
- Maneja materiales corrosivos

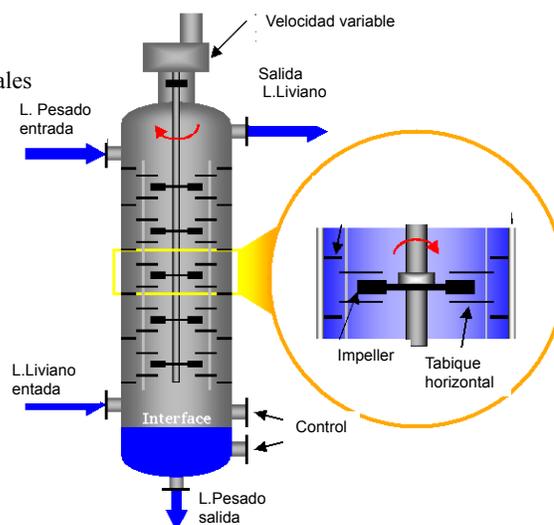
## Tipos de empaque



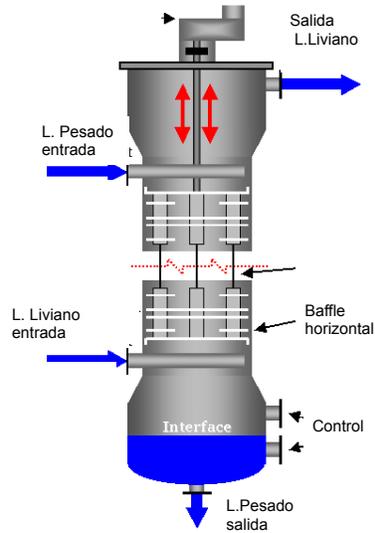
Anillos Pall

## Columna Rotatorias con agitación

- Muchas instalaciones comerciales
- Bajo costo de operación y mantenimiento
- Contacto diferencial

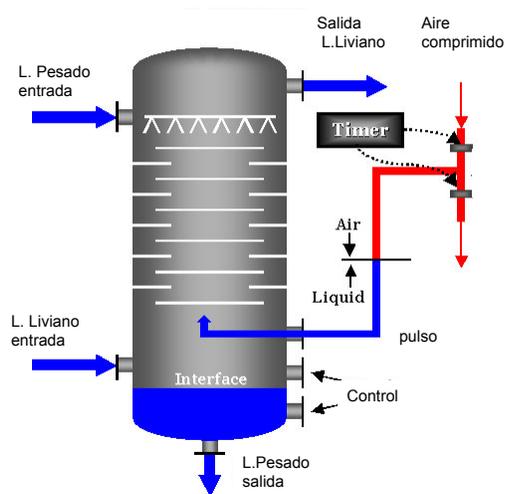


## Columnas de platos



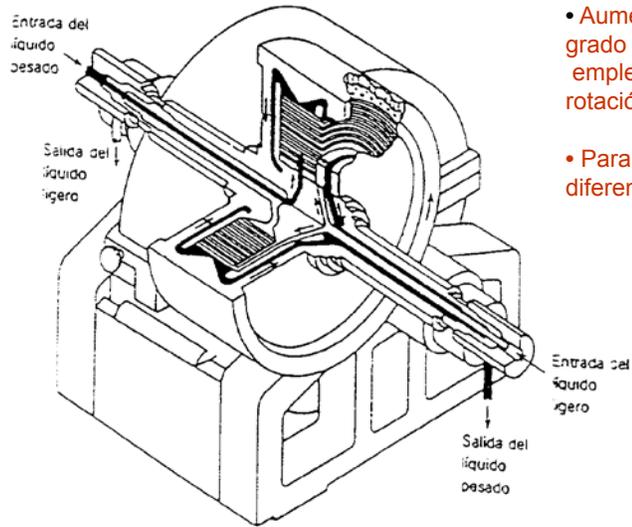
- Desarrollado en 1959
- Muchas instalaciones comerciales
- Alta eficiencia

## Columnas pulsadas



- Una bomba pulsa el contenido de la columna a intervalos frecuentes
- La torre puede ser de platos perforados o de relleno
- Utilizada en el tratamiento de líquidos corrosivos o radiactivos

## Extractor centrífugo de Podbielniak



- Aumentan la turbulencia y el grado de contacto empleando altas velocidades de rotación
- Para líquidos de muy pequeña diferencia de densidad

## Factores que afectan la selección de extractores

Propiedad	Mezclador-Sedimentador	Extractor centrífugo	Columnas estáticas	Columnas Agitadas
<b>No. De etapas</b>	Pocas	Pocas	Moderadas	Muchas
<b>Flujo</b>	Alto	Moderado	Moderado	Moderado
<b>Tiempo de residencia</b>	Muy alto	Muy corto	Moderado	Moderado
<b>Tension interfacial</b>	Moderada a alta	Baja a Moderada	Bajo a Moderada	Moderado a alta
<b>Diferencia Densidad</b>	Baja a alta	Baja a moderada	Baja a Moderada	Baja a alta
<b>Viscosidad</b>	Baja a alta	Baja a alta	Baja a alta	Baja a alta

## Equilibrio liquido- liquido

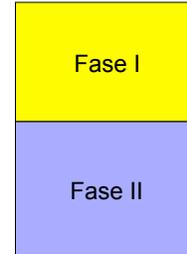
$$f_i^I = f_i^{II}$$

$$(x_i P_i^{vap} \gamma_i)^I = (x_i P_i^{vap} \gamma_i)^{II}$$

Al equilibrio las presiones parciales son iguales

$$(x_i \gamma_i)^I = (x_i \gamma_i)^{II}$$

$$\frac{x_i^I}{x_i^{II}} = \frac{\gamma_i^{II}}{\gamma_i^I}$$



## Diagramas de equilibrio

### - Triangulares

- \* Equilátero
- \* Rectángulo

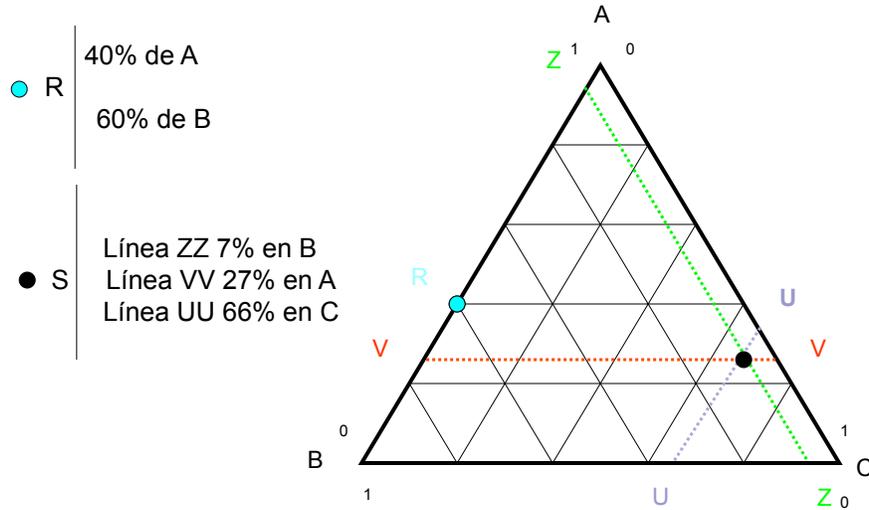
### - Cartesianos

- \* Janecke

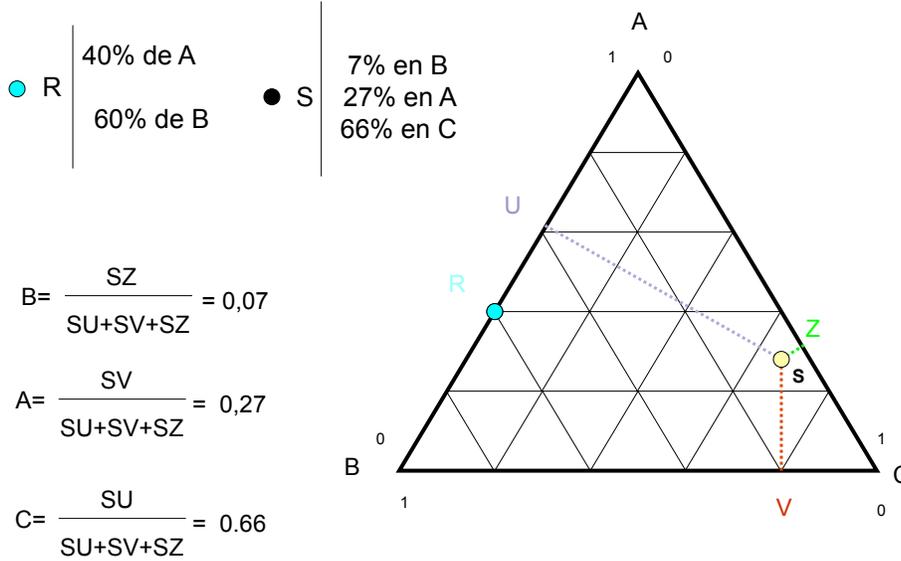


## Diagramas triángulo equilátero

### Composición por líneas de igual concentración

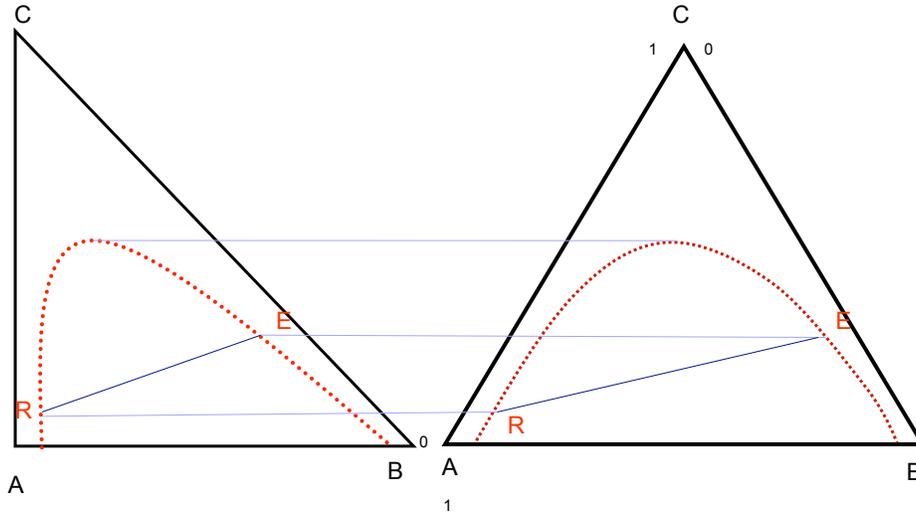


### Composición por líneas perpendiculares





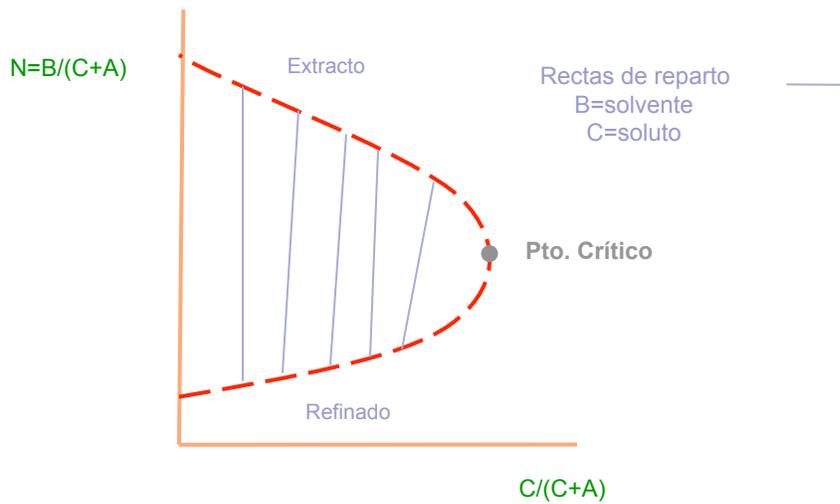
### Diagramas de triángulo rectángulo



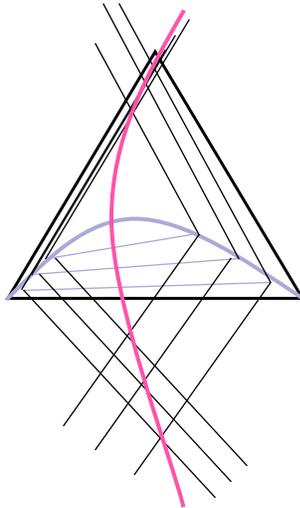
En el triángulo rectángulo las escalas pueden ser diferentes



### Diagrama concentración-contenido en disolvente (Janecke)

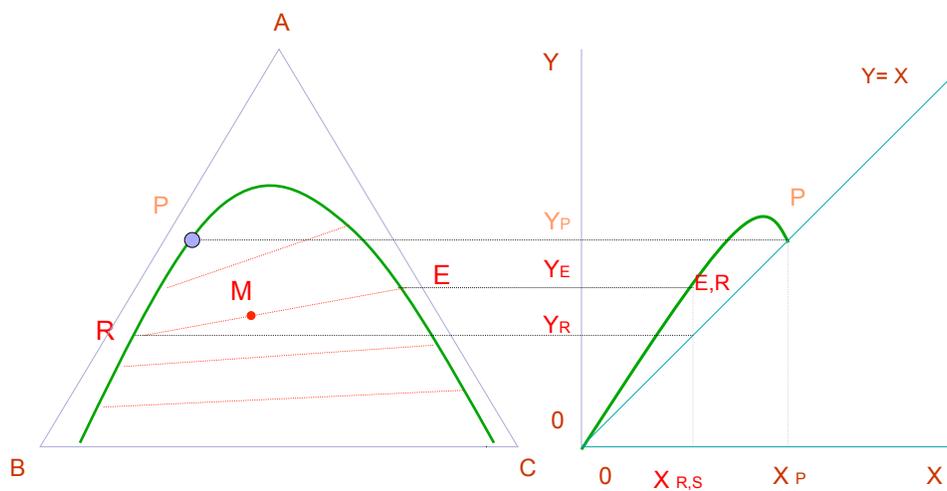


## Curva de Alders



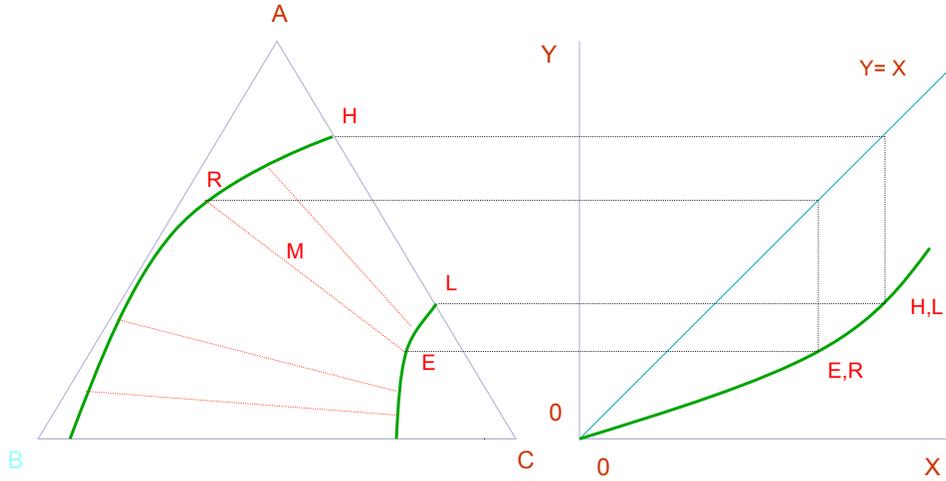
- Se parte del diagrama triangular, la curva de solubilidad y algunas rectas de reparto
- Se trazan paralelas a los lados del triángulo que pasen por los E y R
- Con la unión de los puntos de corte y forma una CURVA
- Con esta curva se pueden calcular otras rectas de reparto

## Sistema de tres líquidos, A y C parcialmente solubles





Sistema de tres líquidos, A-C y B-C parcialmente miscibles



Extracción simple

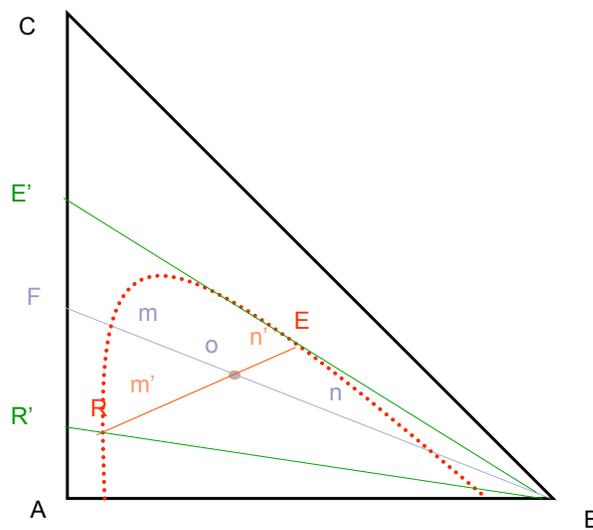
Balance Global:  
 $F+B = M = E+R$

Balance componente  
 $F X_f + B X_b = M X_m$

Solvente no tiene C

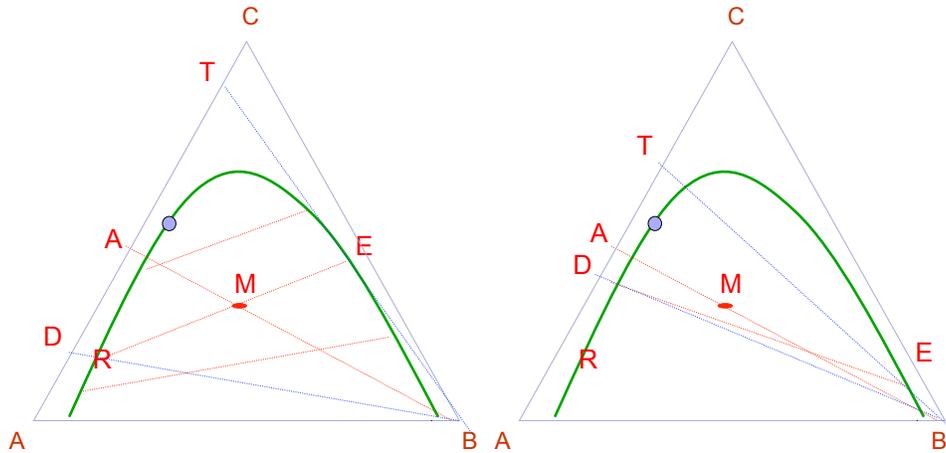
$$F X_f = (F+B) X_m$$

$$X_m = F X_f / (F + B)$$



## SELECCIÓN DEL DISOLVENTE

**Selectividad:** capacidad de disolver el soluto mas que el diluyente



## SELECCIÓN DEL DISOLVENTE

- **Capacidad del disolvente:** capacidad de disolver el soluto, en presencia del diluyente
- **Densidad de E y R diferentes:** de manera que el extractor pueda operar
- **Baja viscosidad:** permite mejor manejo
- **Tensión interfacial:** baja tensión interfacial promueve la dispersión de una fase en otra
- **Inerte**
- **No corrosivo**
- **Fácil recuperación del disolvente**