

Extracción líquido-líquido

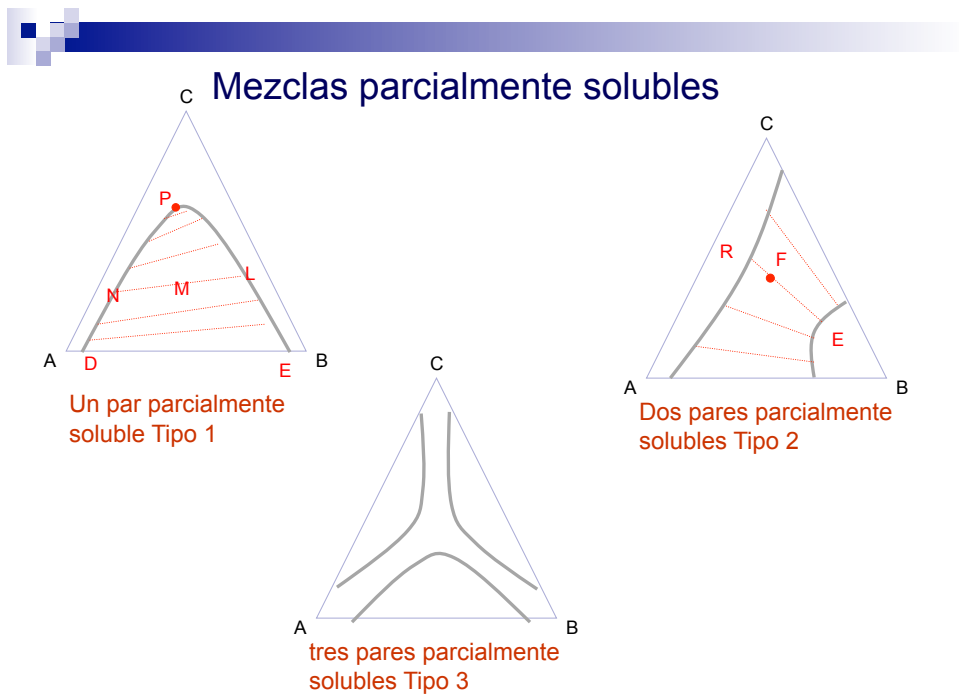


Extracción líquido líquido

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

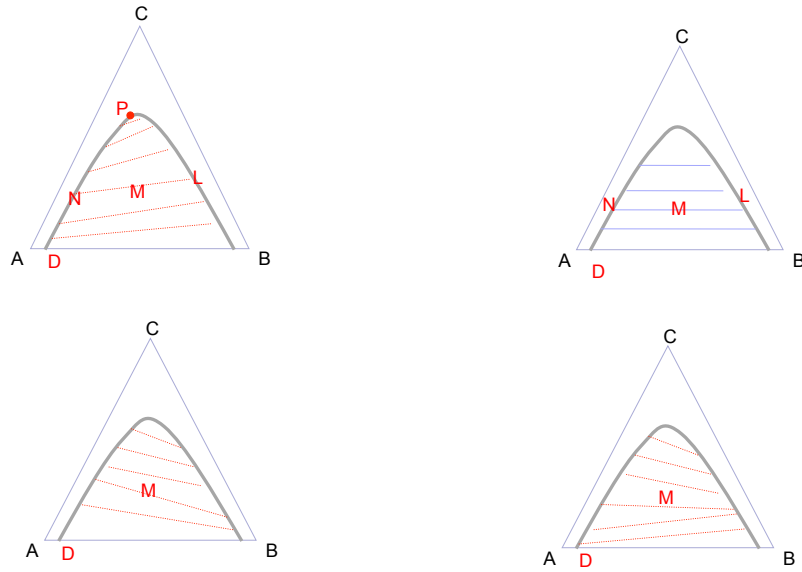
Definición

- 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.

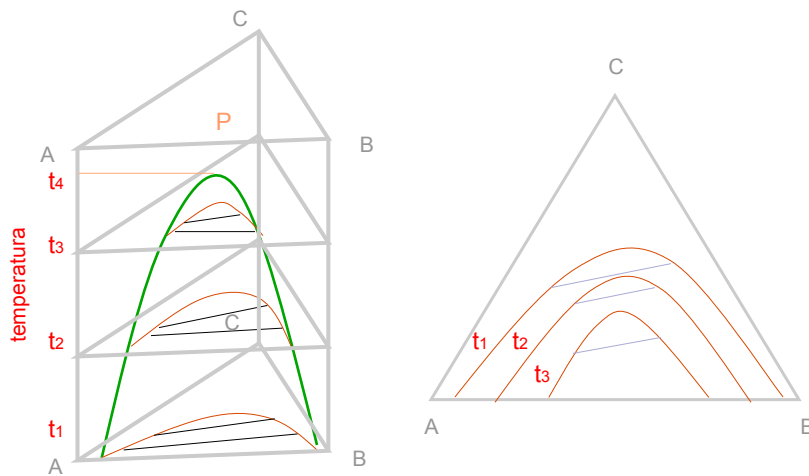




Mezclas parcialmente solubles



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

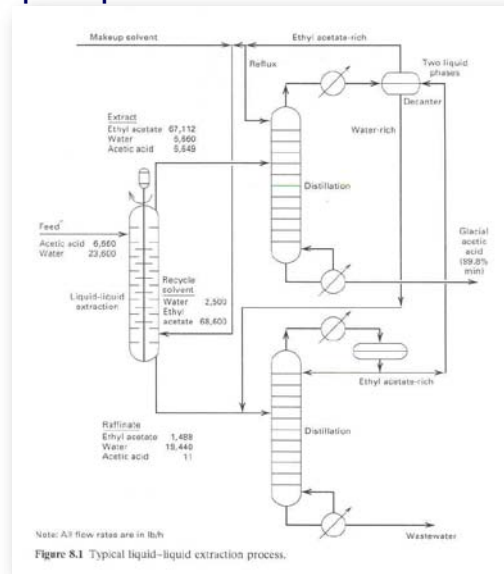
Alimentación: solución a ser extraída

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

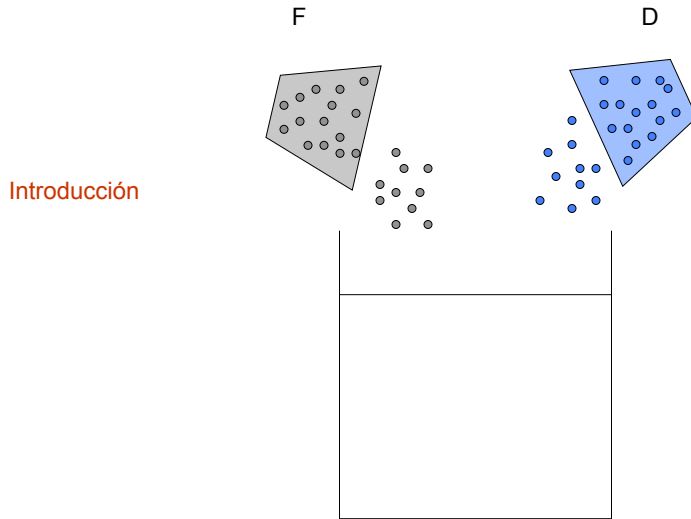


Proceso de extracción

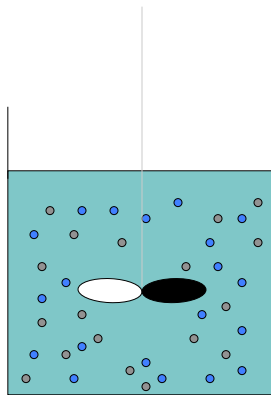
- a.- Contacto entre fases
- b.- Separación de fases
- c.- Recuperación de disolvente



Extracción en régimen discontinuo

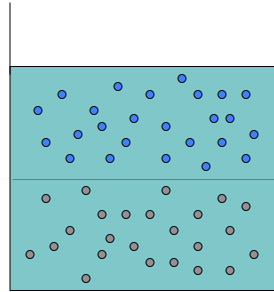


Agitación

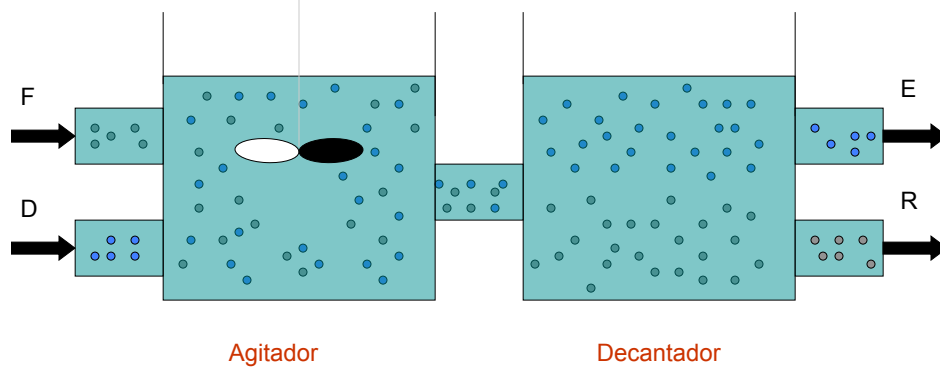


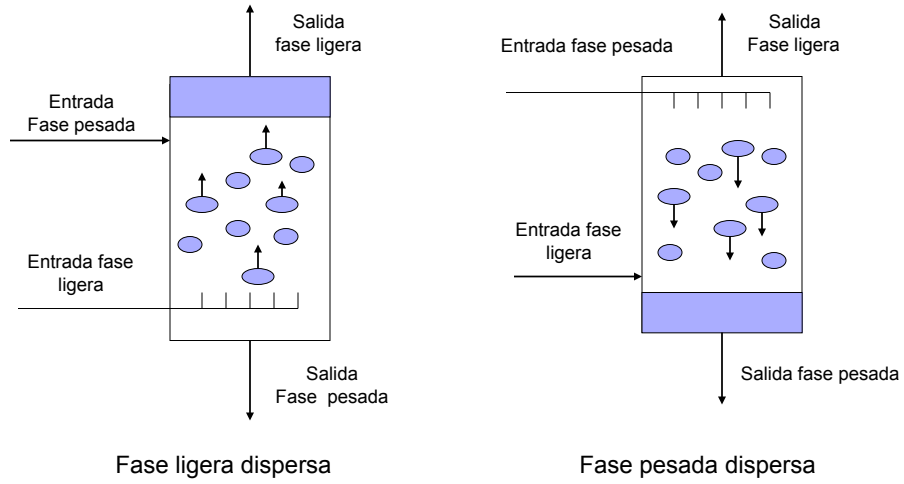


Decantación

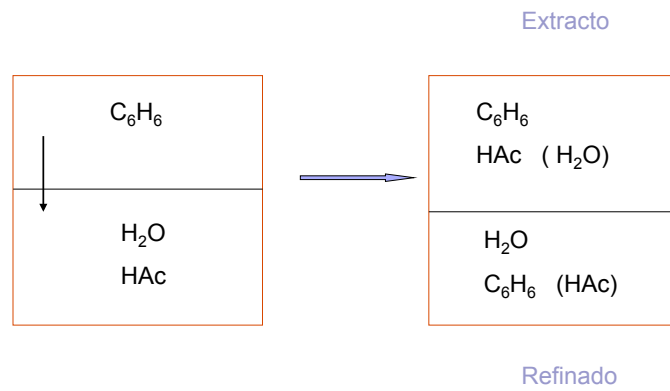


Extracción en régimen continuo





Ejemplo:





Aplicaciones

Desulfuración de productos petrolíferos

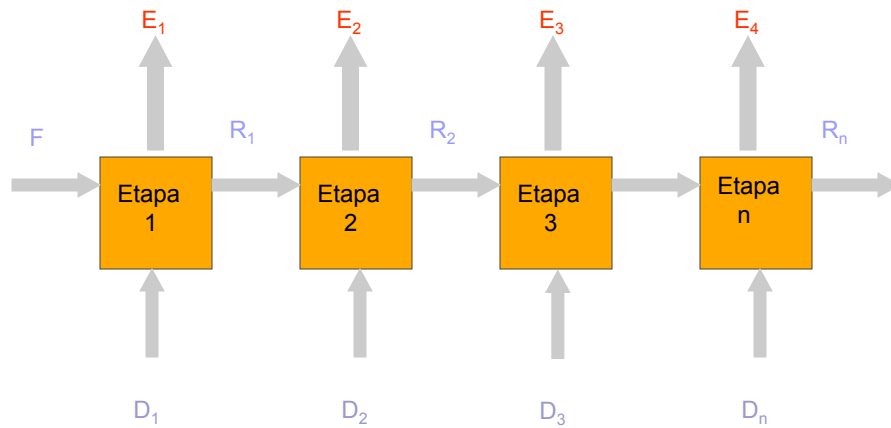
Productos farmacéuticos

Industria alimentaria

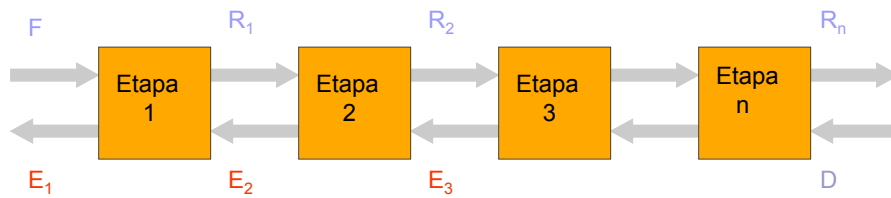
Obtención de metales



Extracción en etapas múltiples flujo cruzado



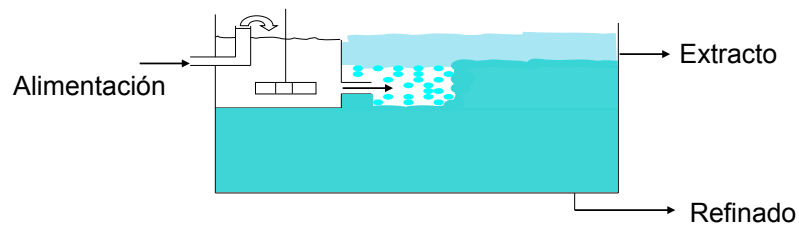
Extracción en etapas múltiples en contracorriente



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

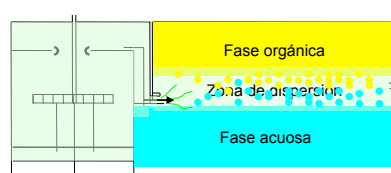




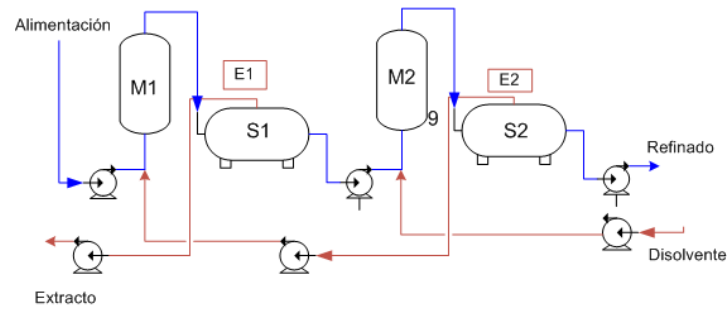
- Mezcladores-sedimentadores: por separado o en combinación
 - Parámetros importantes: densidades, viscosidades y dispersión
 - Emulsión: gotas de medio disperso en medio continuo
 - Diámetro habitual de gotas: 0,1-1 mm
 - diámetro mayor que 1mm → sedimentación rápida
 - diámetro 1-1,5 μ → emulsión estable, 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.



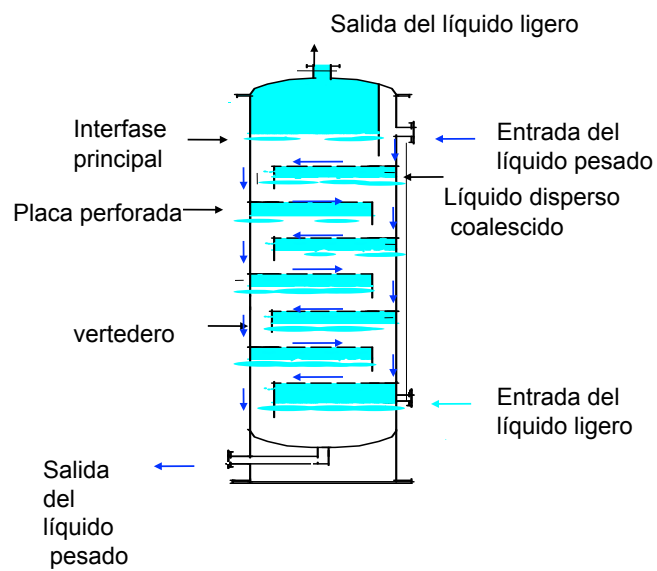
Mezclador - sedimentador



Mezclador-Sedimentador múltiple a contracorriente



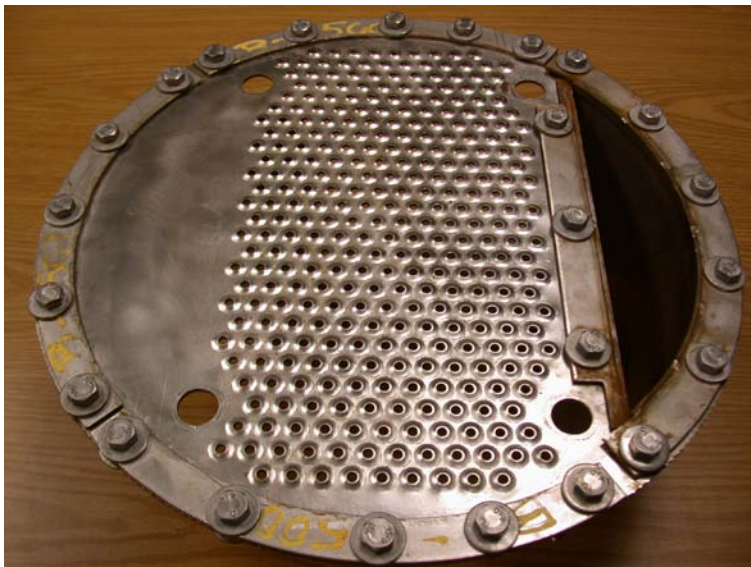
Torre de extracción de platos perforados



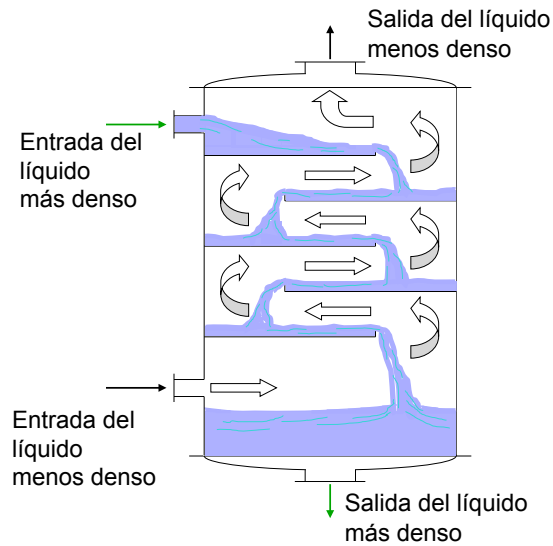
- Varias etapas en contracorriente
- Alta capacidad y eficacia
- Para sistemas de baja tensión superficial
- Sin mezclado
- Fase continua pesada y dispersa ligera
- Líquido pesado por platos y vertederos.
Líquido ligero por perforaciones

Mala redispersión después de cada plato

Plato perforado



Columna de bandejas

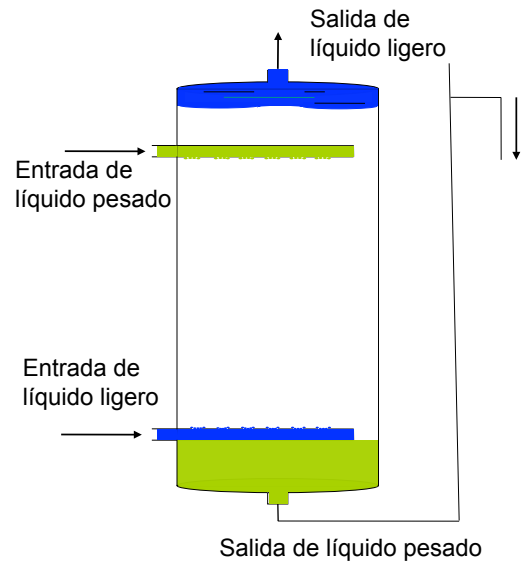


- En contracorriente
- Fase continua pesada
- Sin mezclado
- Baja tensión superficial

Equipos de contacto continuo

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

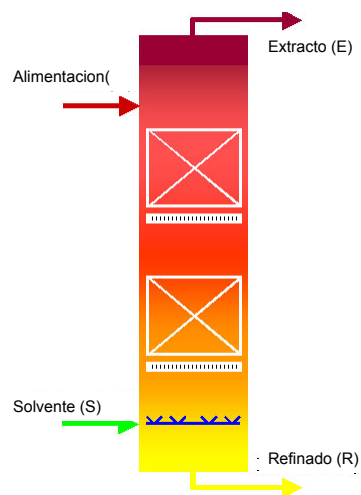
Columna de riego (contacto continuo dif.)



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

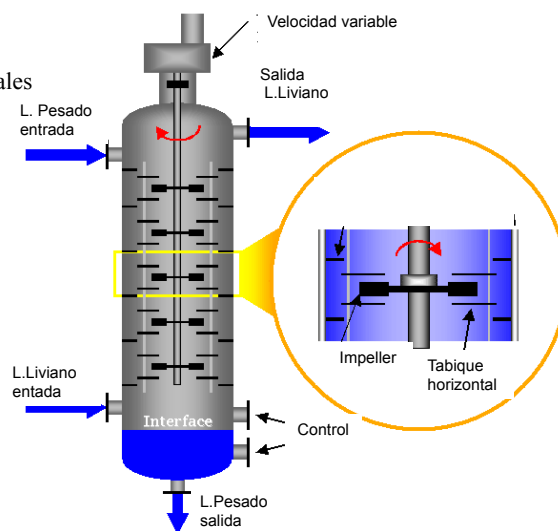
Tipos de empaque



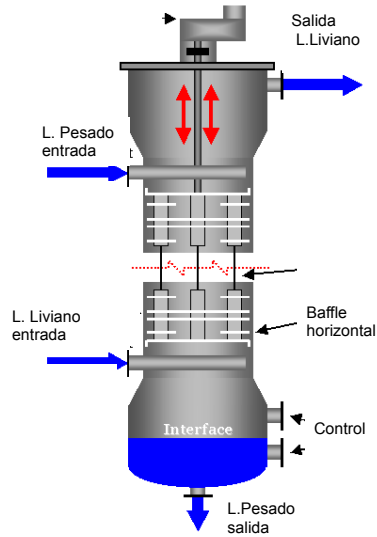
Anillos Pall

Columna Rotatorias con agitación

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

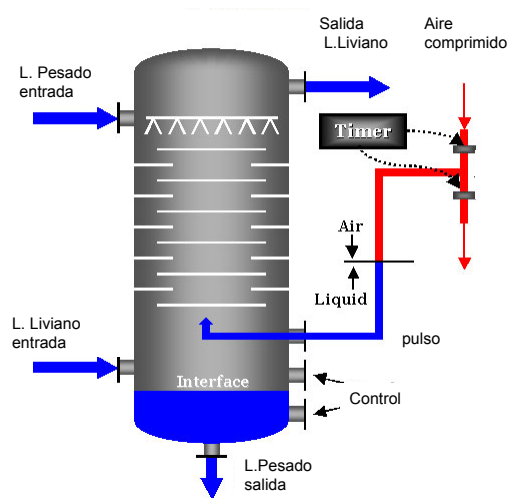


Columnas de platos



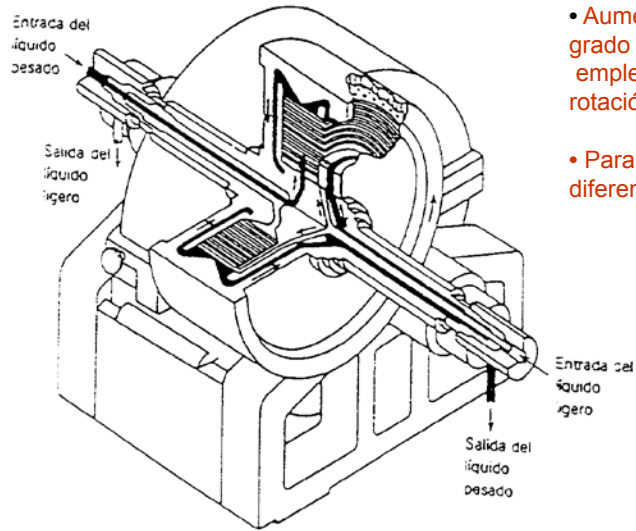
- Desarrollado en 1959
- Muchas instalaciones comerciales
- Alta eficiencia

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
No. De etapas	Pocas	Pocas	Moderadas	Muchas
Flujo	Alto	Moderado	Moderado	Moderado
Tiempo de residencia	Muy alto	Muy corto	Moderado	Moderado
Tension interfacial	Moderada a alta	Baja a Moderada	Bajo a Moderada	Moderado a alta
Diferencia Densidad	Baja a alta	Baja a moderada	Baja a Moderada	Baja a alta
Viscosidad	Baja a alta	Baja a alta	Baja a alta	Baja a alta

Equilibrio liquido- liquido

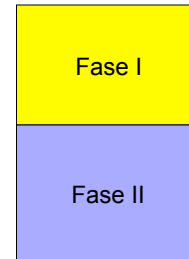
$$f_i^I = f_i^{II}$$

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

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

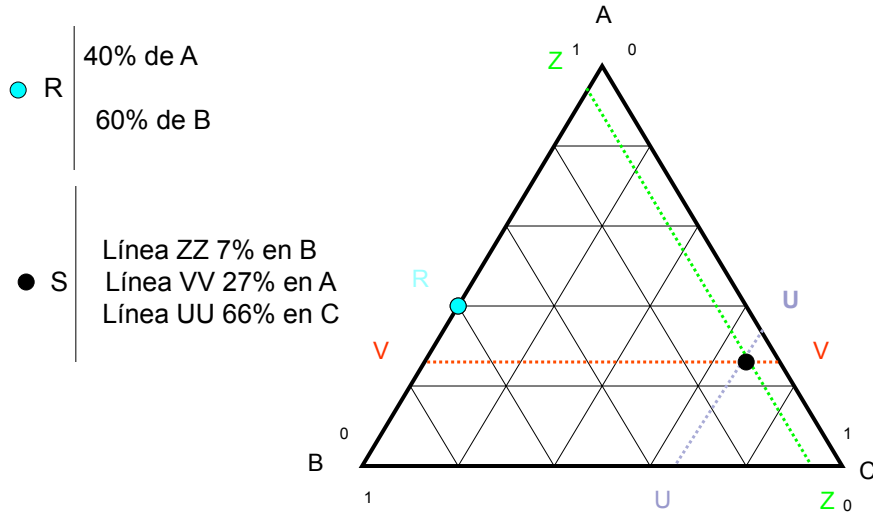
- Cartesianos

- * Janecke

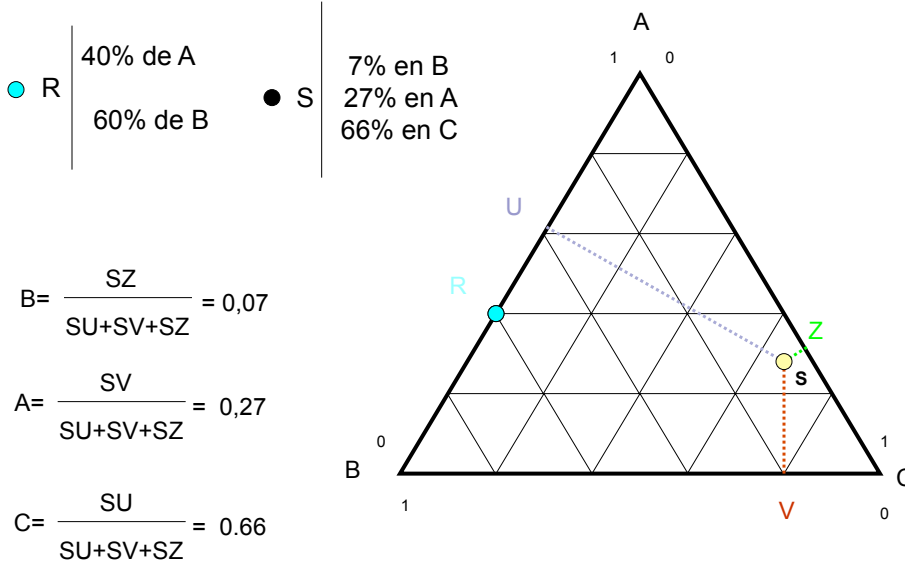


Diagramas triángulo equilátero

Composición por líneas de igual concentración

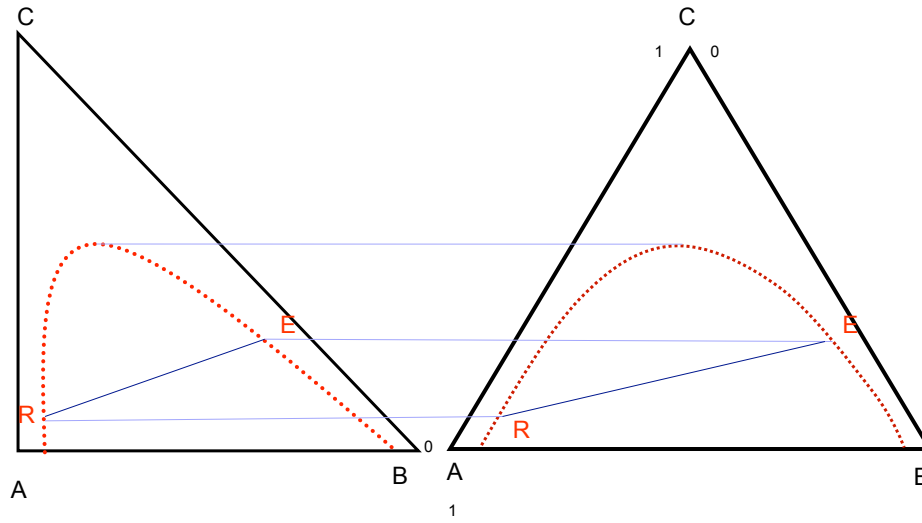


Composición por líneas perpendiculares





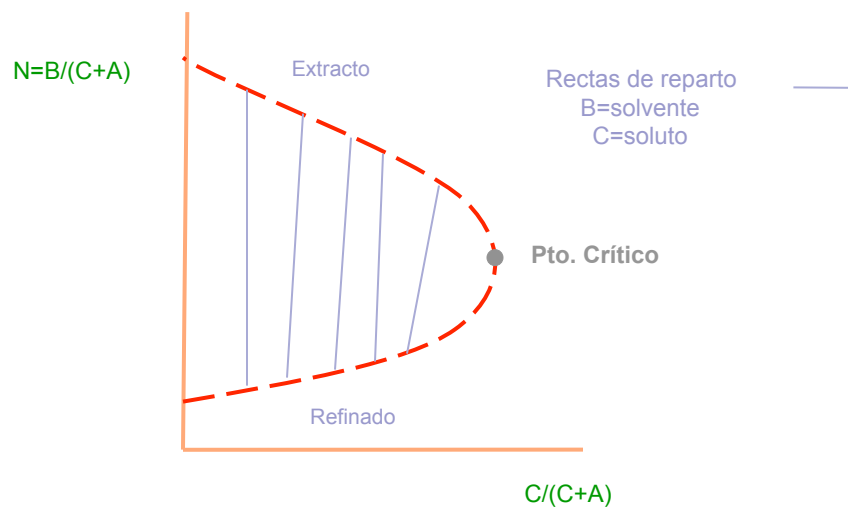
Diagramas de triángulo rectángulo



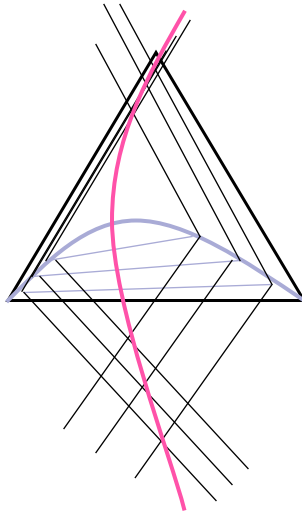
En el triángulo rectángulo las escalas pueden ser diferentes



Diagrama concentración-contenido en disolvente (Janecke)

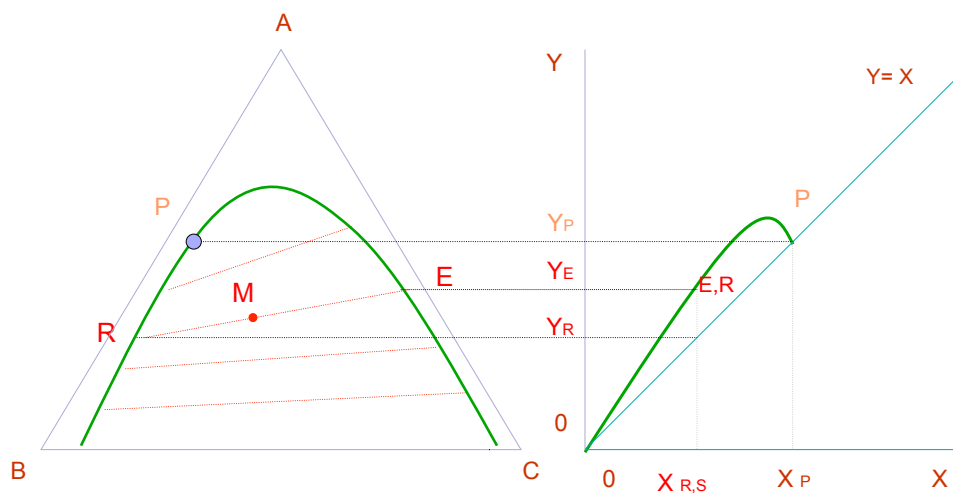


Curva de Alders



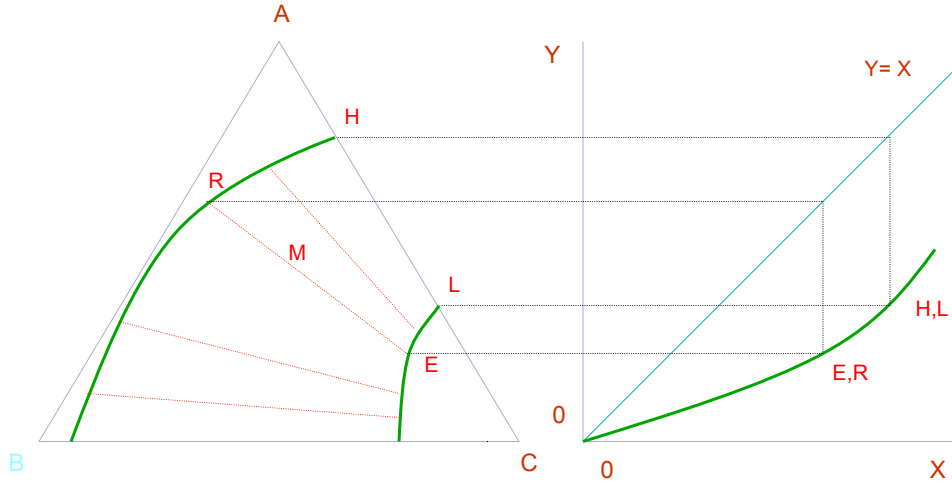
- Se parte del diagrama triangular, la curva de solubilidad y algunas rectas de reparto
- Se trazan paralelas a los lados del triángulo que pasen por los E y R
- Con la unión de los puntos de corte y forma una CURVA
- Con esta curva se pueden calcular otras rectas de reparto

Sistema de tres líquidos, A y C parcialmente solubles





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



Extracción simple

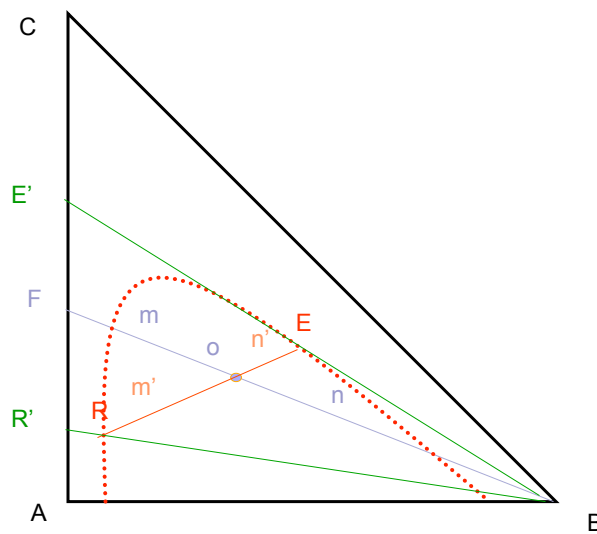
Balance Global:
 $F+B = M = E+R$

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

Solvente no tiene C

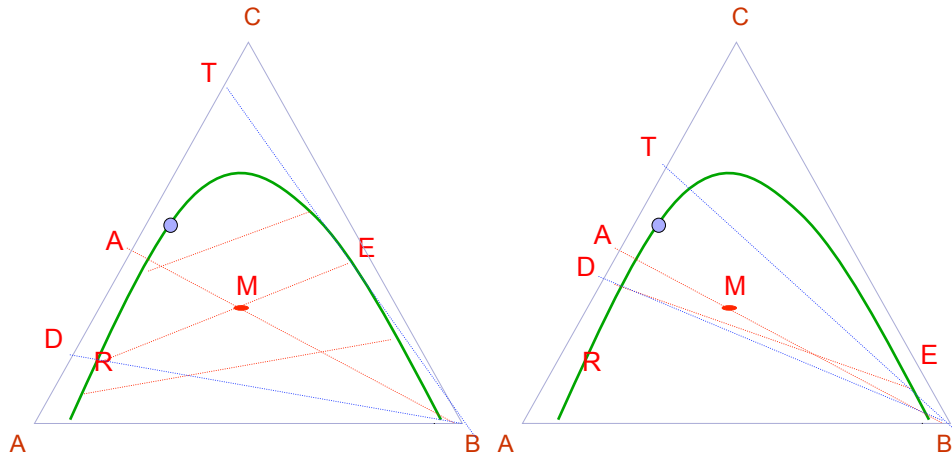
$$F X_f = (F+B) X_m$$

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



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**