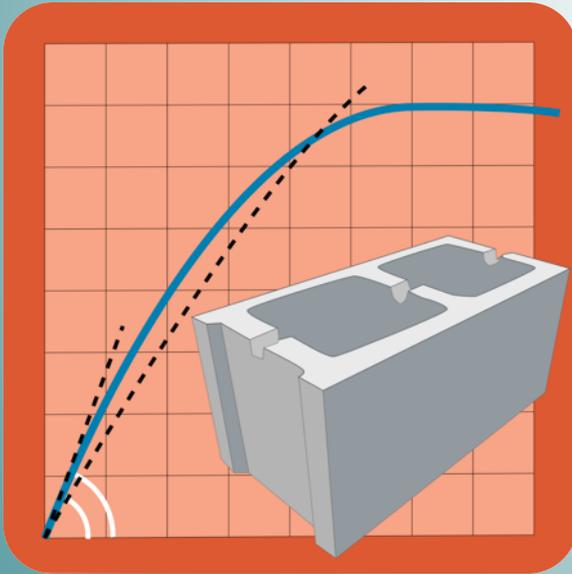


Materiales de Construcción

Lección 6. Diagramas de fases



Juan Antonio Polanco Madrazo

Soraya Diego Cavia

Carlos Thomas García

DPTO. DE CIENCIA E INGENIERÍA
DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

En un material, en términos de microestructura, una **fase** es una región que difiere en estructura y/o composición de otra región

Diagramas de fases son representaciones gráficas de las fases que están presentes en un sistema material a varias temperaturas, presiones y composiciones. Como información importante que podemos obtener a partir de los diagramas de fases tenemos:

- Reconocer las fases presentes a diferentes composiciones y temperaturas bajo condiciones de enfriamiento lento (equilibrio)
- Conocer la temperatura a la cual las diferentes fases comienzan a fundirse

Diagrama de fases de un componente

Una sustancia pura como el agua puede existir en las fases sólida, líquida y gaseosa, dependiendo de las condiciones de temperatura y presión

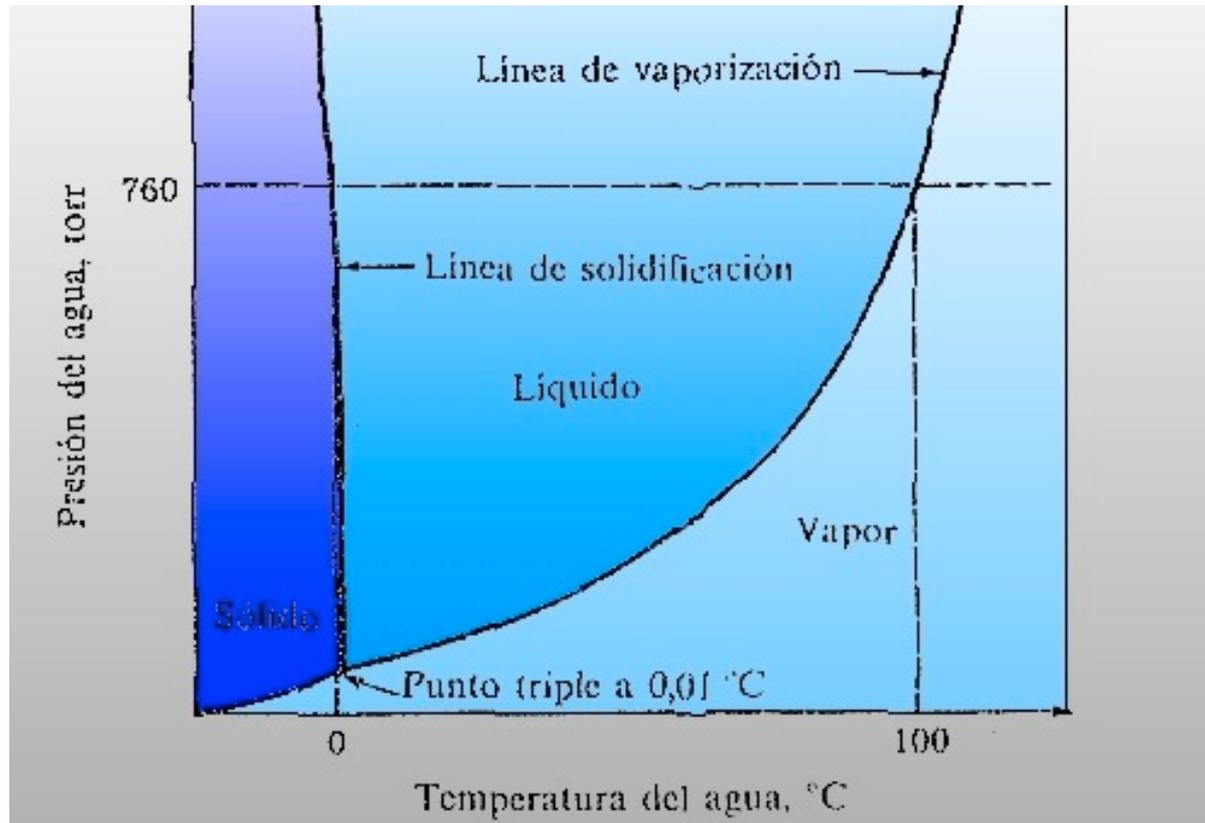
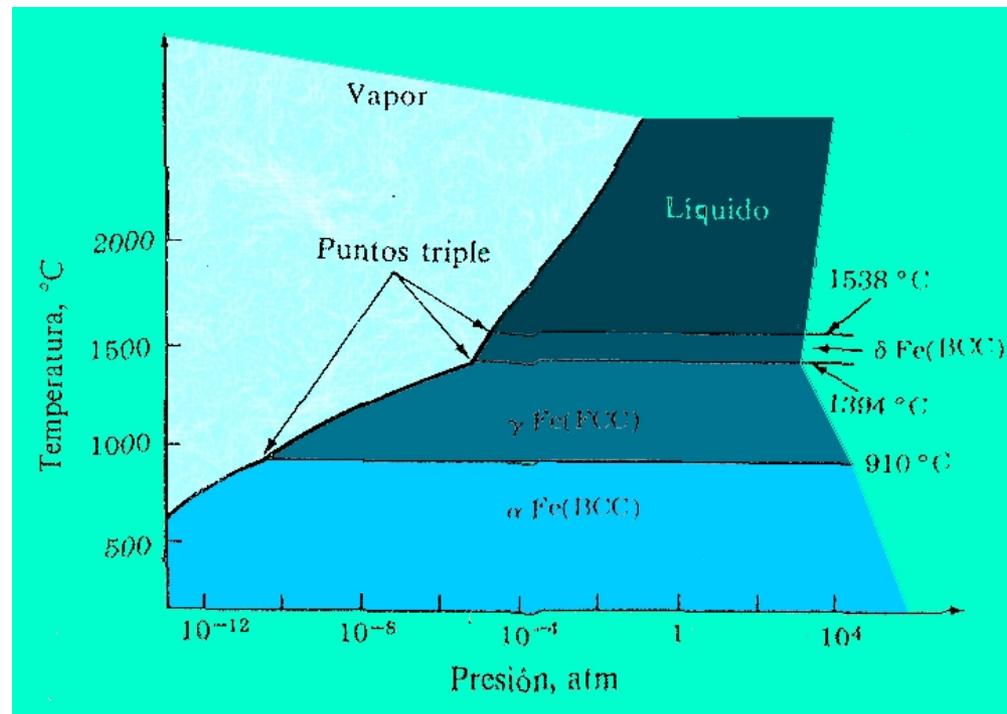


Diagrama de fases de un componente

El diagrama de fases de un componente también refleja si éste presenta **alotropía** o **polimorfismo** en estado sólido



La regla de las fases

- La **regla de las fases** o **regla de Gibbs** permite obtener los grados de libertad posibles para mantener una situación de equilibrio en un sistema material, en base al número de sus componentes y fases presentes, teniendo en cuenta la existencia de dos variables termodinámicas independientes, normalmente presión y temperatura
- La regla se expresa por la relación:
 - $F + P = C + 2$
- Donde: **F** es el número de grados de libertad
- **P** es el número de fases coexistentes en el sistema elegido
- **C** es el número de componentes del sistema

La regla de las fases

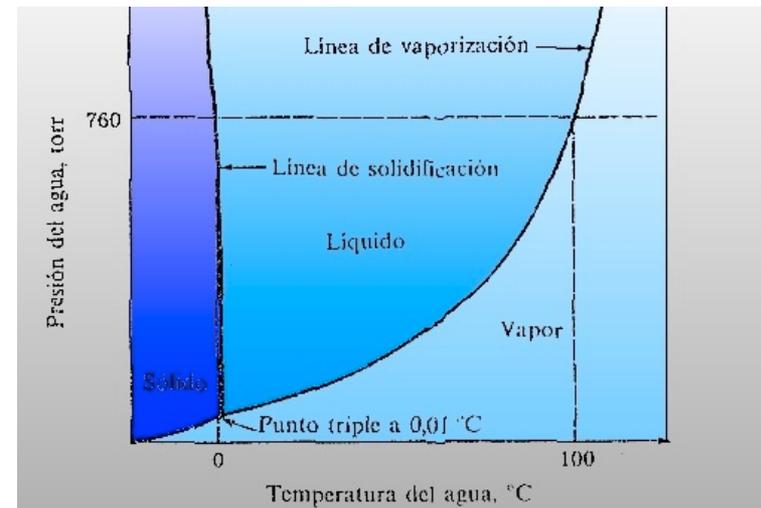
Consideremos la aplicación de la **regla de Gibbs** al diagrama de fases del agua pura. En el punto triple coexisten tres fases en equilibrio y, como hay un componente en el sistema (agua), se puede calcular el número de grados de libertad:

$$P + F = C + 2$$

$$3 + F = 1 + 2$$

$$F = 0 \text{ (cero grados de libertad)}$$

Como ninguna de las variables (presión o temperatura) se puede cambiar, el punto triple es un punto invariable



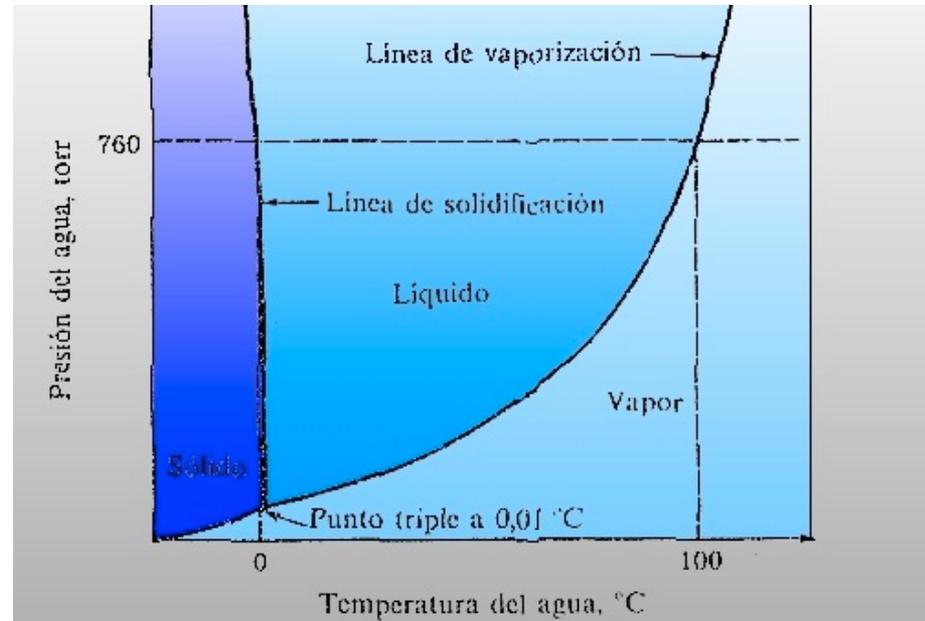
La regla de las fases

En un estado de equilibrio hielo-agua (sólido-líquido) del diagrama, tenemos un sistema de un solo componente (H_2O) y dos fases, con lo cual:

$$F + 2 = 1 + 2$$

$$F = 1 \text{ (un grado de libertad)}$$

Sólo existe un grado de libertad, lo cual significa que presión y temperatura están ligadas, y así una variable (T ó P) se puede cambiar, manteniendo aun un sistema con dos fases que coexisten



La regla de las fases

Para un tercer caso, consideremos un punto, dentro de una fase única, en el diagrama de fases del agua. Sólo habrá una fase presente ($P=1$) y, sustituyendo en la ecuación de la regla de Gibbs:

$$F + 1 = 1 + 2$$

$$F = 2 \text{ (dos grados de libertad)}$$

Este resultado nos indica que pueden ser cambiadas dos variables independientes (presión y temperatura) y el sistema permanecerá en esa una única fase.

Si se elimina la presión, es decir, se trabaja a presión fija, por ejemplo a presión atmosférica, la regla queda reducida a la forma:

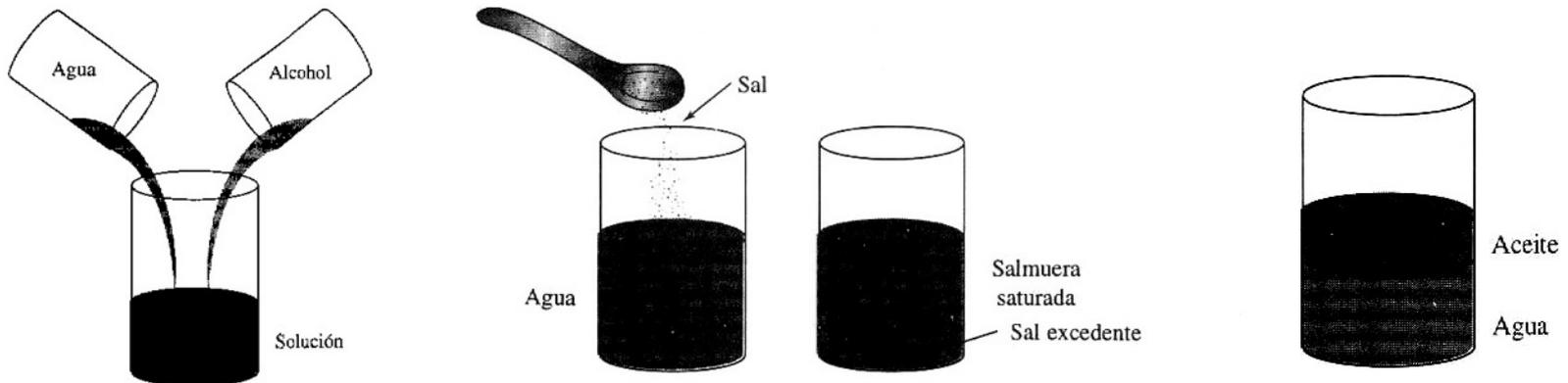
$$F + P = C + 1$$

En este caso tenemos la **regla de fases condensada**

Soluciones sólidas

- **Solución:** mezcla macroscópicamente homogénea de una sustancia (solute) dispersa en otra (solvente)
- **Solución sólida:** solución en que ambas sustancias son sólidas (ofrece la posibilidad de orden)
- Al mezclarse dos o más sustancias en estado líquido puede suceder:

- que sean completamente solubles
- que sean parcialmente solubles
- que sean totalmente insolubles

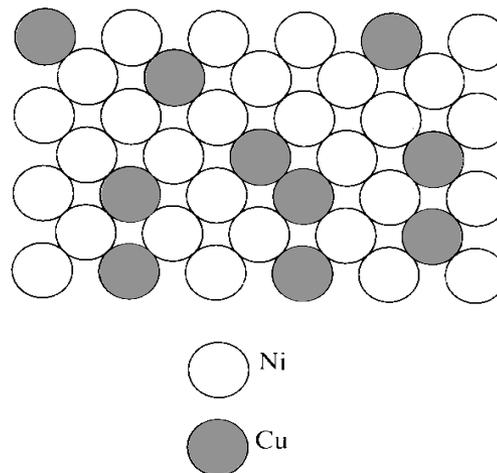


Soluciones sólidas

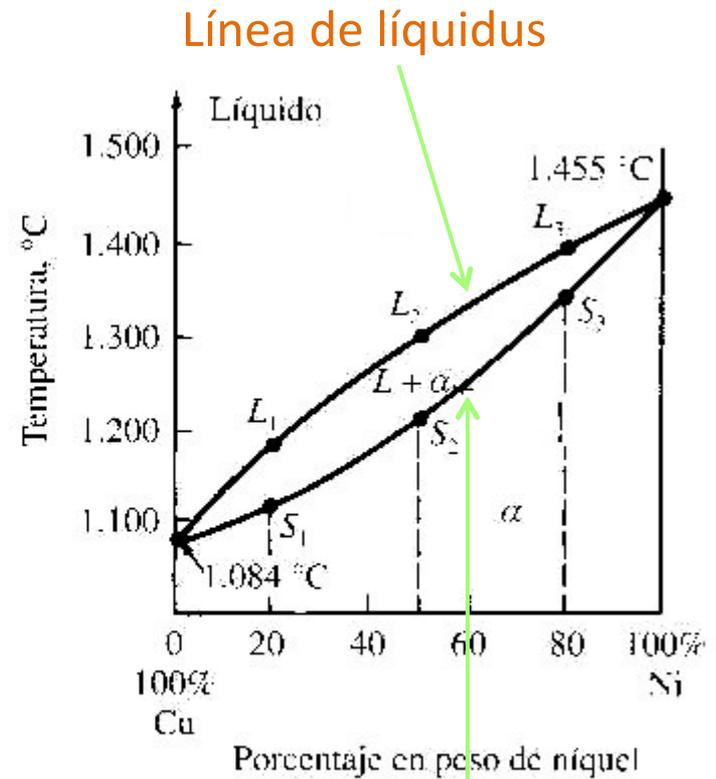
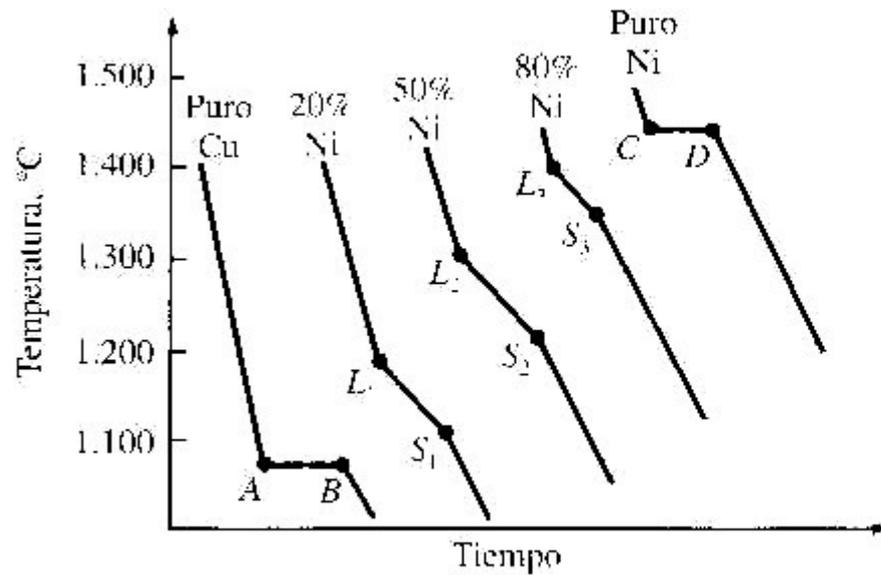
Al solidificar puede ocurrir:

- que la solubilidad sea total
- que la solubilidad sea parcial
- que la solubilidad sea nula
- que se formen nuevos compuestos químicos

Todas estas posibilidades quedan reflejadas en los **diagramas de fases**



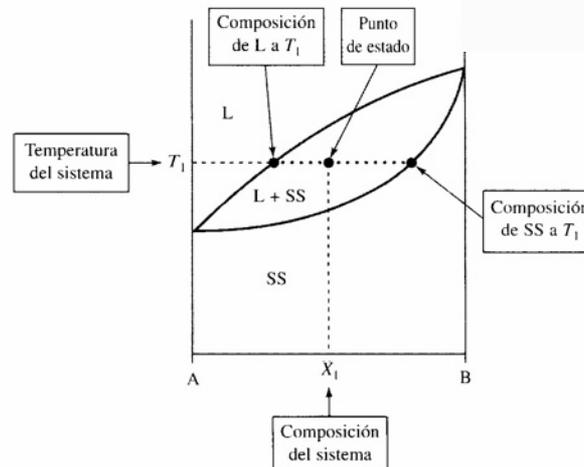
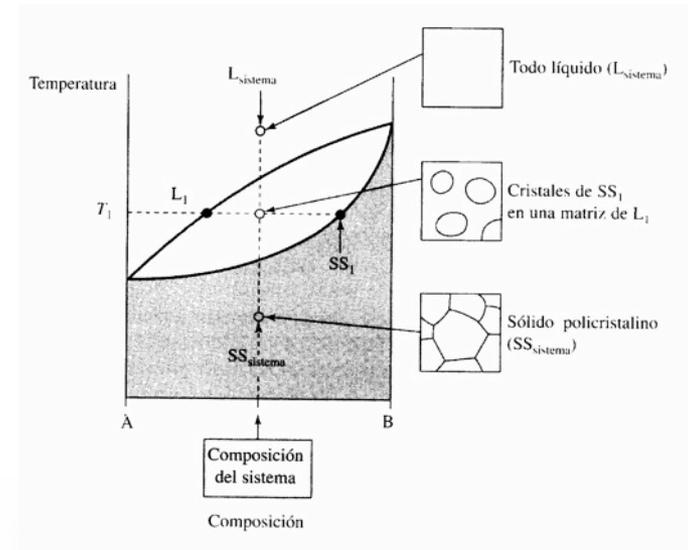
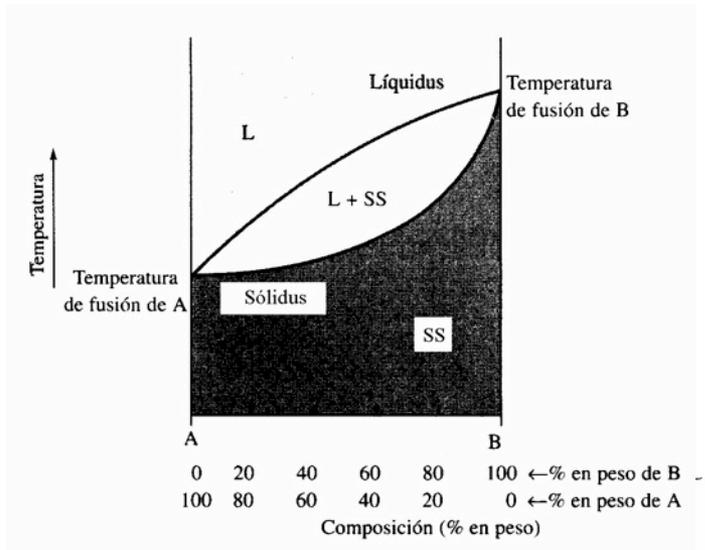
Diagramas de fases binarios



Línea de sólidos

Diagramas de fases binarios

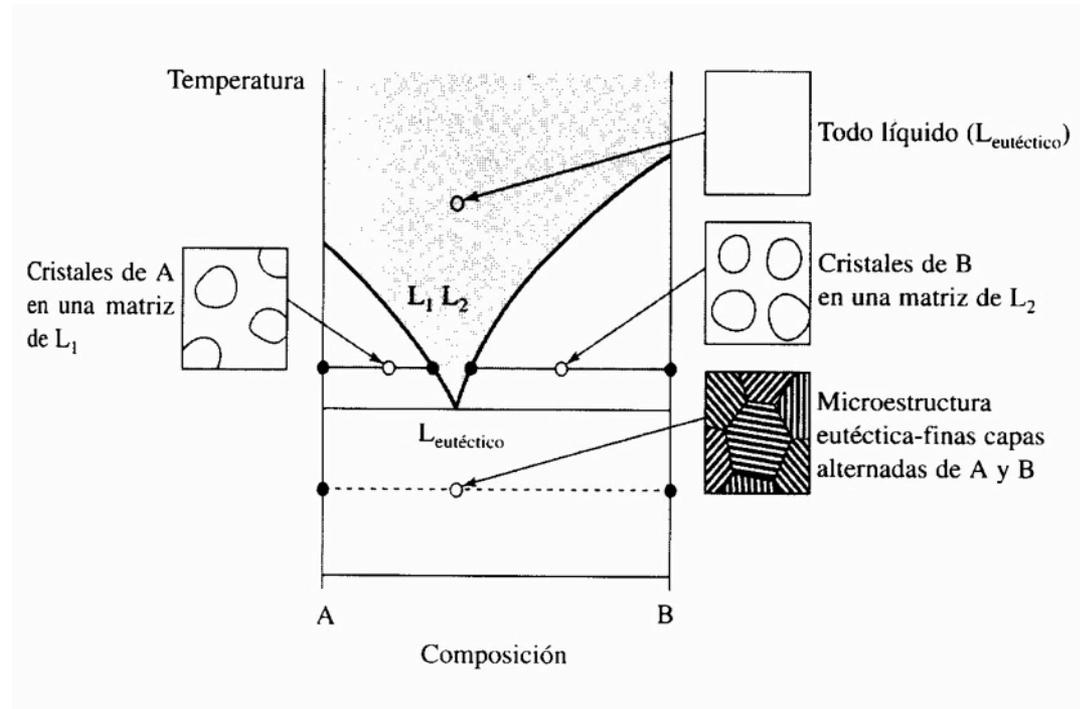
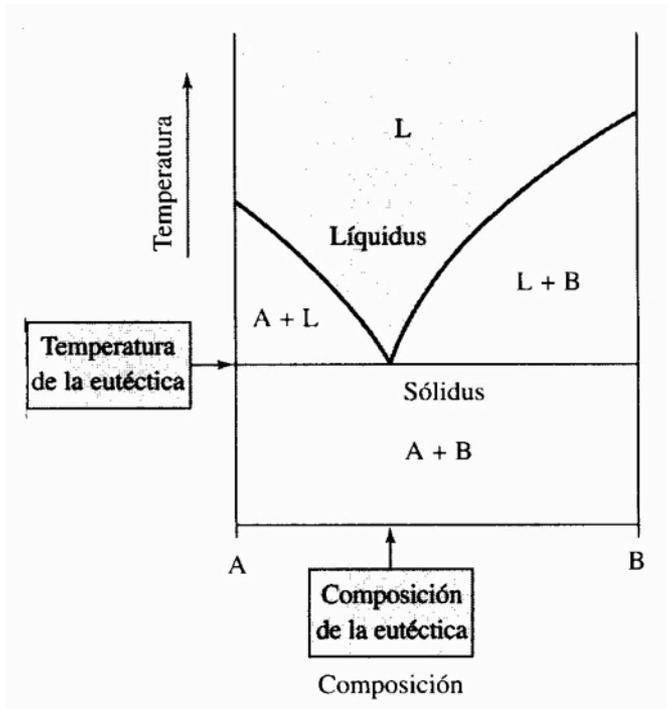
- Diagrama de fases con miscibilidad total en estado sólido



Diagramas de fases binarios

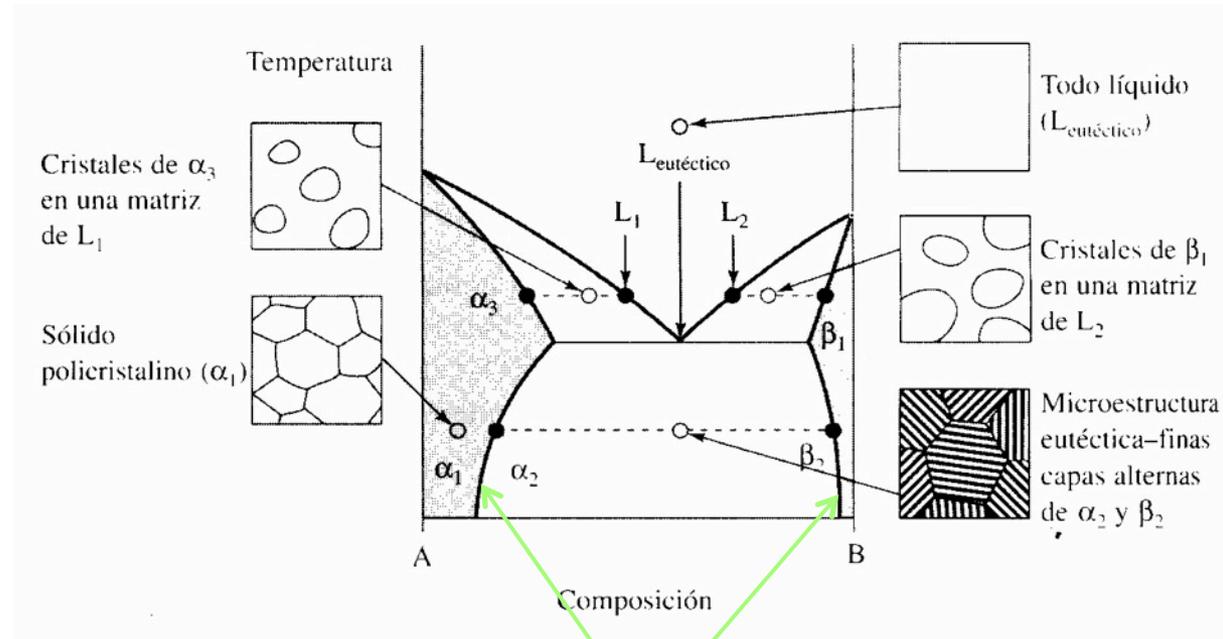
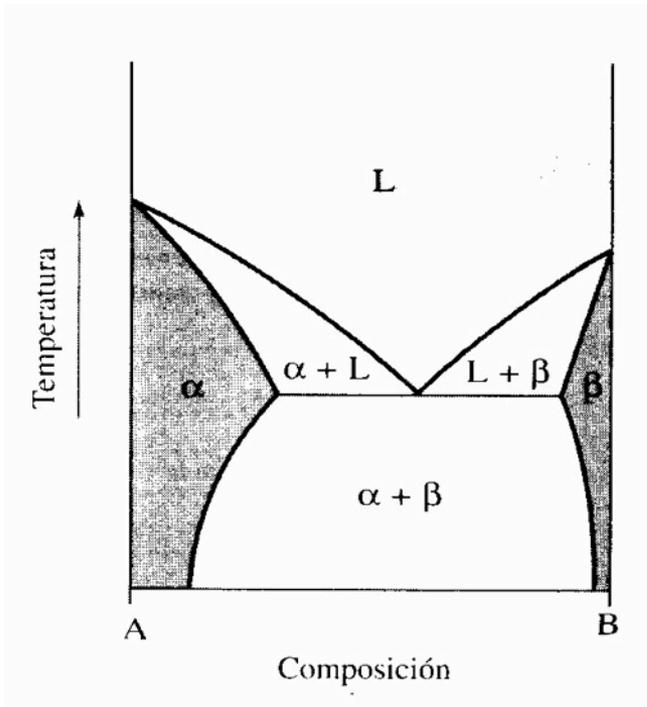
- Diagrama eutéctico con inmiscibilidad total en estado sólido

Eutéctico: punto invariante en el que un líquido (L) se transforma en dos sólidos (α y β)



Diagramas de fases binarios

- Diagrama eutéctico con miscibilidad parcial en estado sólido

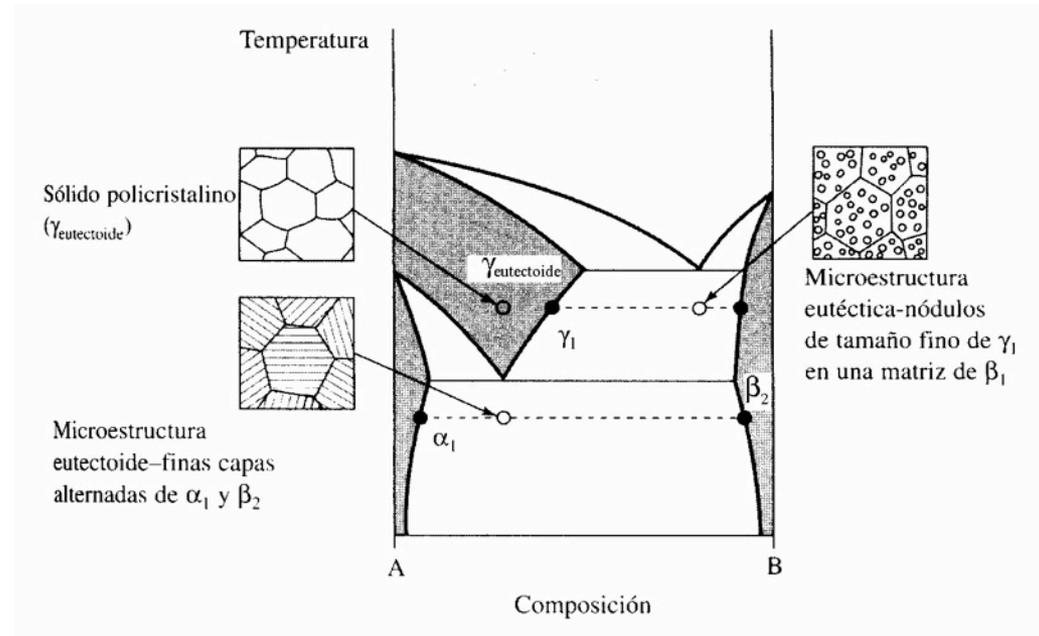
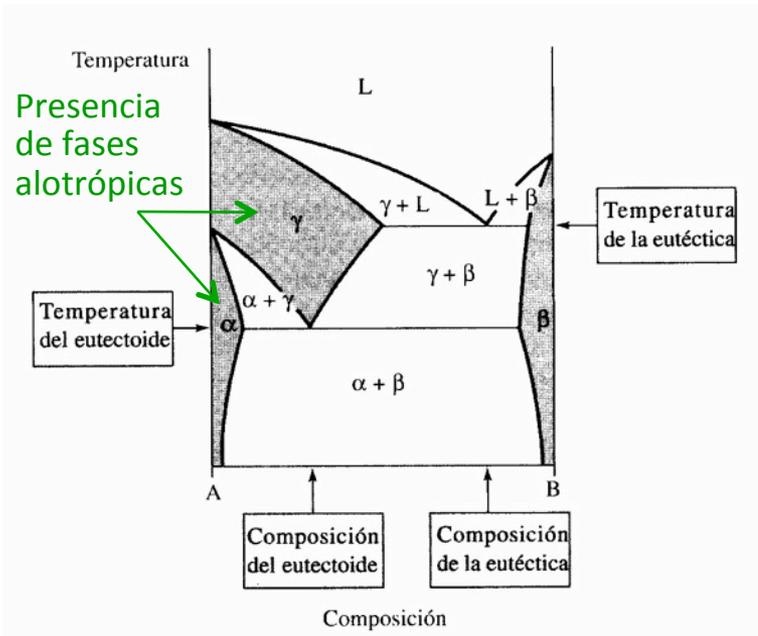


Línea de solubilidad

Diagramas de fases binarios

- Diagrama eutectoide

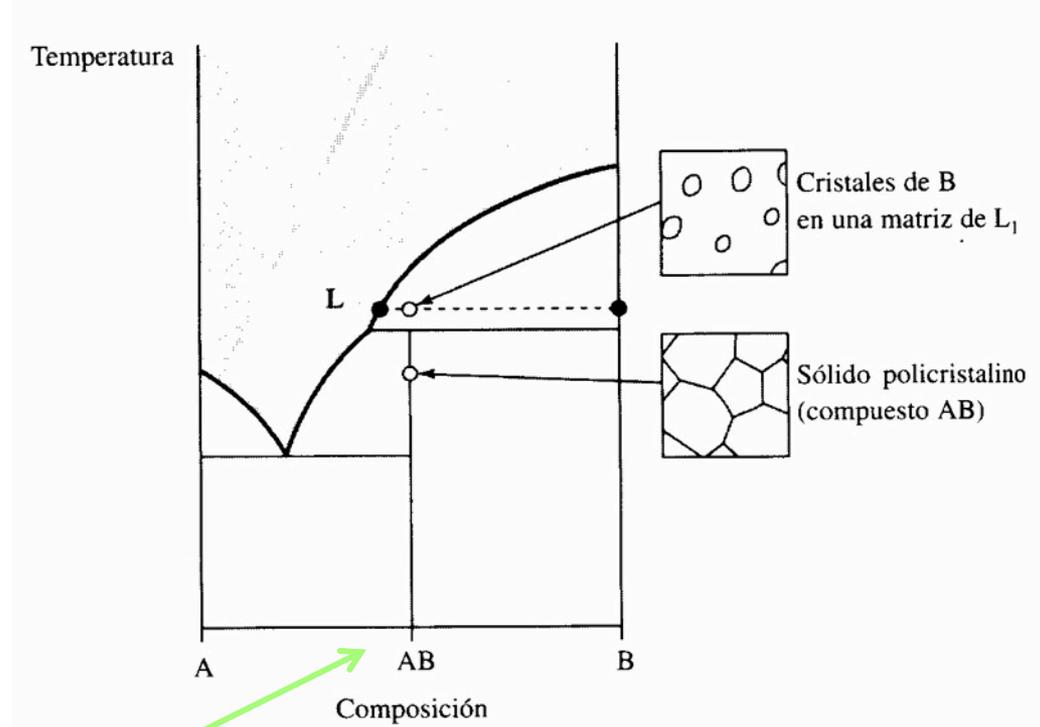
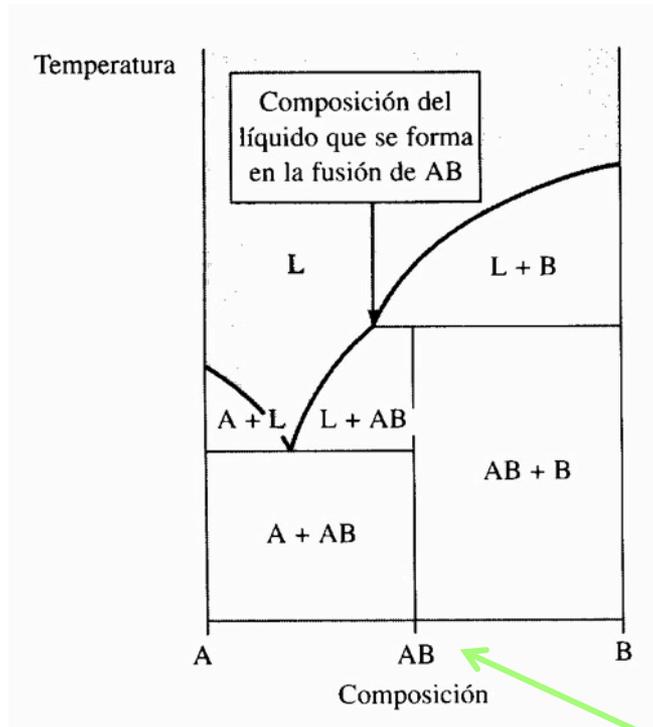
Eutectoide: punto invariante en el que un sólido (γ) se transforma en otros dos sólidos diferentes (α y β)



Diagramas de fases binarios

• Diagrama peritético

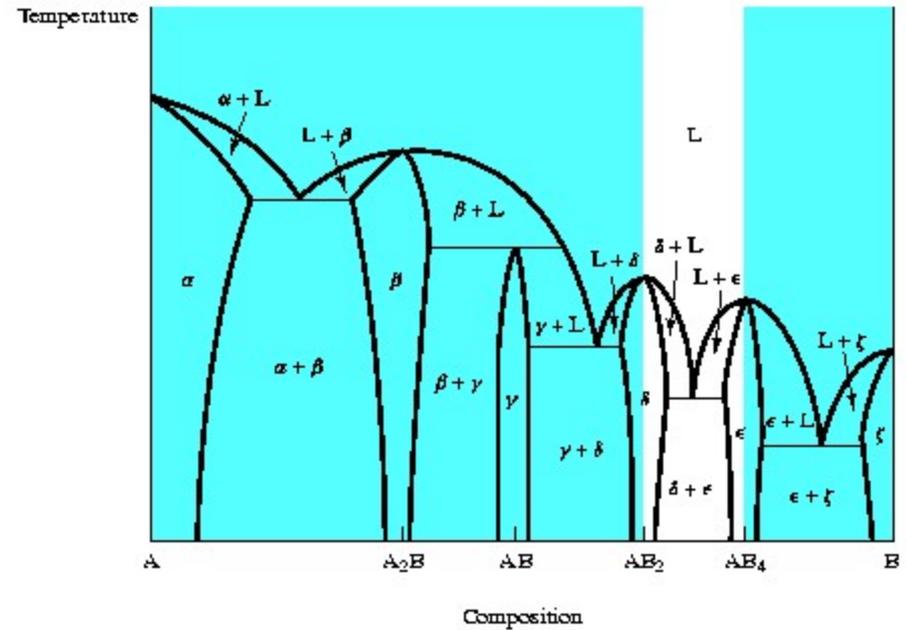
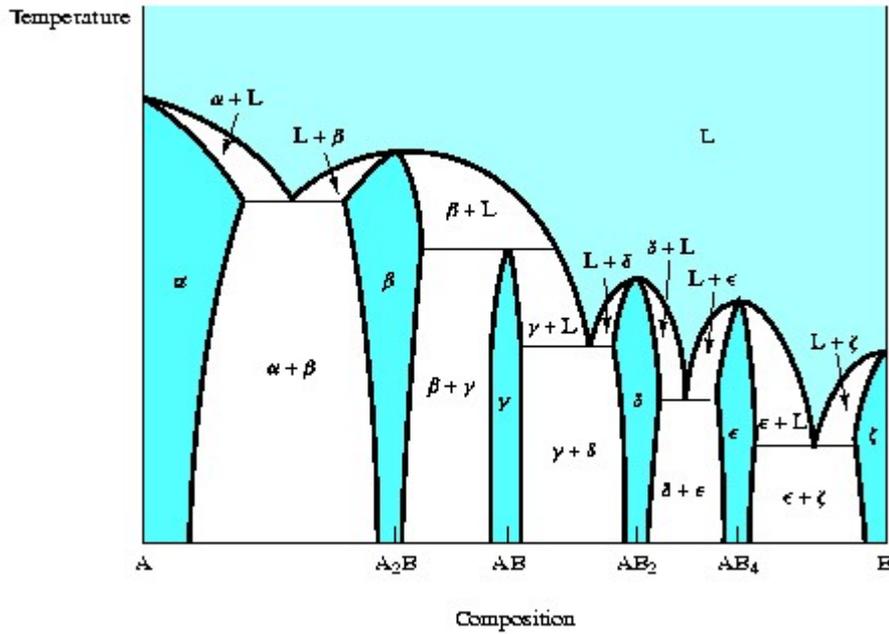
Peritético: punto invariante en el que un sólido (γ) se transforma en un sólido diferente (α) y un líquido (L)



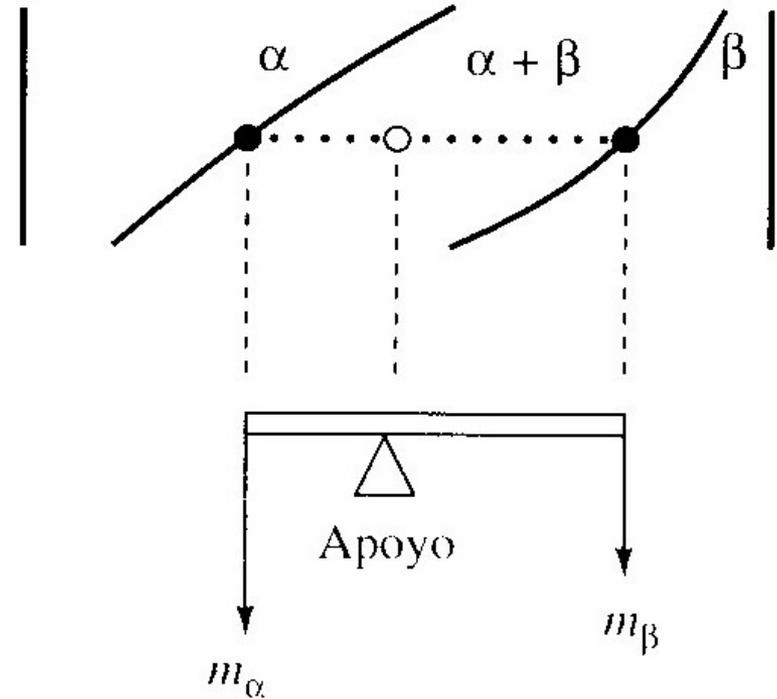
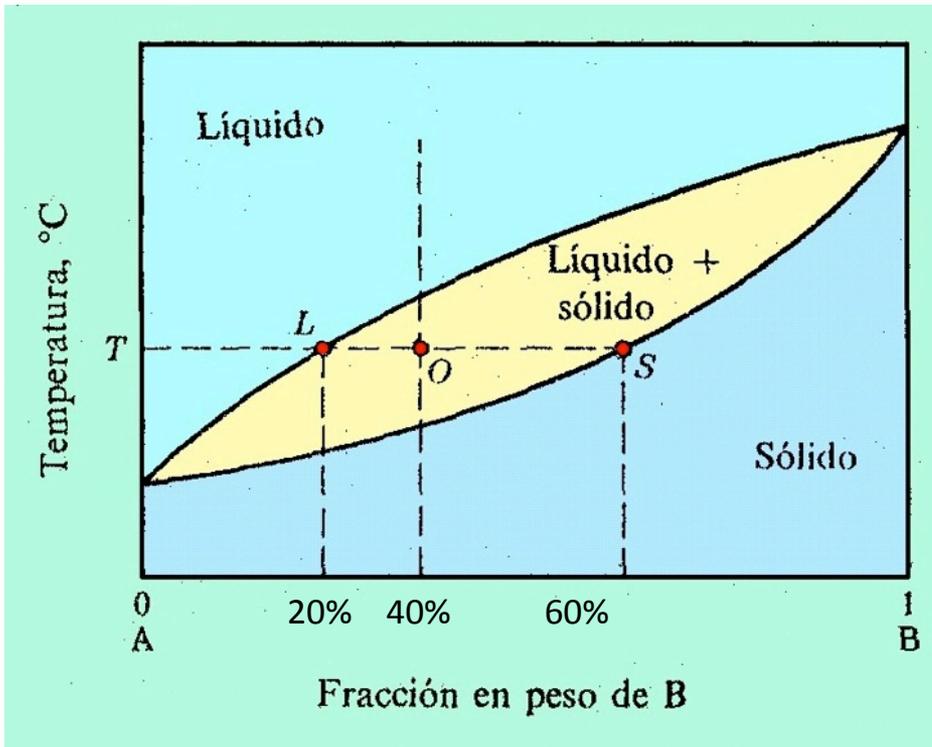
Compuesto químico intermedio

Diagramas de fases binarios

- Diagramas binarios generales



La regla de la palanca



La regla de la palanca

