

TEMA 1

Cambios de fase

1.1. Introducción

CLIMATIZACIÓN: crear y mantener un ambiente térmico en un espacio para desarrollar eficientemente una determinada actividad

CONFORT O BIENESTAR:

- Térmico
- Lumínico
- Acústico

AIRE HÚMEDO: mezcla binaria de aire seco y vapor de agua

- Nitrógeno: 78,08 %
- Oxígeno: 20,94 %
- Argón: 0,92 %
- Anhídrido carbónico: 0,031%
- Neón: 0,0018%
- Helio: 0,00052%
- Metano: 0,0002 %
- Anhídrido sulfuroso: de 0 a 0,0001%
- Hidrógeno: 0,00005%
- Componentes minoritarios: 0,0002%
(kriptón, xenón y ozono)

M= 28,96 g

SISTEMA TERMODINAMICO:

El aire húmedo:

- Cantidad de vapor de agua:
presión y temperatura
- Evaporación y condensación:
Intercambio de energía
- Sistema abierto: masa y energía

Después en condiciones de abordar el estudio de la Psicrometría....

2.2. Cambio de fase

FASE: composición química y estructura física homogéneas

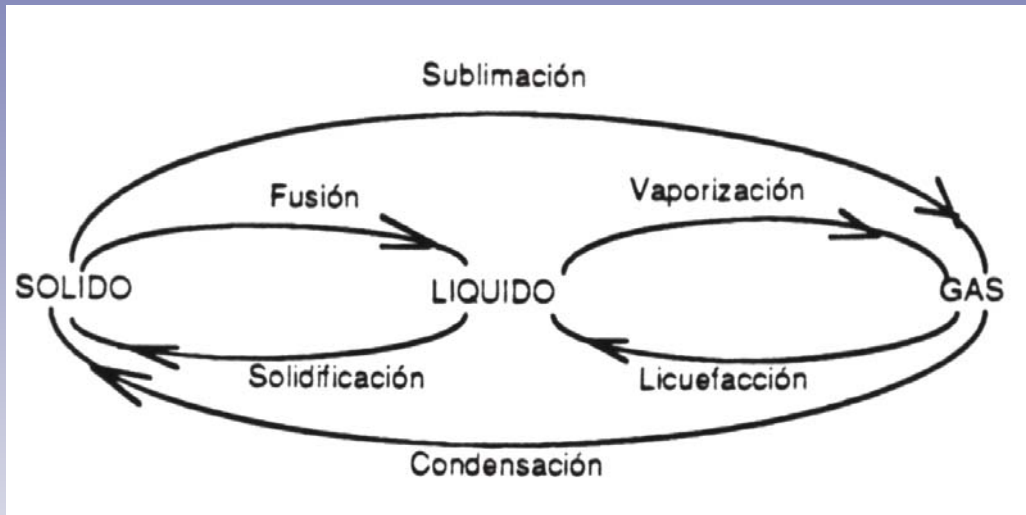
EJEMPLO: sustancias puras

ESTADOS DE AGREGACIÓN: sólido, líquido o gas

VARIABLES TERMODINÁMICAS: presión, temperatura, volumen y
composición química

**Cambio de estado de agregación dependiendo de valores de
presión y temperatura ⇒ CAMBIO DE FASE o DE ESTADO**

CAMBIOS DE FASE DE PRIMER ORDEN: P y T constantes



CALOR LATENTE: cantidad de calor transferida por unidad de masa

$$Q = mL$$

2.3. Diagramas PVT

SISTEMAS PvT: VARIABLES TERMODINAMICAS:

- presión, temperatura
- volumen específico

ECUACIÓN DE ESTADO:

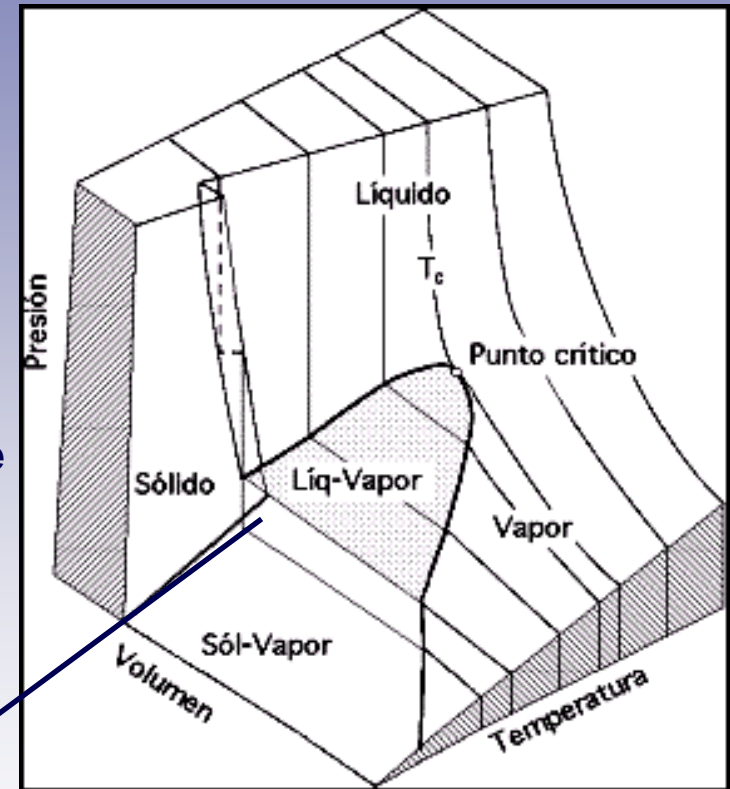
$$f(P, v, T) = 0 \quad \text{Sistemas simples}$$

- Imposible expresar comportamiento en una sola ecuación,
- Ecuación de estado de un gas ideal: $PV = nRT$

$$f(P, v, T) = 0$$

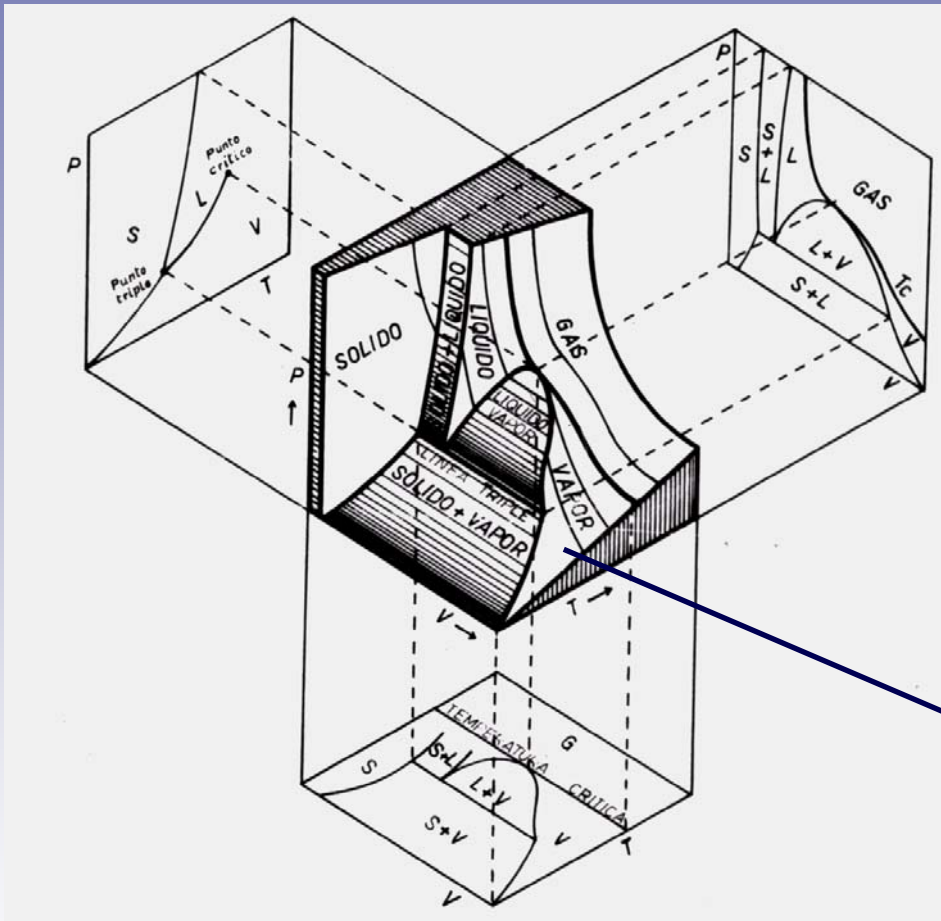
REPRESENTACIÓN GRÁFICA, SUPERFICIE P_vT:

- Punto de la superficie: estado de equilibrio
- Punto fuera de la superficie: estado metaestable



LÍNEA TRIPLE

Se trabaja habitualmente con proyecciones bidimensionales:

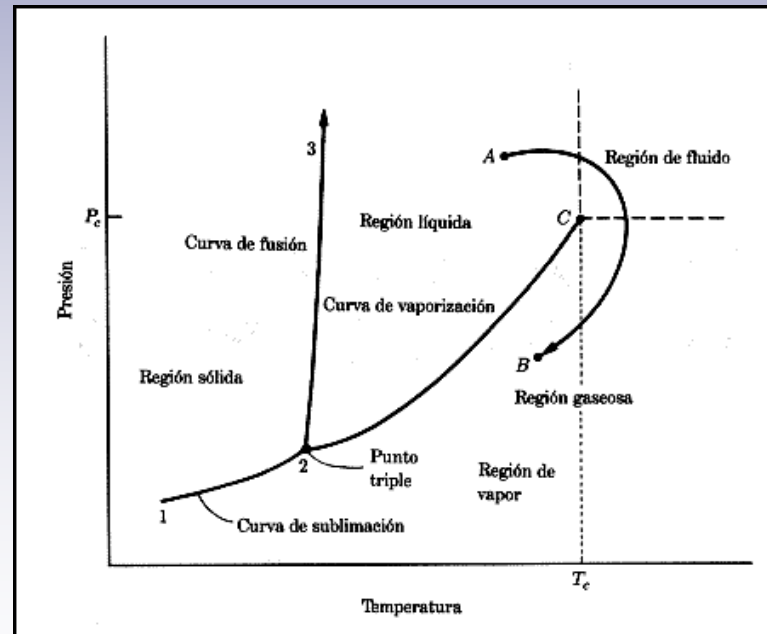
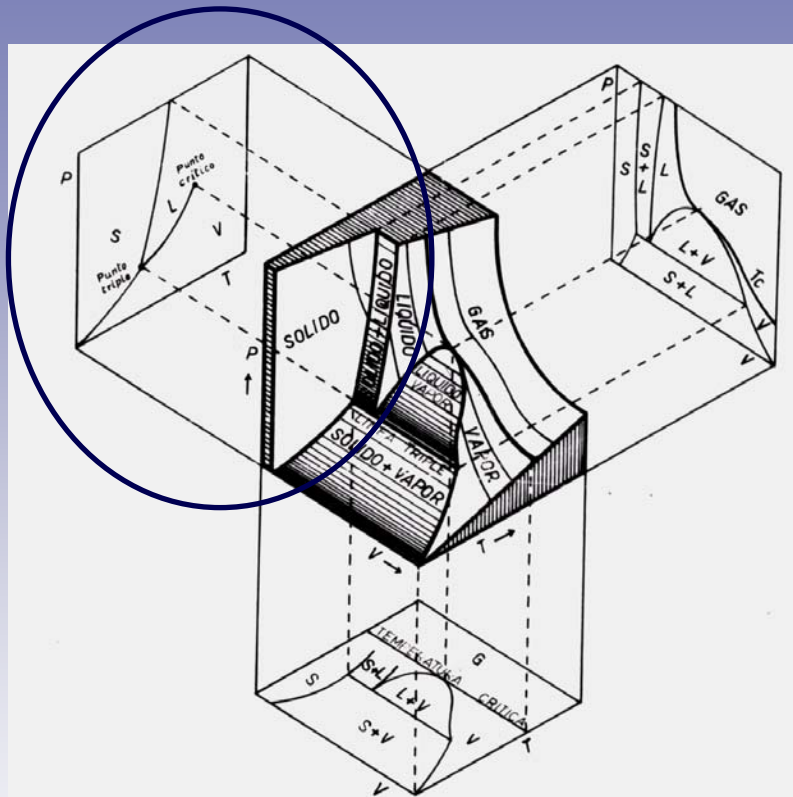


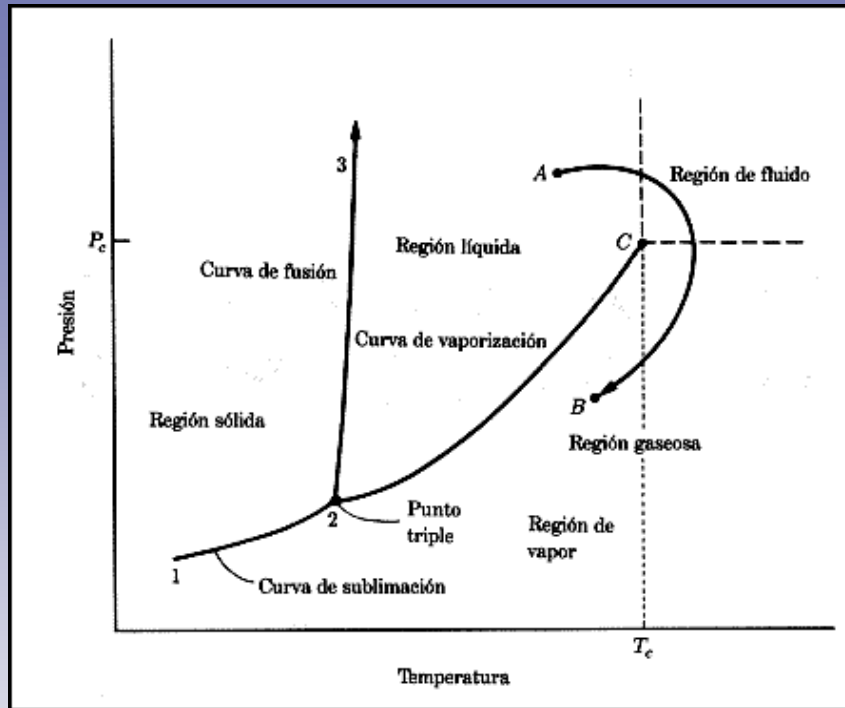
DIAGRAMAS BIDIMENSIONALES:

- diagrama PT
- diagrama PV

LÍNEA TRIPLE \Rightarrow PUNTO TRIPLE

2.4. Diagramas P-T



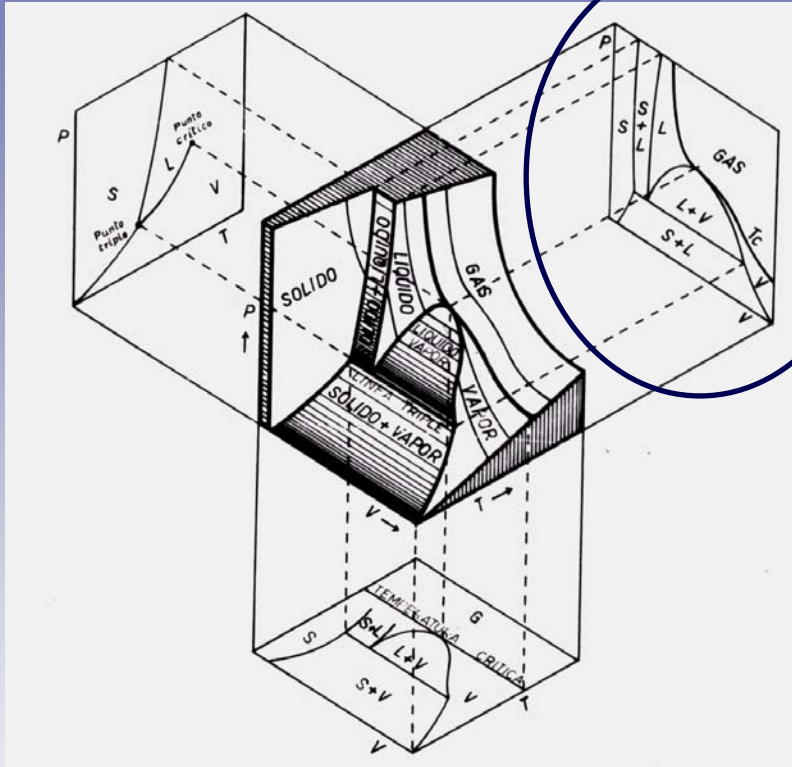


PUNTOS CARACTERÍSTICOS:
PUNTO TRIPLE
PUNTO CRÍTICO: P_c , T_c

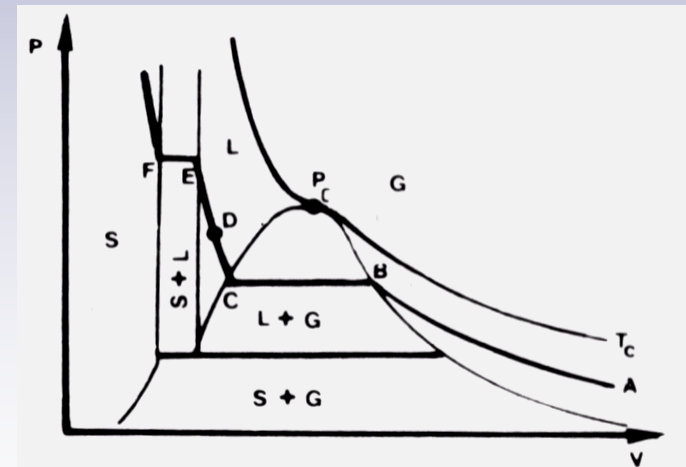
CURVAS:

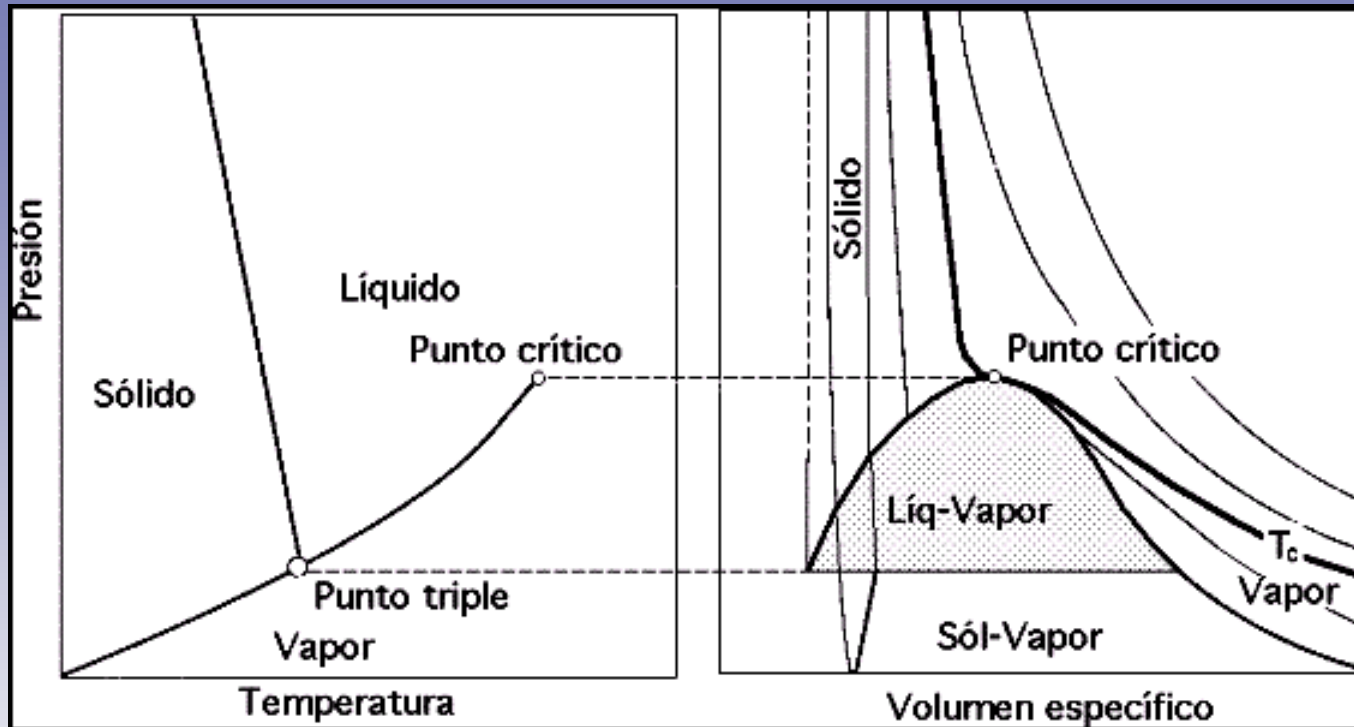
- condiciones P-T de coexistencia de dos fases (una variable)
- frontera de regiones de una sola fase (dos variables)

2.5. Diagramas P-v: isotermas de Andrews



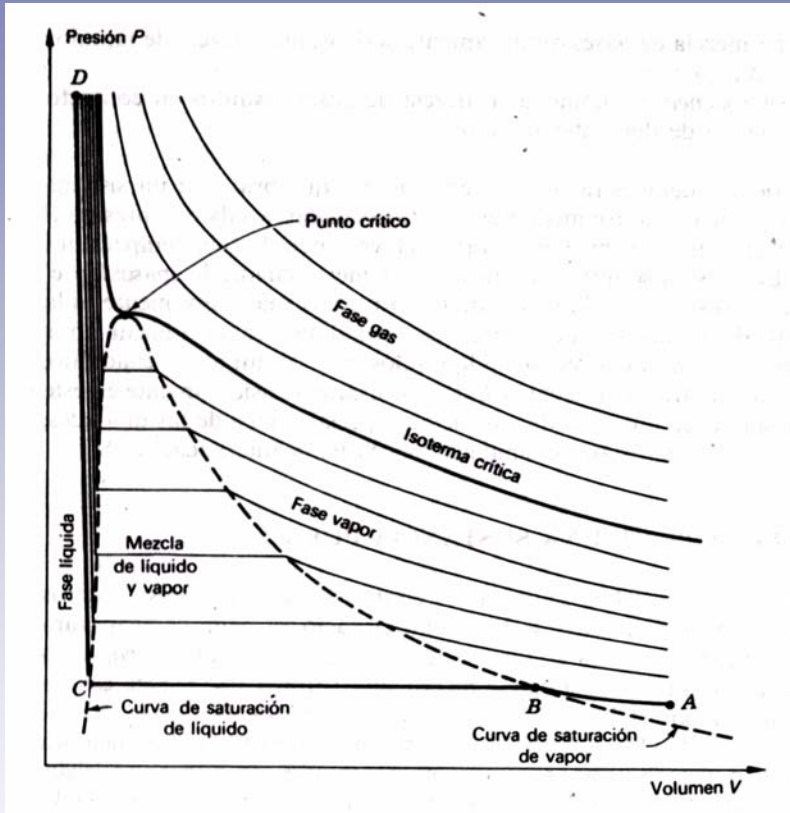
Isotermas de Andrews: temperatura constante





ISOTERMAS DE ANDREWS

Diagrama P-v de las regiones líquido, líquido – vapor y vapor:



Isoterma comenzando en A:

1) A-B: $PV = \text{cte}$

2) B: comienza la condensación

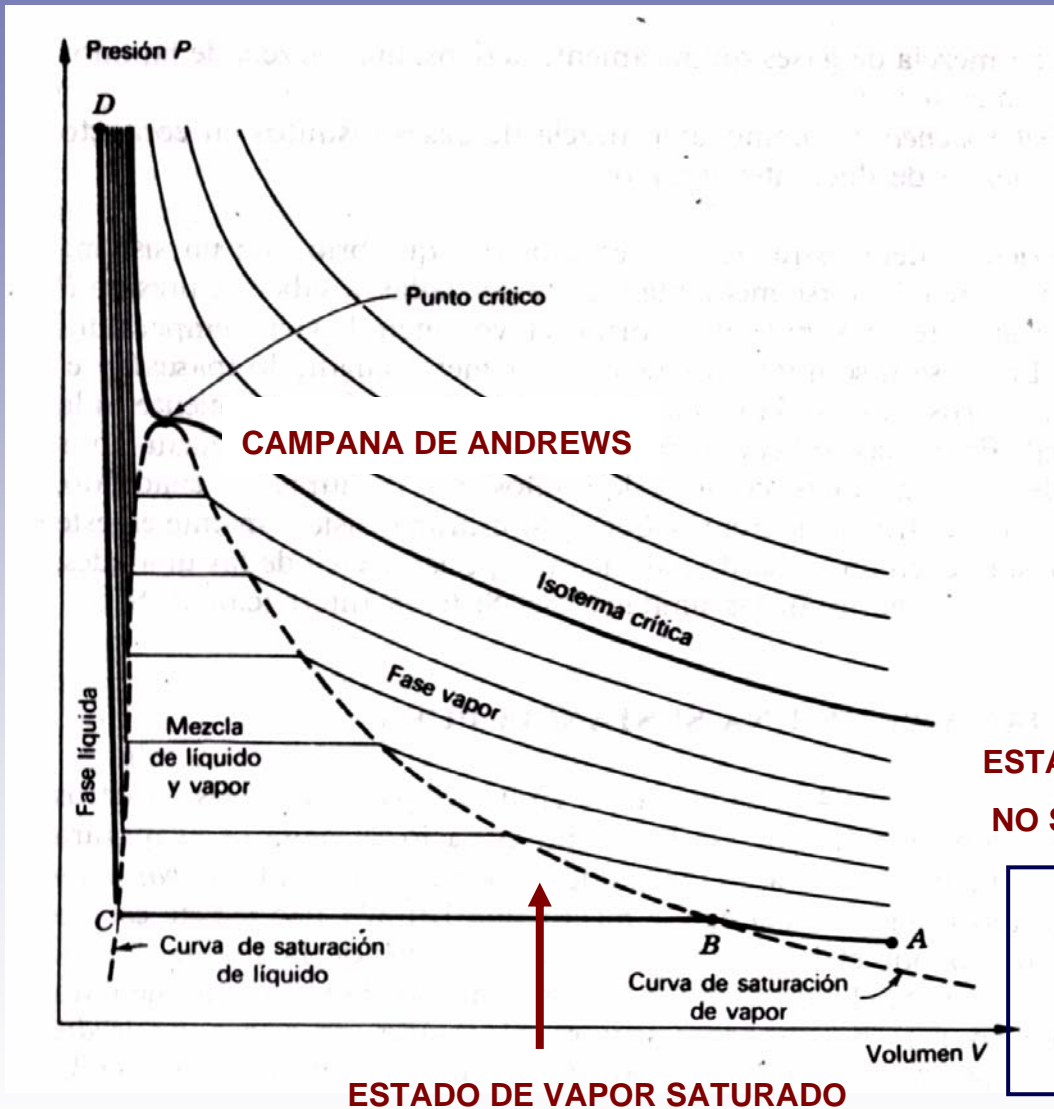
3) Tramo horizontal: vapor + fluido

PRESIÓN DE SATURACIÓN, DE VAPOR (T)

4) Estado líquido: aumentos de presión

⇒ disminuciones pequeñas de volumen

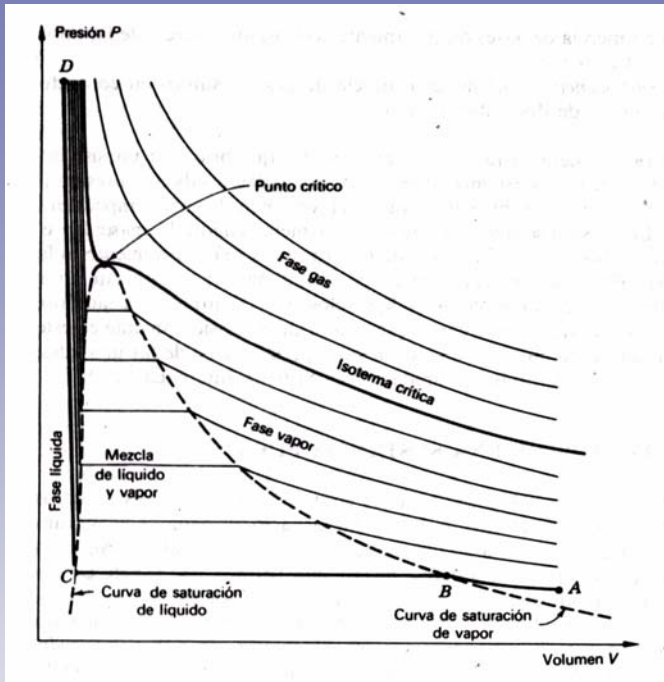
Diagrama P-v de las regiones líquido, líquido – vapor y vapor:



ESTADOS DE VAPOR
NO SATURADOS

Andrews 1869: estudió
el diagrama P-v del CO₂

Diagrama P-v de las regiones líquido, líquido – vapor y vapor:

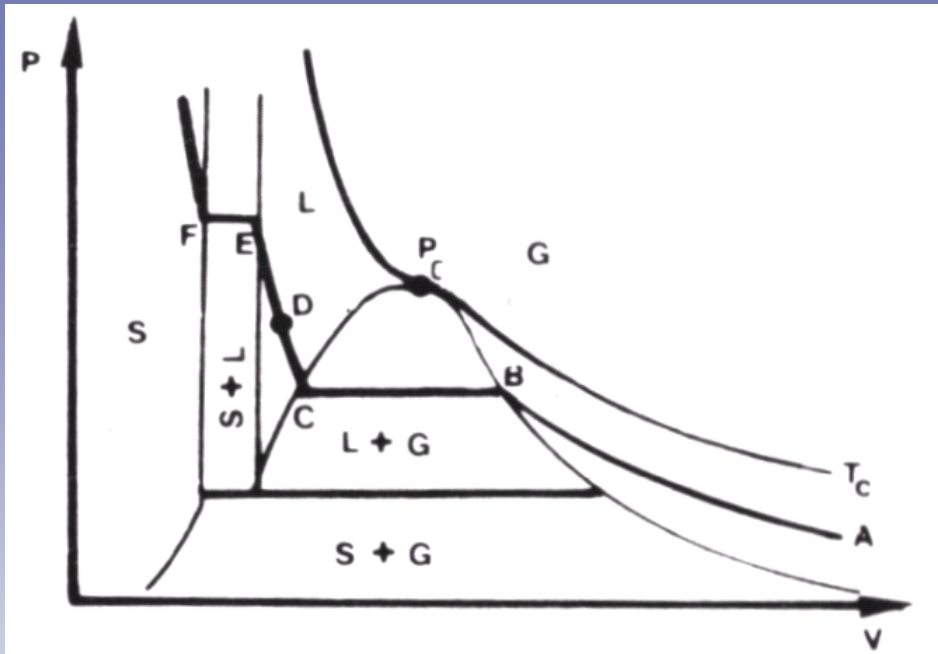


ISOTERMA CRÍTICA:

- Se reduce tramo líquido - vapor
- Presión y volumen crítico
- Transición: sin variación de volumen con L nulo

Punto crítico, punto de inflexión:

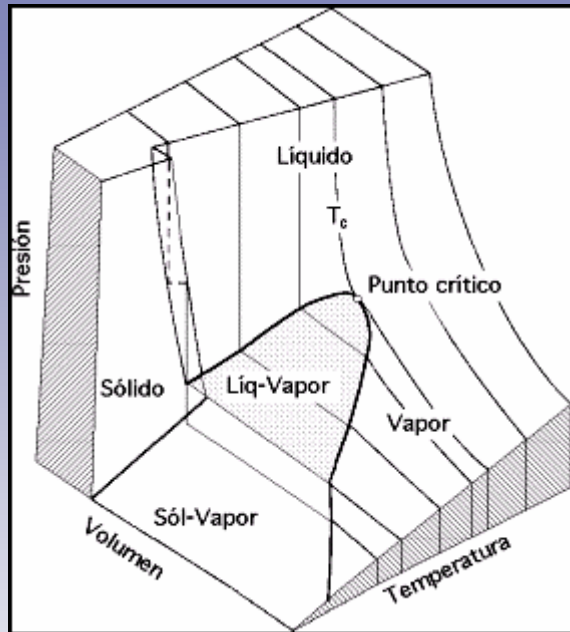
$$\left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_{T_C} = 0 \quad \left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2} \right)_{T_C} = 0$$



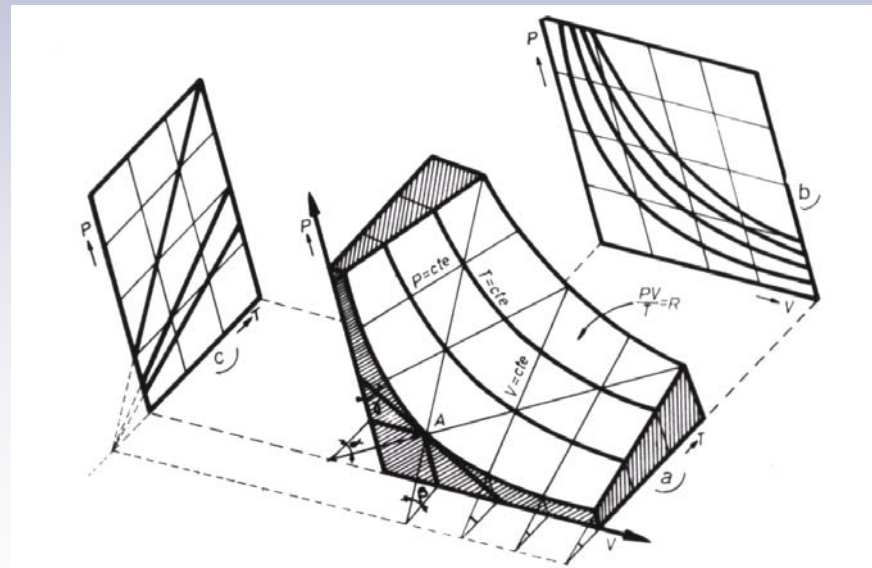
Para una isoterma de temperatura baja:

- condensación a sólido: sólido + gas
- isoterma frontera gas + sólido y gas + líquido ⇒ **LÍNEA TRIPLE**

2.6. Diagramas PvT y ecuaciones de estado



- Ecuación de estado: relación compleja
- Zona vapor:
 - ecuaciones del virial
 - gas ideal
 - Van der Waals
 - Redlich - Kwong



ECUACIÓN DE VAN DER WAALS:

1873, el físico holandés J. D. Van der Waals:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

PROBLEMAS DE PREPARACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO:

- **Gas ideal: fiabilidad, rapidez y economía de resultados con una pequeña pérdida de precisión**
- **Errores inferiores a 0,7 % entre -50 y 50 °C**
- **Más precisión, o altas presiones y bajas temperaturas: ecuación más rigurosas, por ejemplo, ecuación de Van der Waals**