

COBRE Y SUS ALEACIONES

Julio Alberto Aguilar Schafer

Red cúbica centrada en caras (FCC)

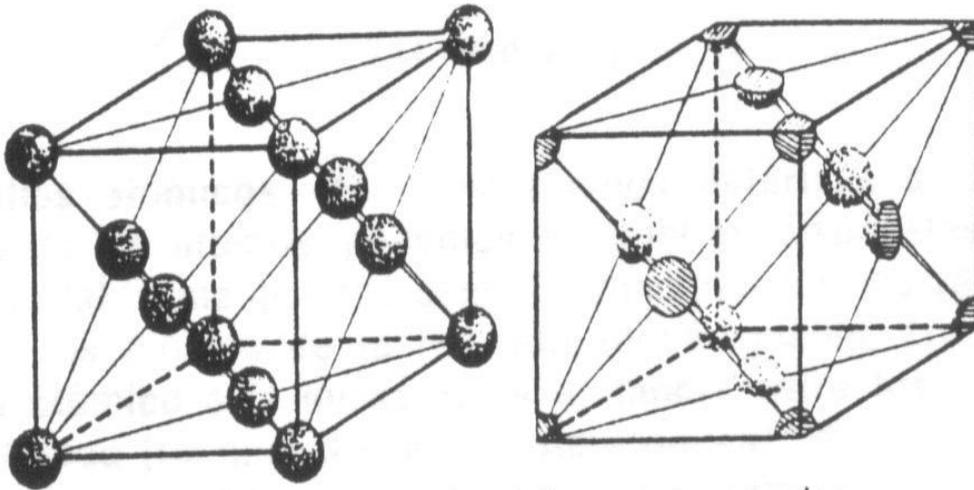


Fig. 3.13 Red cúbica de caras centradas

- N° de átomos: 4
- Propiedades: se deforman mejor que BCC
- Fe γ , **Cu**, Al, Au, Ag, Pb, Ni, Pt
- F. empaq: 0,74

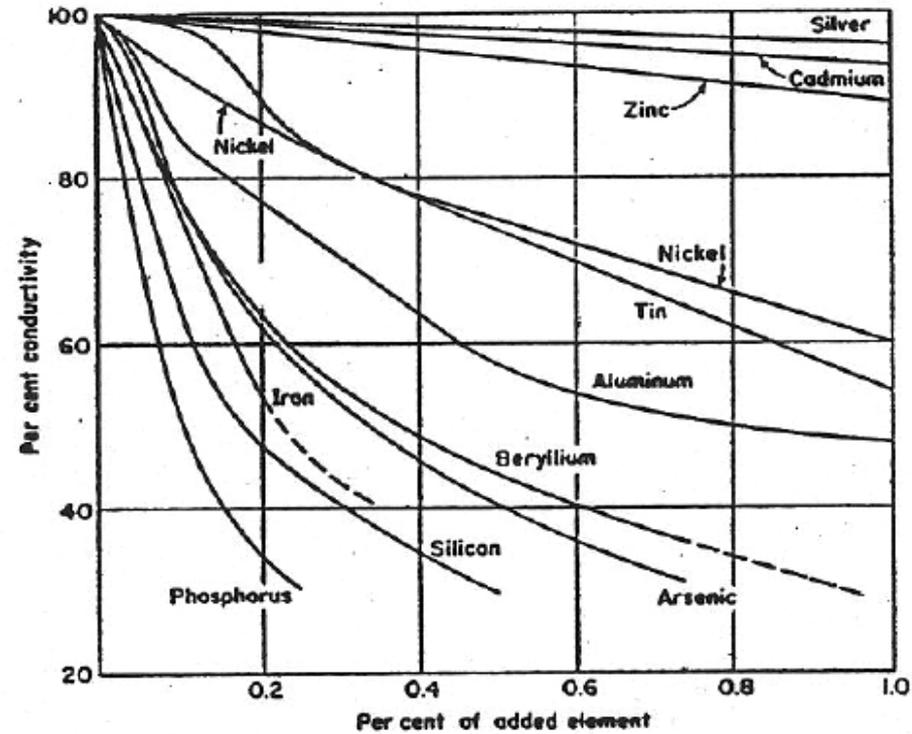
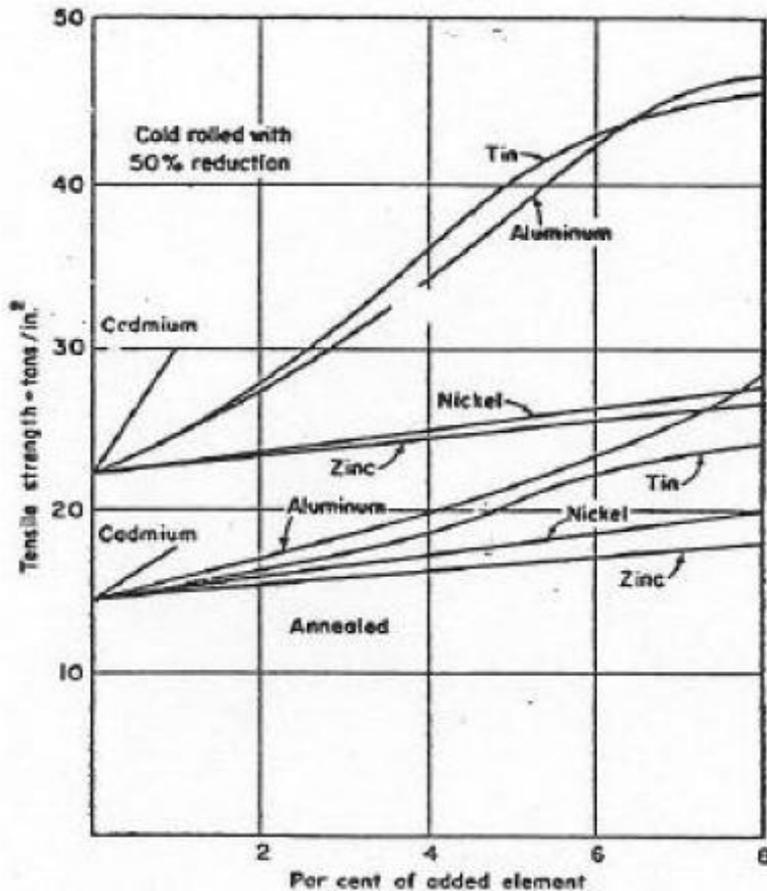
Structure	Number of slip planes	Probability of slip
FCC	48	high
BCC	12	moderate
HCP	3	low



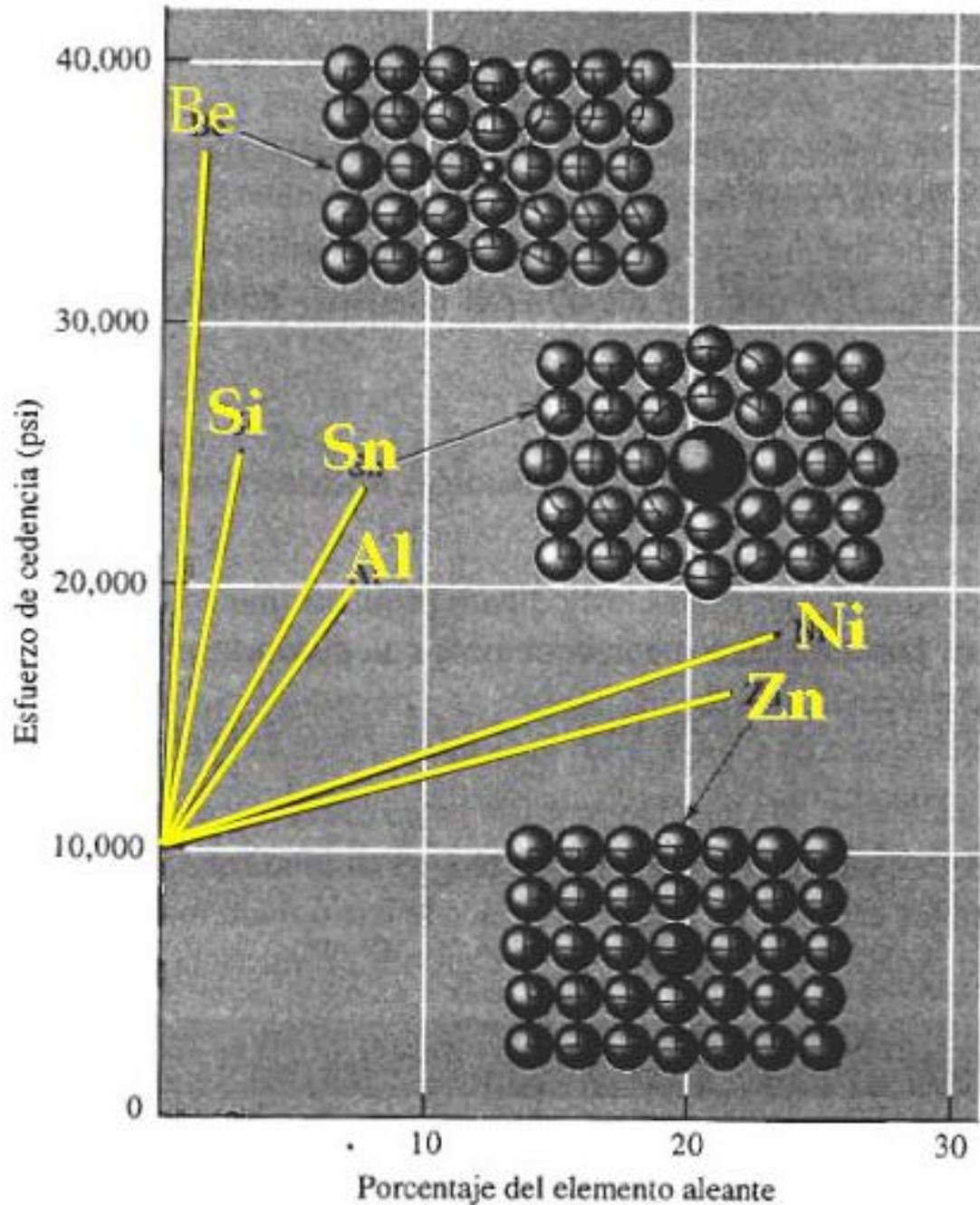
NOMENCLATURA

- C1xxxx (cobre > 99.3) y cobre alto (99.3 > Cu > 96)
- C2xxxx aleado con Zn (latónes)
- C3xxxx aleado con Zn y Pb (latónes de plomo)
- C4xxxx aleado con Zn y Sn Latónes de estaño)
- C5xxxx aleado con Sn (bronces fosforados)
- C6xxxx aleado con Al (bronce al aluminio)
aleado con Si (bronce al silicio)
- C7xxxx aleado con Ni y Ni-Zn (plata de níquel)

Efecto de aleantes en conductividad (eléctrica y térmica)



Efecto de aleantes sobre la resistencia mecánica



Efecto de varios elementos de aleación sobre el esfuerzo de cedencia del cobre. Los átomos de níquel y zinc tienen aproximadamente el mismo tamaño que los átomos de cobre, pero los de berilio y estaño tienen tamaños muy diferentes a los del cobre. Aumentando la diferencia en tamaño atómico y la cantidad de elemento aleante, se incrementa el endurecimiento por solución sólida

LATONES

Julio Aguilar

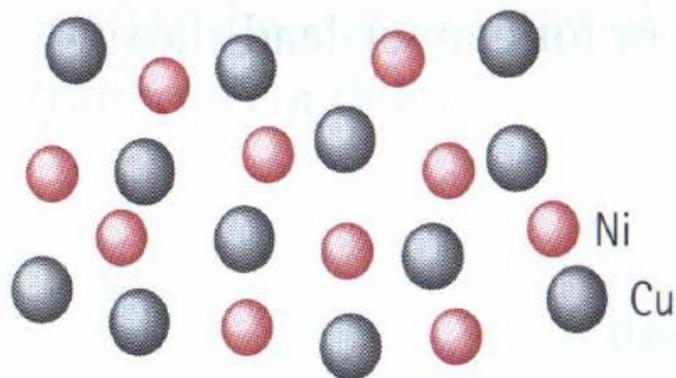
Latones: Aleaciones Cu-Zn (Pb)

- **Latones α :**

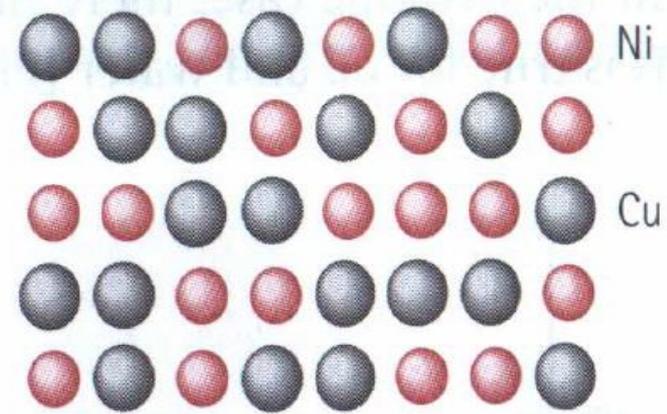
1. 5 a 36% de Zn
2. Estructura: CCC
3. Ductil y maleable a temperatura ambiente, ej.:
 - latón para acuñar monedas (5-20% de Zn)
 - latón 70-30, para embuticiones profundas
 - latón de libre corte (Zn $\pm 35\%$, Pb $\pm 1\%$)

- **Latones $\alpha+\beta$:**

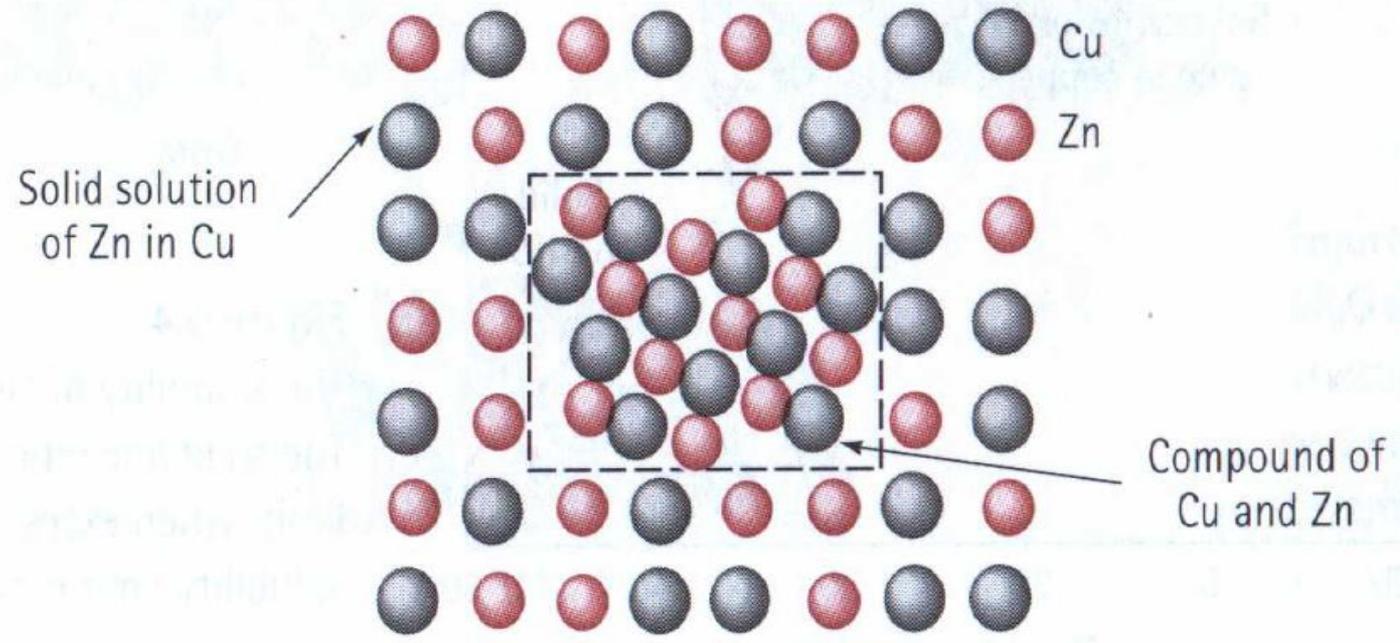
1. 36 a 48% de Zn
2. Estructura: CCC+CC
3. Forjable a $>454^{\circ}\text{C}$, a esta temperatura la estructura pasa de $\beta \longrightarrow \beta'$ localizándose el átomo de Zn en centro del cristal CC, ej.:
 - latón forjable en matriz cerrada



(a)



(b)



(c)

Diagrama de fases de los latones

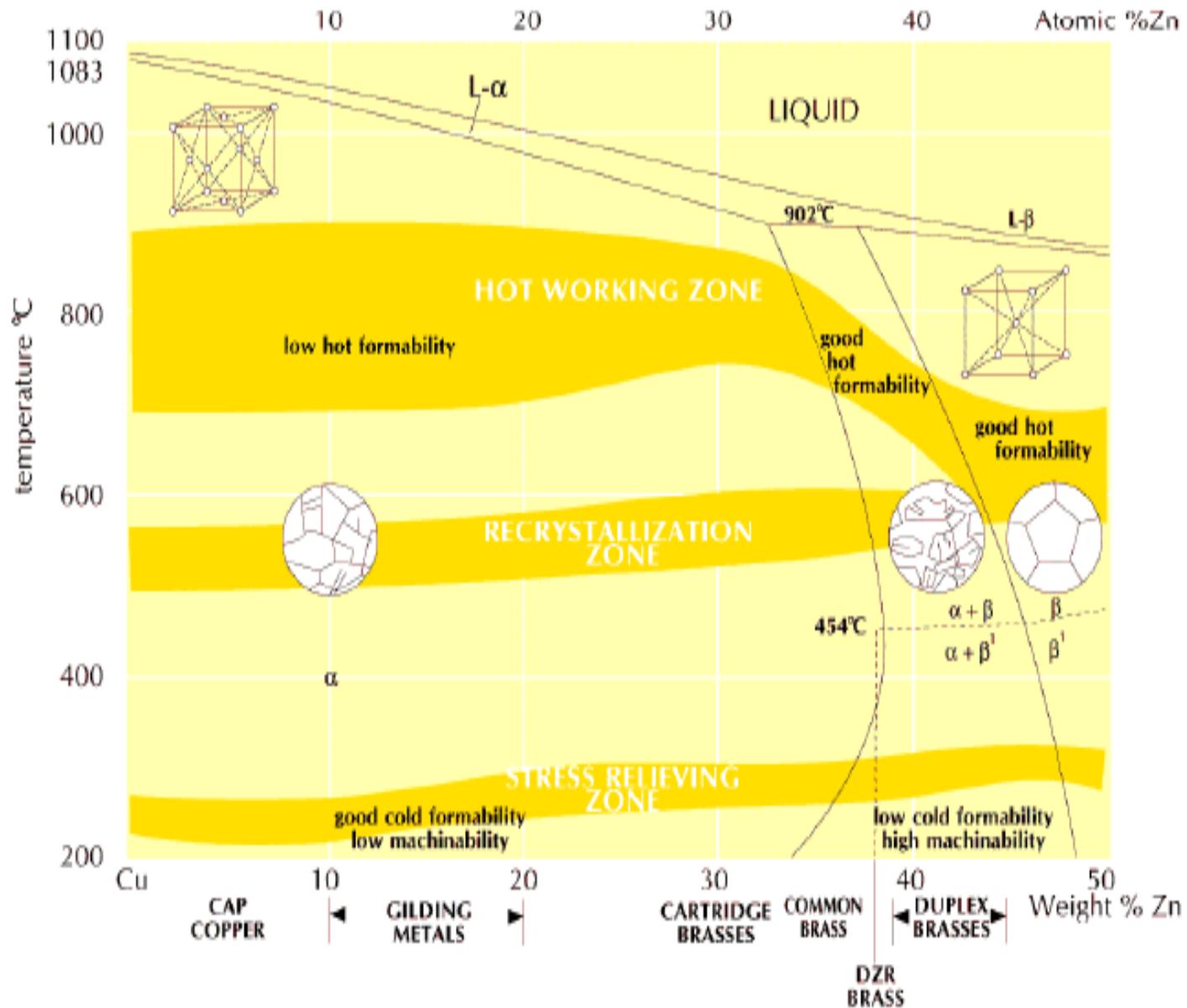


Diagrama de fases cobre-zinc. Este diagrama tiene las fases α y η terminales y las fases β , γ , δ y ϵ intermedias. Hay cinco puntos peritéticos invariantes y un punto eutectoide.

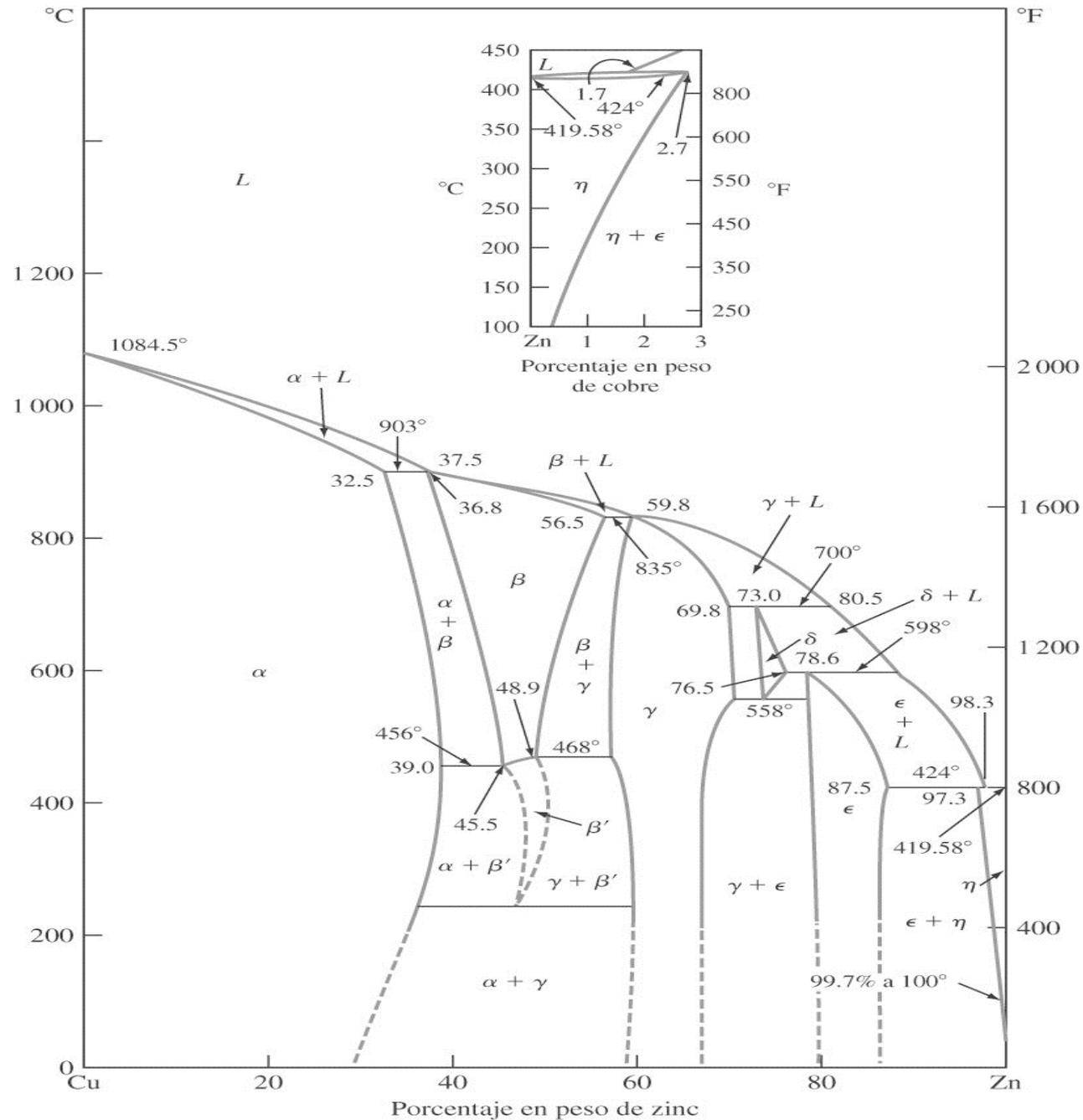
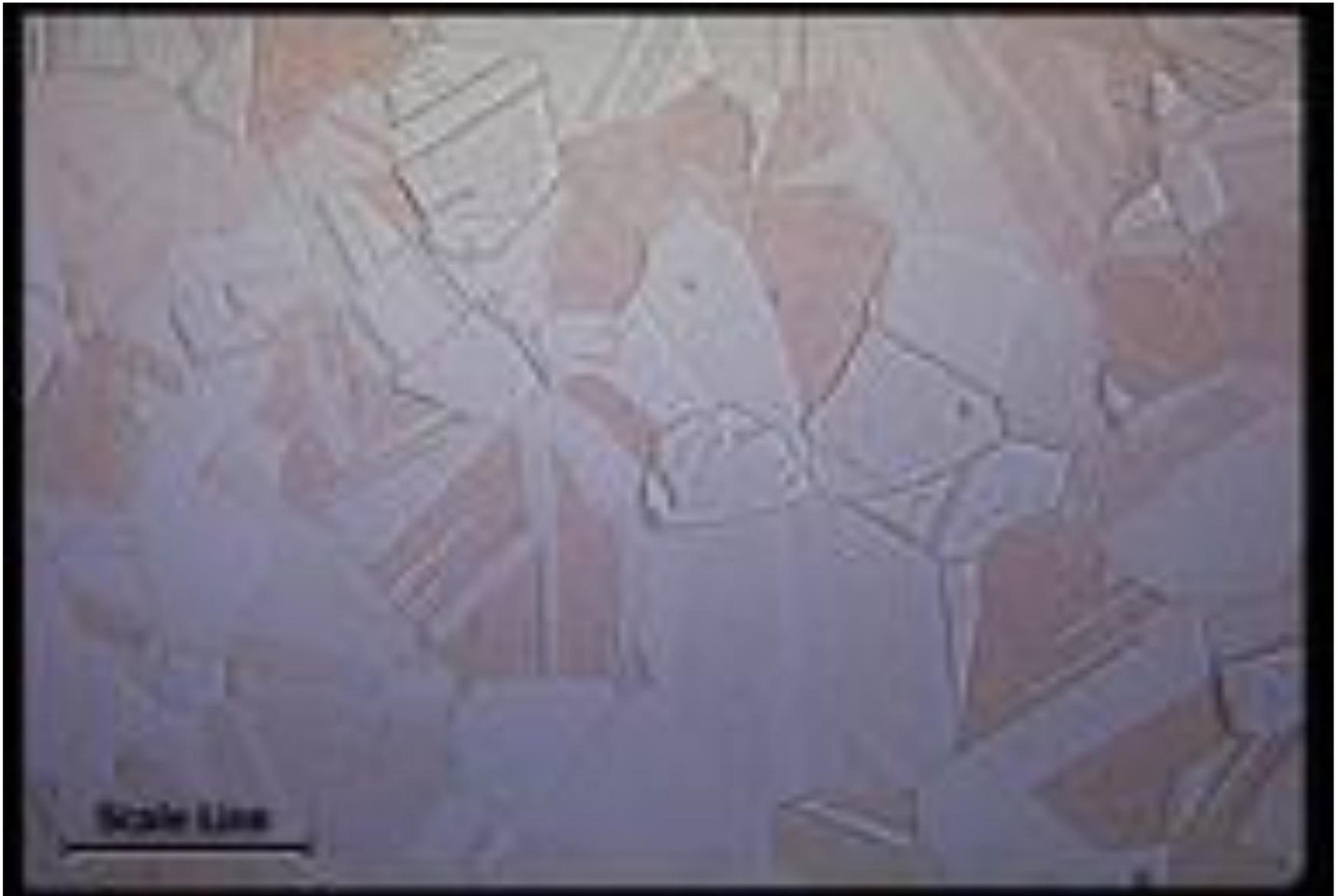


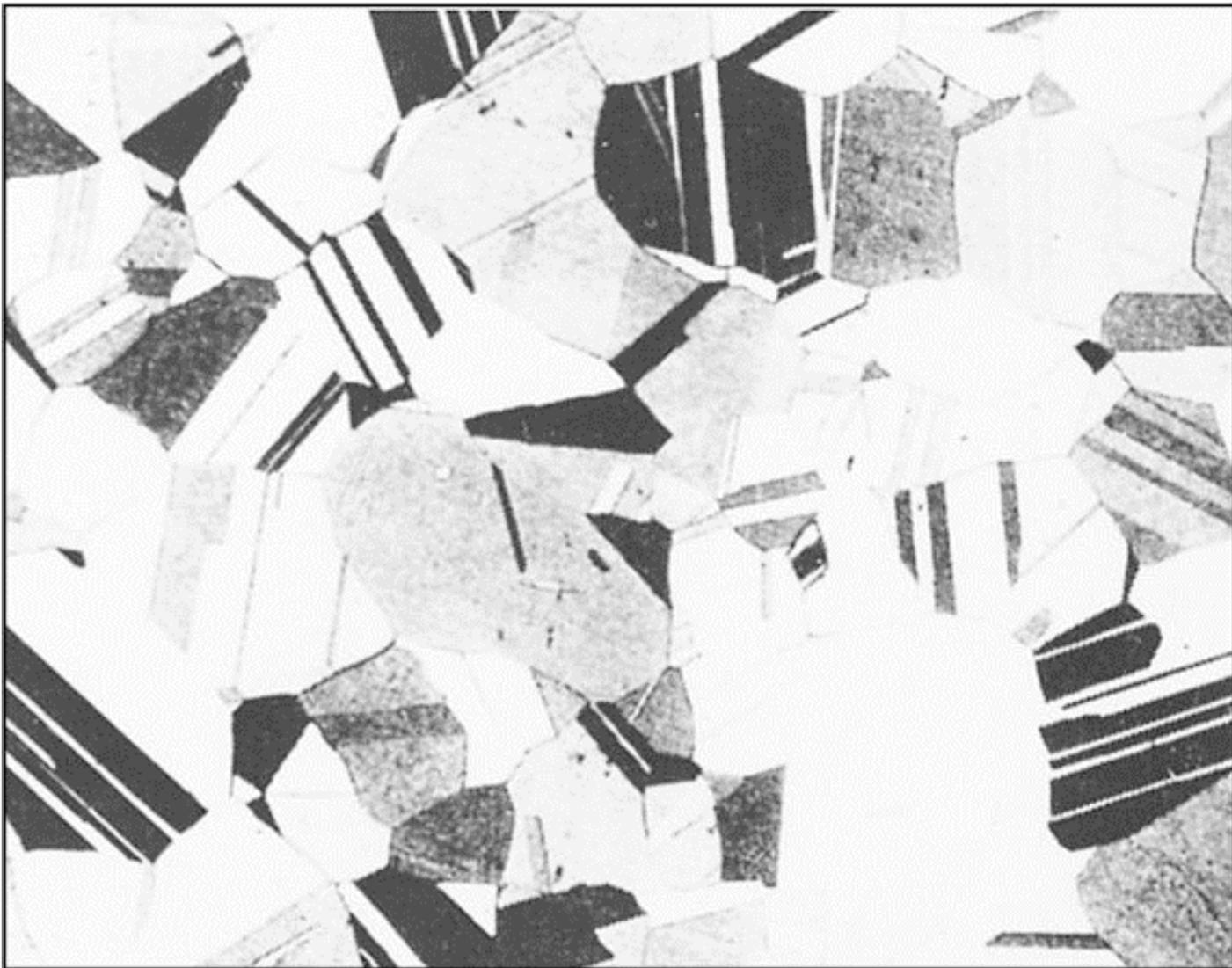
Figura 8.27

Latón α



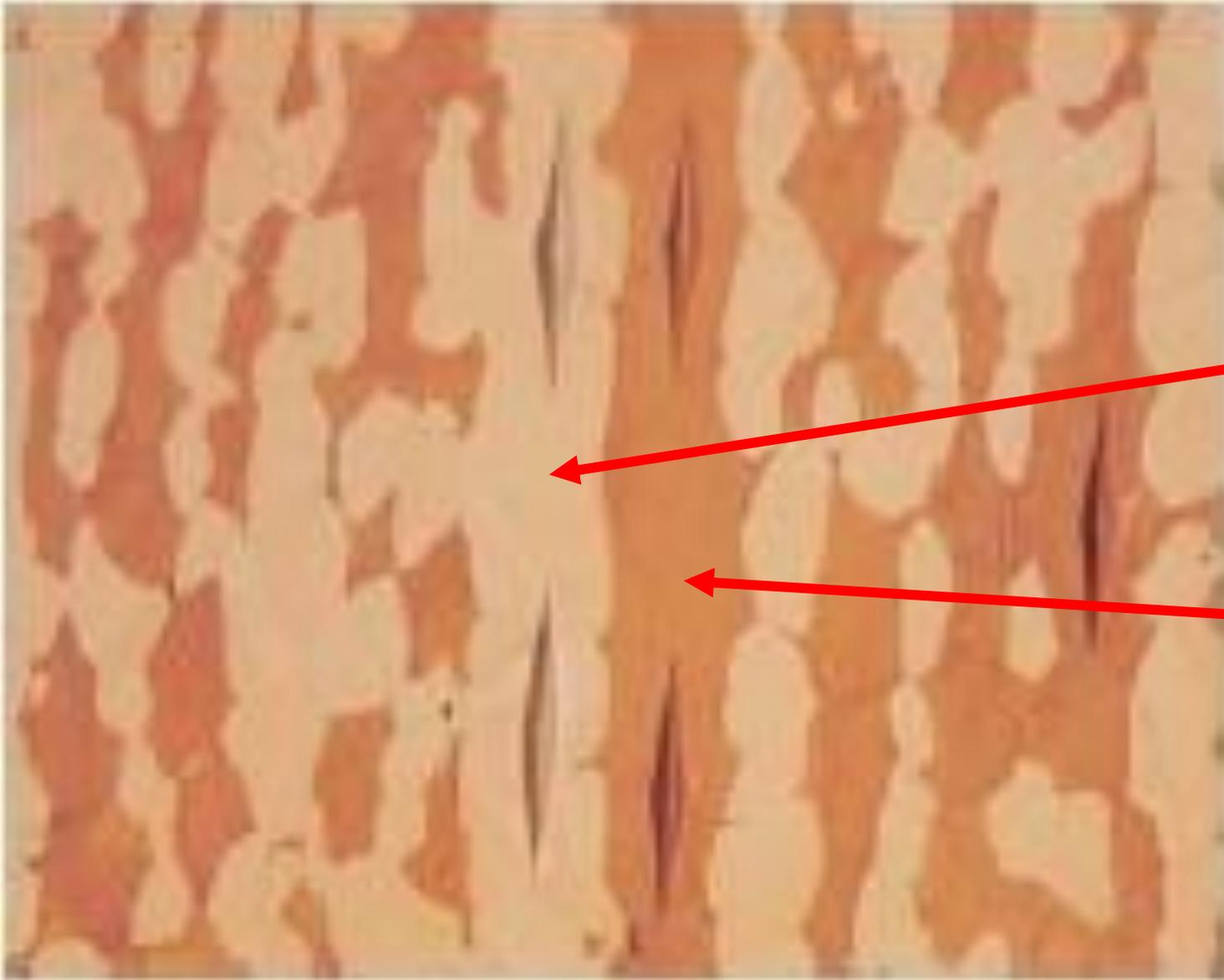
Latón α (70Cu-30Zn) 30% de reducción





Microestructuras de latón para cartuchería (70% Cu-30% Zn) en estado recocido. (Decapante: $\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}_2$; amplificación 75×.)

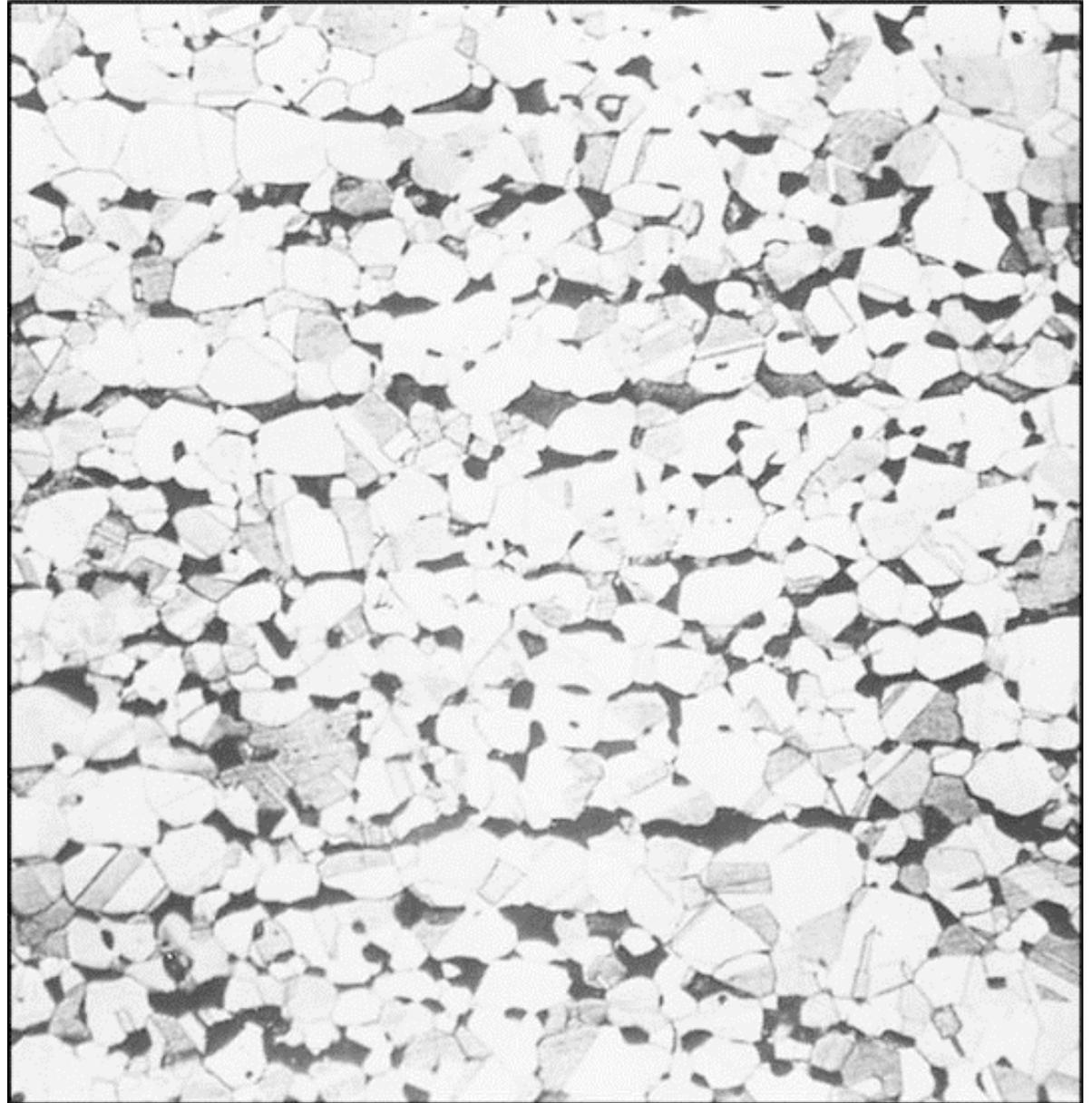
Latón $\alpha + \beta$ (Cu-40%Zn)



α

β

**Lámina de metal
de Muntz
laminada en
caliente (60% Cu-
40% Zn). La
estructura
consiste en una
fase beta
(oscura) y una
fase alfa (clara).
(Decapante:
 $\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}_2$;
amplificación 75x.)**



Problemas en aleaciones Cu-Zn

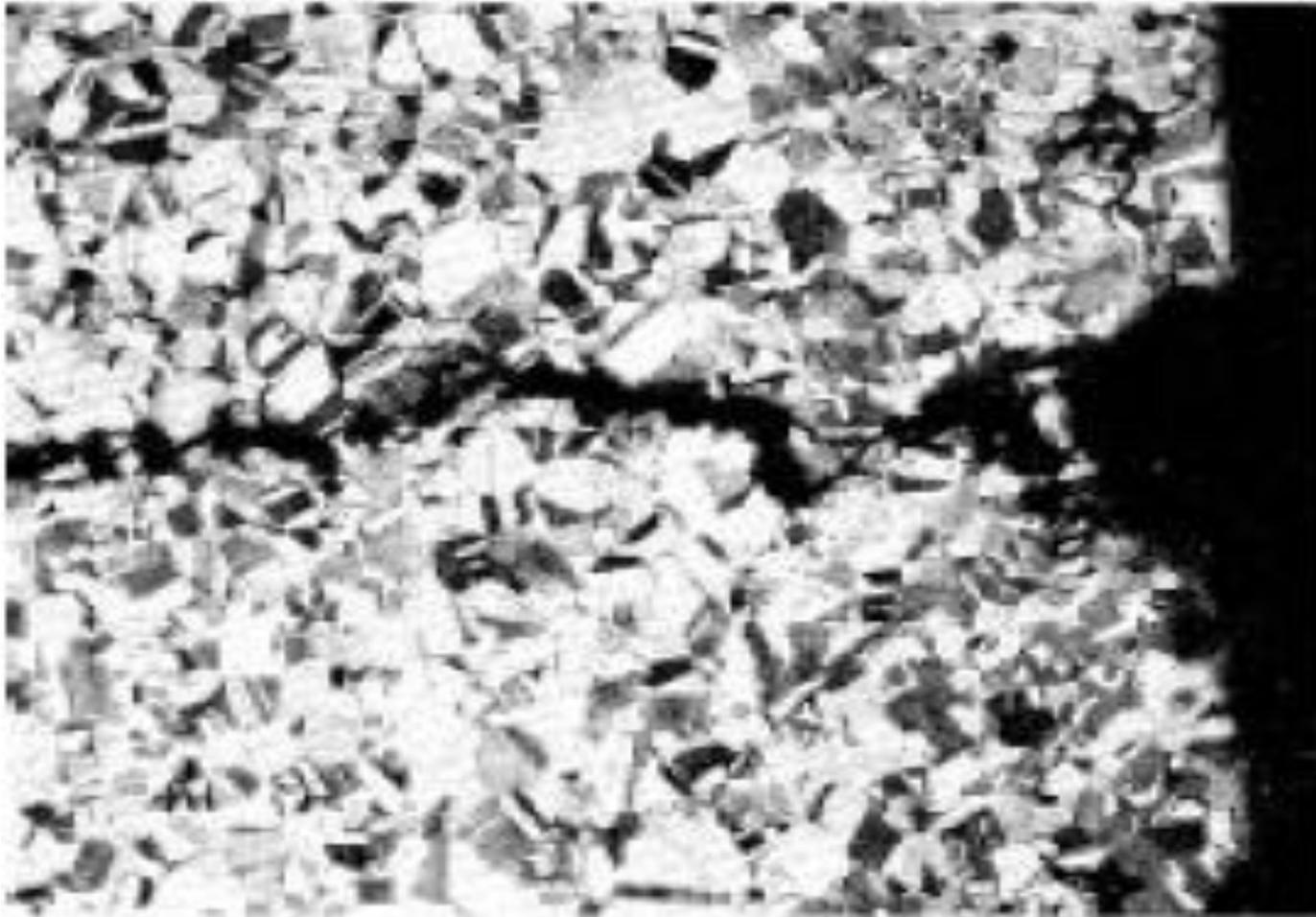
Descincado:

- Remueve Zn de la superficie del latón, dejando superficie porosa y débil.
- Se presenta en aleaciones con alto contenido de Zn (>15%).
- Al estar expuestas a:
 - Alta temperatura
 - Solución acuosa y estancada



Fractura por Tensión y Corrosión:

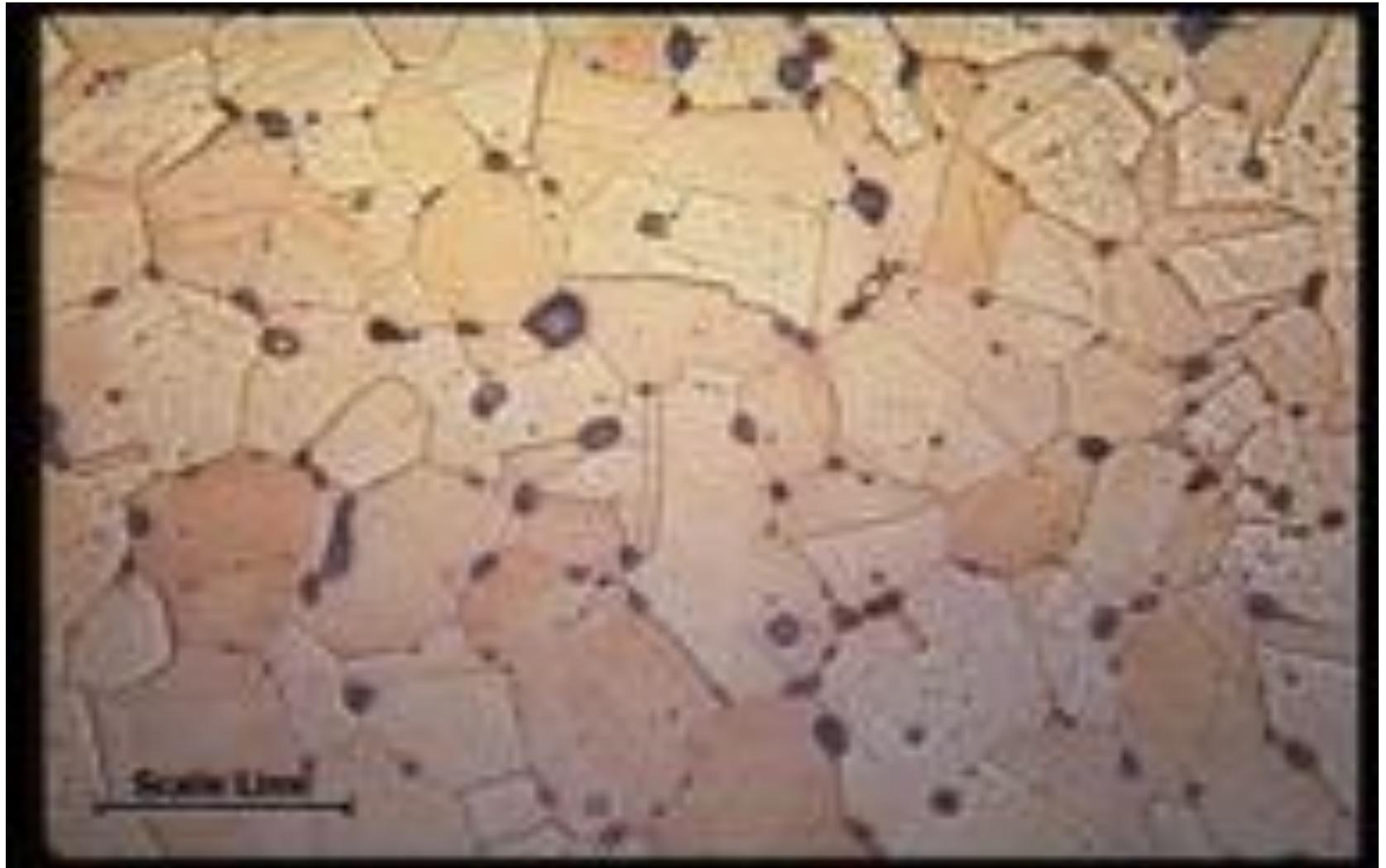
- Susceptible en latones trabajados en frío con más de 15% de Zn, en presencia de trazas de amonio con oxígeno y humedad.
- Fácilmente evitado por un tratamiento a baja temperatura de alivio de tensiones.



Latones con Plomo (Cu-Zn-Pb)

- El plomo aumenta la maquinabilidad provee una microestructura no porosa y disminuye la resistencia mecánica.
- Produce una viruta fraccionada y lubrica en el proceso de maquinado las herramientas de corte.
- Microestructura es muy similar a las aleaciones Cu-Zn; el Pb aparece como pequeñas partículas oscuras en los límites de grano.

Microestructura Latón Cu-Zn-Pb





ALGUNOS EJEMPLOS DE PIEZAS DE LATONES



Latones con Estaño (Cu-Zn-Sn, con trazas Pb)

- Alta resistencia a corrosión y mayor resistencia mecánica que latón Cu-Zn.
- 2-40% Zn; 0.2-3% Sn
- El Sn reduce la tendencia al descincado de los latones.
- La microestructura es similar a aleación Cu-Zn (la fase depende del porcentaje de los metales aleantes)
- En aleaciones fundidas con Zn y Sn (ambos en bajo porcentaje) aparecen en las dendritas de menor (en el centro) a mayor (en los bordes).

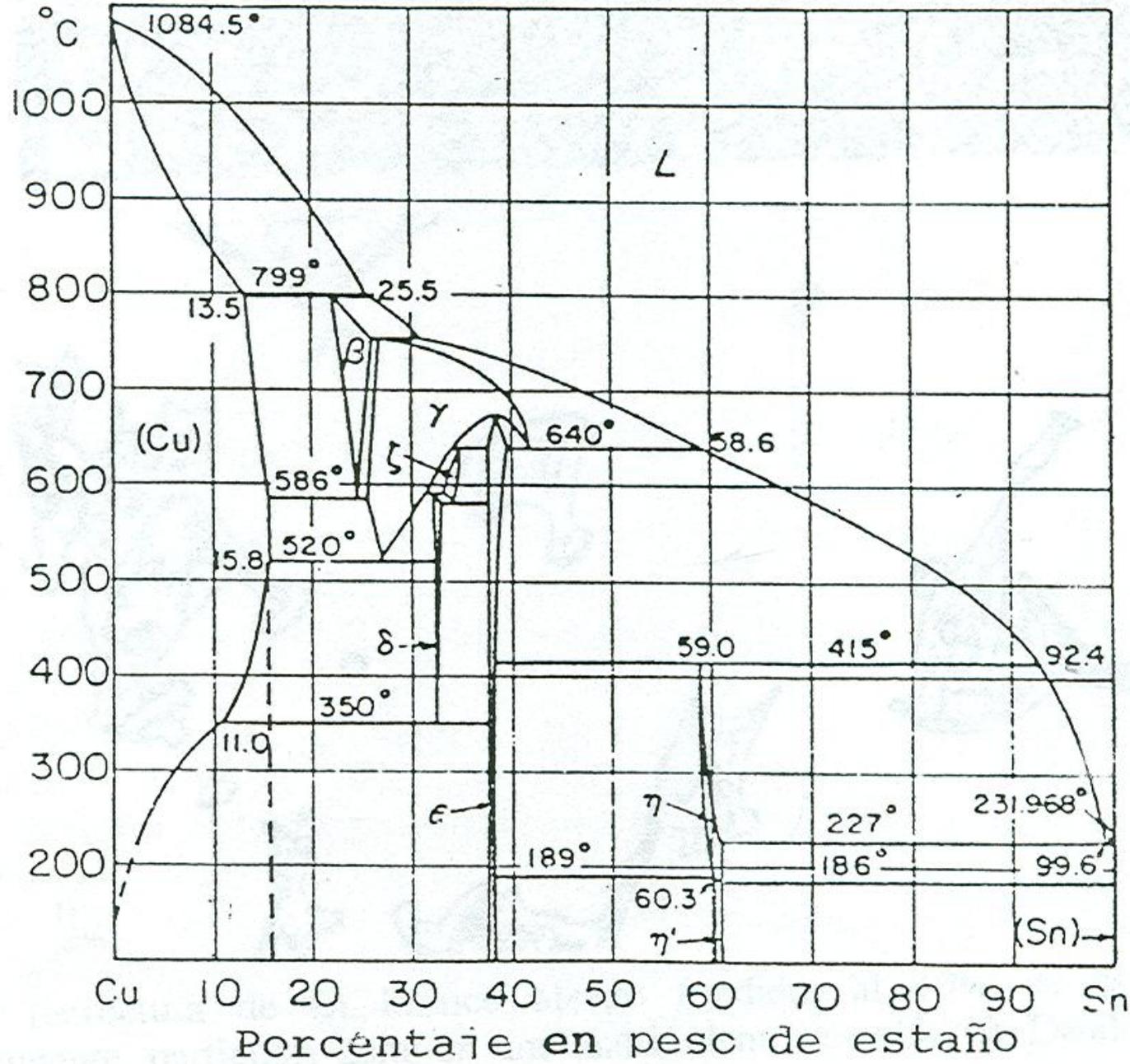
BRONCES

Julio Aguilar

Aleaciones Cu-Sn

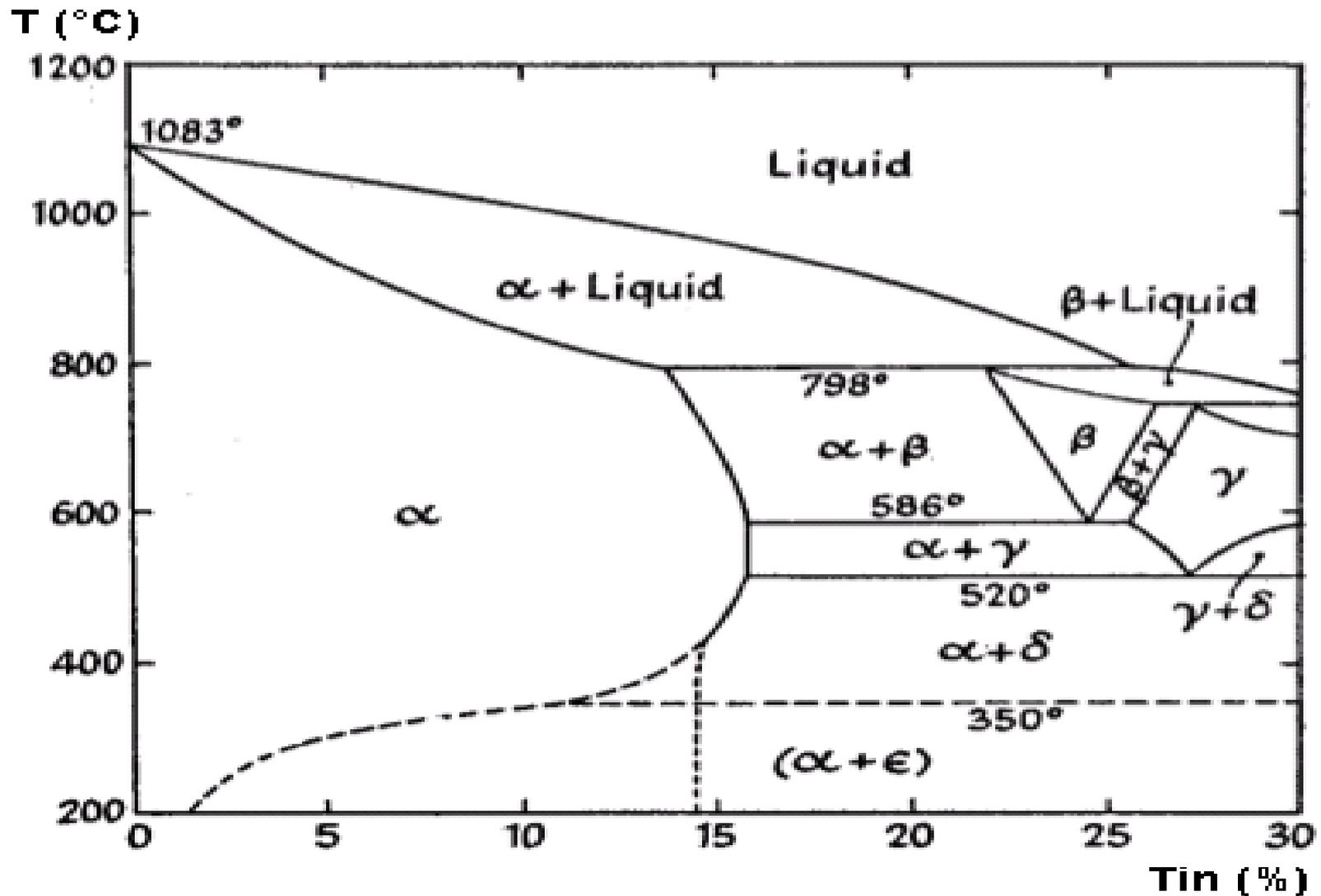
- Exhiben alotropía:
 - >13.2 grados C – tetragonal
 - >161 grados C – ortorrómbica (frágil)
- Microestructura:
 - Hasta aprox. 15.8% – cobre alpha
 - Mayor de esto no se conocen aleaciones comunes; aunque solidifique en alpha + delta.
- No aceptan tratamiento térmico cuando Sn < 7%; en general, después del tratamiento, no se pueden deformar ni en frío ni en caliente.
- Entre las aplicaciones están: chumaceras, engranajes, válvulas y anillos de pistones.
- Se les puede añadir plomo para maquinabilidad, aunque disminuye ductilidad.

características mecánicas de los broncees al estaño.

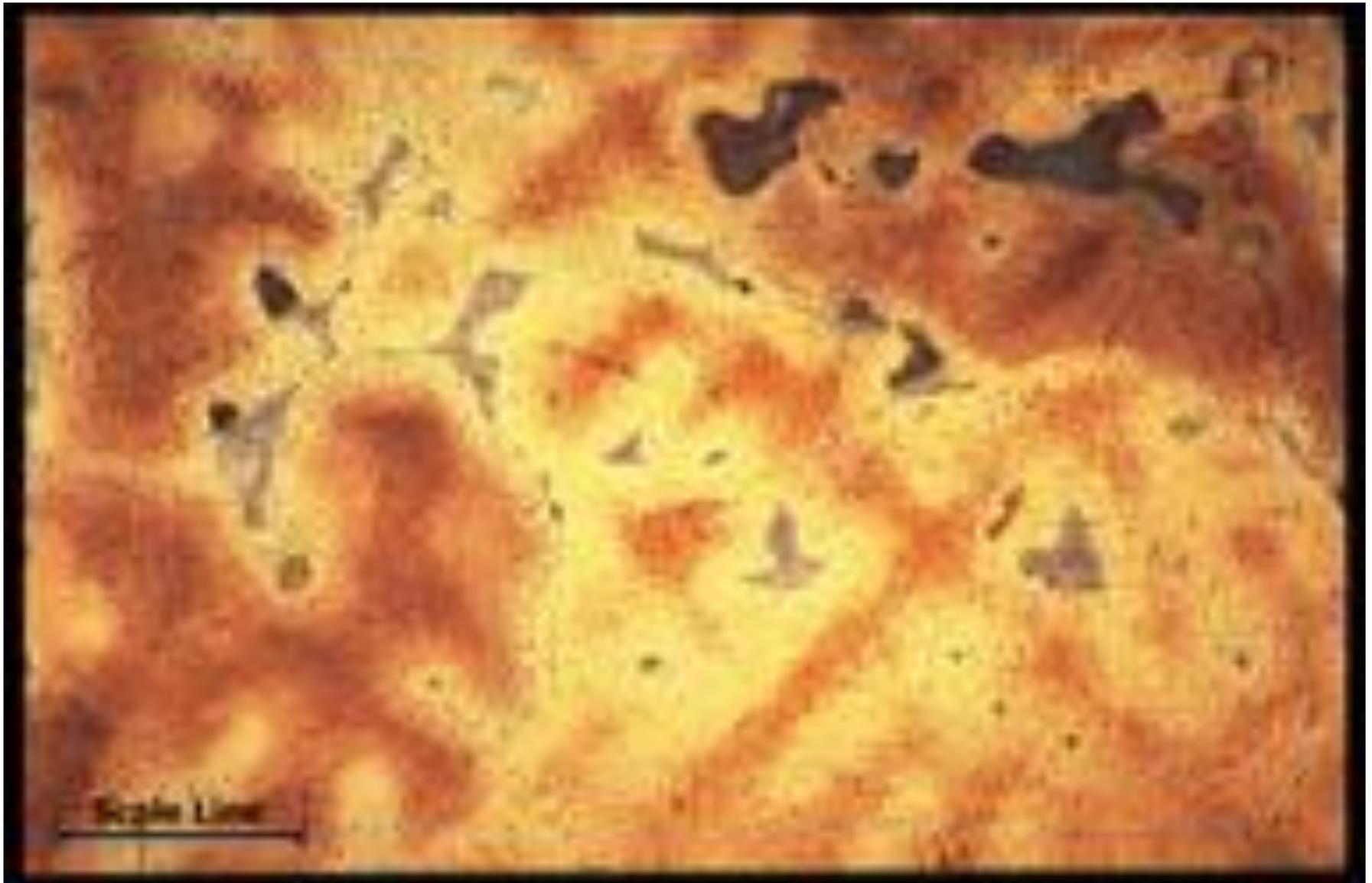


Región del diagrama de equilibrio cobre-estaño, rico en cobre

Diagrama de fases Cu-Sn



Micrografía Cu-Sn

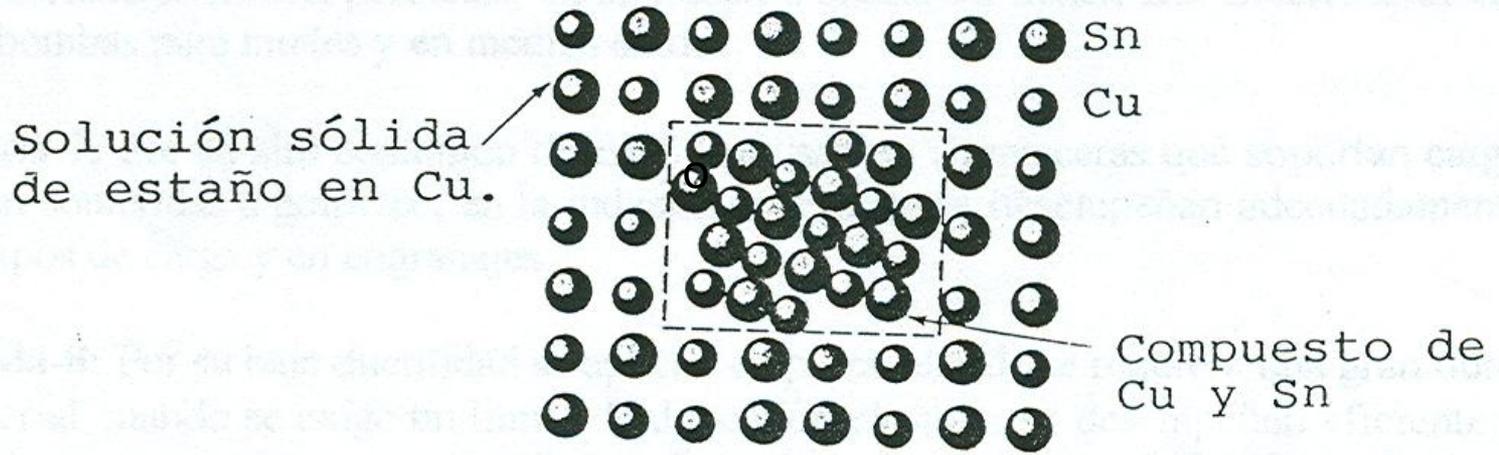




(a)



(b)



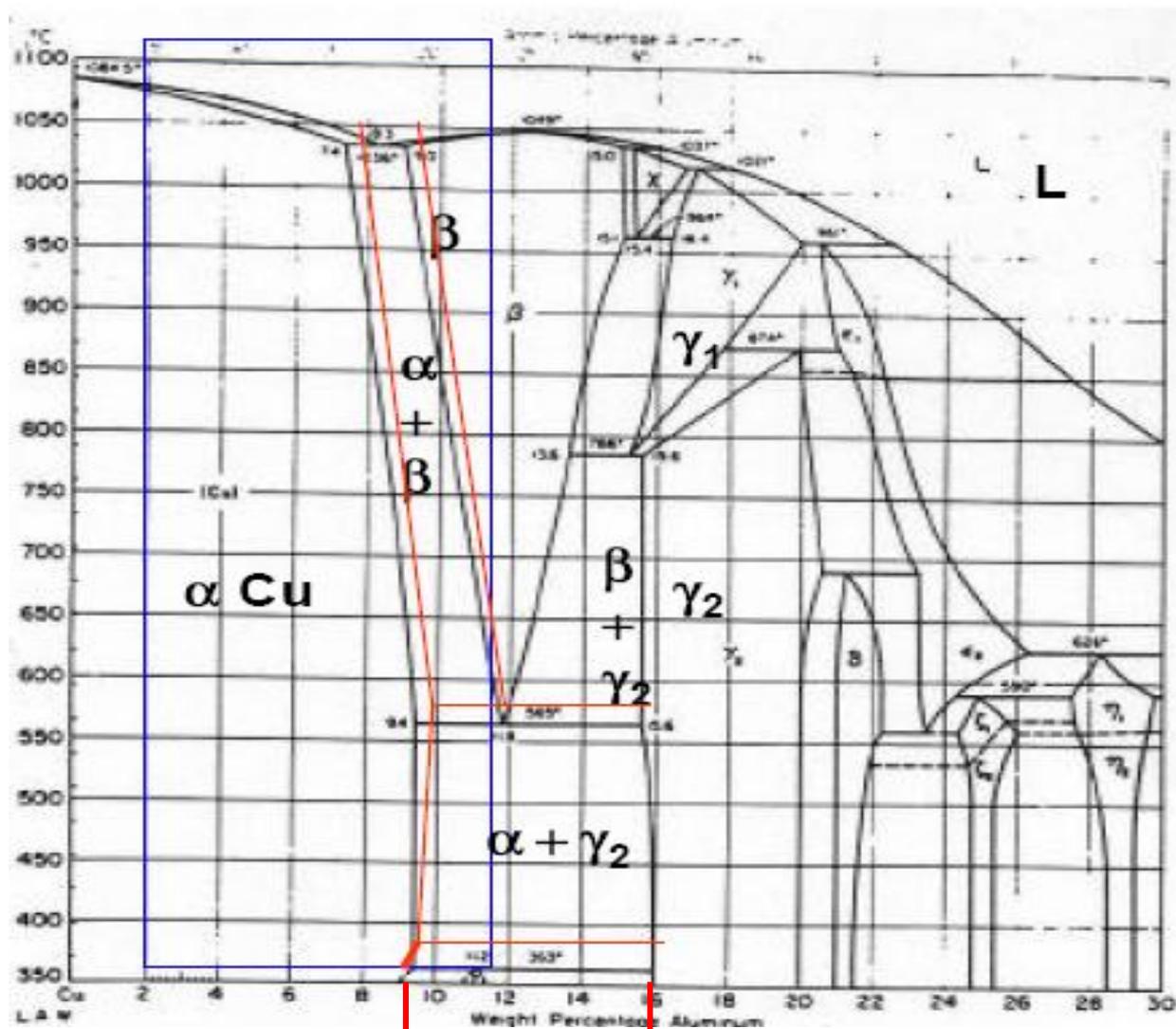
(c)

a). Solución líquida,

b). La solución sólida Cu-Sn es limitada y los átomos de Cu y Sn, ocupan sitios aleatorios en la red,

c). Con <de 15.8% de Sn y a >de 350 C, forman una segunda fase (Cu_3Sn), intermetálica.

Diagrama de fases Cu-Sn, tratamiento térmico



Zona de templado

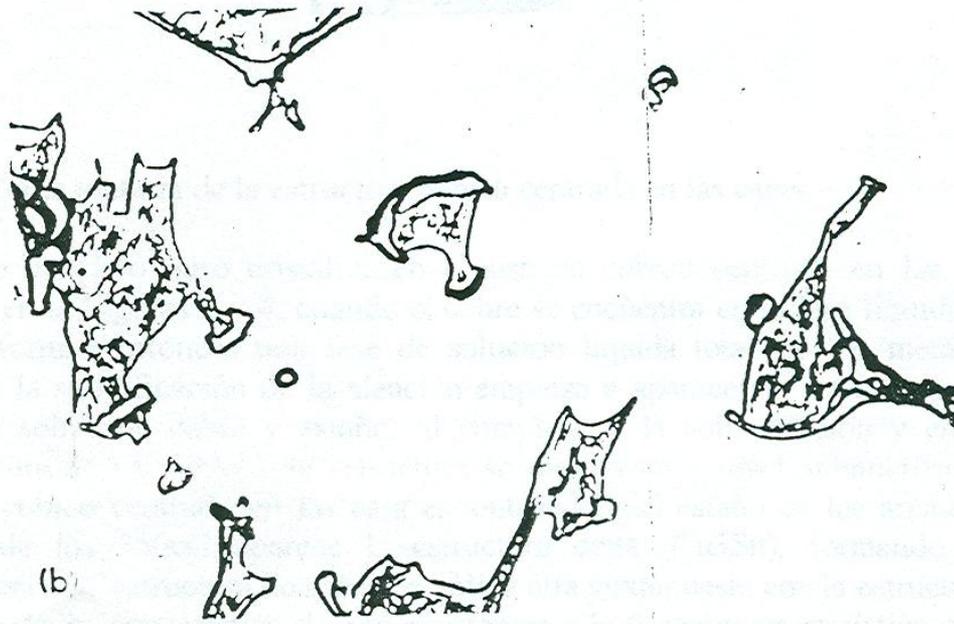


Fig. 2 Estructura de un bronce aleado fundido, al 10% de estaño. a). Enfriado violentamente, partículas delta en una matriz dendrítica alfa; b). Detalle de la fase delta a 1000x.

Microestructura del Bonce Cu-Sn-Pb



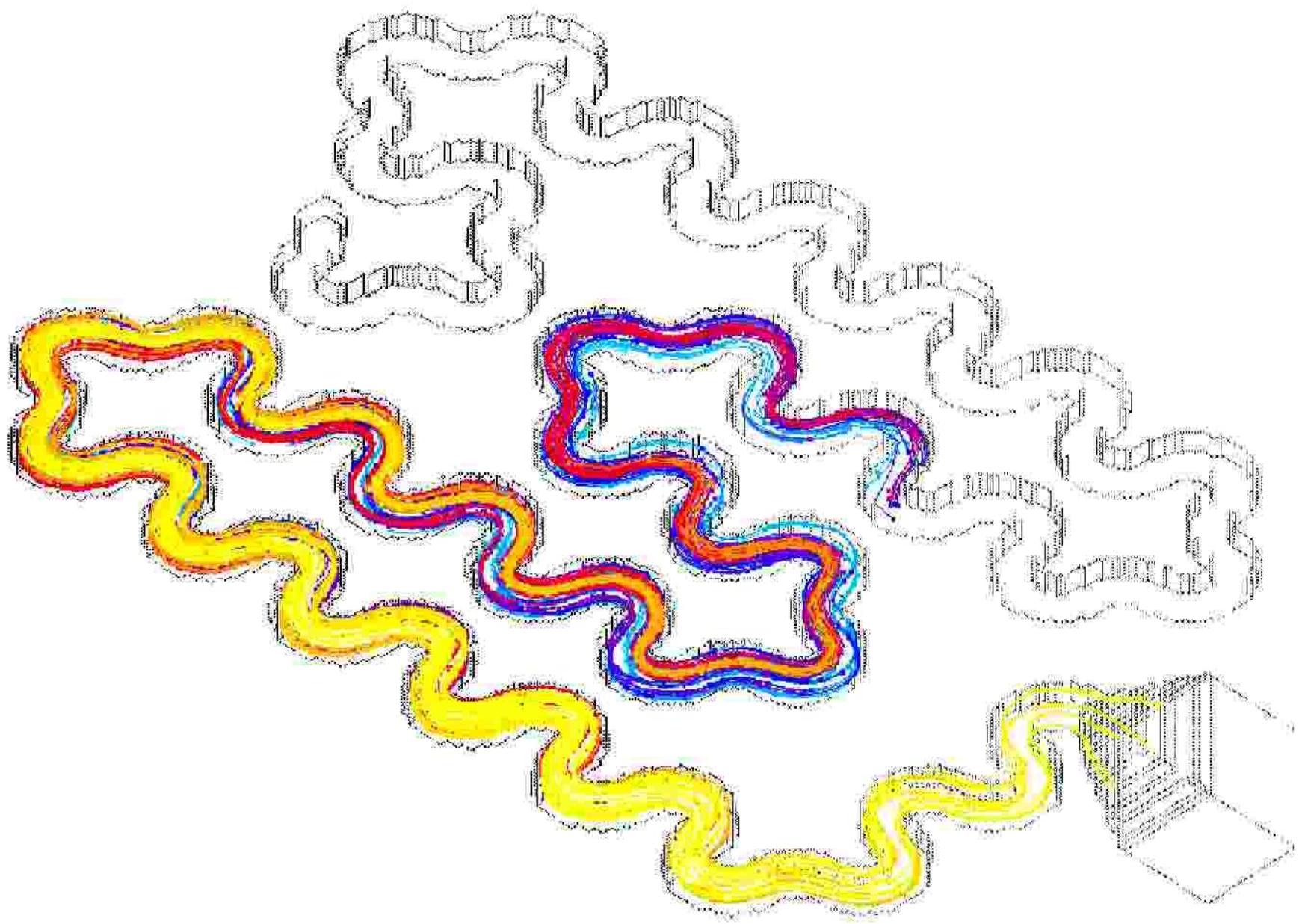
Bronces Fosforados (Cu-Sn-P)

- Composición: 0.5 a 11% Sn; 0.01 a 0.35% P
- El fósforo aumenta resistencia al desgaste y le da rigidez.
- El Sn permanece en solución sólida alpha; el fósforo forma compuesto Cu_3P .



Entering Time
[ms]

- <92.9
- <88.9
- <84.4
- <80.4
- <76.0
- <71.5
- <67.5
- <63.1
- <58.6
- <54.6
- <50.2
- <45.5
- <40.6
- <32.4
- < 0.0



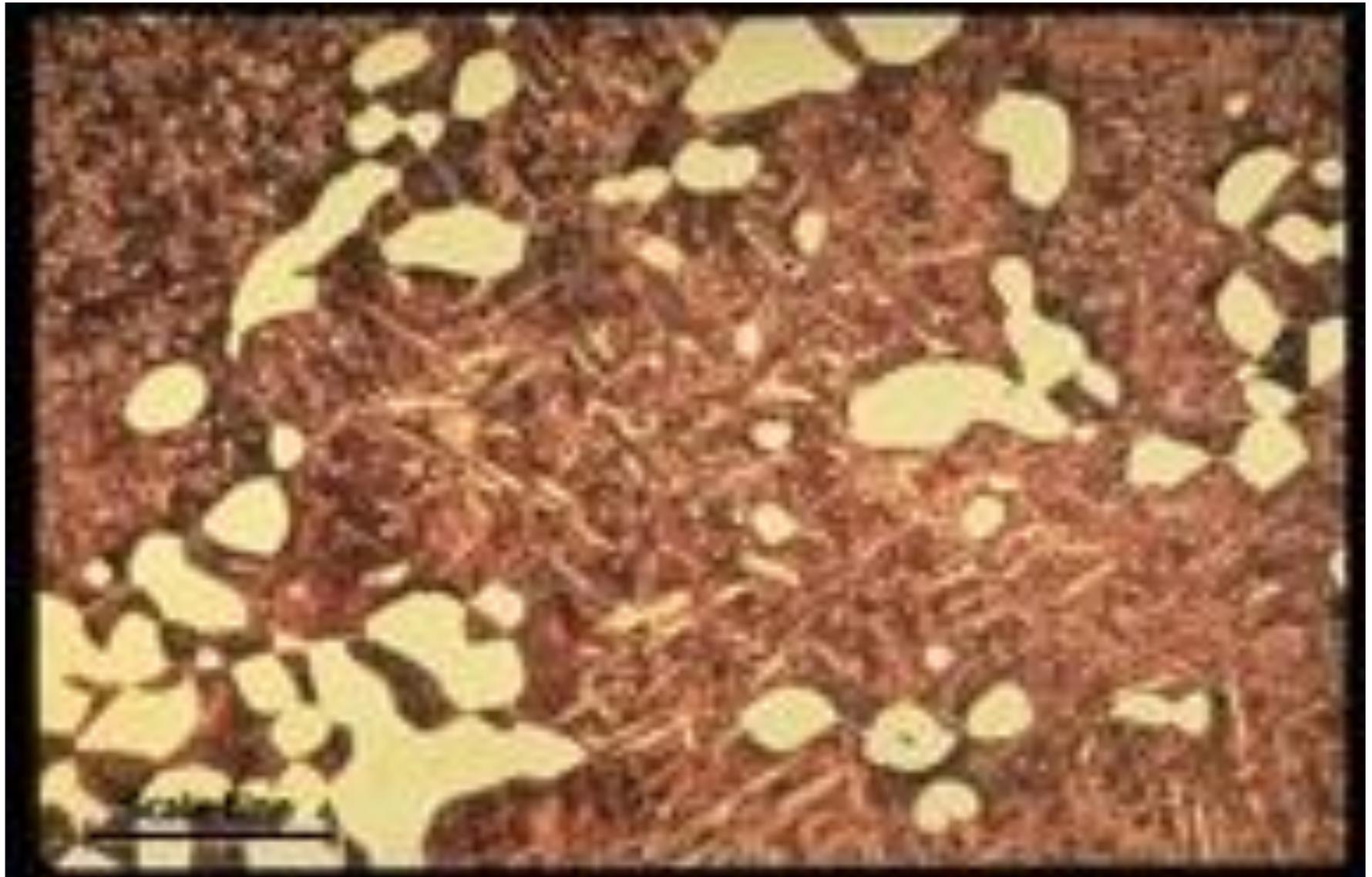
Bronces de Aluminio (Cu-Sn-Al-Ni-Fe-Si)

- Combinan tres propiedades: resistencia mecánica, excelente resistencia a corrosión y al desgaste.
- Composición: 9—12% Al; hasta 6% Fe, Ni.
- El endurecimiento ocurre en frío; se produce una precipitación de solución sólida Fe.
- Microestructura depende del contenido de Al:
 - <11% – fase de solución sólida alpha y fase kappa (previene formación de fase beta; aumenta resistencia mecánica sin disminuir ductilidad).
 - Fase beta se forma al enfriar bruscamente (templar)
- Utilizadas en maquinaria marina: ejes, bombas y componentes de válvulas para agua salada.

Bronce Cu-10% Sn, con tratamiento térmico

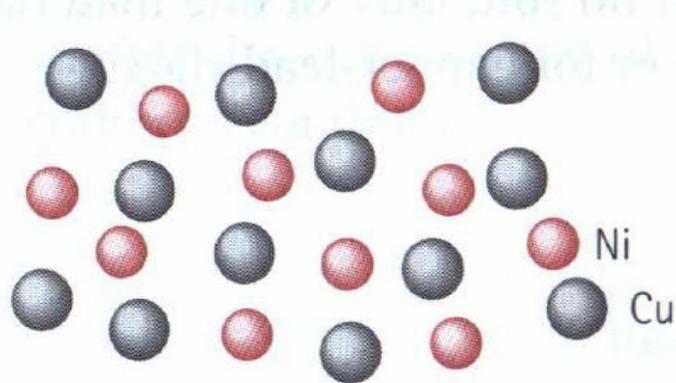


Bronze Cu-Sn

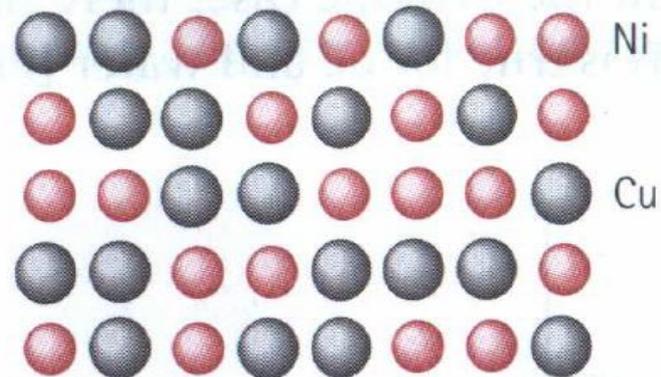


Aleaciones Cobre-Níquel

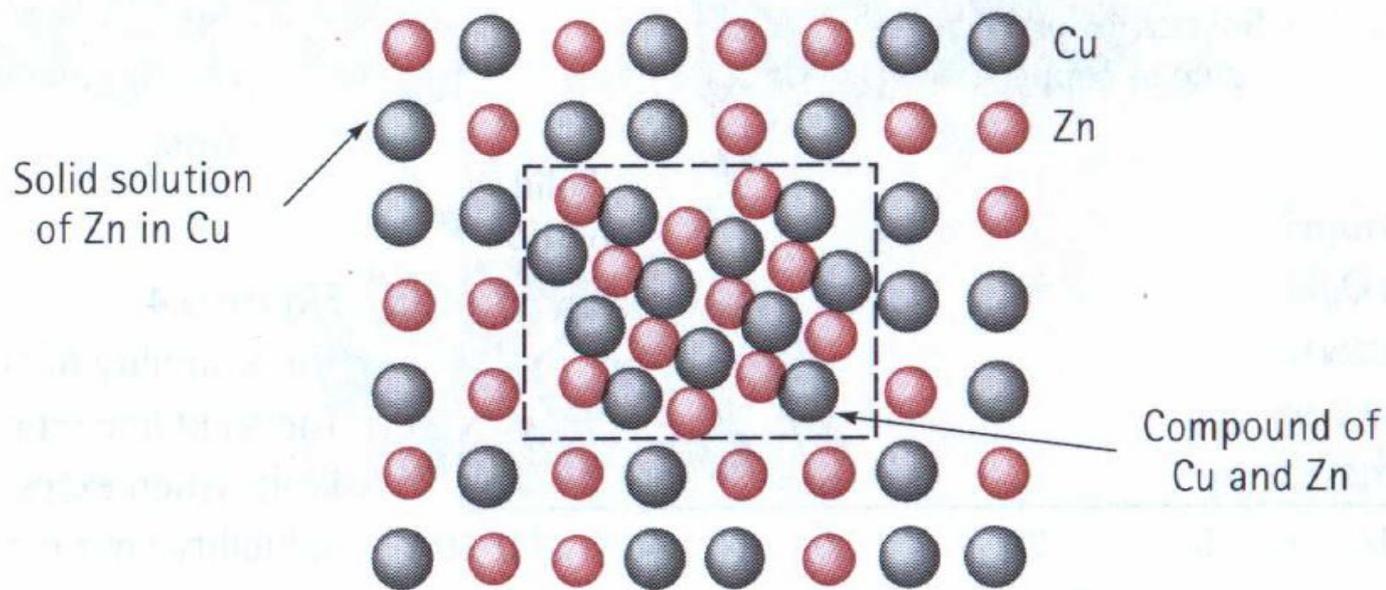
- Composición: 2 a 30% de Ni; residuos de Fe, Cr, Nb y/o Mn dependiendo de aplicación.
- El Ni es completamente soluble en Cu; por tanto, la estructura es monofásica alpha.
- Microestructura muy similar al Cu sin alear.
- Conocida por su alta resistencia a la corrosión; es resistente a las fracturas producidas por tensión y corrosión; generalmente usada en aplicaciones marinas donde son expuestas al agua de mar.



(a)

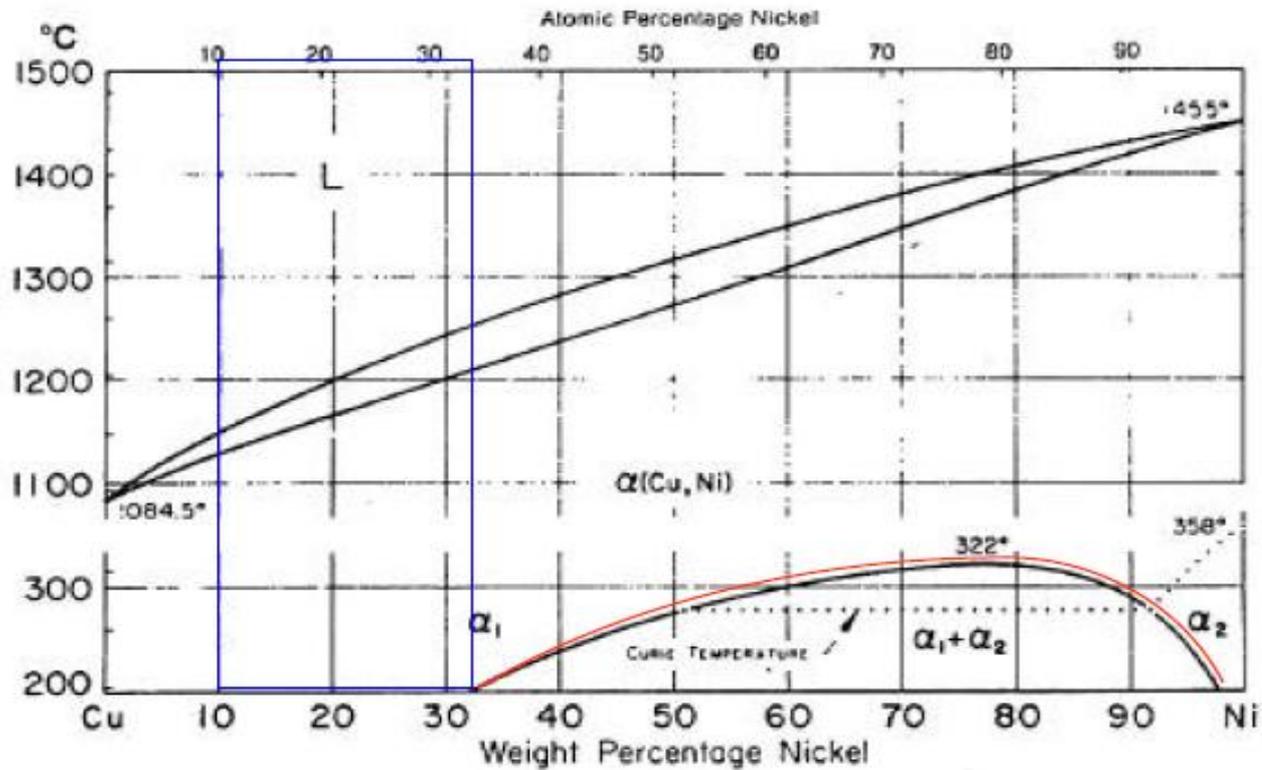


(b)



(c)

Diagrama de fases Ni-Cu

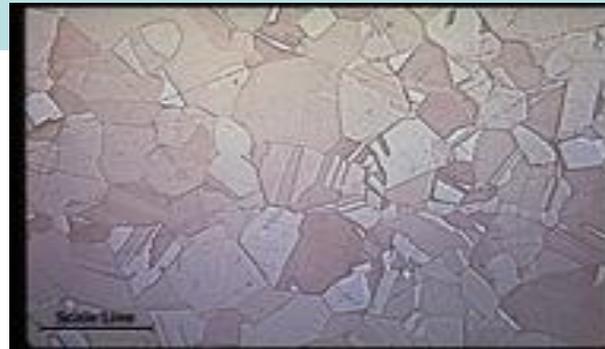


Ni-Cu



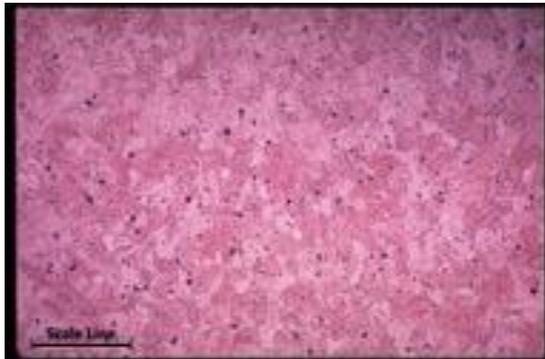
Plata de Cobre (Cu-Ni-Zn) (Plata alemana o alpaca)

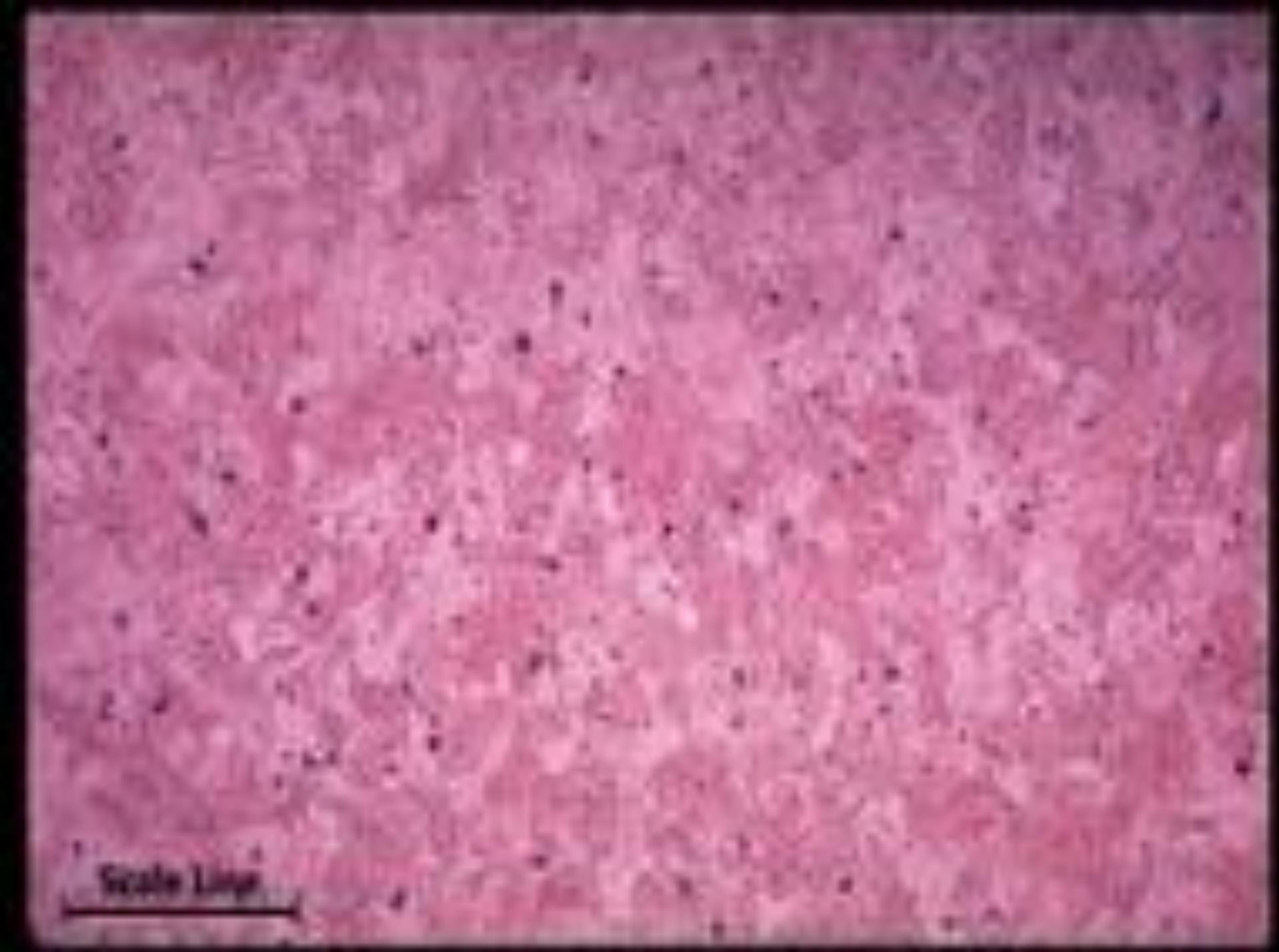
- Nombre que se le da por el brillo metálico.
- La microestructura presenta predominantemente solución sólida monofásica; su comportamiento es similar a los latones con contenidos de Zn > 32%.
- Composición: 7-20% Ni; 14-46% Zn
- Utilizadas en instrumentos de comida, decorativos y musicales.



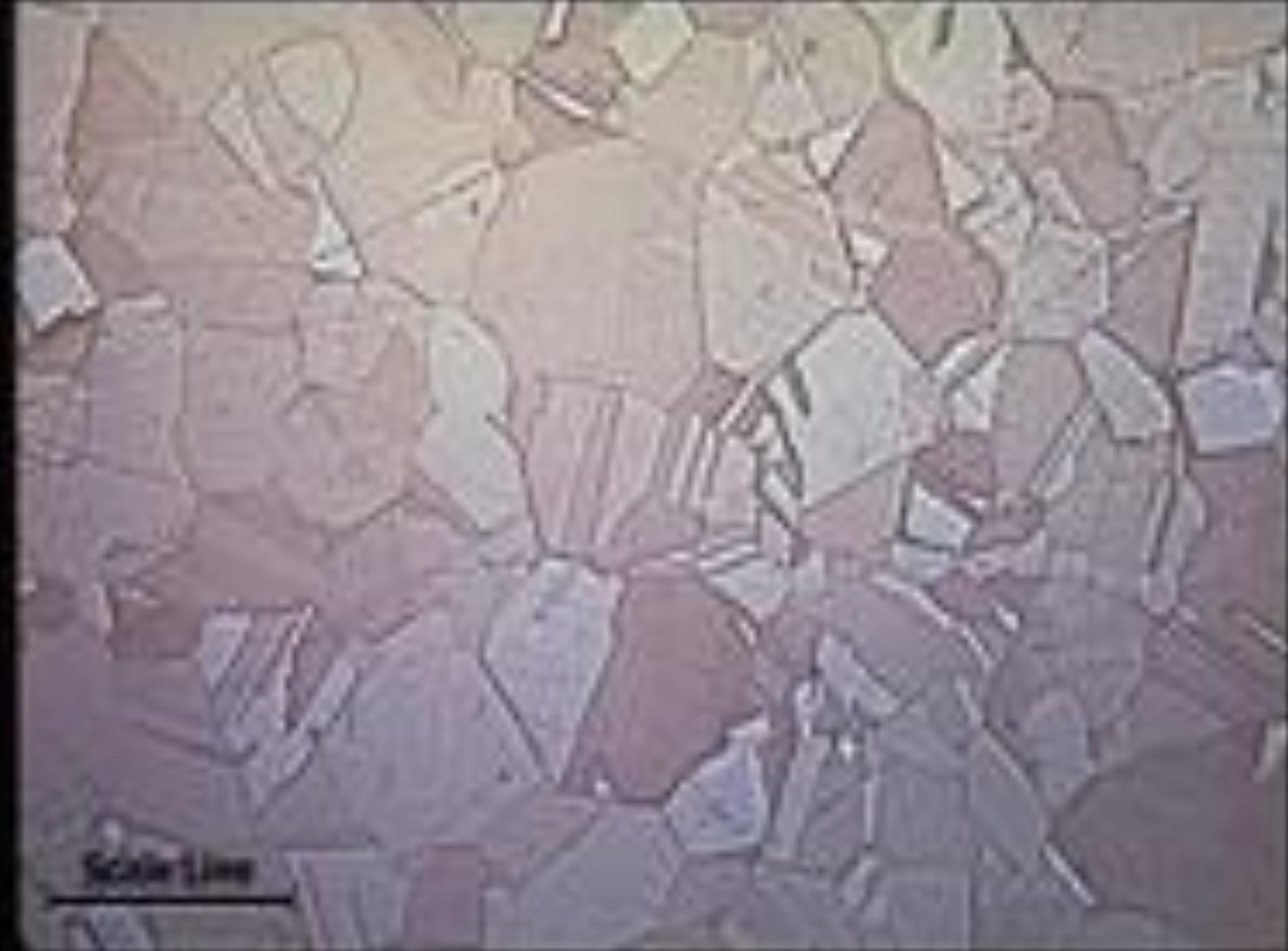
Bronces de Silicio (Cu-Zn-Si, con trazas de Pb, Fe y As)

- Catalogadas en el grupo de aleaciones con alta resistencia mecánica.
- Mismo grupo (así como microestructura y propiedades) se encuentran los bronce de sílice.
- $< 20\%$ Zn; $< 6\%$ Si
- Baja conductividad térmica y eléctrica.
- Los aleantes permanecen en solución sólida por ser de bajos porcentajes.









Scale bar

- **Marinas:**
- **Elices de barcos**
- * **Se usa el bronce por su alta resistencia a la corrosión**

