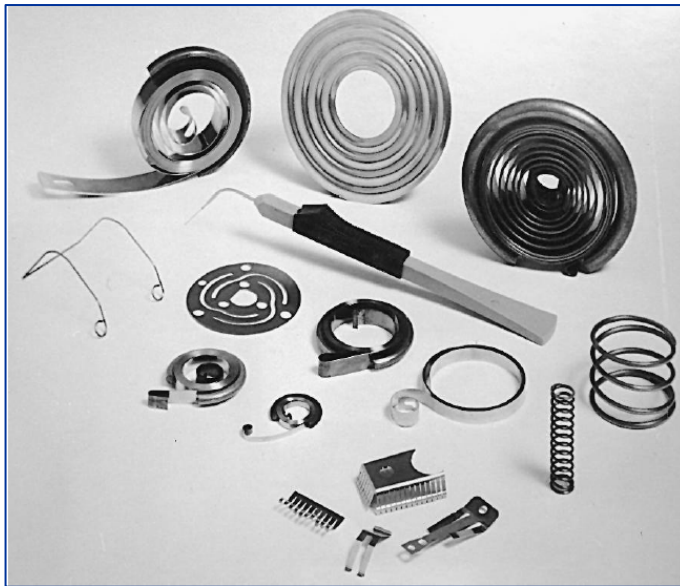


BLOQUE IV.- Materiales metálicos

Tema 10.- Fundiciones

* William F. Smith
"Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales".
Tercera Edición. Ed. Mc-Graw Hill

* James F. Shackelford
"Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros".
Cuarta edición. Ed. Prentice Hall (1998)



Ejemplos de piezas comunes de metal, que incluyen diversos muelles, pinzas y abrazaderas.



Distintas piezas de aluminio fabricadas mediante deformación superplástica (\Rightarrow empleando aire a presión para estirar una chapa metálica sobre una preforma metálica)

Materiales tradicionalmente fundamentales para ingeniería (acero, aleaciones de aluminio, aleaciones de Ti, aleaciones de Cu, etc)



90% en peso de materiales metálicos

Aleaciones Férrreas
(Base Fe)

Aceros

(0.05 < C < 2 % en peso)

Fundiciones

(2 < C < 4.5 % en peso)

- Fundición blanca
- Fundición gris
- Fundición dúctil
- Fundición maleable
- Fundición atruchada

(aleantes > 5% en peso)

Aceros de Alta Aleación (aceros inoxidables,
aceros de herramientas, superaleaciones)

Aceros al C

Aceros de Baja Aleación

Aceros de Baja Aleación y Alta Resistencia (HSLA)

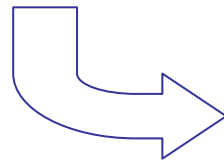
SISTEMA FERREO TRADICIONAL

- Aleaciones Fe-C-Si (Mn (>1.5% en peso), P (>1.8% en peso: colabilidad) , S (>0.3% en peso))
- Composición: 2.1-4.5 %C y hasta 3% Si (para controlar y favorecer la **formación de carburos**)

Se favorece la **formación de C (grafito)** frente al Fe_3C

(presencia de Si (<al 1%), veloc. enfriamiento lenta)

Propiedades:



EVOLUCIÓN Diagrama de fase ESTABLE

- EXCELENTES para MODEO
 - ↓ $T_{fusión}$ (1150-1250°C) < T_f (aceros)
 - ↓ viscosidad (en estado líquido)
 - ↓ contracción durante la solidificación
 - No forma capas superficiales durante la colada
- ↓ resistencia al impacto (↑↑% de carbono-grafito)
- ↓ tenacidad y ductilidad (+ frágiles que aceros)
- ↑ resistencia a compresión, a desgaste
- ↑ facilidad de mecanizado
- ↓ coste

↑ aplicaciones ingenieriles

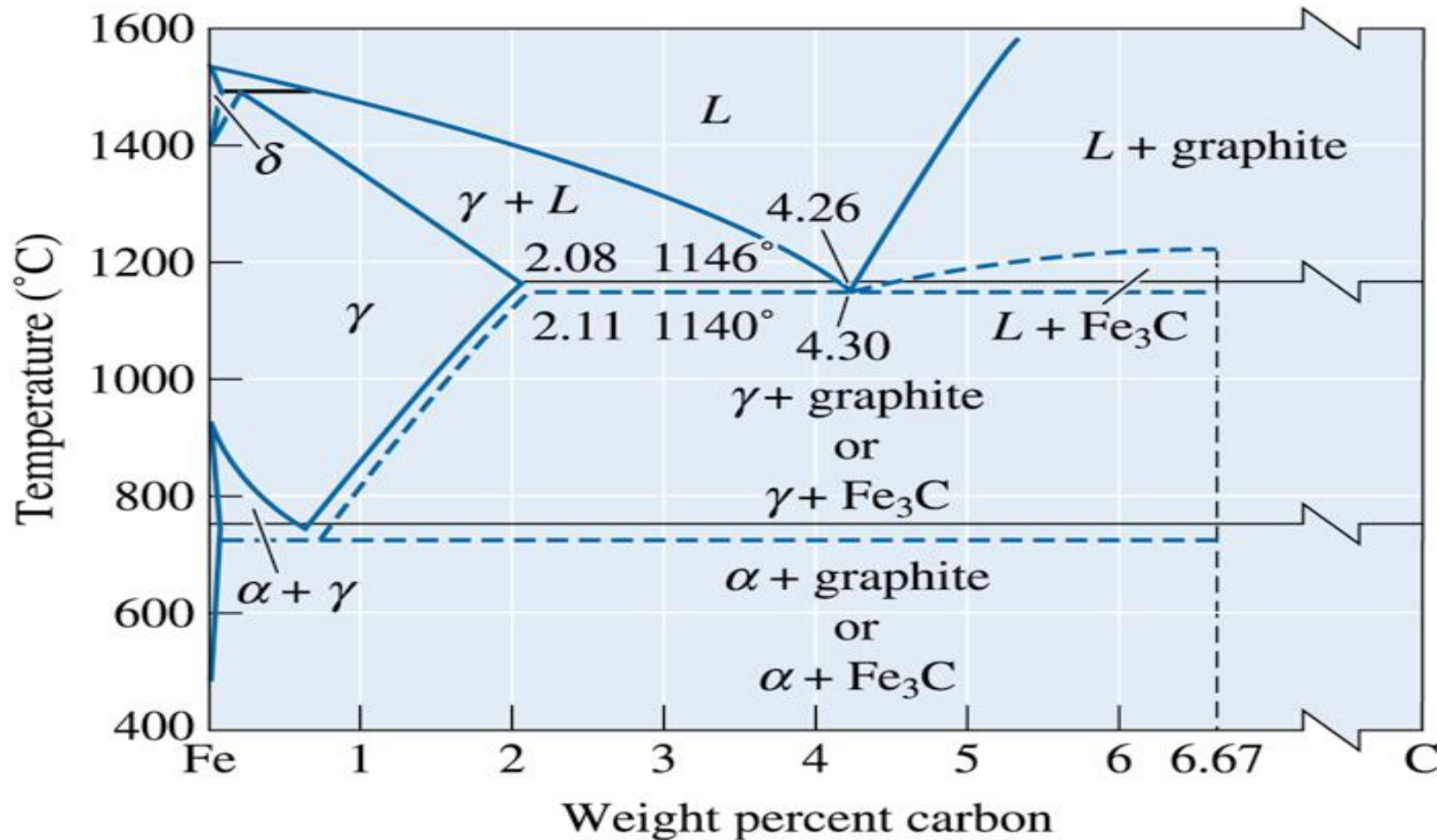
En teoría son aleaciones férreas de cualquier %C, con la condición que la solidificación se produzca por el diagrama estable (que aparezca grafito).

En la realidad, es muy complicado que aparezca grafito con menos del 2 %C. Por tanto tendrán una composición entre el 2 y 6,67 %C, aunque en la práctica la mayoría de las fundiciones contienen entre el 3 y 4,5 % (ó 2,75 - 3,5 %).

Las fundiciones de uso común funden a temperaturas entre los 1150°C y los 1250°C, mucho mas bajas que los aceros, por este motivo se moldean con tanta facilidad.

En la solidificación presentan mucha **menor contracción** que los aceros, con lo que se pueden obtener piezas con gran precisión de formas y medidas.

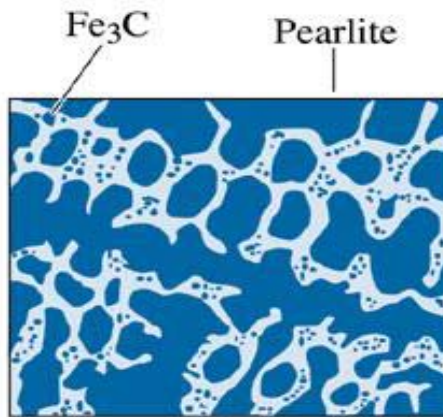
Las fundiciones tienen peor resistencia a la tracción que los aceros y son más frágiles (por el grafito), pero en cambio tienen unas excelentes propiedades en cuanto a resistencia a compresión, resistencia al desgaste, buena respuesta a la fricción y a vibraciones y facilidad de mecanizado.



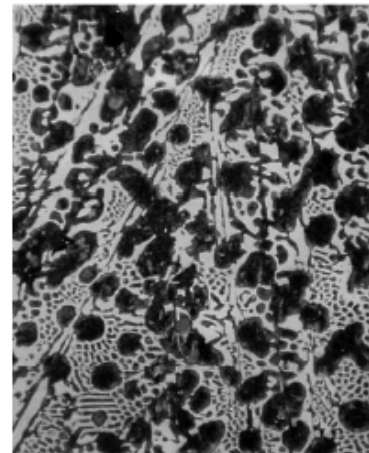
©2003 Brooks/Cole, a division of Thomson Learning, Inc. Thomson Learning, is a trademark used herein under license.

Figura 12.33 Diagrama de fase Fe-C mostrando la relación entre el diagrama de equilibrio Fe-C, grafito (línea continua) y el diagrama metaestable Fe-Fe₃C (líneas discontinuas)

- **Fundición blanca (white cast iron)** : Está formada sólo por **perlita y cementita** (enfría en el diagrama metaestable: poco contenido en Si (> al 1%) o enfriamientos muy rápidos).
 - **duras y muy frágiles (elevada cantidad de cementita)**, resistentes al desgaste; difíciles de mecanizar (no se pueden ni forjar ni templar: ⇒ “rompen”).



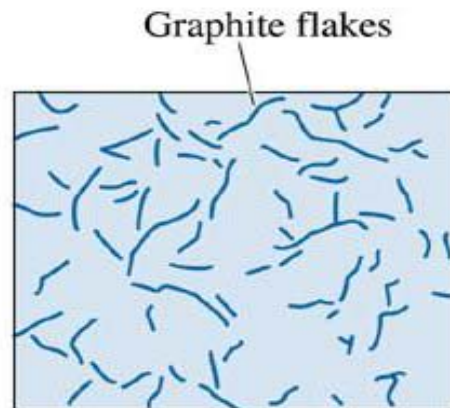
(b)



Las regiones claras de cementita están rodeadas por perlita (estr. Laminar de ferrita y cementita)

• **Fundición gris (gray cast iron)** : Aparece grafito en cualquiera de sus formas (de ahí el color gris; enfría en el diagrama estable al menos cierto tiempo al principio). C (2.5-4% en peso), Si (2-3% en peso).

- El **grafito** está precipitado en forma de **placas afiladas y puntiagudas**
- **Relativamente frágil**, poco resistente a tracción
- **Láminas actúan como puntos de concentración de tensiones**
- Excelentes propiedades para la amortiguación de vibraciones
- Adecuada **temp. colada, fluidez idónea: COLADA**
- **Muy baratos**



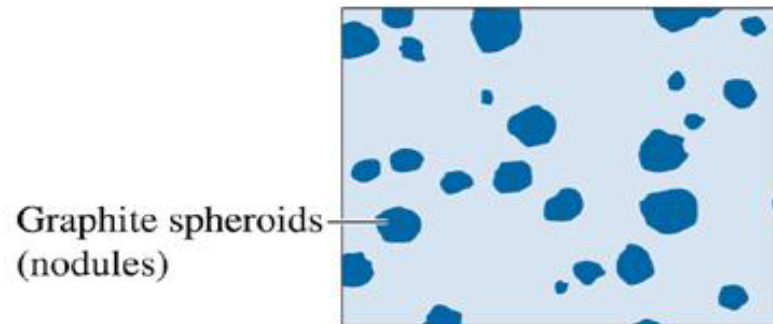
Escamas/láminas de grafito embebidas en la matriz ferrítica

El color gris se debe a la superficie de fractura

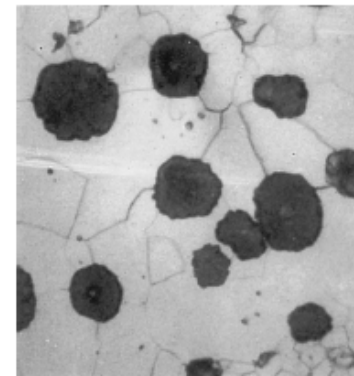
(a)

• **Fundición dúctil o nodular o esferoidal (ductile iron):** se le añade C (2.5-4%), Si (2-3%), y además Mg para evitar la formación de agujas de grafito (gris) típicas de la fundición gris. Se forman precipitados esféricos en una matriz perlítica

- ↑↑ **propiedades mecánicas** (ductilidad y moldeabilidad, resistencia al desgaste) que la f. gris y similares al acero.
- Presentan **excelente fluidez y moldeabilidad**
- **Fácil mecanizado**
- **Buena resistencia al desgaste**



(d)

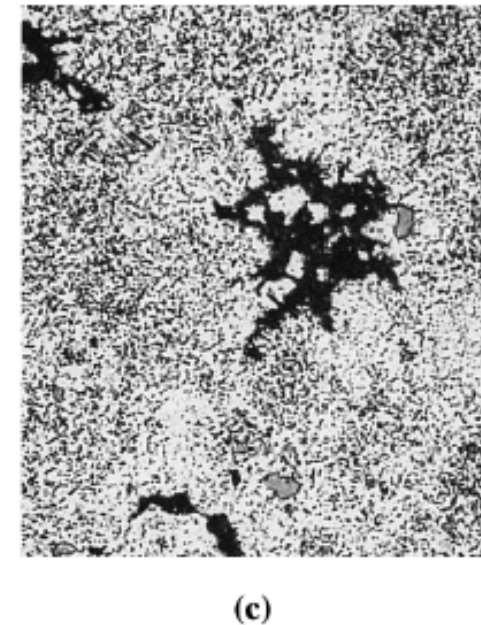
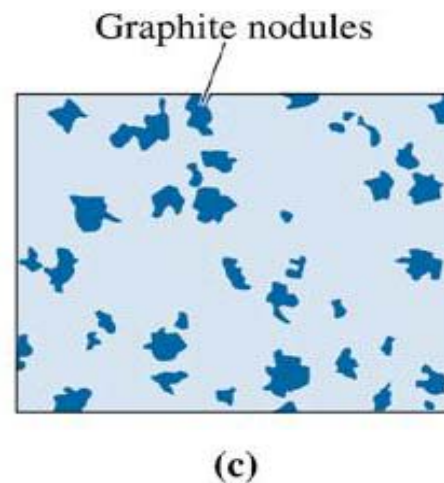


(d)

Esferoides oscuros embebidos en la matriz perlítica o ferrítica

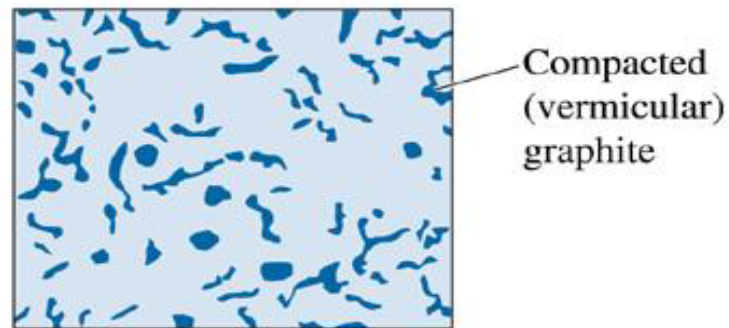
• **Fundición maleable (malleable iron):** presenta carburos de Fe (no hay grafito) (= Fund blanca), + Trat. Térmicos de grafitización (800-900°C) (descomposición de la Fe_3C) \Rightarrow formación de precipitados nódulares de grafito. La matriz puede ser ferrita, perlita o martensita.

- Resistencia alta
- Apreciable ductilidad
- Adecuada maleabilidad



Rosetas de grafito oscuro (deposición de carbono) rodeadas de una matriz

- **Fundición atruchada (compacted graphite iron):** Intermedia entre fundición blanca y gris. Comienza solidificando en el diagrama estable y salta al metaestable justo antes de acabar de solidificar todo el líquido eutéctico.



(e)

Las regiones claras de cementita están rodeadas por perlita (estr. Laminar de ferrita y cementita) (\Rightarrow f. blanca)

Escamas de grafito embebidas en la matriz (\Rightarrow fundición gris)