

# Ejercicio 6: Preparación micrográfica de materiales

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Química  
Departamento de Ingeniería Metalúrgica  
Semestre 2021 - I

Para poder analizar y caracterizar, a nivel microscópico, un material metálico se requiere, en primer instancia, la preparación metalográfica de una superficie metálica seguida de un análisis microscópico con la ayuda de un microscopio metalográfico. El análisis consiste en determinar: presencia de inclusiones, tipo y tamaño de grano, tipo de microestructura en forma de microconstituyentes, defectos físicos, etc., lo que conduce a establecer los procesos de manufactura, propiedades mecánicas aproximadas del material analizado, etc.

La meta final de la preparación metalográfica de un material metálico es obtener una superficie plana y especular (tipo espejo) para poder atacar adecuadamente dicha superficie y de esta forma analizarla

# Pasos a efectuar en la secuencia de la preparación metalográfica

1. **Muestreo o selección** de la zona para el análisis
2. **Corte.** Seccionamiento de la pieza de interés con algún medio de corte que no altere la microestructura del metal
3. **Montaje.** Paso opcional que depende del tamaño de la pieza, si la pieza tiene el tamaño adecuado no es necesario que se monte. Si la pieza es pequeña, se debe de colocar dentro de una probeta de baquelita (montaje en caliente), resina epóxica (montaje en frío) u otros materiales. La probeta es un cilindro de 1 a 1.5 pulgadas de diámetro y una altura máxima de 1.5 pulgadas.
4. **Desbaste.** Se realiza con “lijas de agua” grados **240, 320, 400, 600, 1000 y 1200**. Meta: empezar a obtener una superficie plana, debido a que el corte, en la mayoría de procesos de corte, produce una superficie irregular con crestas y valles. Al pasar de un lija a otra, en el orden mencionado, la altura y profundidad de crestas y valles van disminuyendo, es decir la superficie se va aplanando. Las lijas tienen una base de papel seguida de un adhesivo sobre la cual se colocan partículas de SiC con tamaño de acorde con el grado
5. **Pulido.** En esta etapa la superficie adquiere el aspecto especular, se realiza en paños sintéticos (microcloth de Buehler) ya sea fijos o en movimiento y el abrasivo es la alúmina ( $Al_2O_3$ ), uno de varios abrasivos empleados, mezclada in situ con agua para formar una pasta y al pasar la parte metálica sobre la pasta, la superficie metálica va adquiriendo la apariencia de un espejo.

5. **Pulido.** En esta etapa la superficie adquiere el aspecto especular, se realiza en paños sintéticos (microcloth de Buehler) ya sea fijos o en movimiento y el abrasivo es la alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), uno de varios abrasivos empleados, mezclada in situ con agua para formar una pasta y al pasar la parte metálica sobre la pasta, la superficie metálica va adquiriendo la apariencia de un espejo.

6. **Análisis preliminar microscópica,** Es necesario revisar la superficie pulida para determinar la presencia de rayas del desbaste con las lijas, además esta parte es importante para determinar la presencia de inclusiones: óxidos, sulfuros, silicatos, microporos, microgrietas, etc., que se observan sin revelar o atacar la microestructura. Esto se efectúa con un microscopio metalográfico

6. **Ataque químico.** Una vez que se considera que no hay rayas del desbaste, se procede a revelar la microestructura por medios ácidos o bases en algún medio neutro. Para el caso de aceros, excepto inoxidables, el reactivo más usado es el Nital en grados de 1 a 5, el cual es una solución de ácido nítrico en alcohol etílico.

7. **Análisis microscópico.** Este paso final es para analizar y caracterizar microscópicamente al material con el microscopio óptico metalográfico (50X, 100X, 400X, 600X, 1000X, etc.) y si es necesario e importante se puede utilizar un microscopio electrónico de barrido con más de 10,000 aumentos. ¿Qué se analiza?, lo que se ha mencionado: óxidos, sulfuros, silicatos, microporos, microgrietas, tipo y tamaño de grano, tipo de microestructura en forma de microconstituyentes, defectos físicos, etc.

# Objetivos

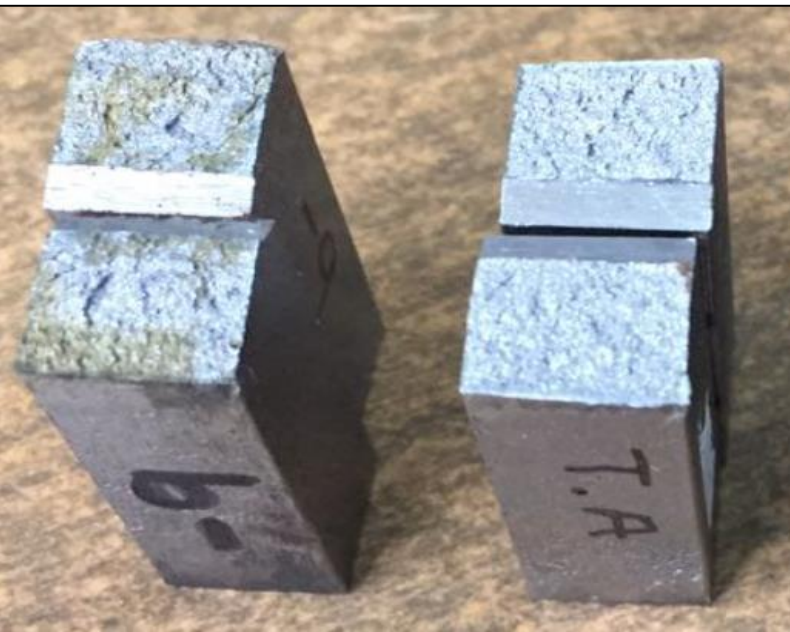
**El alumno:**

- ▶ **1. Aprenderá la técnica adecuada de preparación de materiales para su observación al microscopio.**
- ▶ **2. Observará y conocerá la microestructura de cada material bajo el microscopio.**

# Equipo, material y reactivos

## ▶ Material metálico

Seleccionar un metal  
(acero bajo carbono).





## ▶ Cortadora de disco

Cortadora para metales

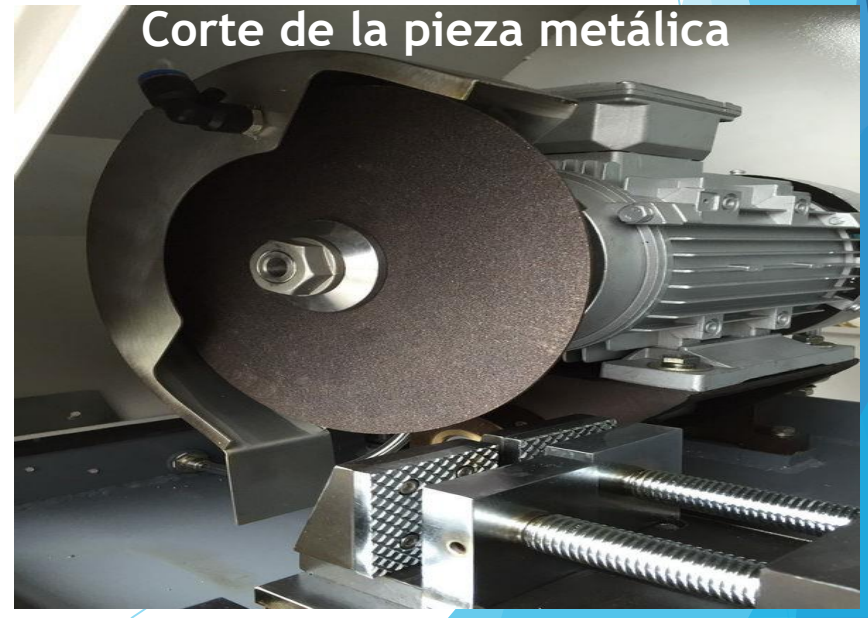
Disco para corte de metales



Colocación y ajuste de la pieza metálica



Corte de la pieza metálica



## ▶ Montadora



## ▶ Baquelita o resina



## ▶ Desbastadora Manual

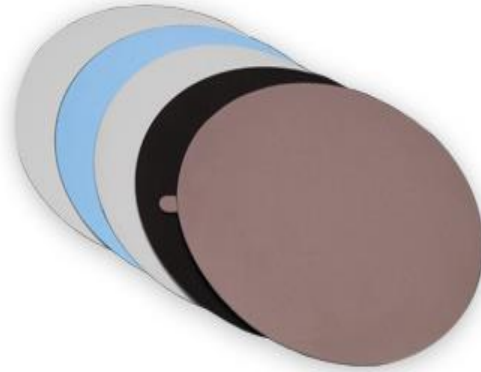
▶ Lijas de agua, grados: 240, 320, 400, 600, 1000 y 1200.

▶ A mayor grado de lija, menor tamaño de partícula (rayas mas finas)

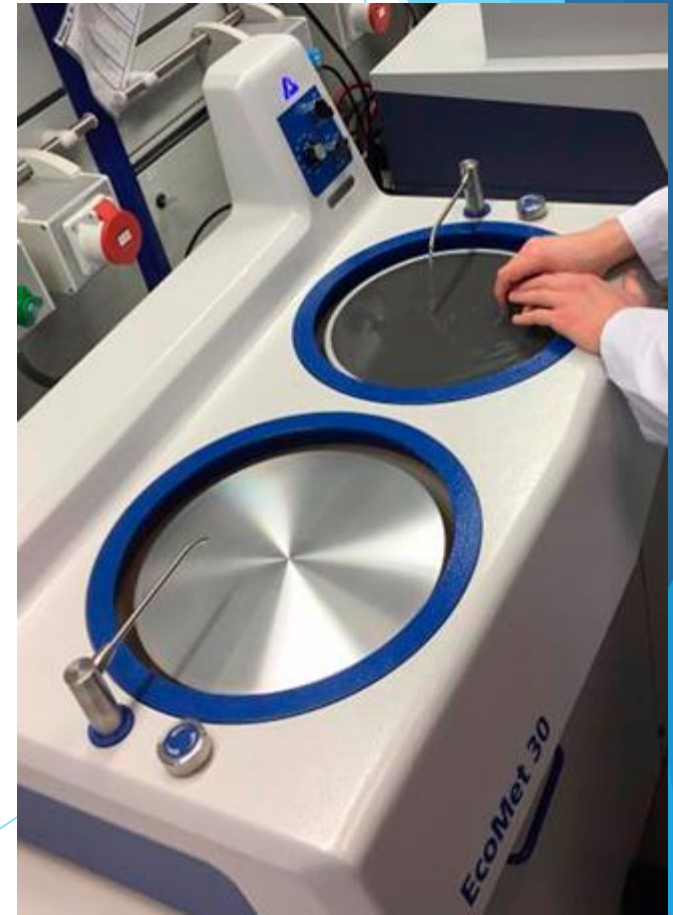


## ► Pulidora (Pulido fino)

Paños para pulir



Pulidora metalográfica



Pulido manual



## ► Microscopio metalográfico



► **Reactivos de ataque (Nital, Cloruro férrico, HF, etc.)**

**Nital. Reactivo de ataque  
(revelado ) para aceros  
Solución de ácido nítrico en  
alcohol etílico.**

|                | <b>Ac. Nítrico</b> | <b>Alcohol etílico</b> |
|----------------|--------------------|------------------------|
|                | <b>%v/v</b>        | <b>%v/v</b>            |
| <b>Nital 1</b> | <b>1</b>           | <b>99</b>              |
| <b>Nital 2</b> | <b>2</b>           | <b>98</b>              |
| <b>Nital 3</b> | <b>3</b>           | <b>97</b>              |
| <b>Nital 4</b> | <b>4</b>           | <b>96</b>              |
| <b>Nital 5</b> | <b>5</b>           | <b>95</b>              |



▶ **Alúmina (1 y 0.05 micras)**



▶ Atomizador o piseta



▶ Algodón, cinta masking tape y un tóper (tupper)





# Procedimiento experimental

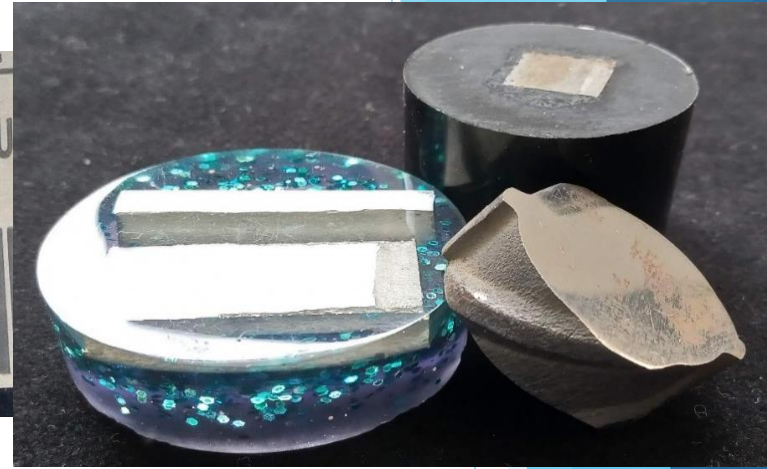
- ▶ 1. Selección del área de corte de la muestra.
- ▶ 2. Corte.



### ▶ 3. Montaje de la probeta en baquelita o resina epóxica.



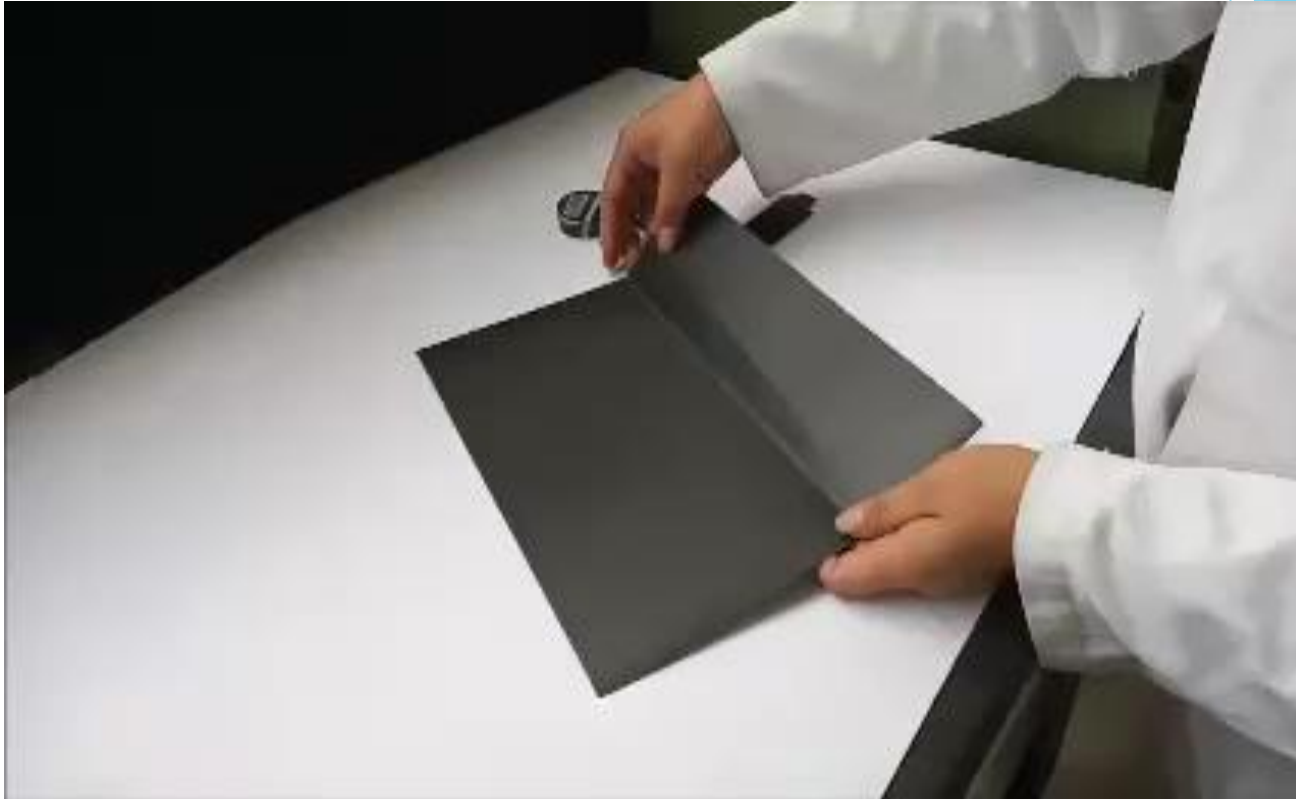
# Muestras montadas en baquelita o resina epóxica



▶ 4. **Desbaste grueso.**

▶ 5. **Desbaste fino.**

**Preparación de las lijas y la muestra**



- ▶ 4. Desbaste grueso.
- ▶ 5. Desbaste fino.



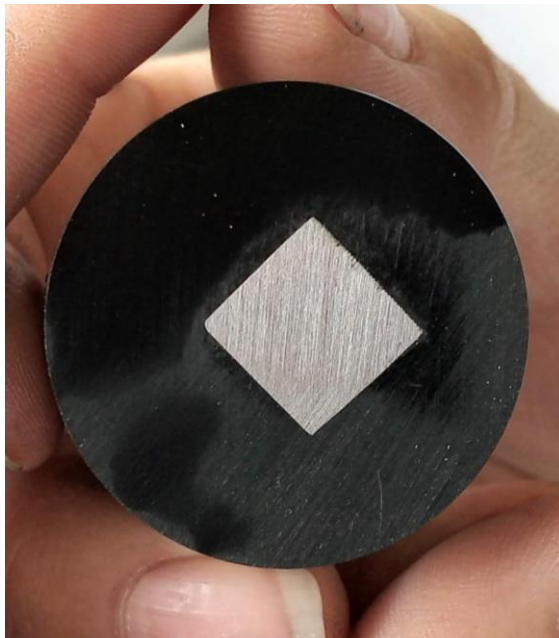
▶ 6. Pulido grueso.

▶ 7. Pulido fino.

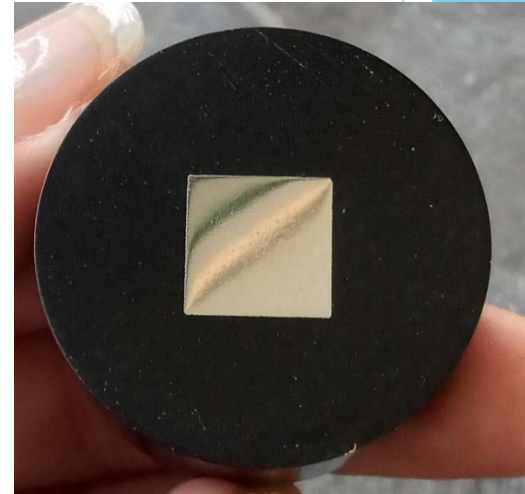


# Muestra pulida

Antes

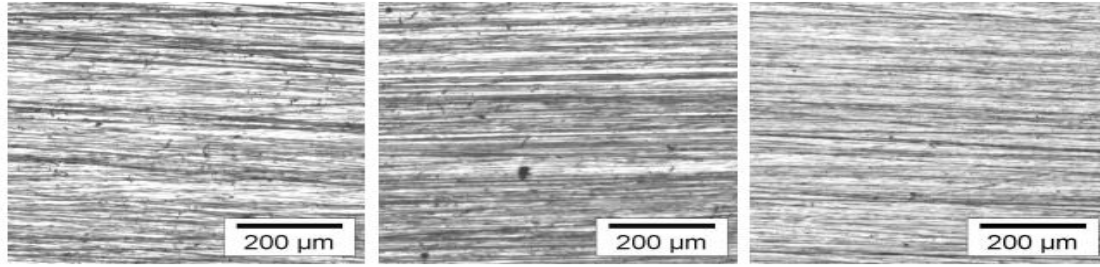


Después

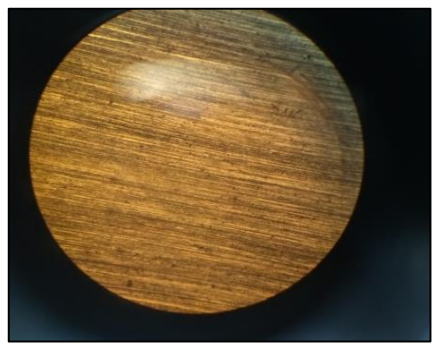
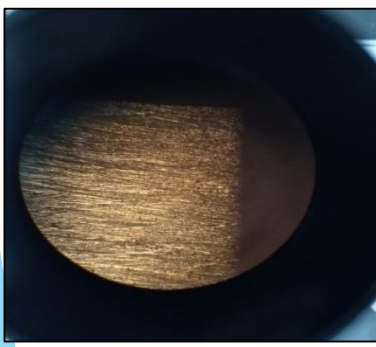




▶ 8. Análisis microscópico sin ataque.



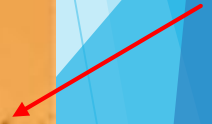
**Desbaste grueso y fino**



**Pulido**



**Inclusión**



▶ 9. Ataque químico (sí el material lo requiere).



- ▶ 10. Observación al microscopio.
- ▶ 11. Obtención y registro de imágenes.

## Microestructura

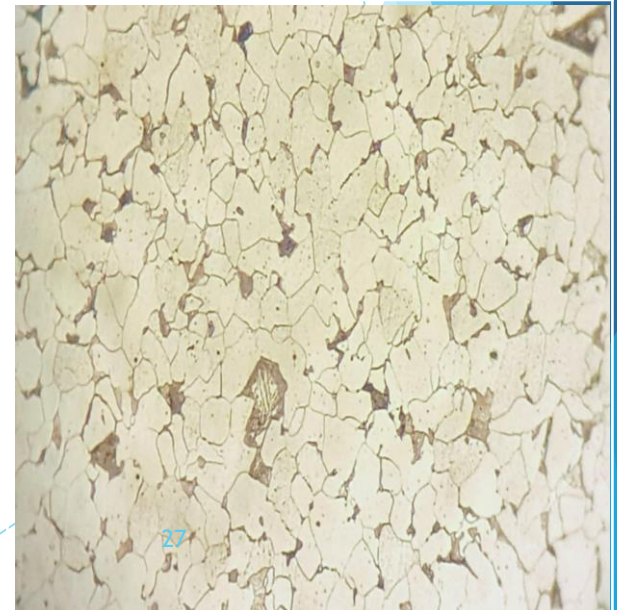
50 X



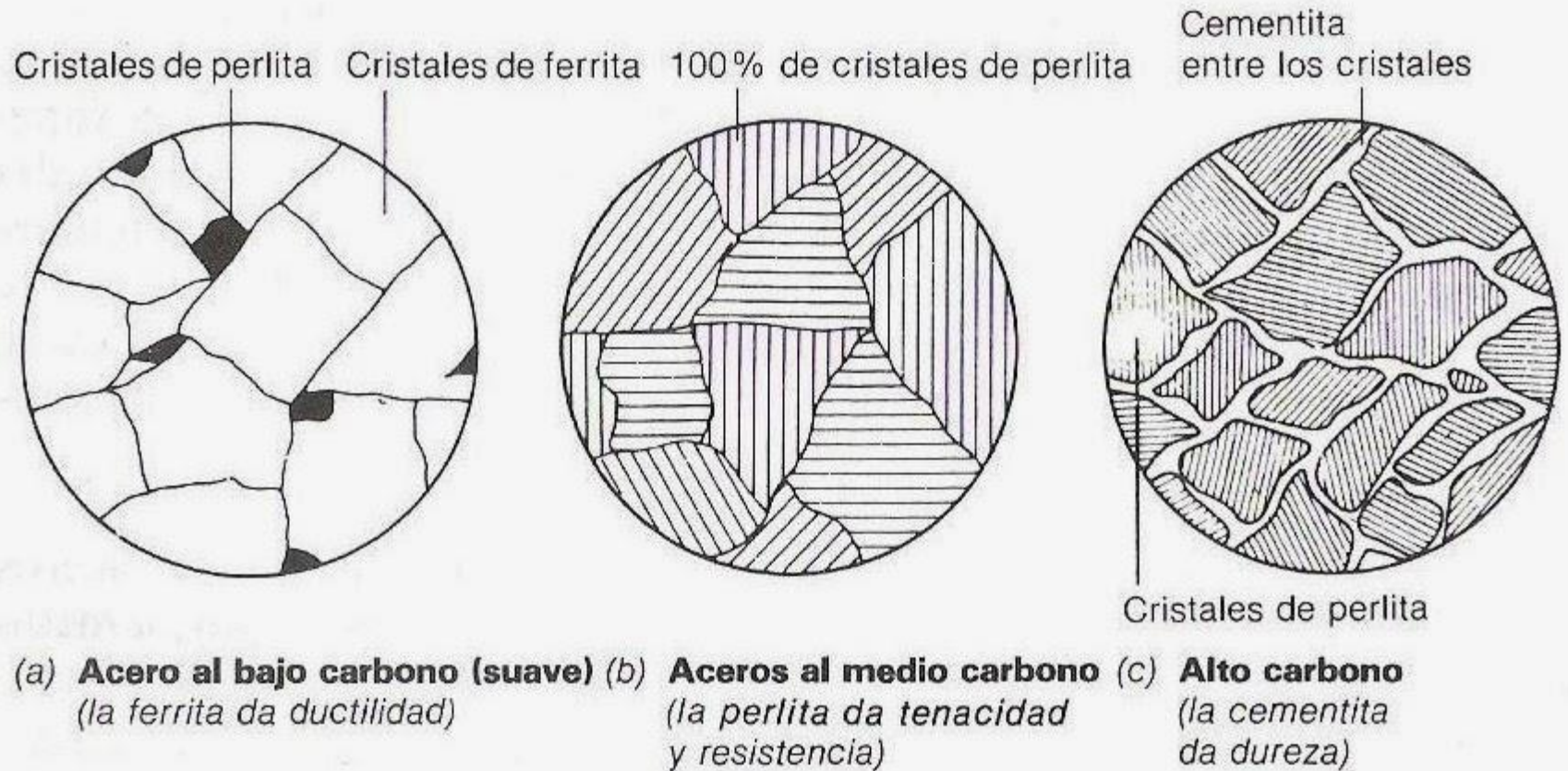
100 X



400 X

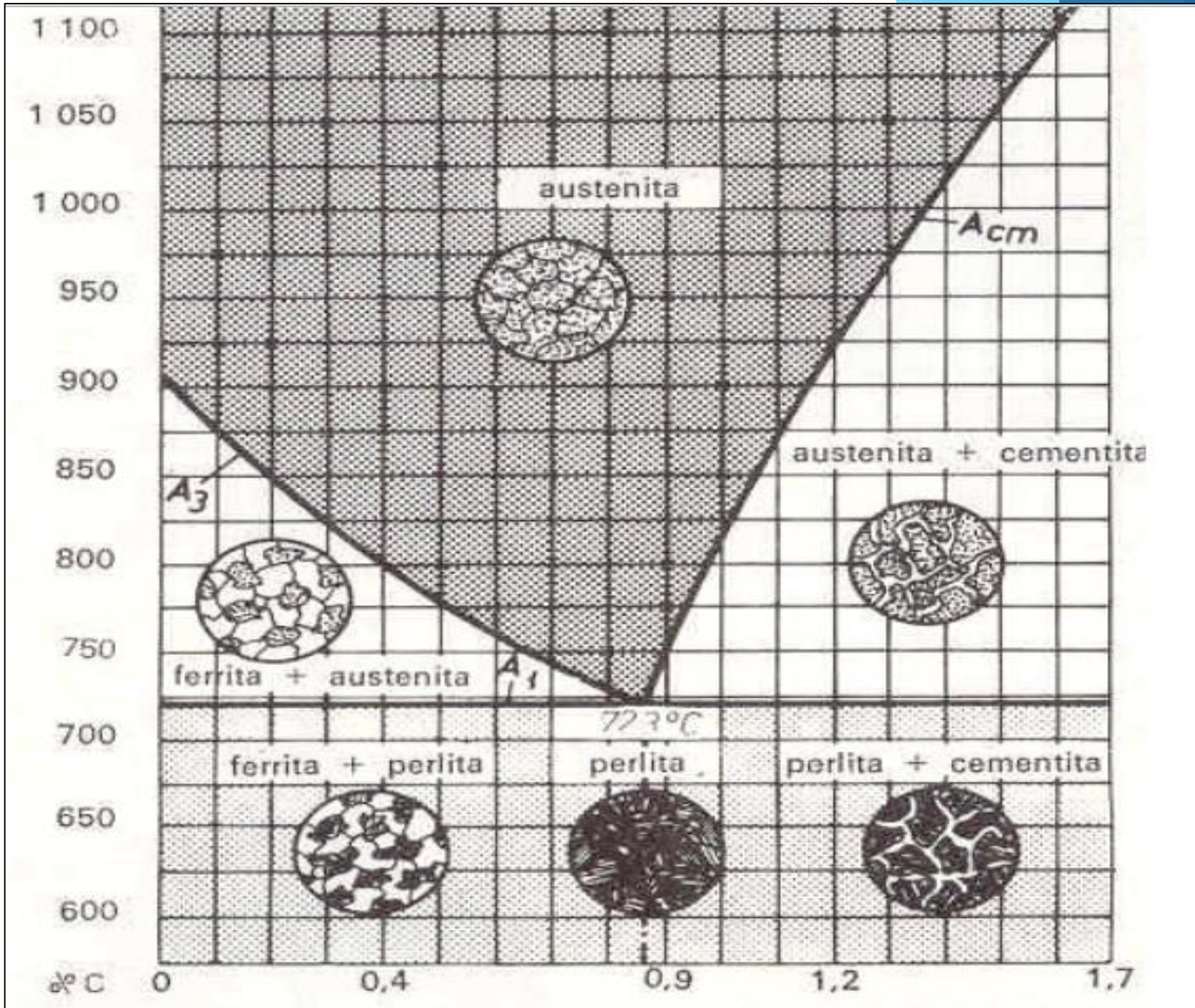


# Análisis

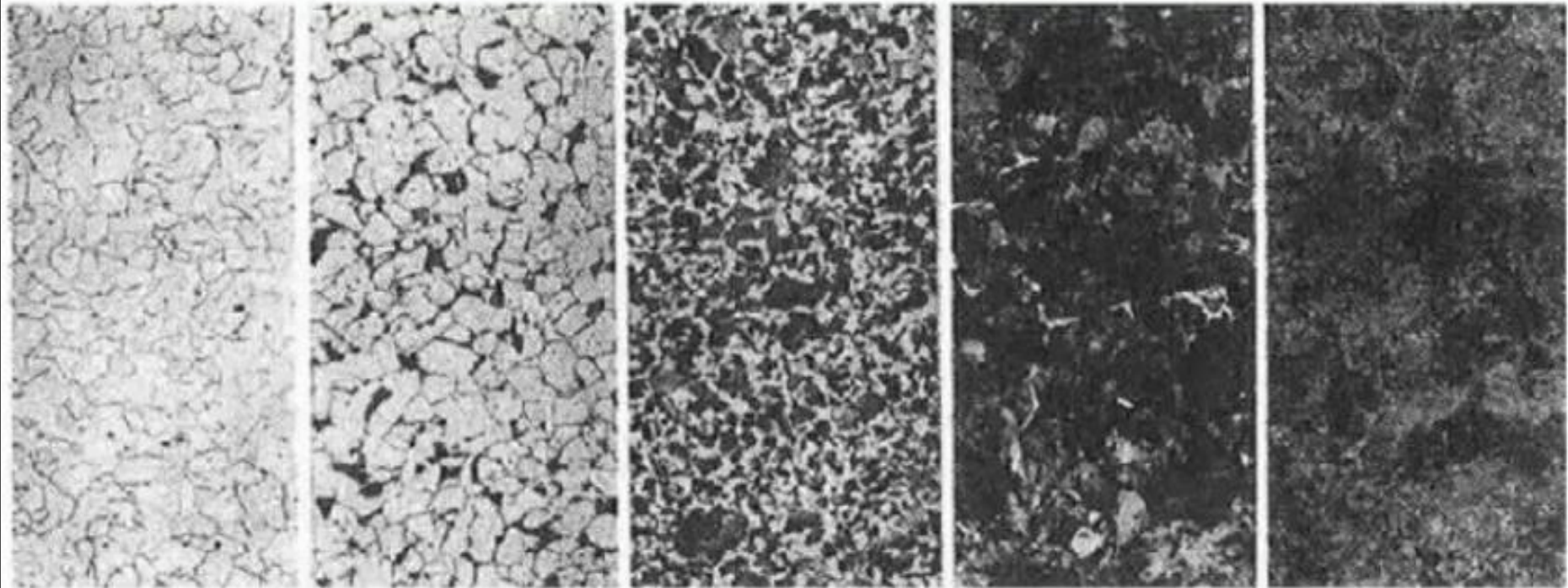


## Microestructuras del acero

# Diagrama de fases Hierro-Carbono



## Microestructura del acero de bajo Carbono



**Pure Iron**

**0.15% Carbon**

**0.45% Carbon**

**0.65% Carbon**

**0.8% Carbon**

*This series of photomicrographs depicts steels of varying carbon contents, in the normalised condition. As the carbon content increases, so does the relative proportion of pearlite (dark), until with 0.8 per cent carbon the structure is entirely pearlitic. The light areas consist of primary ferrite. The magnification (x80) is not high enough to reveal the laminated nature of the pearlite*

# Microestructuras tomadas en clase

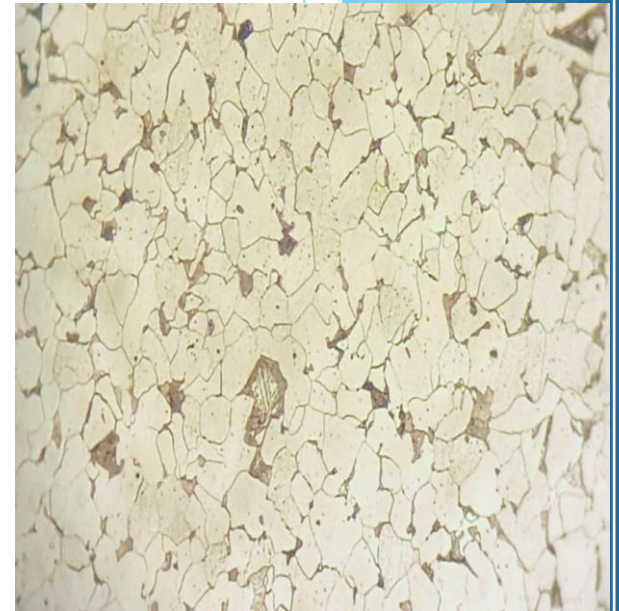
50 X



100 X



400 X



# Análisis comparativo

Foto tomada en clase

100 X



Imagen de la literatura

100 X

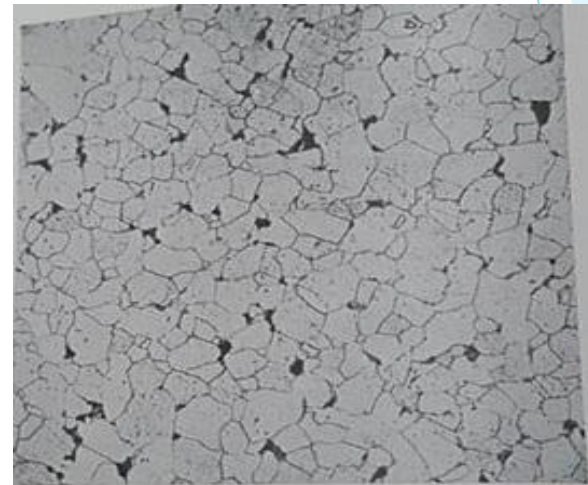
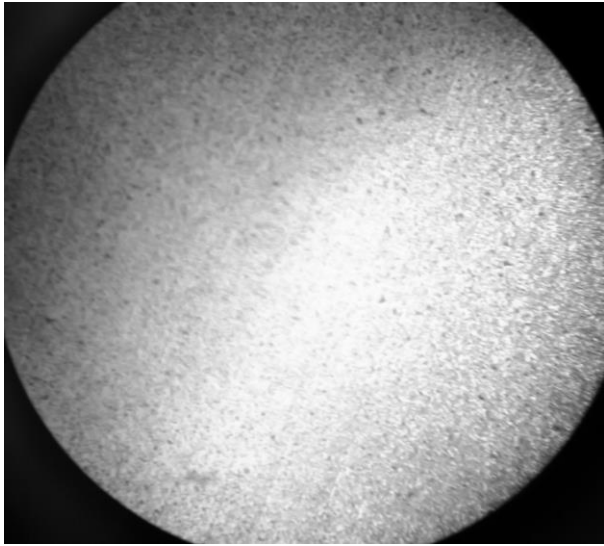


Fig. 52. — Steel. Carbon 0.10 per cent. Magnified 100 diameters. (E. L. Reed.)

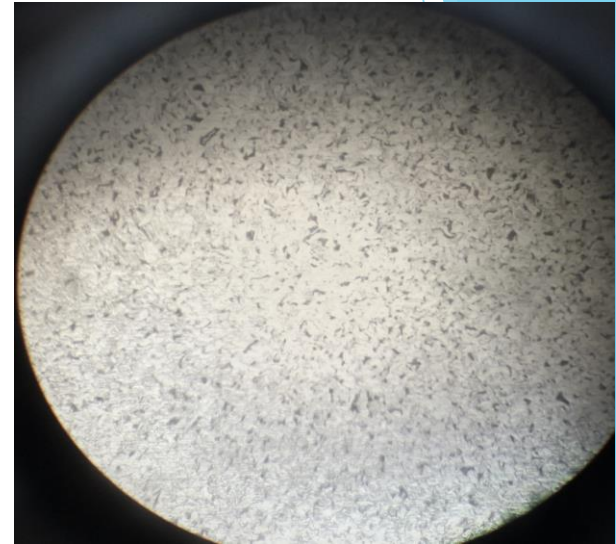
**Literatura**  
**Acero 1010**



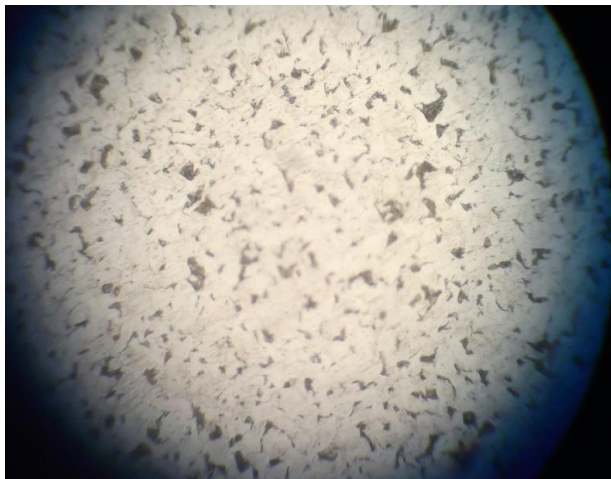
## Microestructuras del acero tomadas en clase



100 X



200 X



400 X

# Análisis comparativo

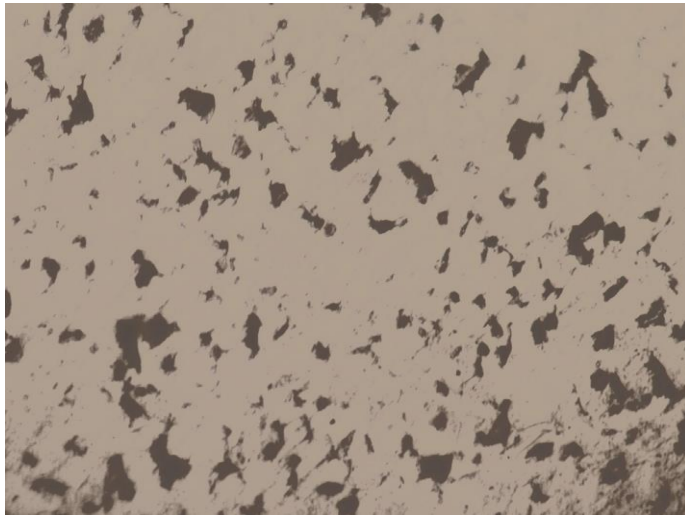
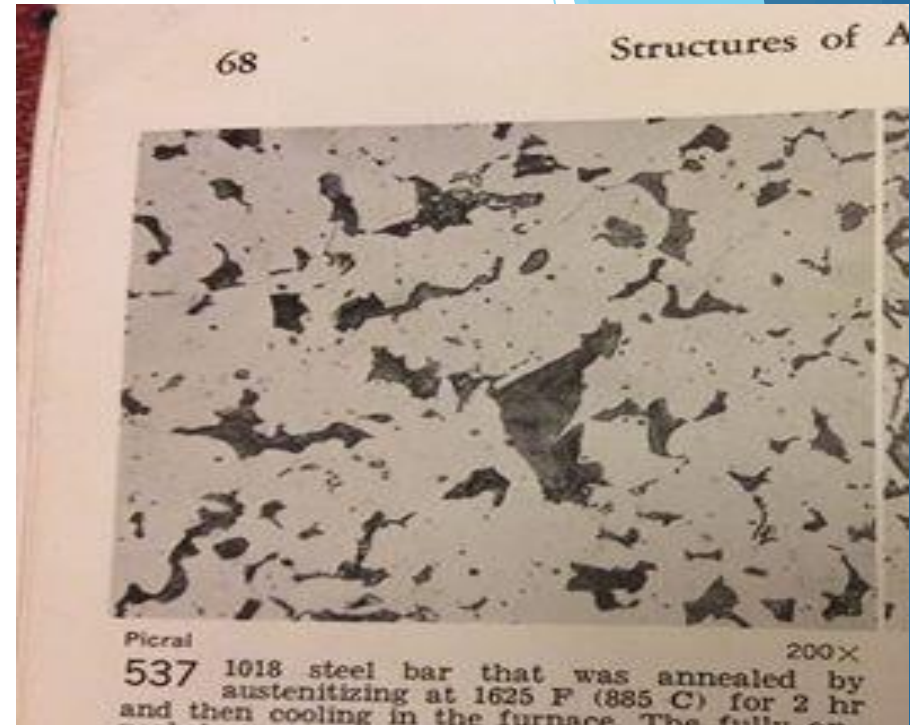
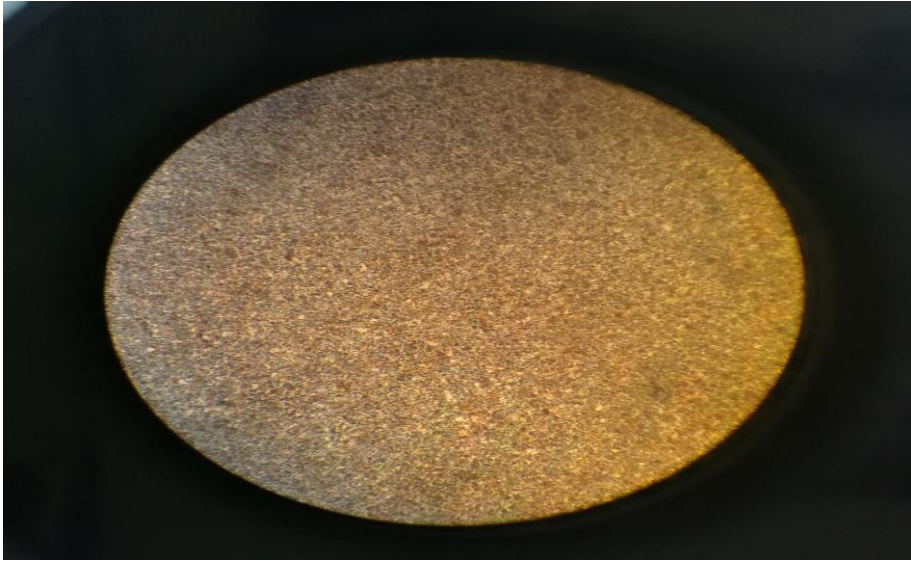


Foto 400 X

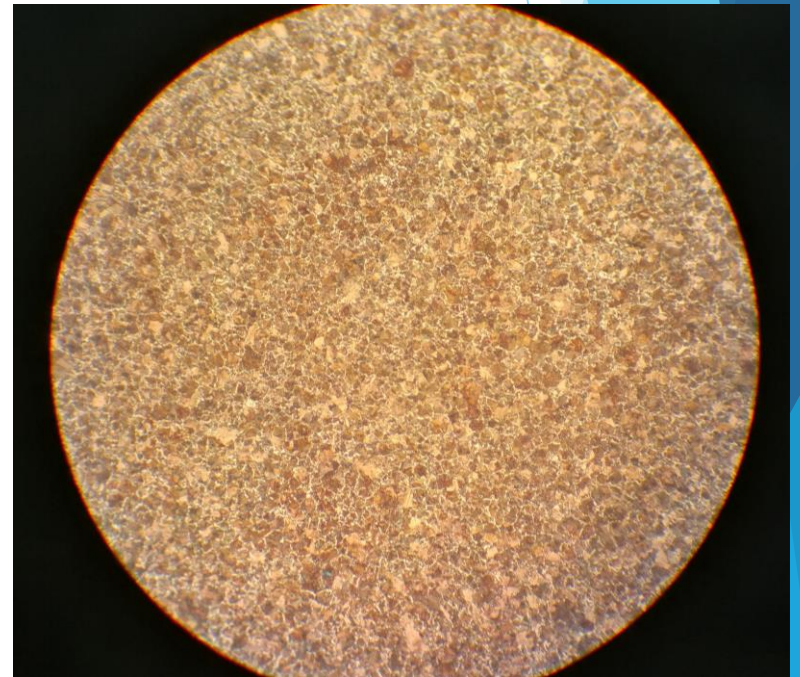


Literatura  
Acero 1018

## Microestructuras del acero tomadas en clase



50 X



100 X

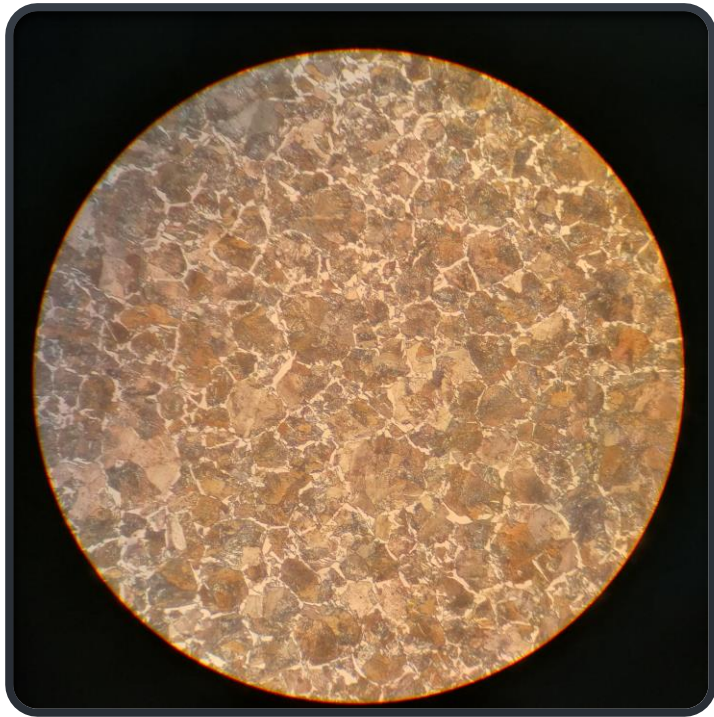
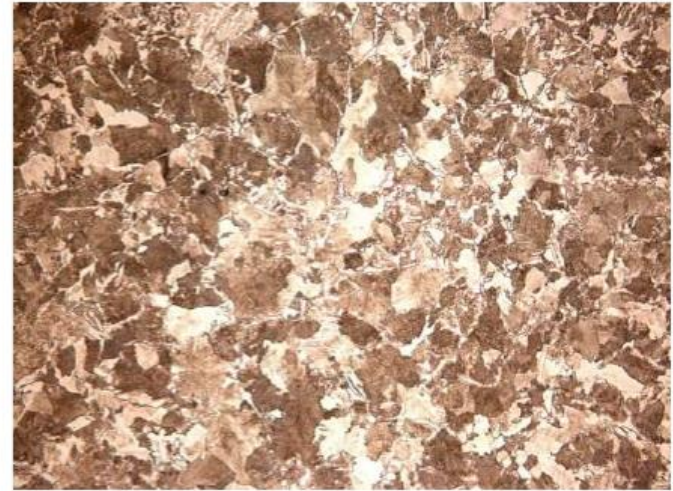


Foto 400 X

## 1060 Medium Carbon Steel



Carbon and Low-Alloy Steels

**Literatura**  
**Acero 1060**

# Bibliografía

- Kehl, George L., The principles of metallographic laboratory practice, Mc. Graw-Hill, New York, 1949.
- Askeland, D. R., La Ciencia y la ingeniería de los materiales, Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1987.
- American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Metals Test Methods and Analytical Procedure, Philadelphia, EU, 2000.

# Agradecimientos



- ▶ Presentación elaborada por:
- ▶ José Manuel Burelo Torres
  
- ▶ Proyecto colegiado con apoyo de los profesores:
- ▶ Eusebio Cándido Atlatenco Tlapanco
- ▶ Clara Saraid Flores Rosas
- ▶ Yamilett García Viguera
- ▶ Luis Enrique Jardón Pérez

# Universidad Nacional Autónoma de México

## Facultad de Química

- ▶ Material académico de consulta e ilustración, realizado para la materia de “Fundamentos de Metalurgia y Materiales”, y la comunidad de Ingeniería Metalúrgica de la Facultad de Química de la UNAM.
- ▶ Material realizado sin fines de lucro.
- ▶ Grabado, producido y distribuido en noviembre del 2020, CDMX

