

# UNIDAD 6 TRATAMIENTOS TÉRMICOS

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

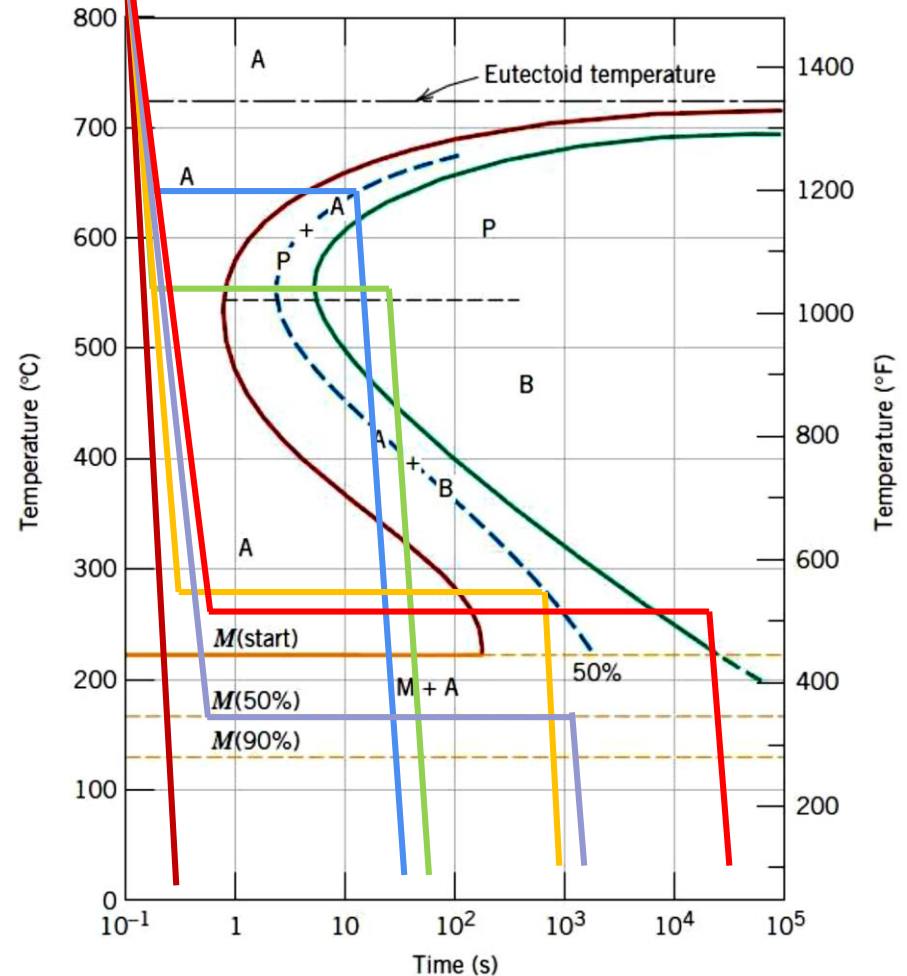
mayo, 2026

Facultad de Ingeniería - UNCuyo

4. Dibuje los caminos de enfriamiento tiempo temperatura para un acero 1080 (eutectoide) en un diagrama de transformación isotérmico que conducirán a las siguientes microestructuras:  
*Comience con los aceros en la condición austenítica a tiempo 0 y 850°C.*

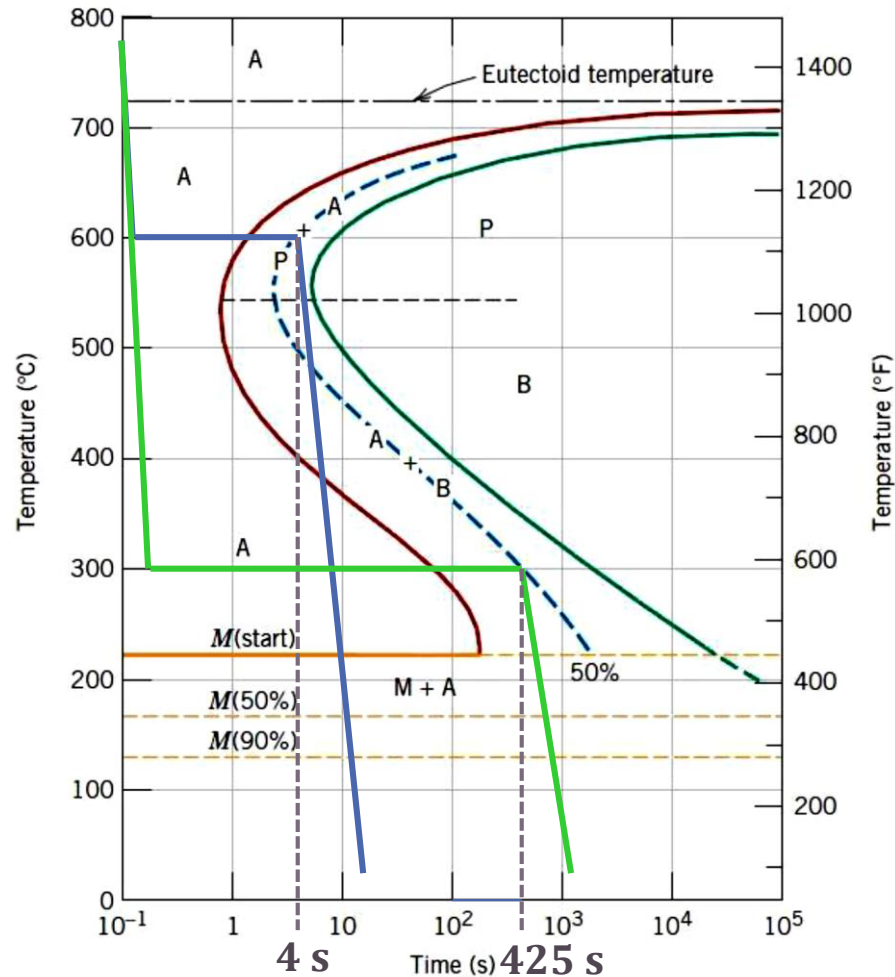
- a) 100% martensita
- b) 50% martensita y 50% perlita
- c) 100% perlita fina
- d) 50% martensita y 50% bainita inferior
- e) 50 % martensita y 50 % austenita
- g) 100% bainita inferior

f) 50 % perlita gruesa, 25 % bainita y 25 % martensita  
 VER EJERCICIO 6



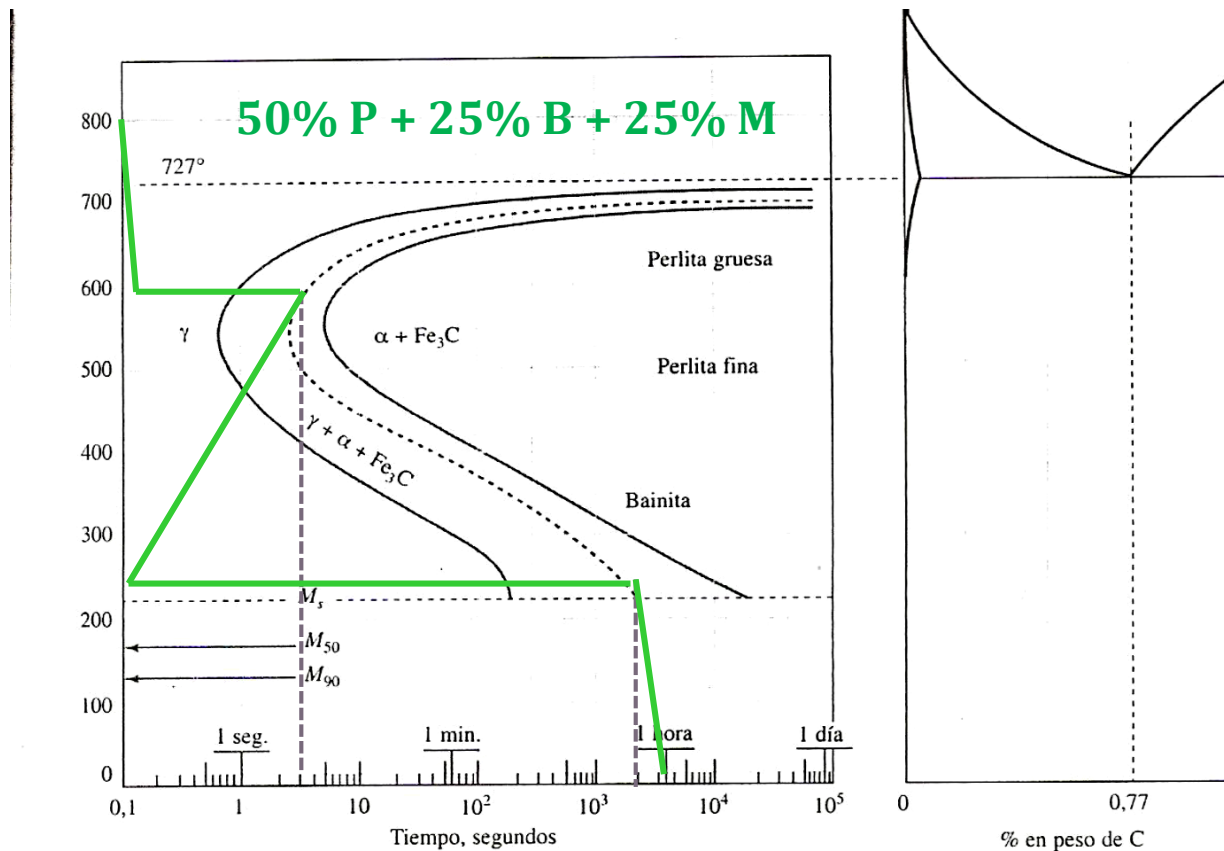
## 5. En un acero eutectoide:

- ¿Cuál es el tiempo necesario para que un 50 % de la austenita se transforme en perlita a 600 °C?
- ¿Cuál es el tiempo necesario para que un 50 % de la austenita se transforme en bainita a 300 °C?

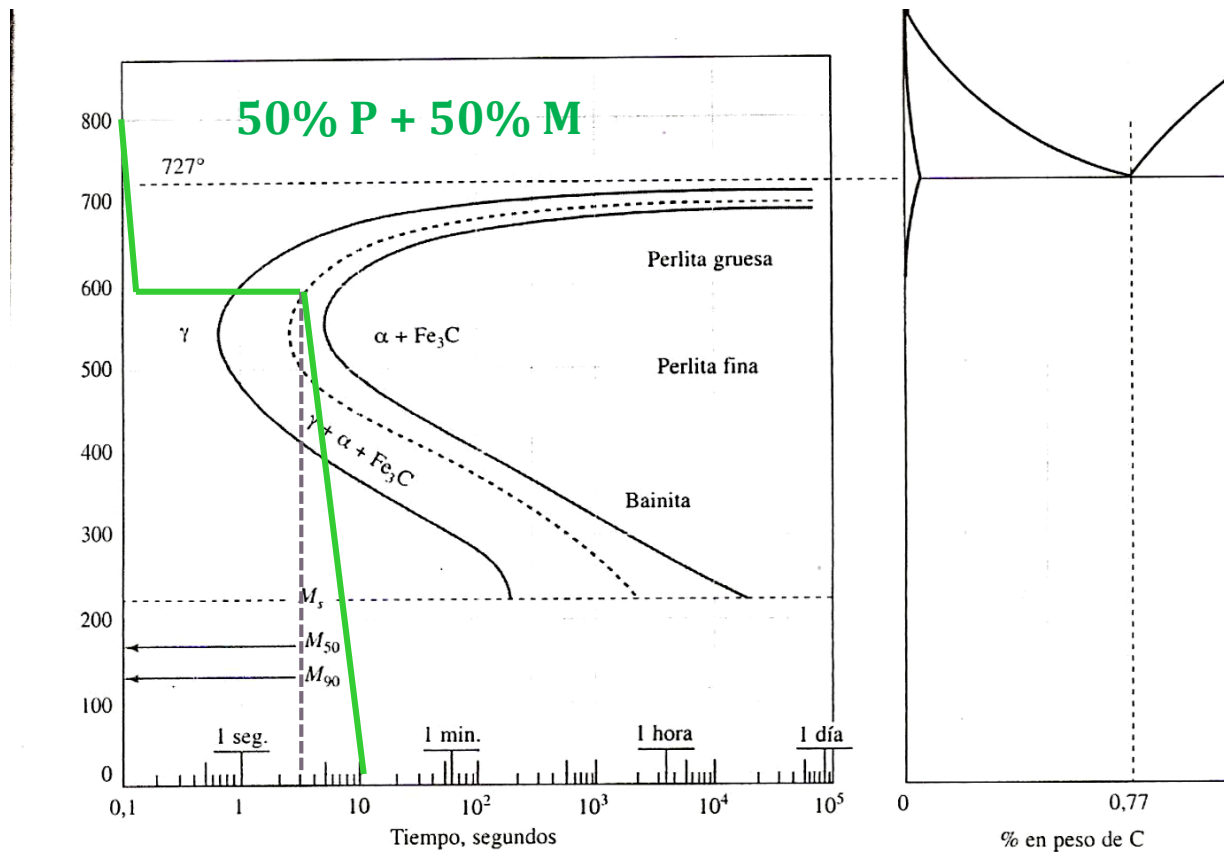


6. a) Determinar la microestructura de un acero de 0,77% de C que es sometido al siguiente tratamiento térmico:

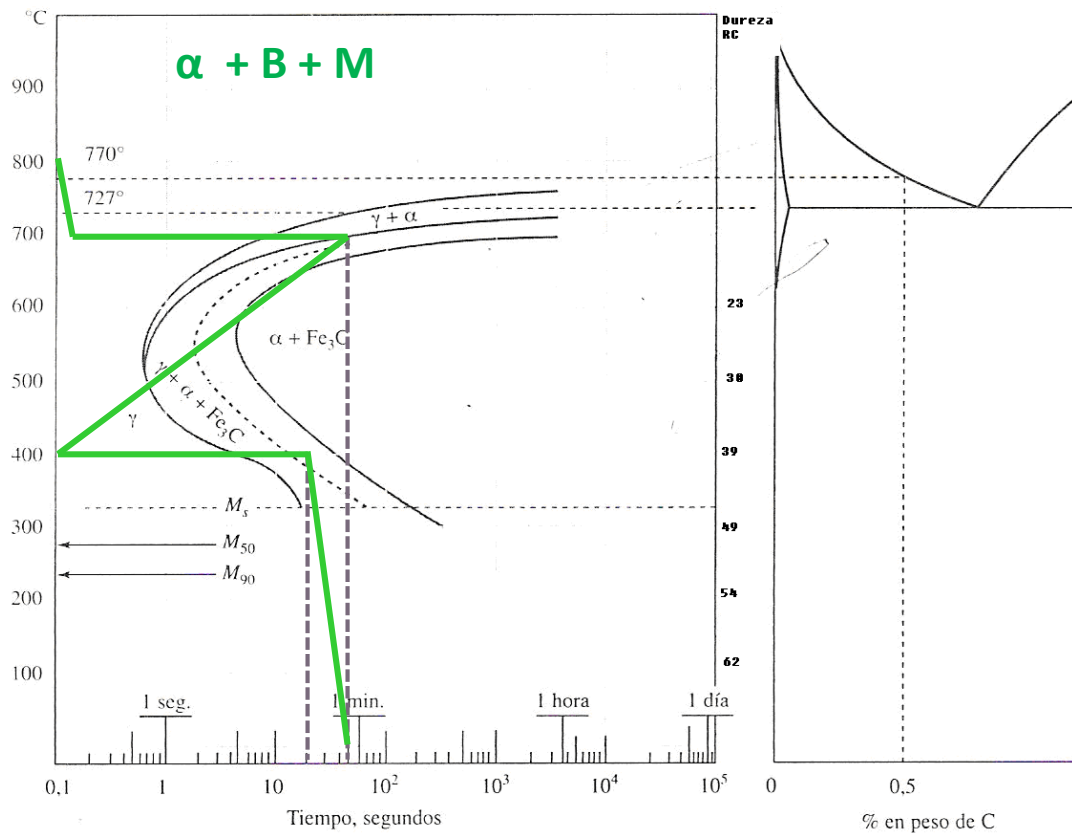
- I) temple instantáneo desde la región austenítica y hasta 600 °C
- II) mantenimiento a esta temperatura durante 3 segundos
- III) temple instantáneo hasta 250 °C.
- IV) se mantiene la microestructura resultante durante 2000 segundos a 250 °C y posteriormente se enfría rápidamente hasta temperatura ambiente.



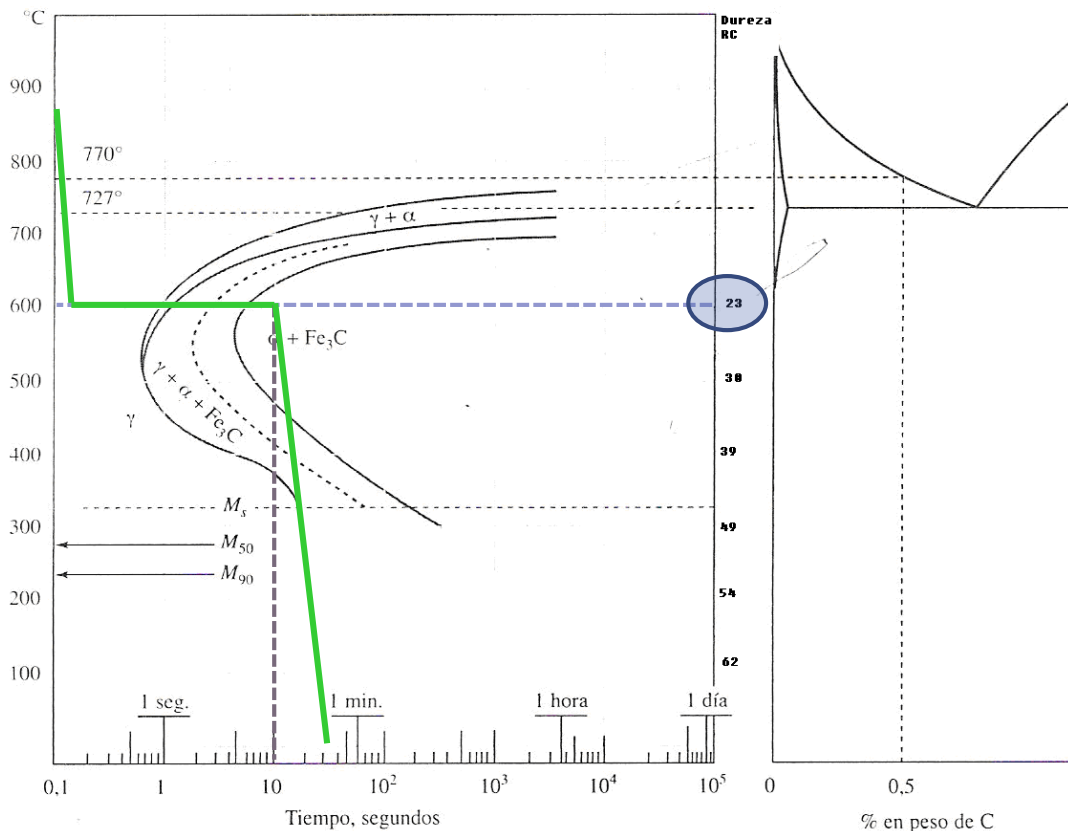
6. b) ¿Qué ocurriría si la microestructura resultante en II) se temple directamente hasta la temperatura ambiente.



7. Un acero al carbono, con un 0.5% de C, es calentado a 800°C durante 1 hora, enfriado rápidamente a 700°C manteniéndolo a esta temperatura durante 50 s, enfriado de nuevo a 400°C durante 20 s, y finalmente enfriado a temperatura ambiente. ¿Cual es la microestructura final del acero tras el tratamiento?



8. Utilizando el diagrama TTT correspondiente a un acero al carbono con un 0,5% C. Describir el tratamiento térmico y la cantidad de cada constituyente después de cada fases del tratamiento para obtener una dureza en el acero de 23 Rc.



**AUSTENIZACIÓN 850°C**

**ENFRIAMIENTO 600°C**

**ISOTERMA 10 s**

**ENFRIAMIENTO T.A.**

**Microestructura**

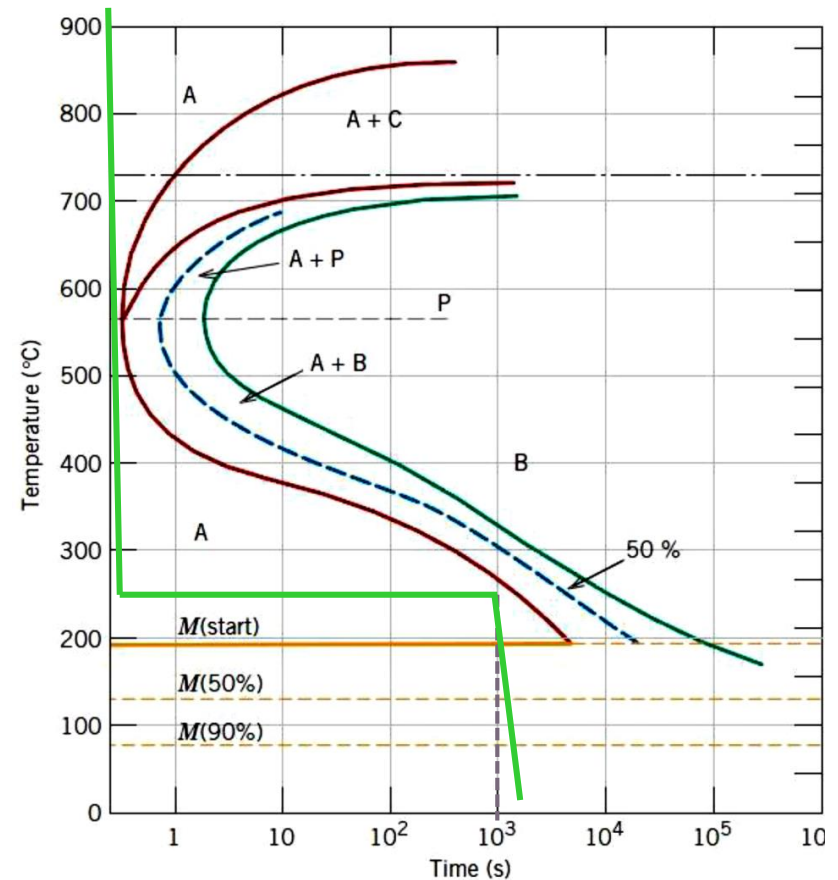
**$\alpha_{PR} + P$**

9. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos.

*En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.*

a) Enfriar rápidamente a 250 °C, mantener durante  $10^3$  s y temprar a temperatura ambiente.

**100 % M**

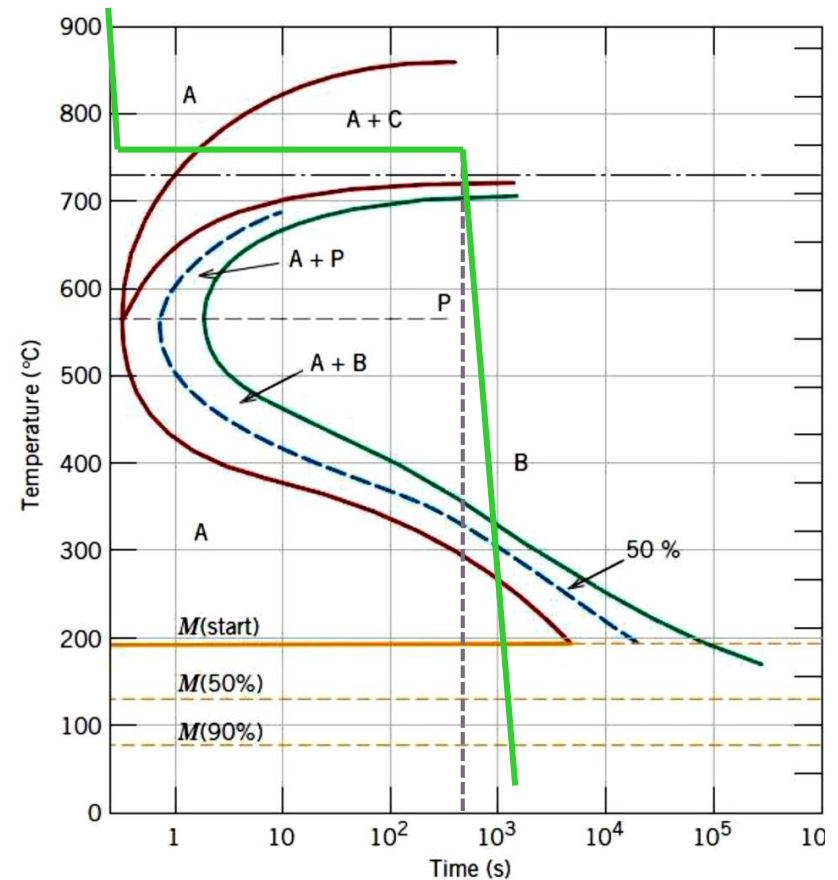


9. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos.

*En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.*

b) Enfriar rápidamente a 775 °C, mantener durante 500 s y temprar a temperatura ambiente.

**C + M**

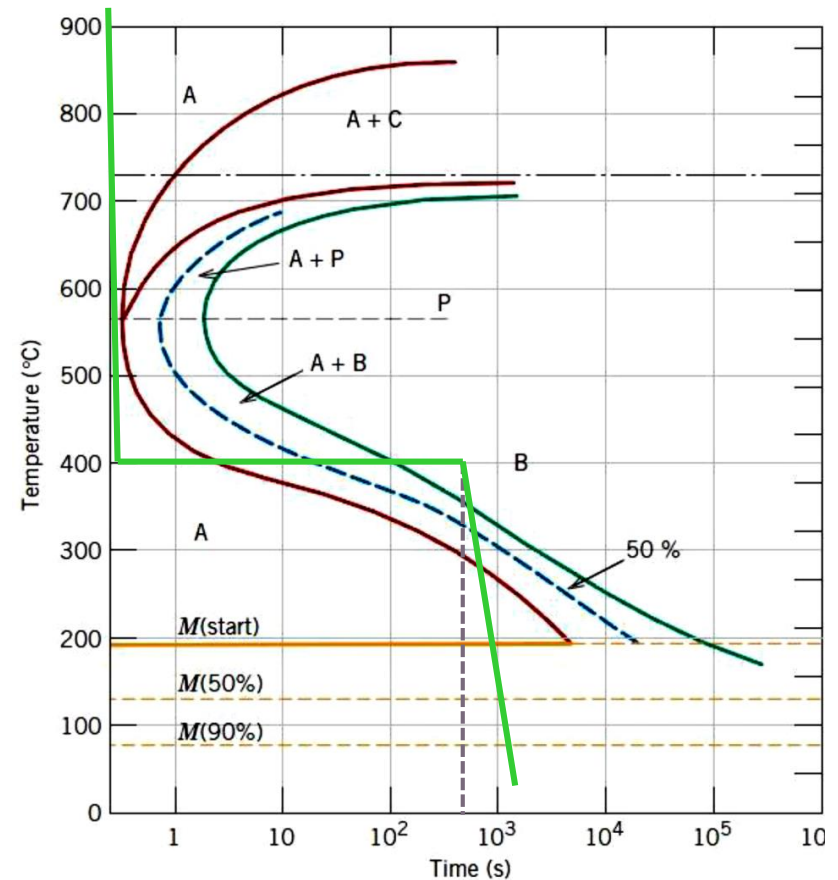


9. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos.

*En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.*

c) Enfriar rápidamente a 400 °C, mantener durante 500 s y templar a temperatura ambiente.

**B**

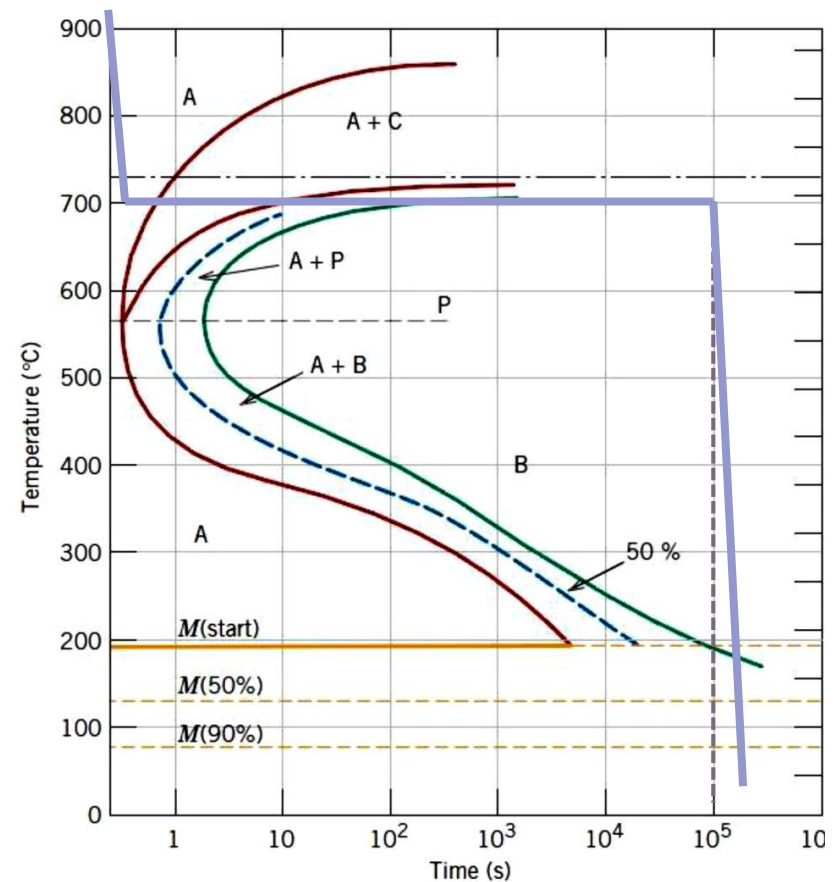


9. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos.

*En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.*

d) Enfriar rápidamente a 700 °C, mantener a esta temperatura durante  $10^5$  s, y temprar a temperatura ambiente.

**C + P**



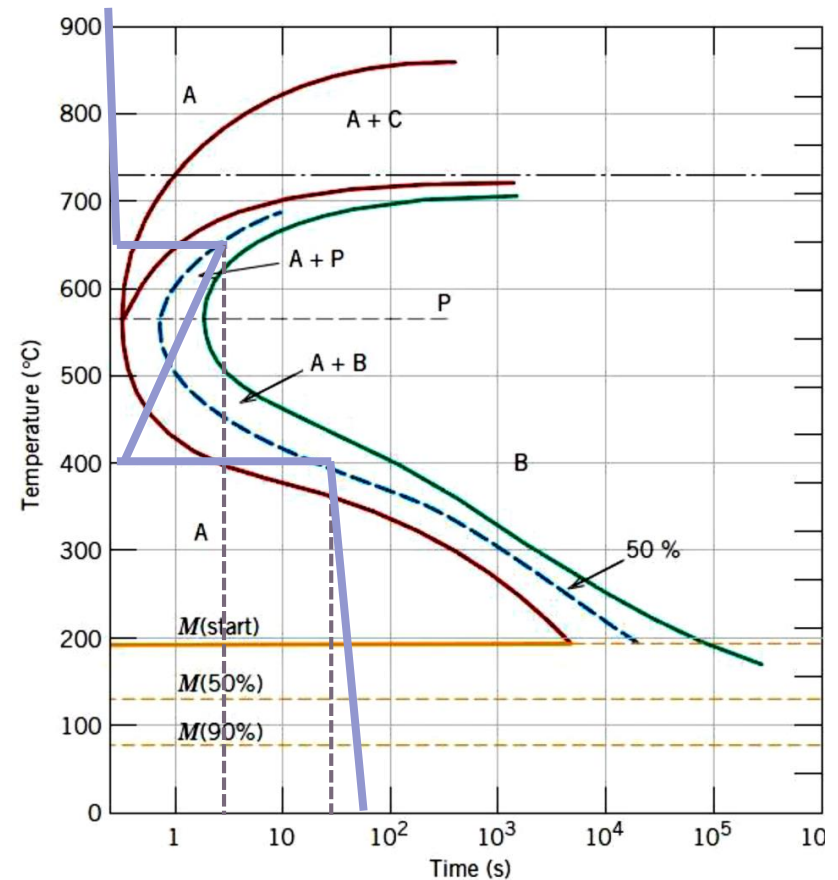
9. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos.

*En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.*

e) Enfriar rápidamente a 650 °C, mantener a esta temperatura durante 3 s, enfriar rápidamente a 400 °C, mantener a esta temperatura durante 25 s y templar a temperatura ambiente.

**C +50% P\* +25% B\* +25% M\***

*(\*) Porcentajes sobre el remanente de Austenita luego de la transformación a C.*

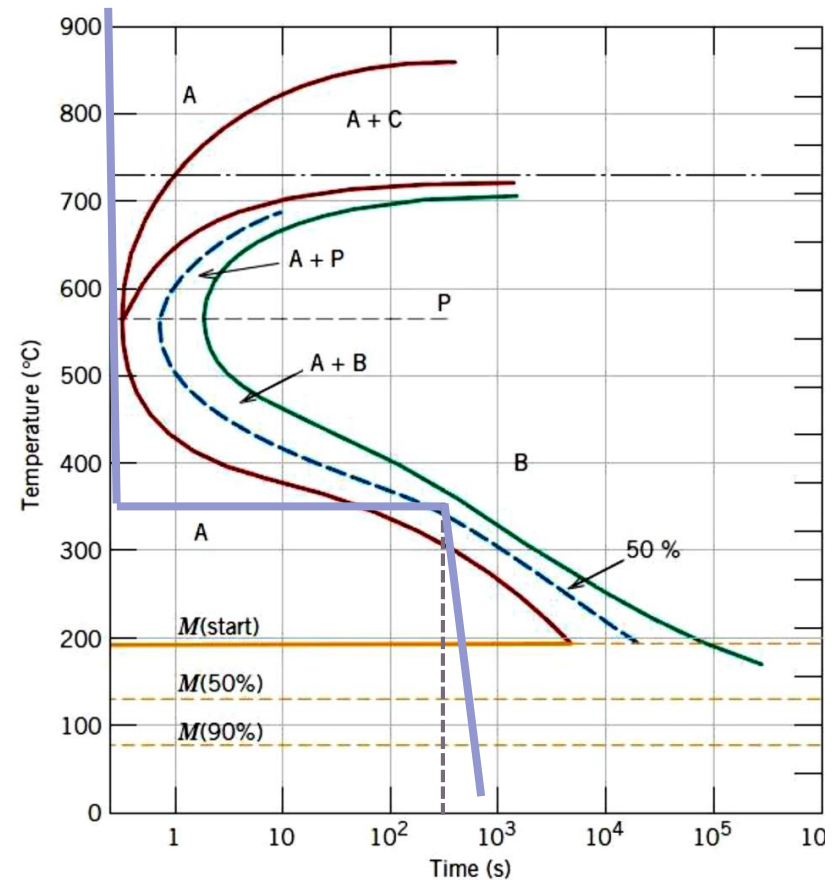


9. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos.

*En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.*

f) Enfriar rápidamente a 350 °C, mantener durante 300 s y templar a temperatura ambiente.

**50% B + 50% M**



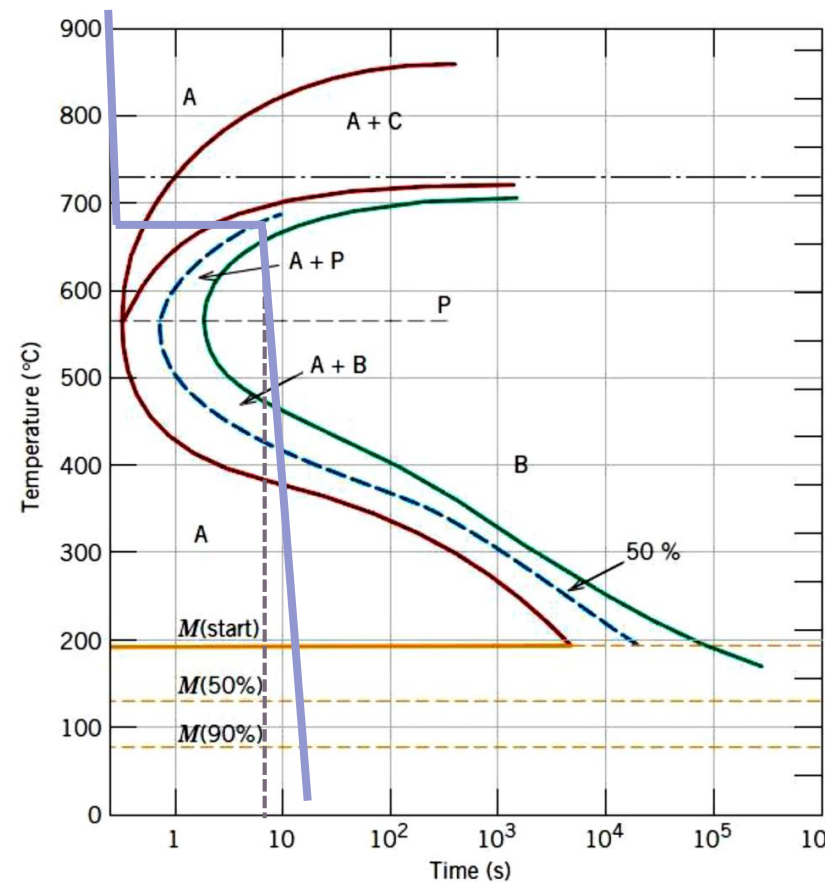
9. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos.

*En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.*

g) Enfriar rápidamente a 675 °C, mantener durante 7 s y templar a temperatura ambiente.

**C+50%\* P + 50%\* M**

*(\*) Porcentajes sobre el remanente de Austenita luego de la transformación a C.*

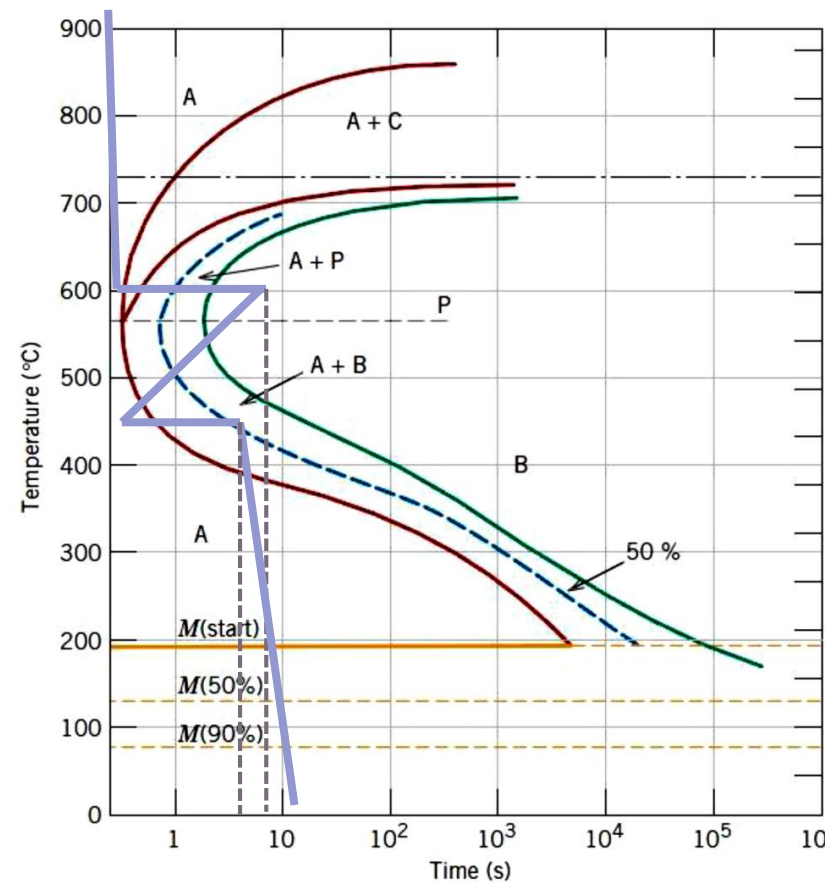


9. Utilizando el diagrama de transformación isotérmica del acero con 1.13 %C, determinar la microestructura final (en términos de los microconstituyentes presentes) de una probeta sometida a los siguientes tratamientos.

*En cada caso suponer que la probeta se ha calentado a 920 °C durante el tiempo suficiente para conseguir la estructura austenítica completa y homogénea.*

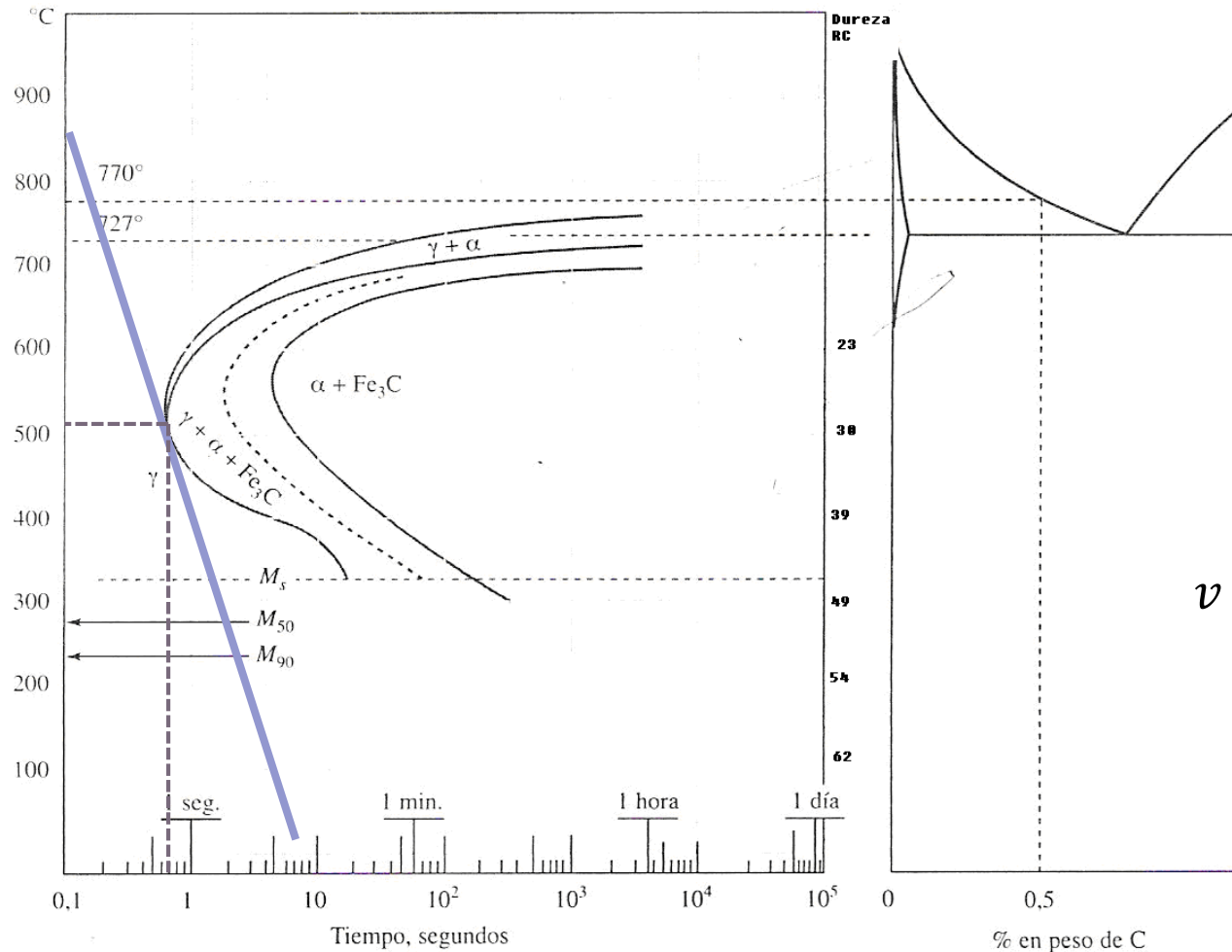
h) Enfriar rápidamente a 600 °C, mantener a esta temperatura durante 7 s, enfriar rápidamente a 450 °C, mantener durante 4 s y temprar a temperatura ambiente.

**100% (C + P)**



# 10. Estimar la velocidad de temple necesaria para evitar la formación de perlita en:

a) un acero 0,5% C



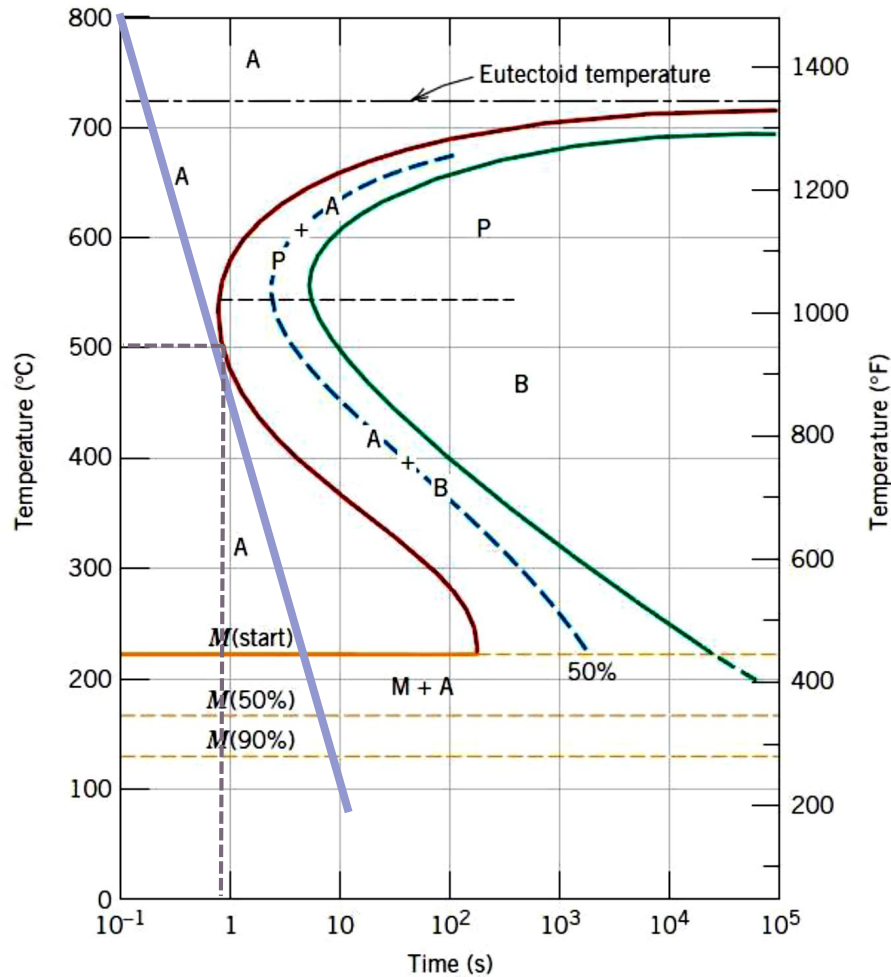
$$v = \frac{\Delta Temp}{\Delta t}$$

$$v = \frac{850^{\circ}C - 500^{\circ}C}{0,7 s - 0,1s}$$

$$v = 583^{\circ}C/s$$

10. Estimar la velocidad de temple necesaria para evitar la formación de perlita en:

b) un acero 0,77 % C



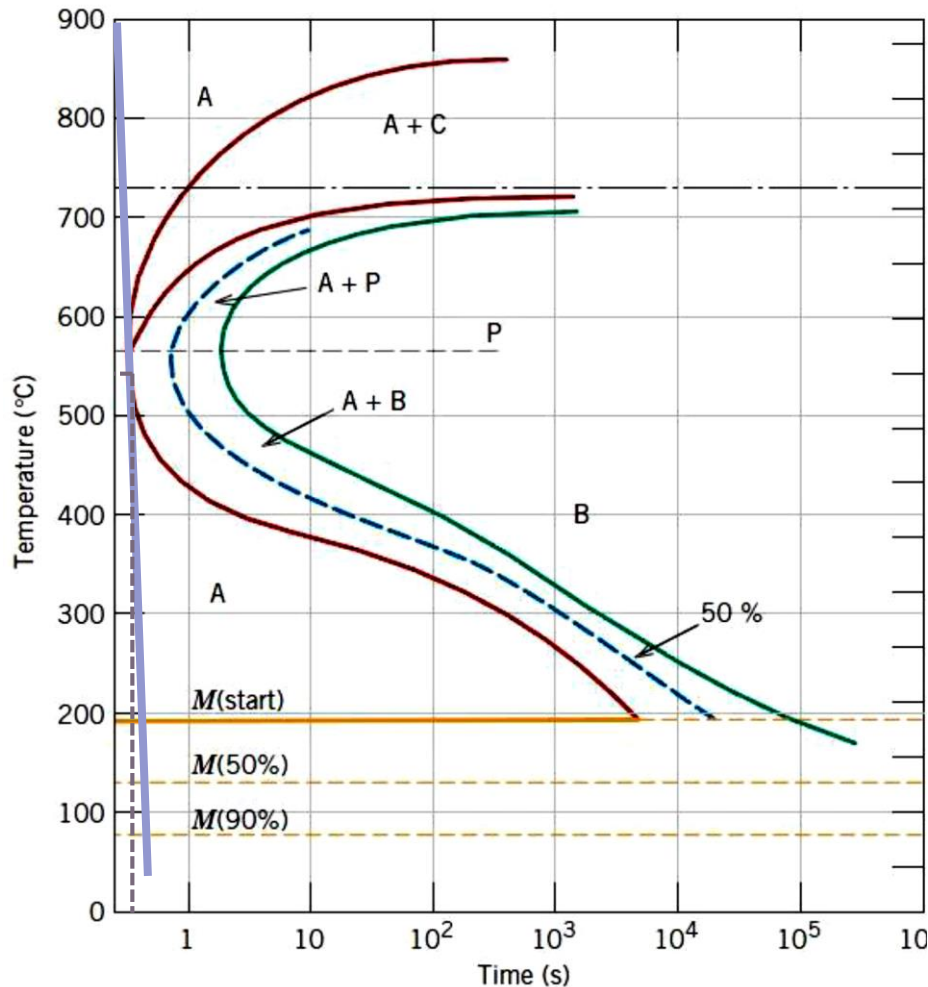
$$v = \frac{\Delta Temp}{\Delta t}$$

$$v = \frac{800^{\circ}C - 500^{\circ}C}{0,9 s - 0,1s}$$

$$v = 375^{\circ}C/s$$

10. Estimar la velocidad de temple necesaria para evitar la formación de perlita en:

c) un acero 1,13 % C

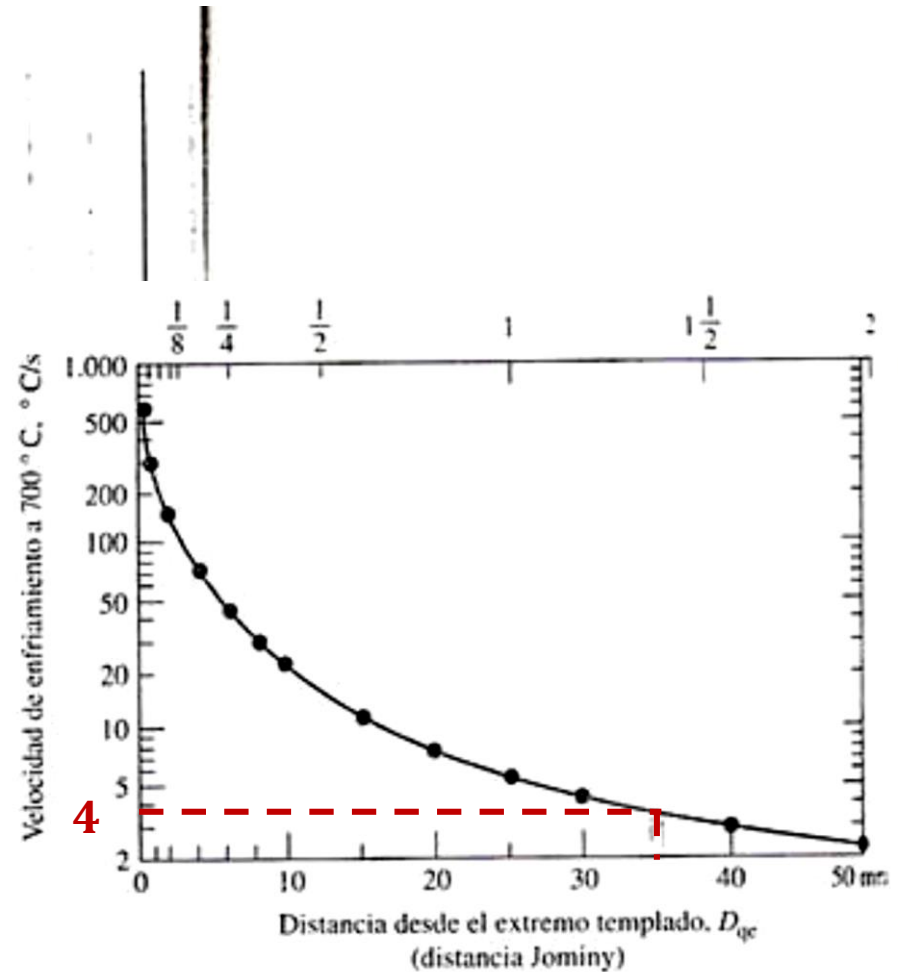
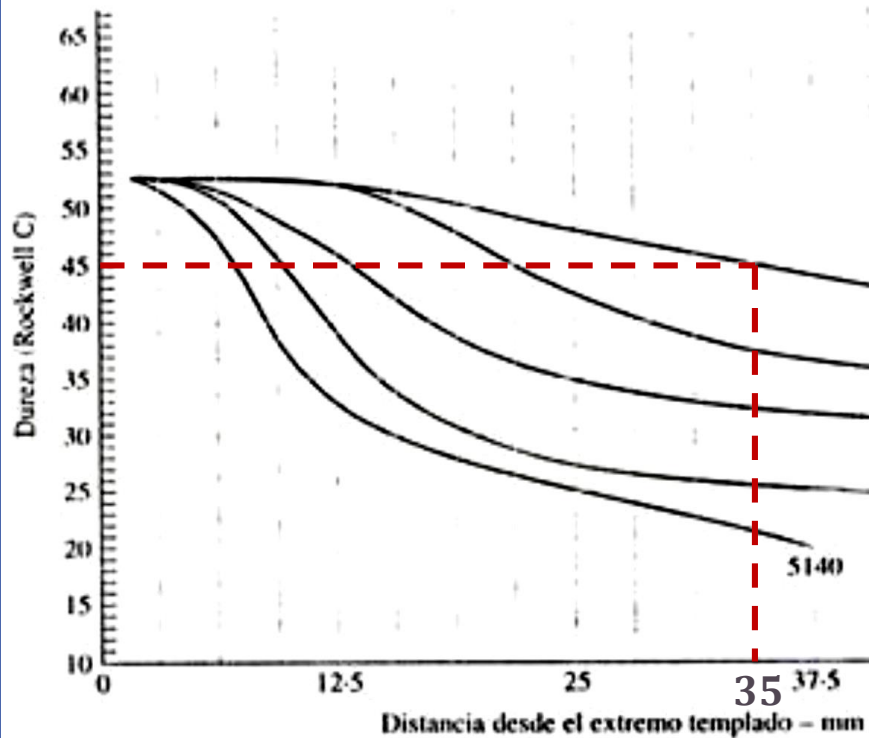


$$v = \frac{\Delta Temp}{\Delta t}$$

$$v = \frac{900^{\circ}C - 550^{\circ}C}{0,2 s - 0,1s}$$

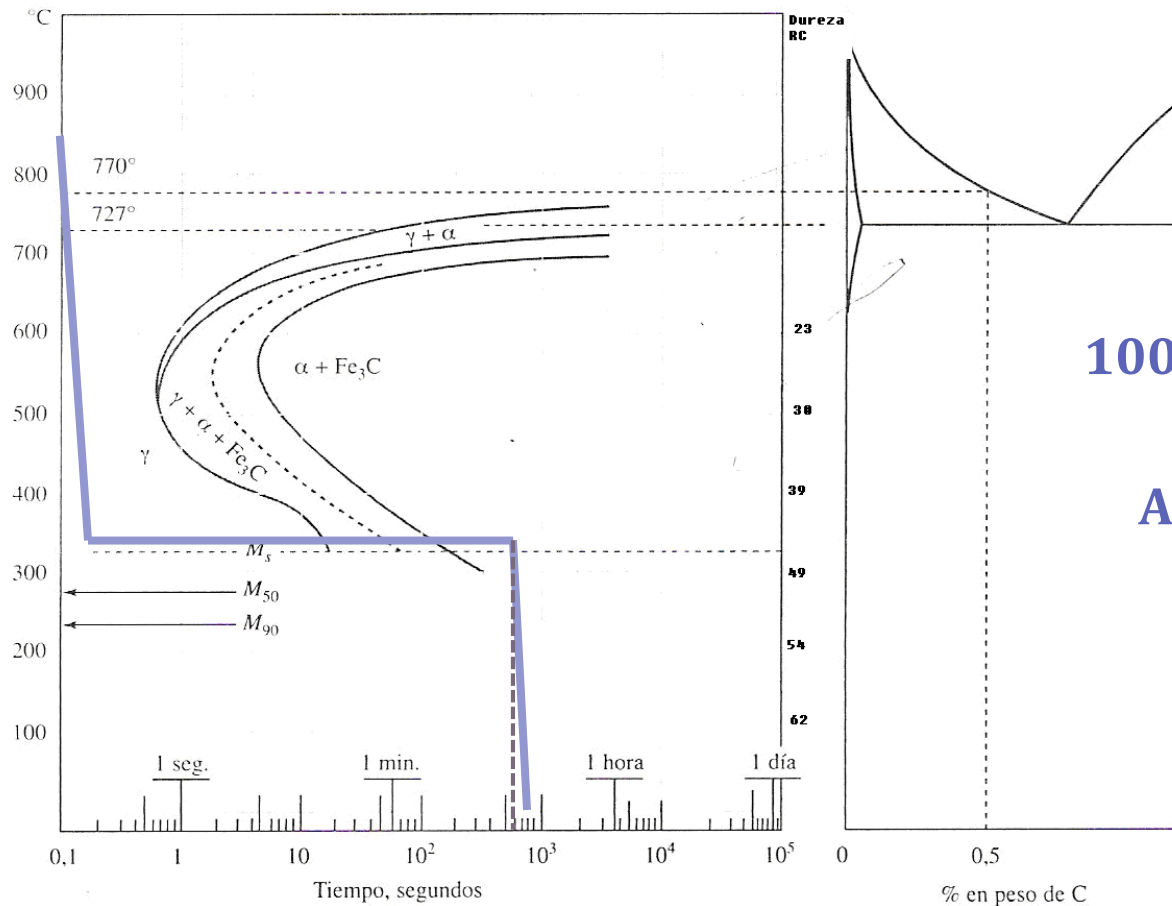
$$v = 3500^{\circ}C/s$$

11. Se realiza una medida de dureza en un punto crítico de un eje de remolque de acero 4340 forjado. El valor de dureza obtenido es de 45 en la escala rockwell C. ¿Cuál es la velocidad de enfriamiento experimentada por la pieza en el punto en cuestión?



4

12. Un acero 1050 (hierro con 0,5% de carbono) se temple rápidamente hasta 330 °C, se mantiene dicha temperatura durante 10 minutos y después se enfría hasta temperatura ambiente. ¿Cuál es la microestructura resultante?, b) ¿Qué nombre recibe este tratamiento térmico?



**100% Bainita Inferior**

**AUSTEMPERING**

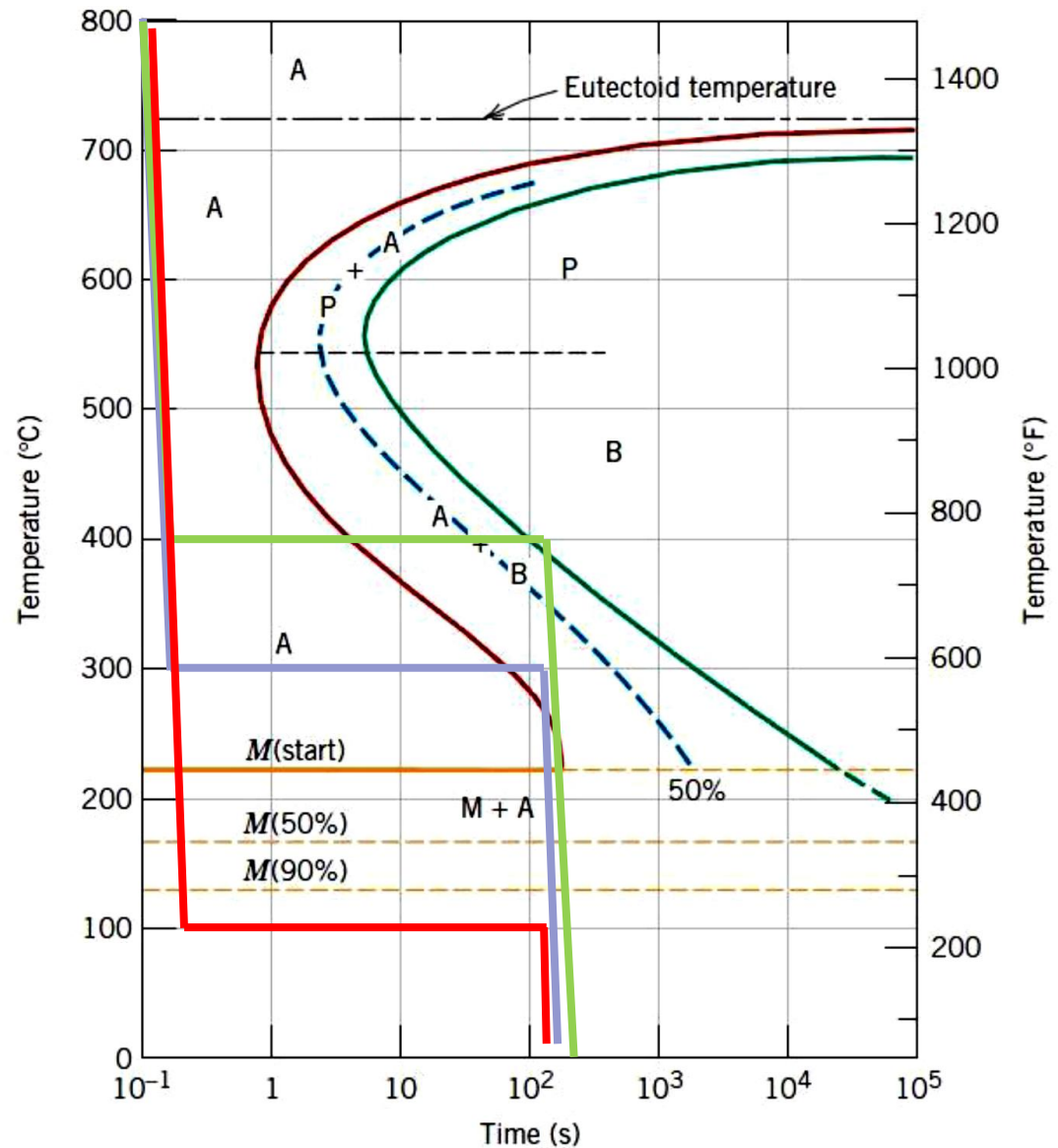
13. Tres aceros eutectoides distintos reciben el siguiente tratamiento térmico:

- a) temple instantáneo hasta 300 °C, permanencia durante dos minutos y posterior enfriamiento hasta temperatura ambiente
- b) temple instantáneo hasta 400 °C, permanencia durante dos minutos y posterior enfriamiento hasta temperatura ambiente
- c) temple instantáneo hasta 100 °C, permanencia durante dos minutos y posterior enfriamiento hasta temperatura ambiente.

Ordenar estos tratamientos térmicos según valores decrecientes de dureza del producto final. Explicar brevemente la respuesta.

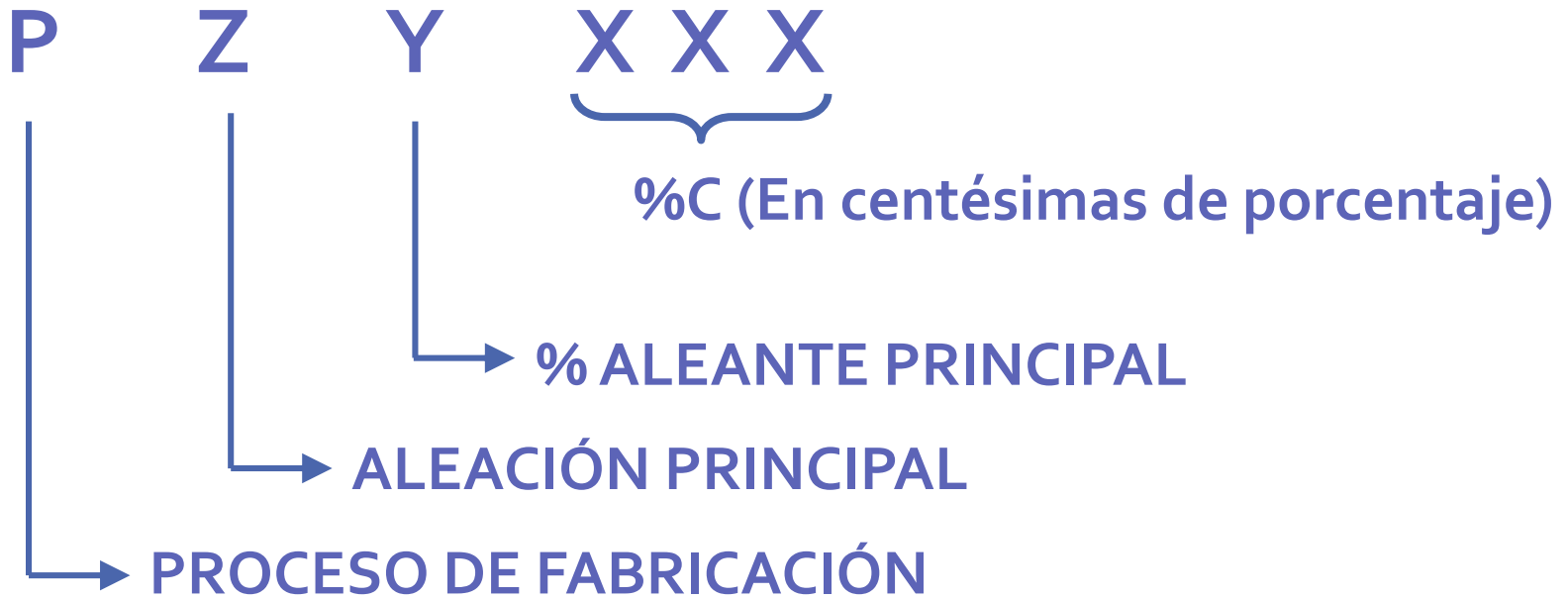
13. Tres aceros eutectoides distintos reciben el siguiente tratamiento térmico:

- a) temple 300 °C, 120 s
- b) temple 400 °C, 120 s
- c) temple 100 °C, 120 s



20. Explique el sistema de numeración usado por la AISI y SAE para los aceros al carbono.

NOMENCLATURA: Z Y X X





Z

Y

X X X

## PROCESO DE FABRICACIÓN:

**E:** Indica Fusión en horno eléctrico básico.

**H:** Indica Grados de acero con templabilidad garantizada.

**C:** Indica Fusión en horno por arco eléctrico básico.

**X:** Indica alguna desviación del análisis de norma.

**TS:** Indica que se trata de una Norma tentativa.

**B:** Indica que se trata de Grados de acero con un probable contenido mayor de 0.0005% en boro.

**LC:** Indicar Grados de acero con muy bajo contenido en carbono (0.03% máx.).

**F:** Grados de acero automático.

P **Z** Y X X X

## ALEACIÓN: Es un Número 1-9

- 1: Aceros al Carbono (corriente u ordinario);
- 2: Aceros al Níquel
- 3: Aceros al Níquel-Cromo
- 4: Aceros al Molibdeno, Cr-Mo, Ni-Mo, Ni-Cr-Mo
- 5: Aceros al Cromo
- 6: Aceros al Cromo-Vanadio
- 7: Aceros al Tungsteno-Cromo
- 8: para aceros al Ni-Cr-Mo
- 9: para aceros al Si-Mn

P 1 Y X X X

## ALEANTE PRINCIPAL : En aceros al Carbono

- 0: No resulturado
- 1: Resulturado (+ S, mejor maquinabilidad)
- 2: Resulturados y refosforados (+ S y P)
- 5: Mn alto (1,00–1,65%), mayor templabilidad

1 Y



## CONTENIDO DE CARBONO

0,40 % de C → XX = 40

0,55 % de C → XX = 55

### EJEMPLOS:

AISI 1010

AISI 1020

AISI 1045

AISI 1112

AISI 1115

AISI 1541