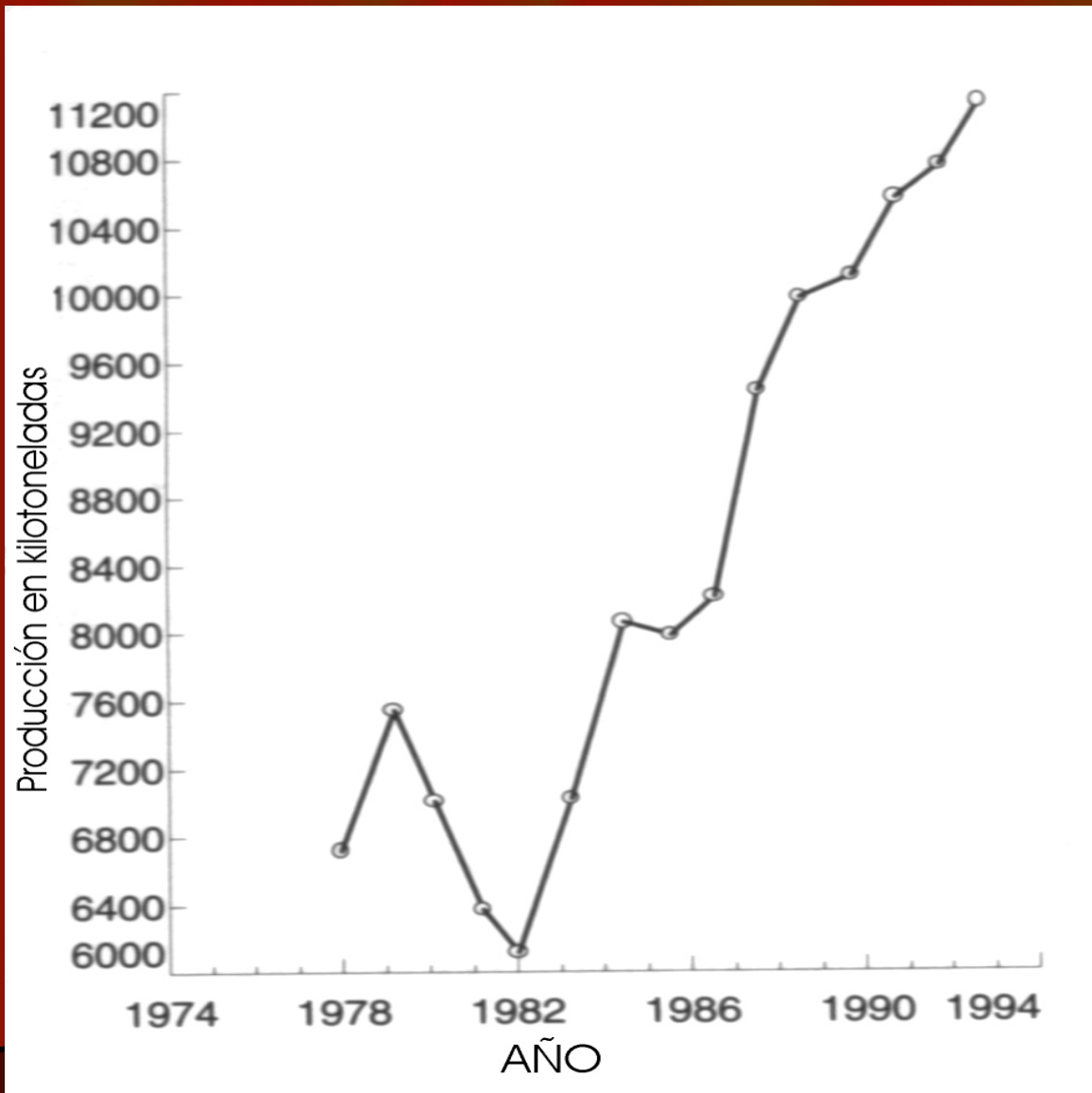


## *Un Poco De Historia*

- los primeros trabajos realizados para la fabricación de aceros inoxidables datan del siglo XIX.
- en 1865 se hacían en cantidades limitadas aceros con 25 y 35 % de Níquel.
- En 1872 Woods y Clarck fabricaron aceros con 5 % de Cromo.
- Entre los años 1904 y 1910 se realizaron en Francia estudios sobre las micro estructuras y tratamientos térmicos consiguiendo fabricar aceros inoxidables muy similares a los de hoy.
- En la primera Guerra mundial y en los años 20 se utilizaron para proteger los cilindros de los cañones y en la industria petrolera.

# *Importancia De Los Aceros Inoxidables*



## *Importancia relativa de las aplicaciones*

### **Equipamiento industrial**

Plantas de potencia y químicas 34 %

Industria de comida y bebidas 18 %

Transporte 9 %

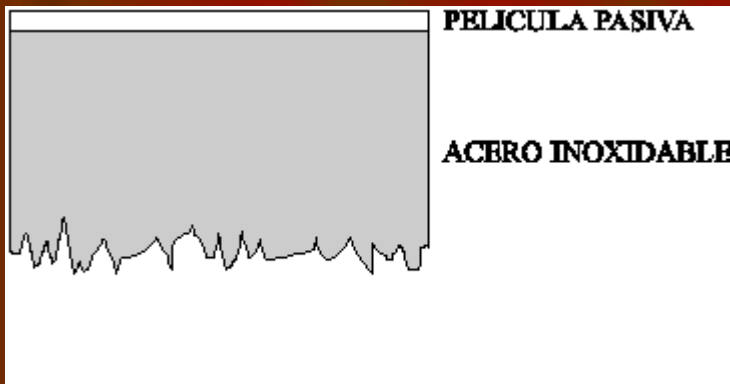
Arquitectura 5 %

### **Artículos de consumo**

Aplicaciones domésticas 28 %

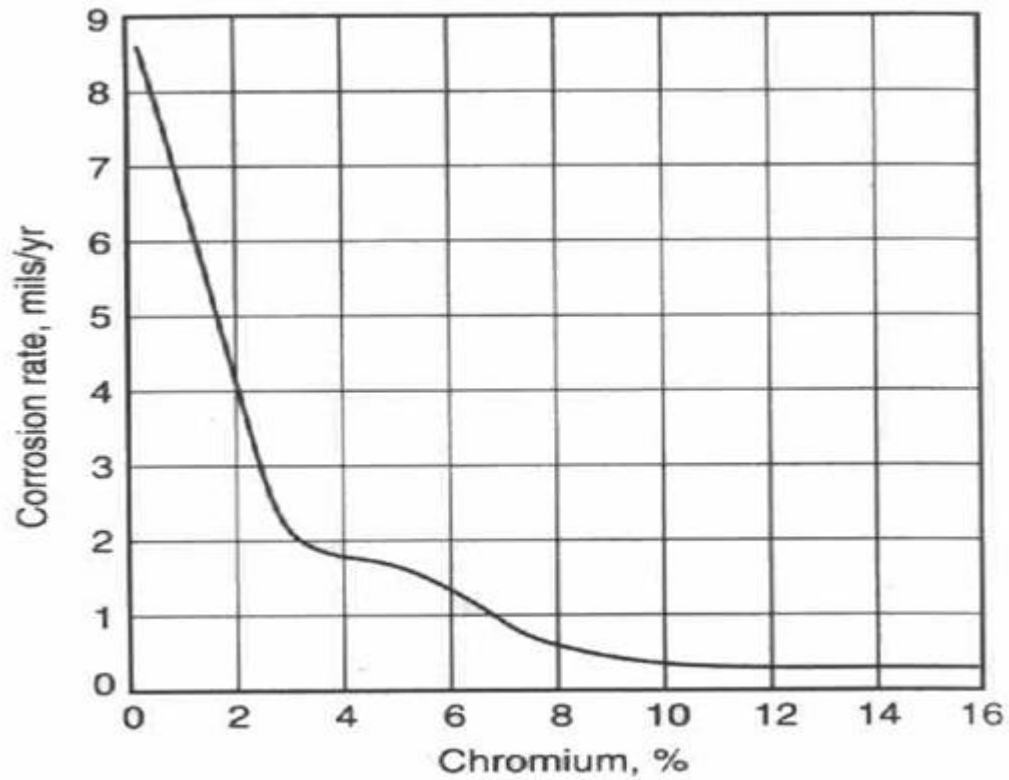
Aplicaciones eléctricas y electrónicas 6%

## ¿ Porque Son Inoxidables ?

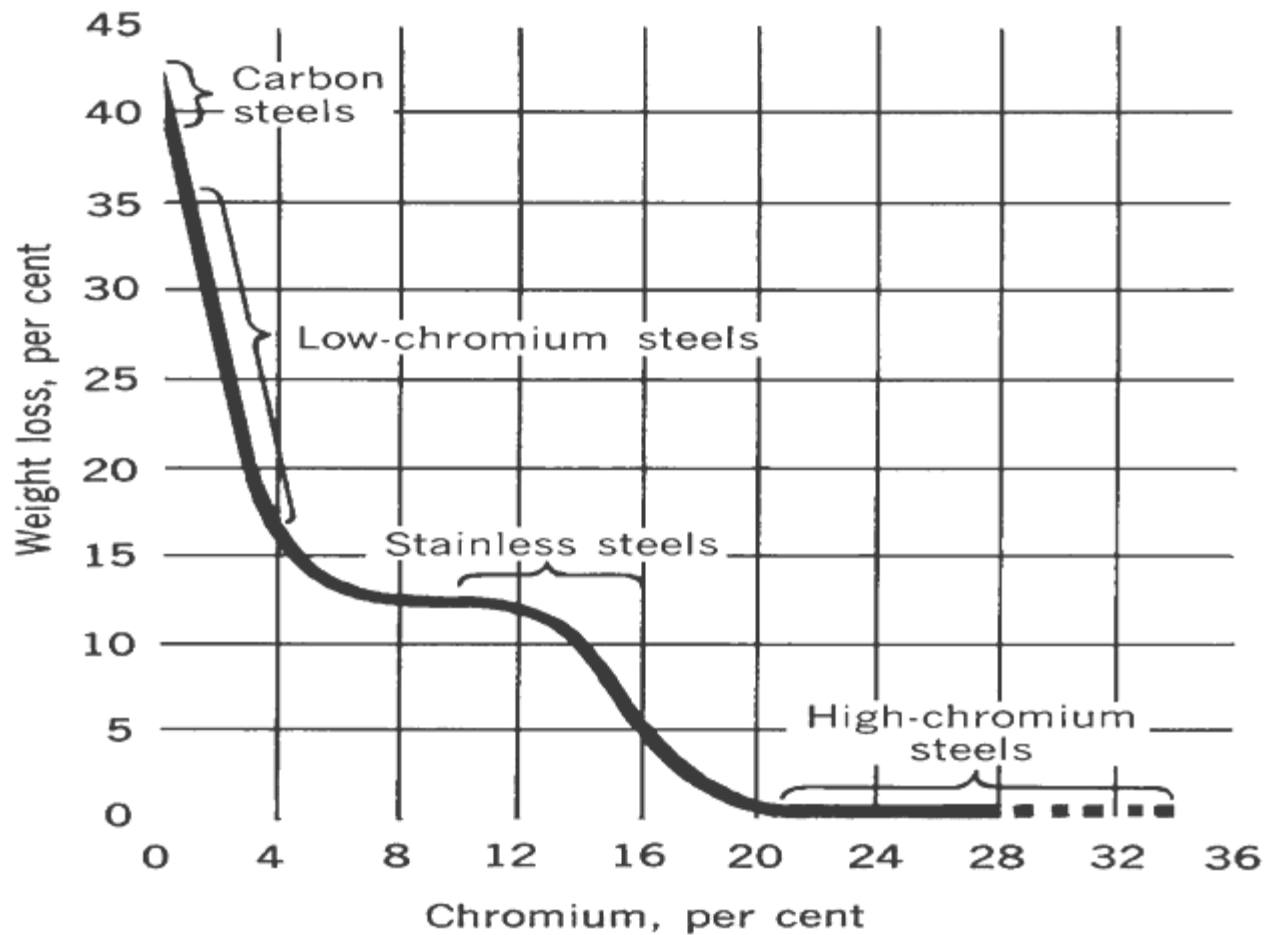


- Son inoxidables porque contienen 10 a 20 % cromo.
- Cr es un metal reactivo que se combina con el oxígeno del aire formando una capa.
- Es continua, insoluble y adherente.
- En este estado se dice que está en estado de “pasivación”.
- Retiene su apariencia inmaculada llamada “stainless” en inglés.

# *Efecto del cromo en la corrosión atmosférica de los aceros*



# *Resistencia a la oxidación de los aceros a altas Temperaturas (1000 ° C)*



## *Sistemas De Numeración*

- **2XX** cromo níquel, manganeso no endurecibles, austeníticos no magnéticos.
- **3XX** cromo níquel, no endurecibles, austeníticos, no magnéticos.
- **4XX** cromo endurecibles, martensíticos, magnéticos.
- **4XX** cromo no endurecibles, ferríticos, magnéticos.
- **5XX** cromo, bajo cromo resistentes al calor.
- El costo de un acero inoxidable puede ser 5 a 10 veces más que el de un acero al carbono.

## *Designación de las aleaciones fundidas*

Una de las designaciones usadas es de la Asociación de fundidores de aceros conocida como ACI.

Un ejemplo de designación: es **CF-8M**

**La primera letra:** identifica el uso primario de la aleación de la forma:

C : aleaciones destinadas al servicio en líquidos corrosivos

H : aleaciones destinadas al servicio en alta temperatura.

**La segunda letra:** identifica los contenidos de Cr y Ni nominales de acuerdo a un cuadro de contenidos

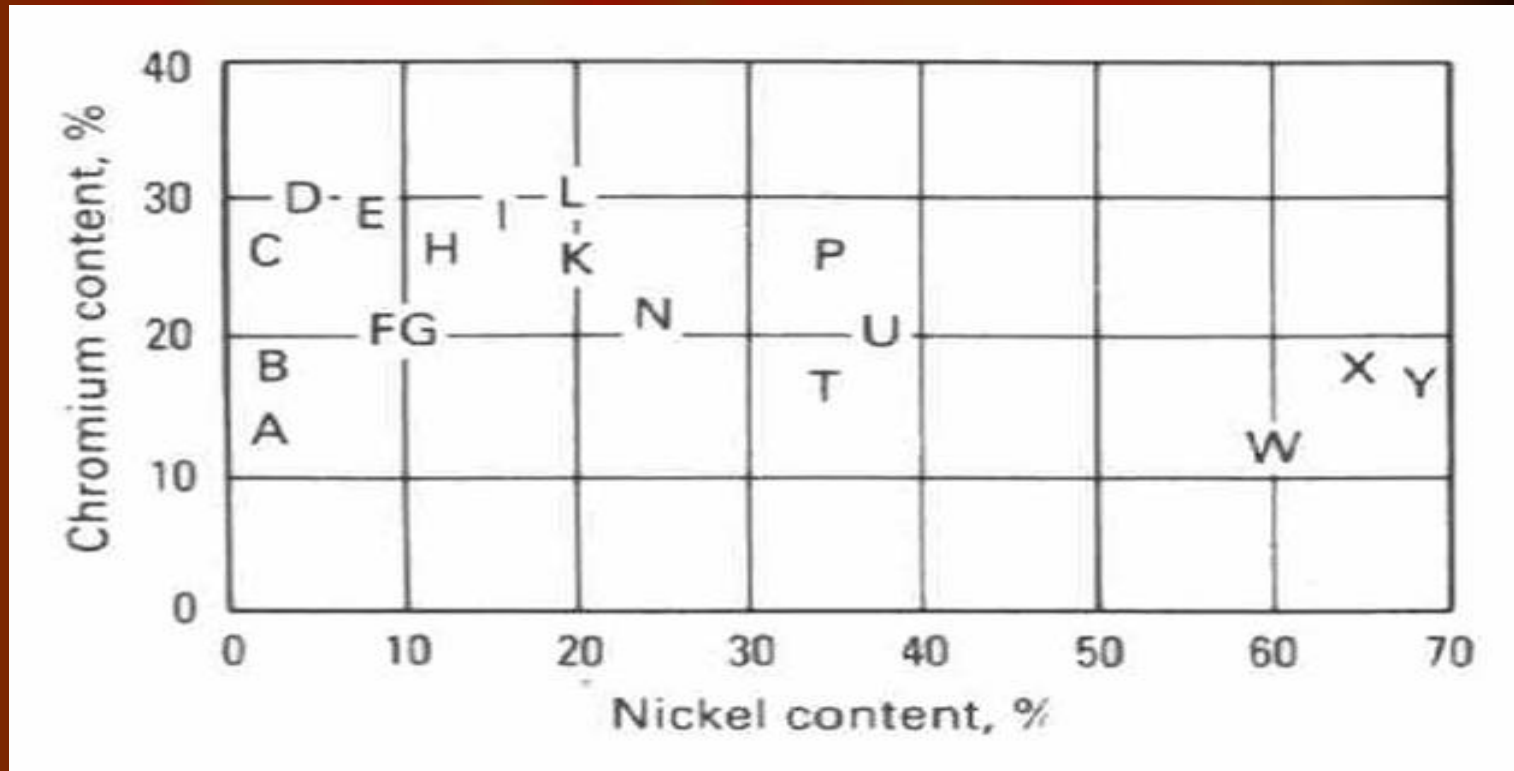
**El número o numerales:** indica el contenido de carbono /100

**Letra o letras siguientes:** indican los elementos de aleación adicionados

La aleación **CF-8M** es para resistencia a la corrosión 19Cr – 9 Ni, contiene 0.08% de C y además contiene Mo



# *Cuadro de contenidos de Cr y Ni según la designación ACI para aleaciones fundidas*

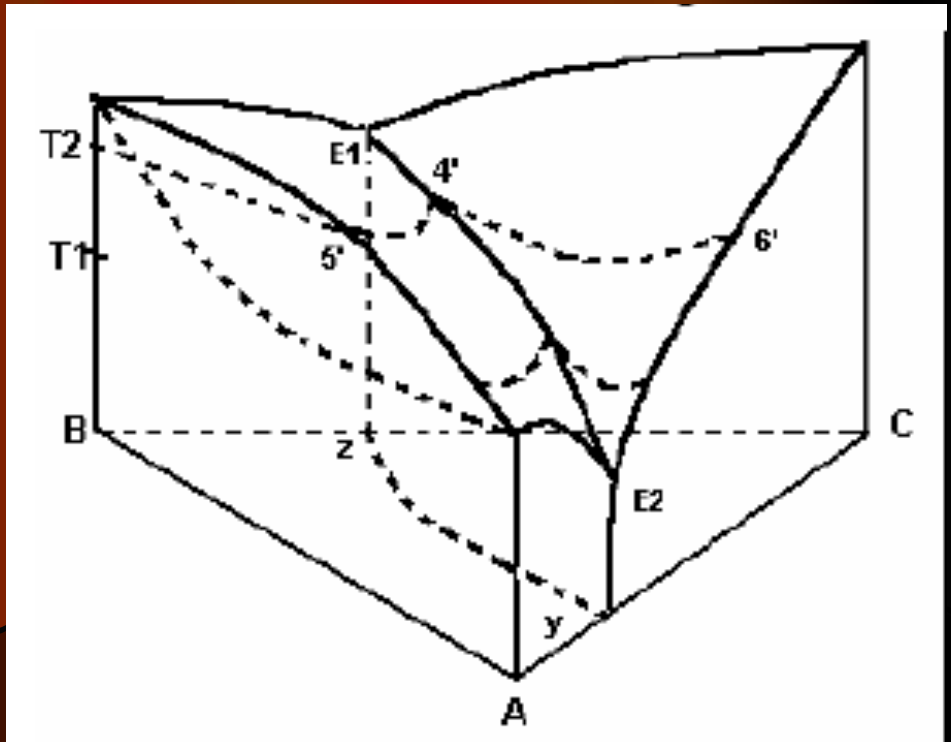
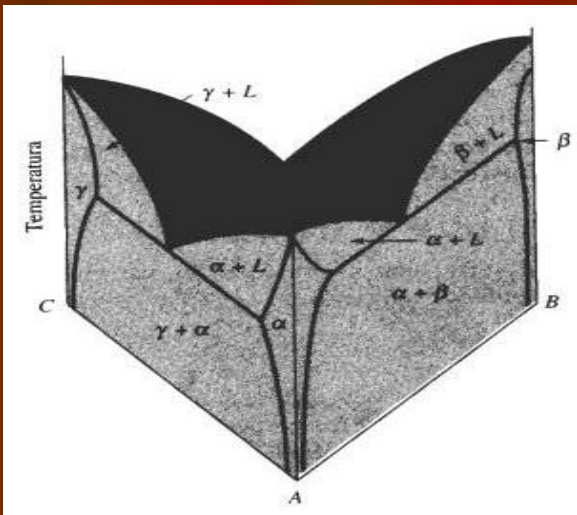


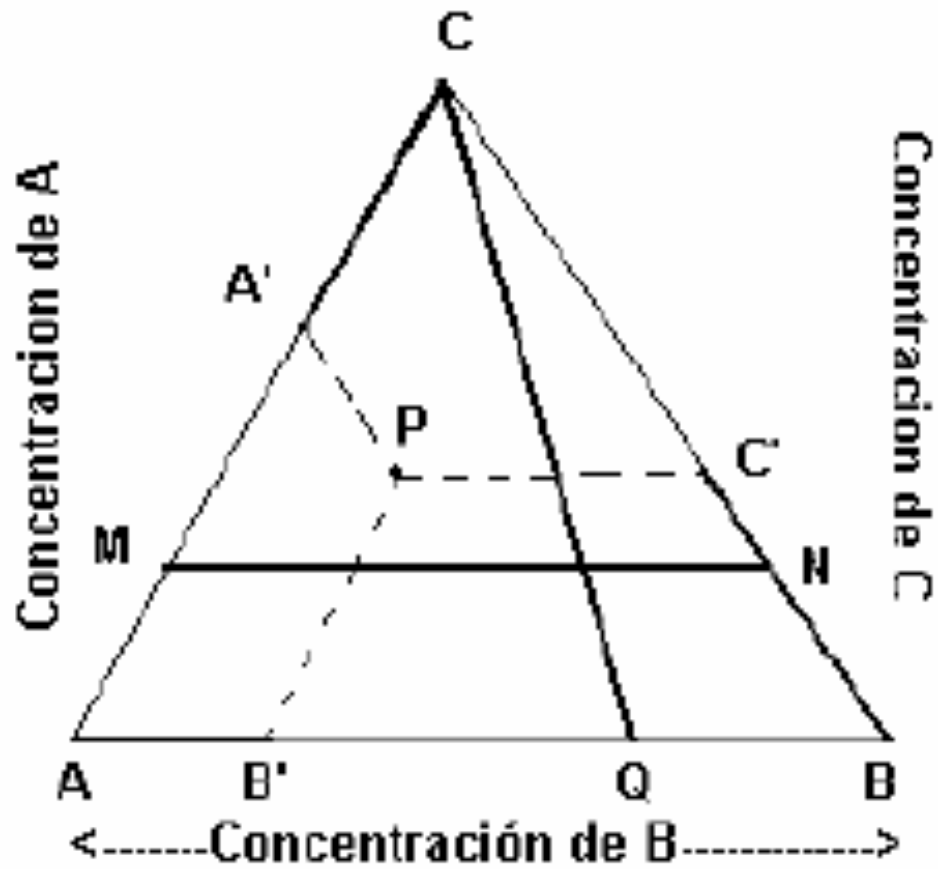
CG-8M - AISI 317

CF-8C - AISI 347

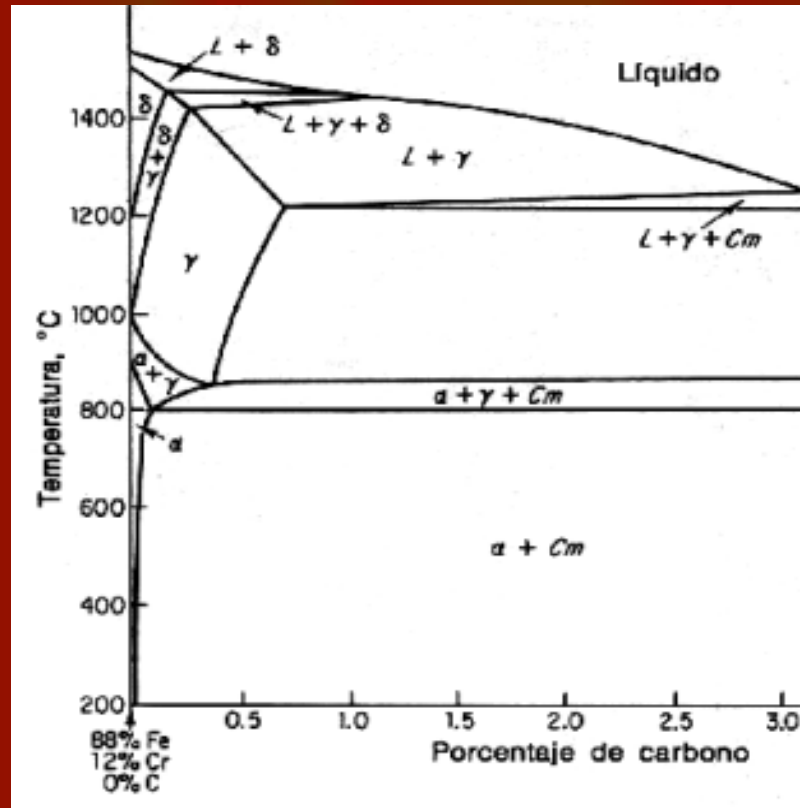
CH-20 - AISI 309

*COMO INFLUYEN  
LOS ELEMENTOS  
DE ALEACION  
EN LOS  
DIAGRAMA DE FASES*





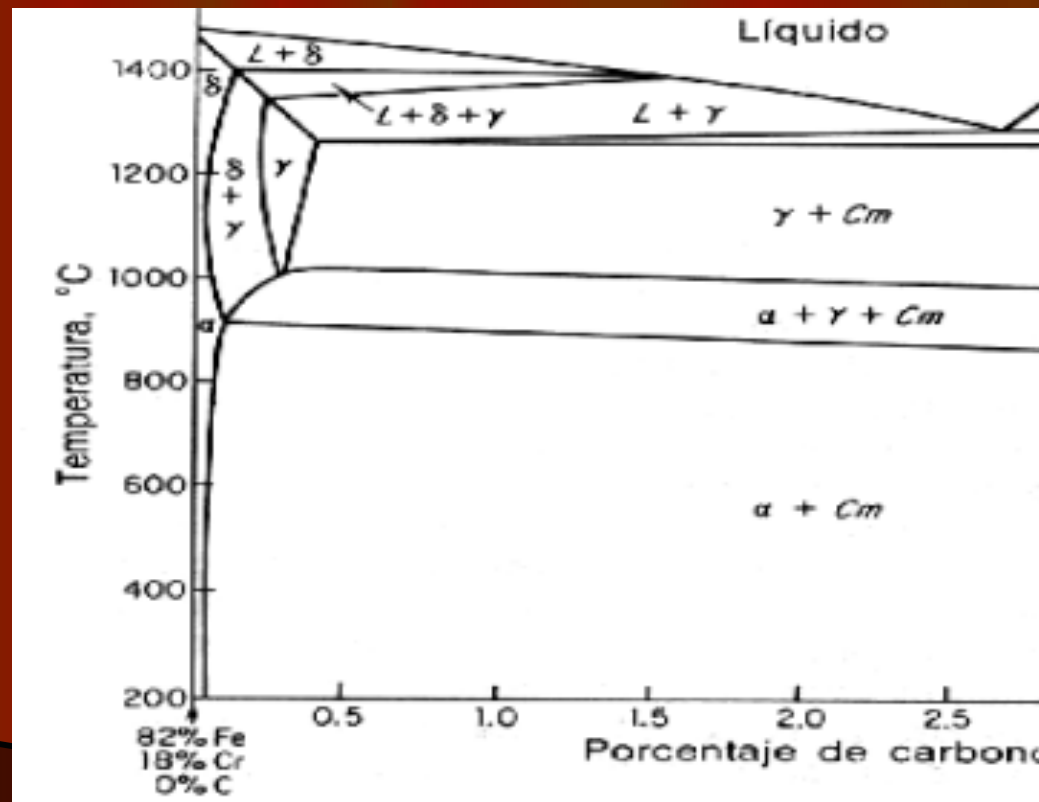
## Diagrama Cr 12% Y Carbono Variable



- Cuanto mas cromo se reduce el área austenítica y aumentan las temperaturas críticas.
- Con la cantidad de carbono adecuado, se pueden tratar térmicamente y obtener una estructura martensítica.

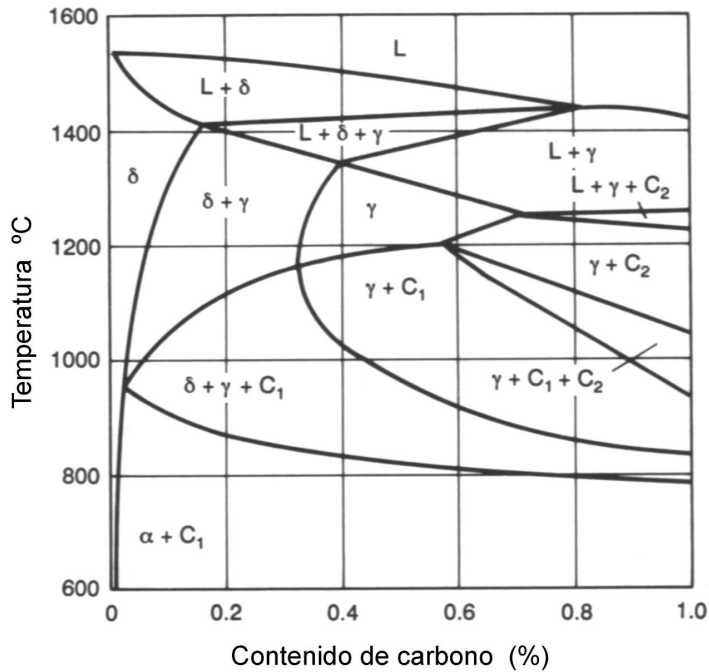
# ¿Cómo Incide El % De Carbono?

- Si el contenido de carbono es bajo no se formara austenita en el calentamiento.
- Si el contenido aumenta al calentar el acero esta en la zona  $\delta + \gamma$  alguna dureza resultara al templar.
- Si este aumenta mas al calentar tendremos  $\gamma + Cm$  el templado producirá dureza total.



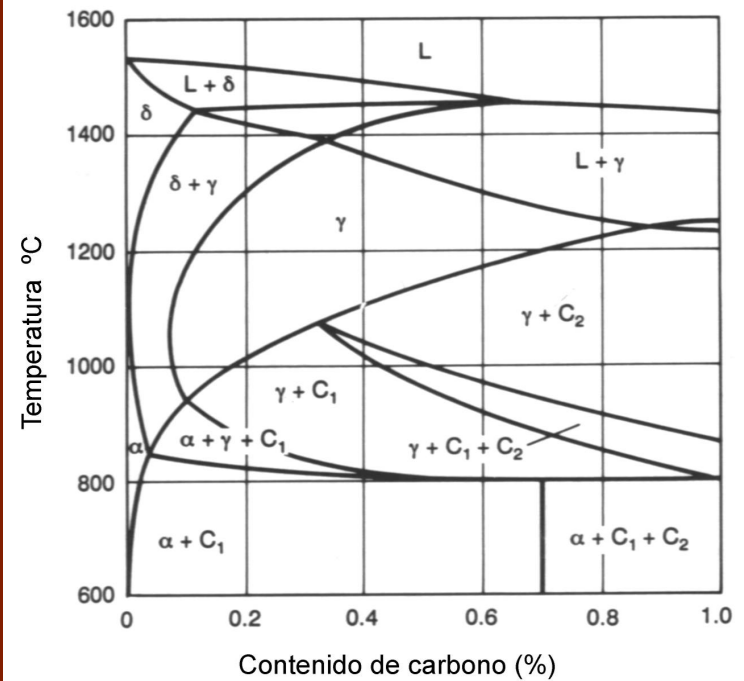
# Diagrama Fe – Cr – C

17 % Cr

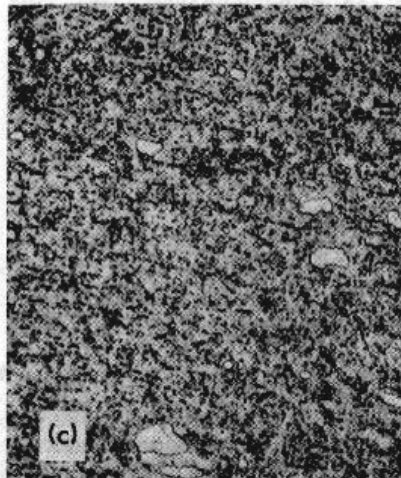
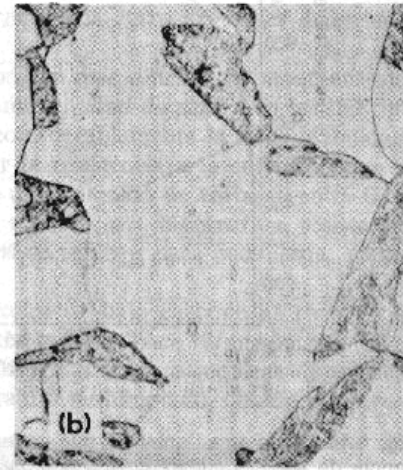
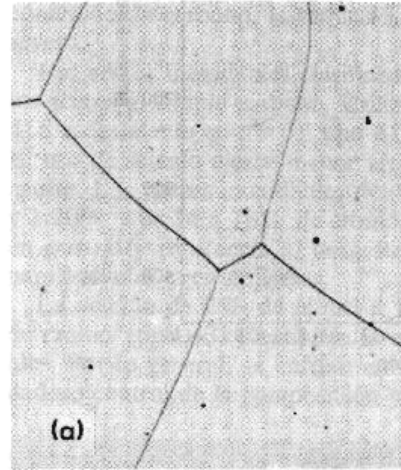


# Diagrama Fe – Cr – C

13 % Cr



# Micro Estructuras De Un Acero Al 18 % Cr. Y Carbono Variable



**Fig. 9.9** Microestructuras de un acero al 18% de cromo con contenido de carbono variable. a) 0.03% de carbono, templado en agua desde 2 100°F, atacado químicamente en 20% de HCl; estructura ferrítica. b) 0.075% de carbono, templado en agua desde 1 850°F y revenido a 1 000°F, atacado químicamente en ácido pícrico-HCl; ferrita (área clara) y producto de transformación (área más oscura). c) 0.65% de carbono templado en agua desde 1 850°F y revenido a 1 000°F, atacado químicamente en ácido pícrico-HCl; carburos sin disolver en una matriz de martensita revenida. Todas las ampliificaciones a 500x. (Research Laboratory, Universal-Cyclops Steel Corporation.)



# *Incidencia Del Niquel*

Produce modificaciones en el diagrama

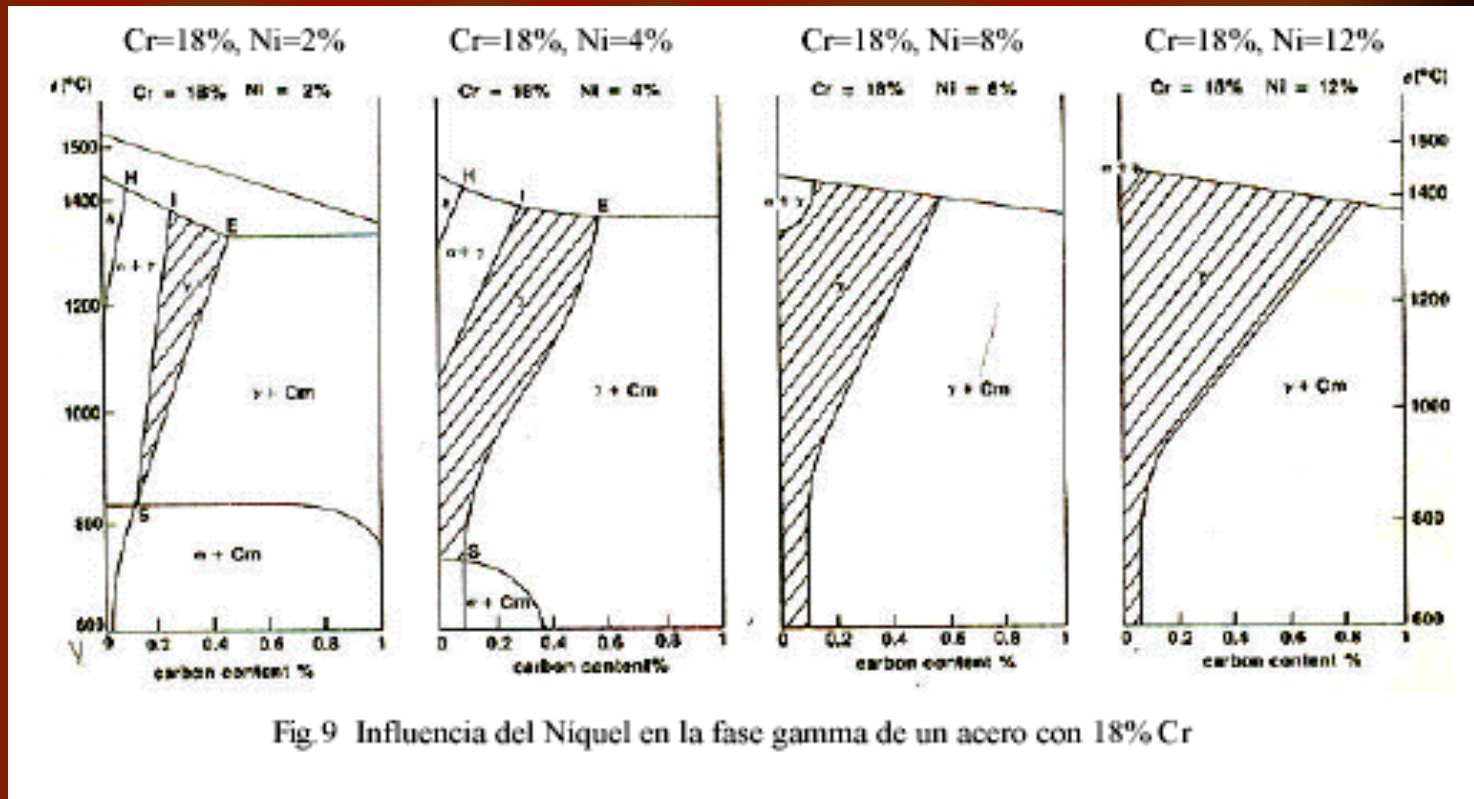
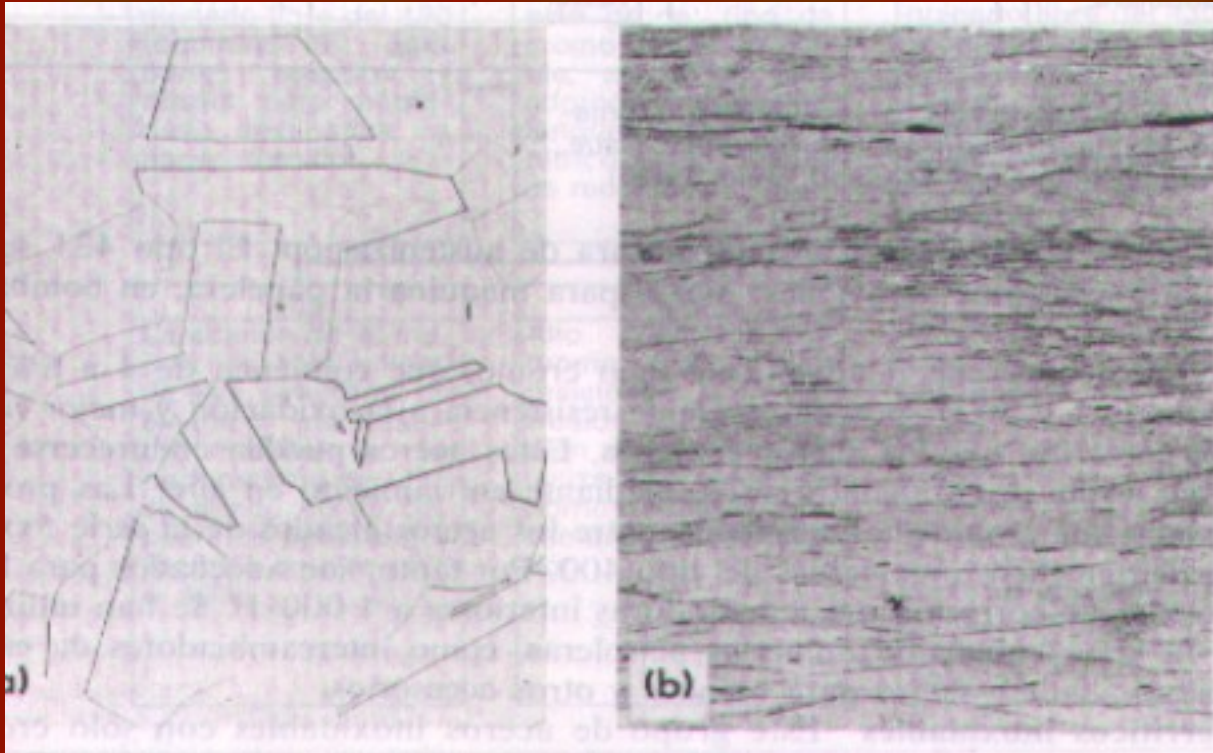


Fig 9 Influencia del Niquel en la fase gamma de un acero con 18% Cr

# *Estructura Austenitica*



- La austenita formada a alta temperatura es una fase particularmente estable.
- Se retiene después del recocido.

# *Los Tres Grandes Grupos*

*1-Aceros inox. Austeniticos* (resistentes a la corrosión)

*2-Aceros inox. Ferriticos* (resistentes a la corrosión, mas baratos)

*3-Aceros inox martensiticos* (dureza elevada)

# *1-Aceros Inoxidables Austeniticos*

- Cromo níquel 3xx.
- Cromo níquel manganeso 2xx.
- Contenido total de Ni y Cr. es de más o menos 23%
- No son magnéticos.
- No pueden ser endurecidos por tratamiento térmico son , muy dúctiles y presentan excelente soldabilidad
- Resistentes al impacto
- Difíciles de maquinar


## *Limitaciones de los austeníticos*



- **Precipitación de carburos**
- **Corrosión en medios clorados**
- **Formación de fase  $\sigma$**
- **Endurecimiento por deformación**
- **Formación de martensita**



## *Causas de la precipitación*

-  Calentamiento a altas temperaturas 425 a 870 °C
- Tiempo de permanencia
- Composición química

## *Consecuencia*



- **Formación de carburos  $M_{23}C_6$  (hasta 94 % de Cr)**
- **Sensibilización**
- **Corrosión del borde de grano**

## *Posibles remedios*

### **SELECCIÓN DEL MATERIAL**

- **Aceros de bajo carbono**
- **Aceros aleados con Ti o Nb**
- **Mayor contenido de cromo**

### **TRATAMIENTOS TERMICOS**

- **Disolución de carburos**
- **Difusión de cromo**





# *Aplicaciones Generales*

- equipos para la industria química y petroquímica
- equipos para la industria alimenticia y farmacéutica
- construcción civil
- Vajillas y utensilios domésticos

## *2-Aceros Inoxidables Ferriticos*

- Cromo 4xx.
- Los podemos encontrar con 14 a 27 % de cr
- No se endurecen por tratamiento térmico
- Son magnéticos
- Mediante trabajo en frío de pueden endurecer parcialmente, su máxima ductilidad y resistencia a la corrosión es en la condición de recocido.

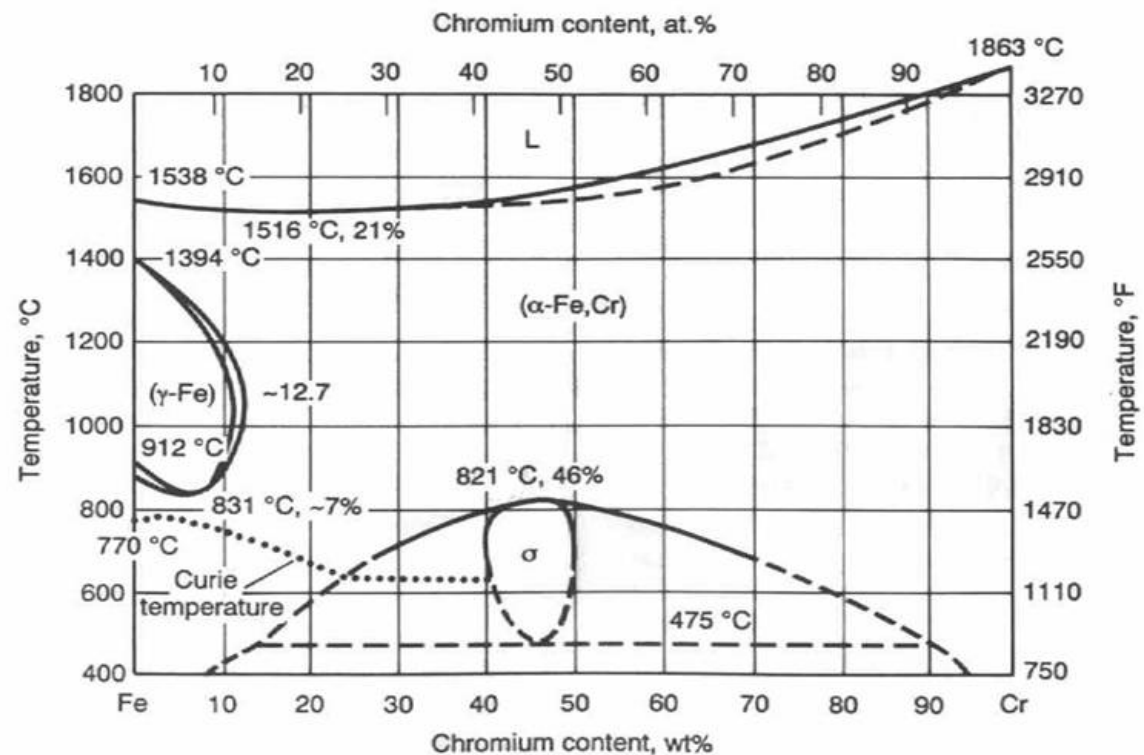
# Limitaciones de los ferríticos

- Precipitación de carburos
- Fragilización a 475 °C
- Crecimiento de grano.
- Fragilización-temperatura de transición
- Fragilización asociada a intersticiales
- Fragilización por hidrógeno
- Formación de fase sigma



# Fragilización a 475 °C

- Calentamiento a 475 °C
- Formación de fase  $\alpha'$  (61 % Cr)
- Tiempo de permanencia (cortos)



## *Remedio para la fragilización a 475 ° C*

- Recocido para redissolver la fase  $\alpha'$
- La temperatura de recocido está limitada por el crecimiento de grano

### Rango de temperaturas recomendados (° C)

405	S40500	650-815
409	S40900	870-925
430	S43000	705-790
430F	S43020	705-790
434	S43400	705-790
446	S44600	760-830
439	S43035	870-925



# *Aplicaciones*

- Electrodomésticos (cocinas heladeras microondas).
- Mostradores frigoríficos
- Monedas
- Industria automovilística
- cubiertos

## *3-Aceros Inoxidables Martensíticos*

- Cromo 4xx
- Tienen entre 11.5 y 18 % de cromo
- Son magnéticos
- Se pueden tratar térmicamente
- Pueden trabajarse en frío
- Se maquinan satisfactoriamente
- Gran resistencia a la corrosión atmosférica

## *Limitaciones de los aceros martensíticos*

- Fragilización por revenido
- Pobre conformabilidad
- Pobre soldabilidad
- Poco aptos a bajas o altas temperaturas



## *Metalurgia de los aceros martensíticos*

- Los aceros con estructura martensítica son obtenidos a partir de la transformación de austenita mediante enfriamiento que por lo general es rápido.
- Debido a que el contenido de elementos de aleación es alto (particularmente Cr) la velocidad requerida para la transformación no suele ser tan alta como en los aceros de baja aleación.
- La estructura de equilibrio de estos aceros a temperatura ambiente es ferrita + carburos. Debido a esto, la martensita puede ser transformada con lo cual se consigue modificar las propiedades mecánicas de la aleación.

# Obtención de martensita

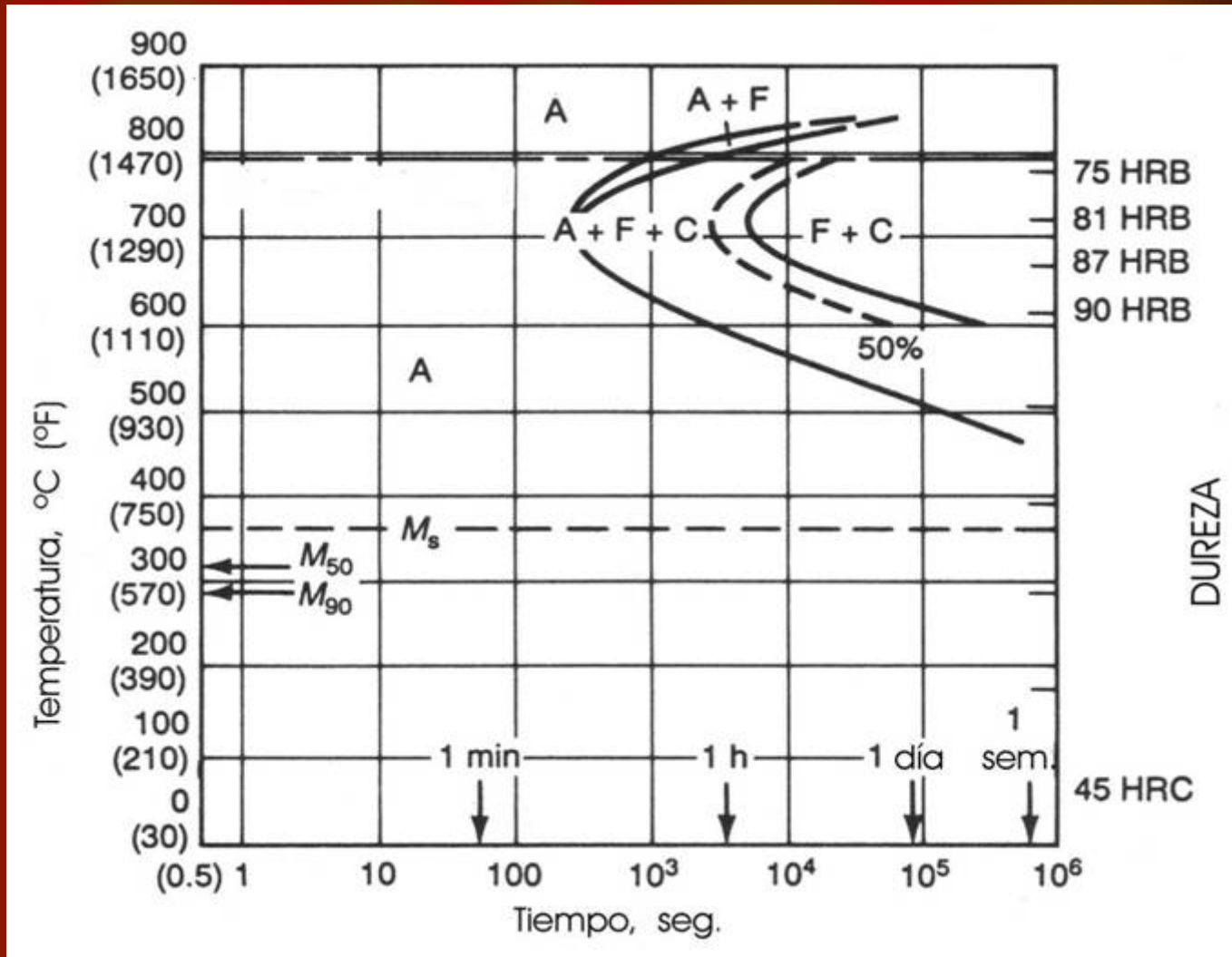
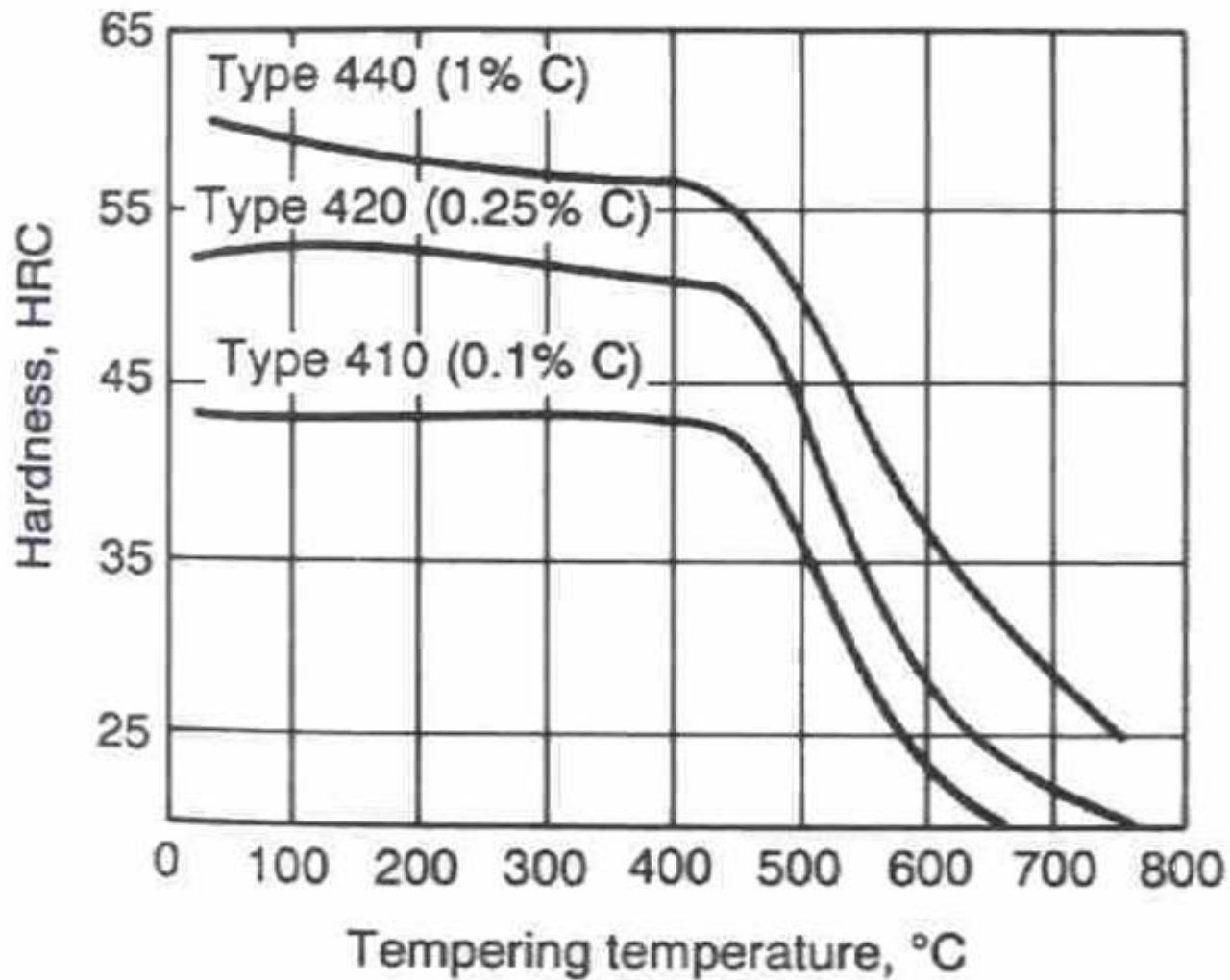


Diagrama TI para acero AISI 410

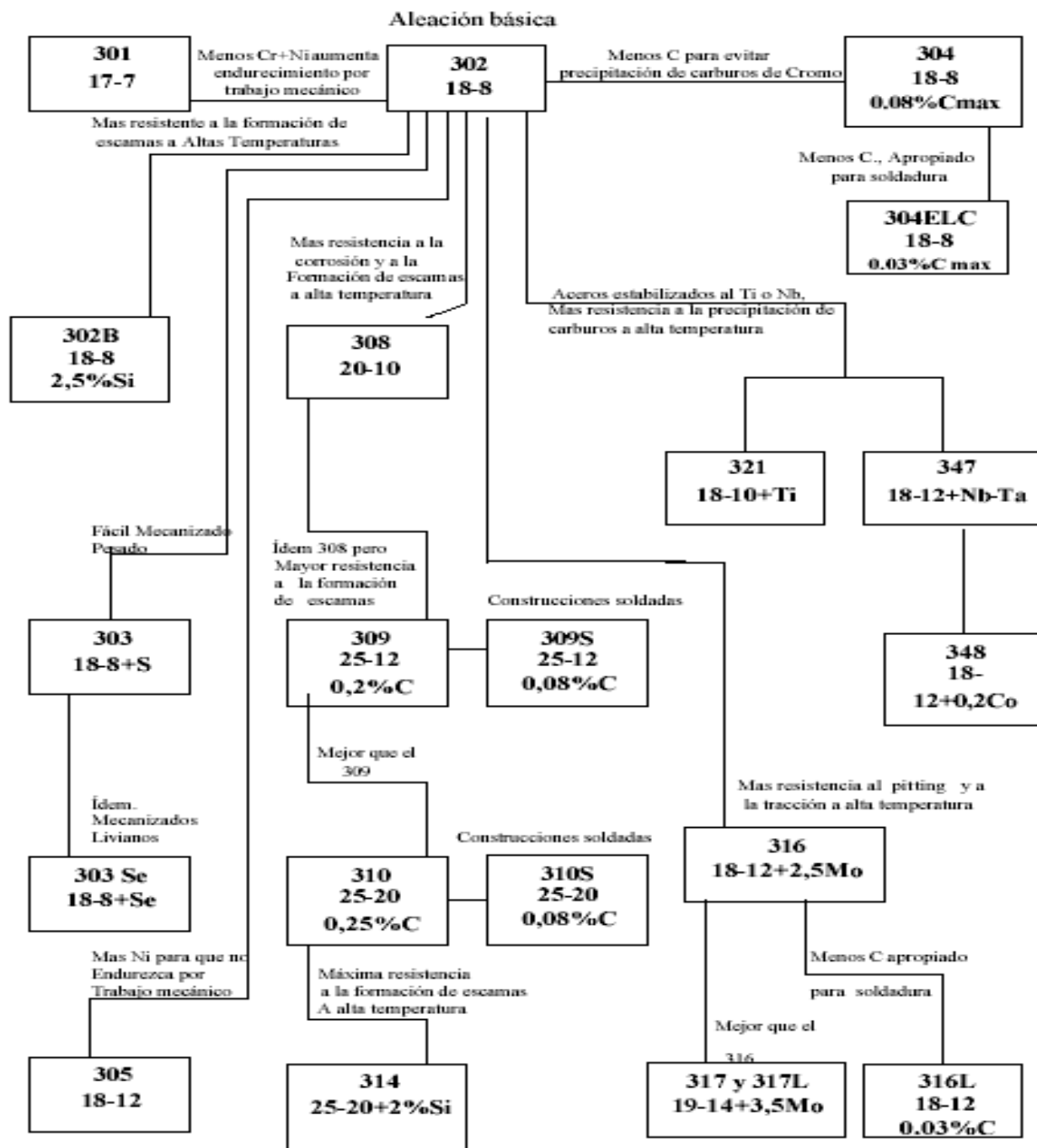
## *Respuesta al revenido de distintos aceros*



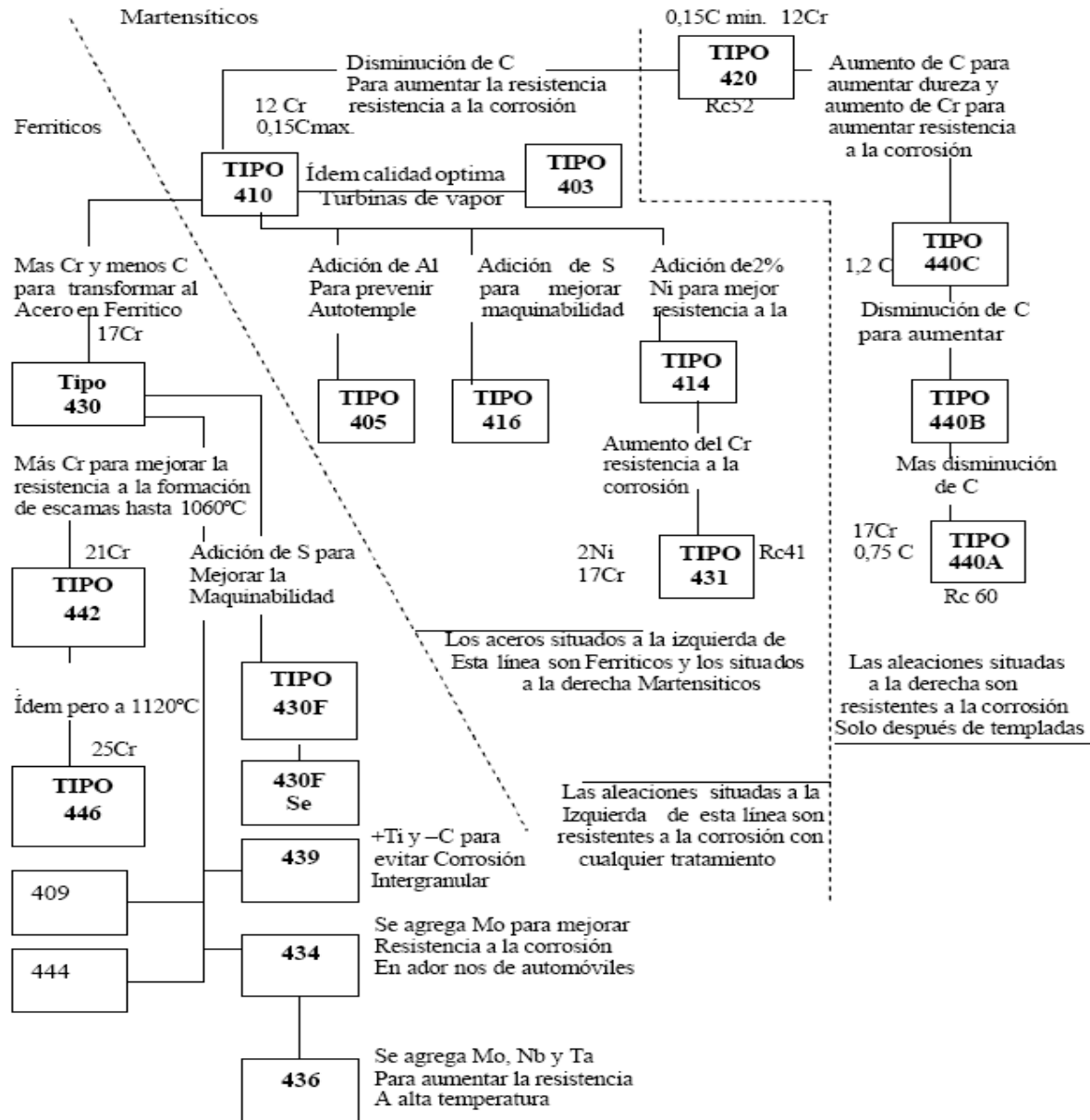
# *Usos Y Aplicaciones*

- Cuchillería
- Instrumentos quirúrgicos como bisturí y pinzas
- Cuchillos de corte
- Discos de freno

## 5.1 DESARROLLO DE LOS INOXIDABLES AUSTENITICOS



## 4.2 Desarrollo de los Aceros Inoxidables Ferríticos y Martensíticos



# *Aceros Inoxidables Endurecidos Por Precipitación*

17-7PH

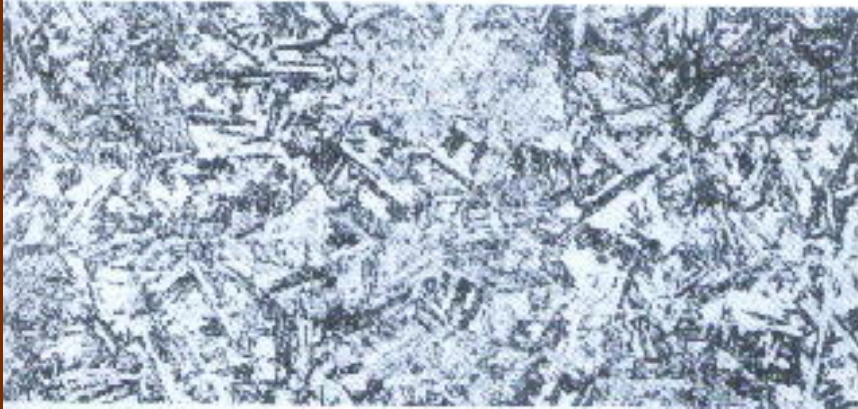
17-4PH

PH15-7MO

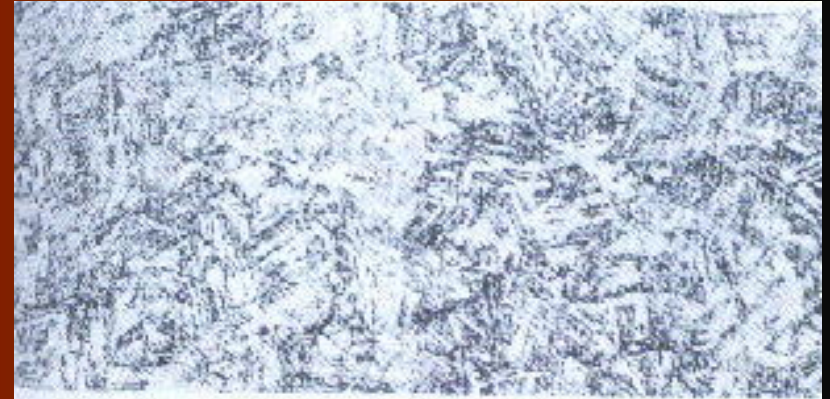
17-10P

- -aparecieron en la 2ª Guerra Mundial
- -menor contenido de níquel
- -generalmente se tratan con un recocido en acería
- -después de formados se envejecen para alcanzar el valor en dureza y resistencia deseados





**17-4PH t. Térmico a 1900°F**  
**Y enfriada en aire luego envejecida**  
**Durante 4 horas a 925°F**  
**y enfriada en aire**



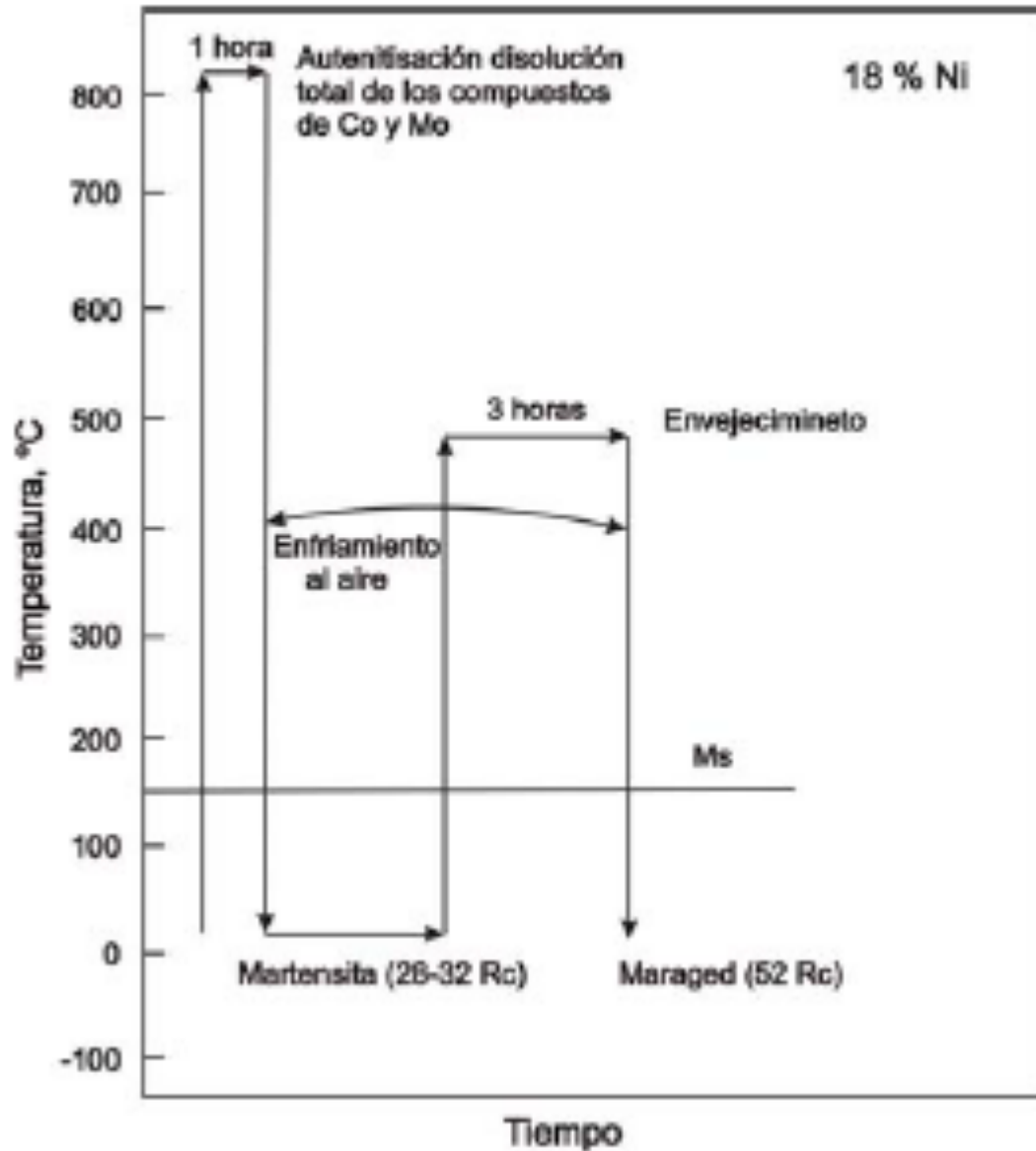
**Envejecida a 1100°F**

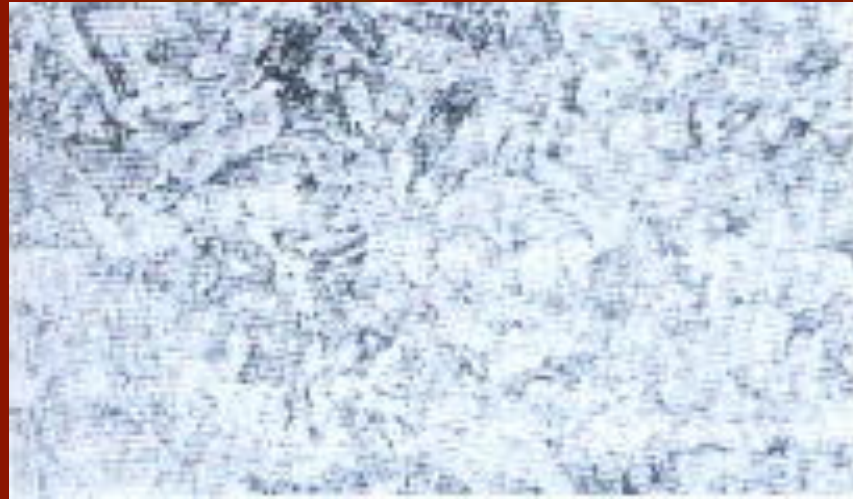


# *Aceros Marenevejecibles*

- Bajo contenido de carbono y 18 a 25 % de Ni
- Se pusieron a la venta en 1960
- Son martensíticos en el estado de recocido y alcanzan una ultra alta resistencia al ser envejecidos en las condiciones de recocido
- Son totalmente soldables
- Buena maquinabilidad

# Diagrama de un ciclo de Tratamiento Térmico





➤ Acero grado 250 al 18 % de níquel marenevejecido después de envejecer a 900 ° F durante 3 horas

## *Usos de los aceros mareñvejecidos*

- Puentes mecánicos livianos para usos militares
- Engranajes y ejes de usos especiales
- Dados y matricería
- Herramientas de corte especial
- Recubrimiento de cohetes y aviones supersónicos

### *Conclusiones*

Los aceros mareñvejecidos presentan excelentes propiedades tenacidad y resistencia además de poseer buena soldabilidad, pero su gran desventaja es su alto costo, lo que los hace ser aplicables a usos muy especiales, donde el costo no sea muy importante en virtud de los requerimientos buscados.

# *Aplicaciones de los aceros inoxidables*



# *Aplicaciones de los aceros inoxidables*

Cañerías de  
agua



Escaleras



Puertas



*DIFERENCIAS*

*ENTRE*

*DESCASCARRILLADO,*

*DECAPADO Y*

*PASIVADO*

# *DESCASCARILLADO*

- Eliminación de una gruesa capa de óxido visible en la superficie
- Se realiza en planta siderúrgica antes de entregar el acero
- Primero se desprende mecánicamente la cascarilla producto de la laminación y luego se retira la cascarilla suelta de la superficie



# DECAPADO

- Es la eliminación de una fina capa de metal de la superficie.
- Se utiliza para eliminar las manchas de termo coloración producidas por la soldadura que deja zonas empobrecidas en cromo

# *PASIVADO*

- Se suele producir de modo espontaneo, pero a veces es necesario usar ácidos oxidantes para favorecer el proceso.
- No se elimina metal de la superficie, sino que aumenta el espesor de la capa.
- En determinadas circunstancias los procesos de decapado y pasivado se pueden producir sucesivamente

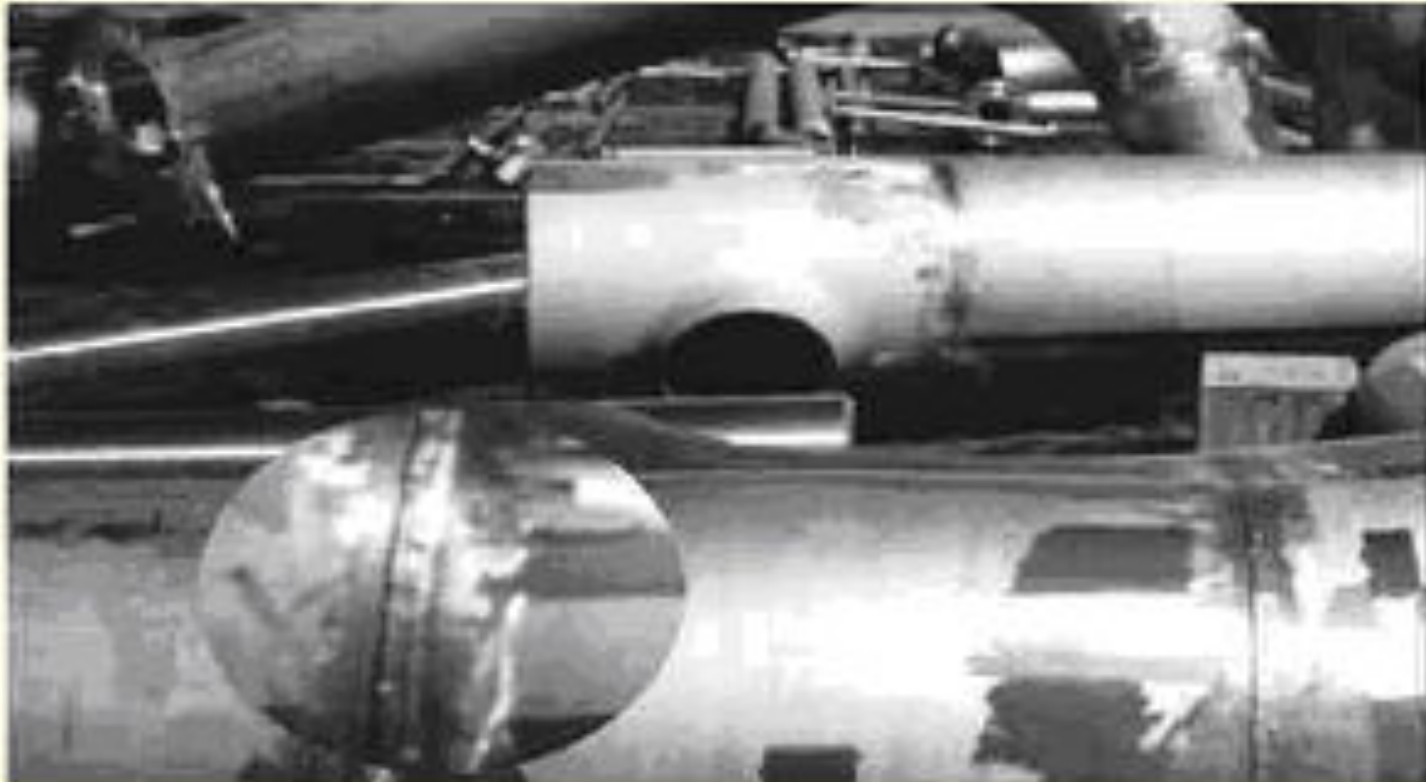



**Es muy importante tratar la mancha de termo coloración con la misma intensidad y atención en todas partes, incluso en partes de la construcción de difícil acceso.**

# *Decapado En Piezas Soldadas O Tratadas Térmicamente*



# *Aplicación De Ferri-tech*





**Decapado de cañerías de  
AP en Profertil - Bahía Blanca  
TECHINT**

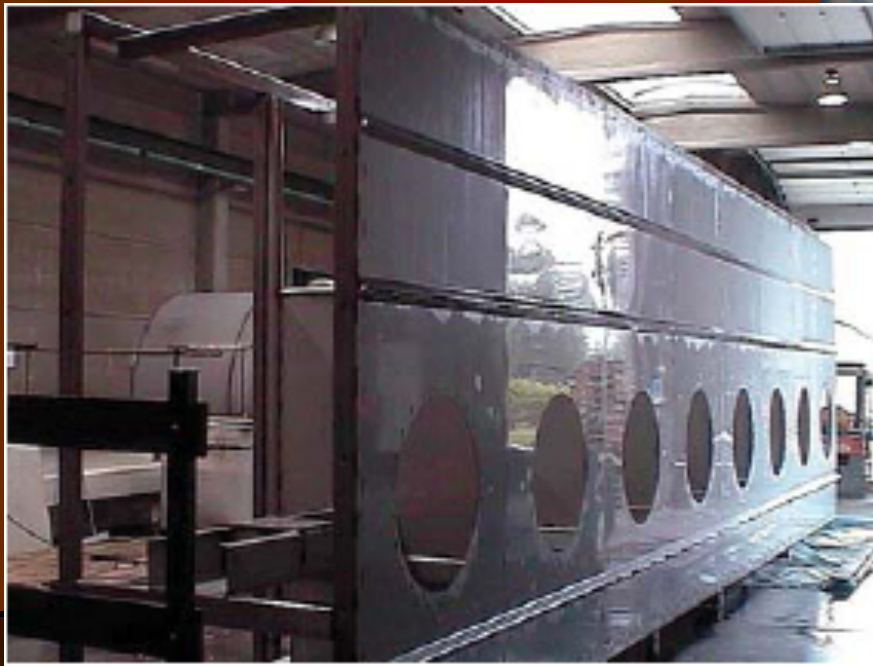


**La acción combinada de limpieza, decapado y pasivado produce una superficie uniforme.**

## Decapado por inmersión en tanque:

Si las dimensiones de la pieza fabricada se ajustan a las dimensiones del tanque, la pieza entera puede ser sumergida en el tanque para su decapado.

La temperatura y duración de la inmersión afectan al resultado del proceso de decapado.



## Decapado por aspersion:

Este proceso ofrece la ventaja de su ejecución en el lugar habitual, pero exige los procedimientos adecuados de seguridad y eliminación de ácido.