



CLASIFICACION DE LOS ACEROS



EL ACERO

- ⦿ Es una aleación de hierro y carbono, que puede contener otros elementos, en la que el contenido de carbono oscila entre 0.008 a 1.7%.



Nomenclatura de los Aceros

- ⦿ ASTM(American Society for Testing and Materials),
- ⦿ AISI (American Iron and Steel Institute),
- ⦿ ASME(American Society of Mechanical Engineers),
- ⦿ SAE(Society of Automotive Engineers),
- ⦿ ANSI(American National Standards Institute),
- ⦿ ACI(Alloy Casting Institute),
- ⦿ AWS(American Welding Society).

NOMENCLATURA ASTM

En el caso de las normas ASTM se puede hablar de **Grado, Clase o Tipo** de Acero.

El esquema general que esta norma emplea para la numeración de los tipos de aceros es: **YXX, donde Y puede ser:**

A: si se trata de especificaciones para aceros;

B: especificaciones para no ferrosos;

C: especificaciones para hormigón, estructura civiles;

En las clases, el código numérico indica la tensión de ruptura en Ksi (1.000 psi).

Dentro del sistema ASTM se pueden identificar normas que para ciertos usos clasifican los aceros en grados utilizando las letras A, B, C....donde el contenido de C y resist. mecánica aumentan en ese orden.

NOMENCLATURA AISI-SAE

- ⦿ Como la microestructura del acero determina la mayoría de sus propiedades y aquella está determinada por el tratamiento y la composición química; uno de los sistemas más generalizados en la nomenclatura de los aceros es el que está basado en su composición química.

NOMENCLATURA AISI-SAE

- En el sistema S.A.E. - A.I.S.I, los aceros se clasifican con cuatro dígitos XXXX. Los primeros dos números se refieren a los dos elementos de aleación mas importantes y los dos o tres últimos dígitos dan la cantidad de carbono presente en la aleación. Un acero 1040 AISI es un acero con 0.4%C; un acero 4140 AISI, es un acero aleado que contiene 0.4%C, el 41 indica la presencia de otros elementos aleantes (Cr-Mo).

NOMENCLATURA AISI-SAE

- ⦿ Las convenciones para el primer dígito son:
 - 1 - MANGANESO
 - 2 - NIQUEL
 - 3 - NIQUEL-CROMO, principal aleante el cromo
 - 4 - CROMO-MOLIBDENO
 - 5 - CROMO
 - 6 - CROMO-VANADIO, principal aleante el cromo
 - 8 - NIQUEL-CROMO-MOLIBDENO, principal aleante el molibdeno
 - 9 - NIQUEL-CROMO-MOLIBDENO, principal aleante el níquel.

NOMENCLATURA AISI-SAE

- ⦿ No hay aceros numerados 7xxx porque estos aceros resistentes al calor prácticamente no se fabrican.
- ⦿ Si el primer número es 1 se sabe que es un acero al carbono; si el dígito siguiente es el 0, o sea que la designación es 10xx, se trata de un acero ordinario al carbono.

NOMENCLATURA AISI-SAE

Ejemplos:

AISI 1020:

1: para indicar que se trata de un acero corriente u ordinario;

0: no aleado;

20: para indicar un contenido máx. de carbono (C) del 0.20%.

AISI C 1020:

C: indica que el proceso de fabricación fue un horno por arco eléctrico básico.

AISI 3215:

3: acero al Níquel-Cromo;

2: contenido del 1.6% de Ni, 1.5% de Cr;

15: contenido del 0.15% de carbono (C).

AISI 4140:

4: acero aleado (Cr-Mo);

1: contenido del 1.1% de Cr, 0.2% de Mo;

40: contenido del 0.40% de carbono (C).

NOMENCLATURA AISI-SAE Inoxidables

Son aleaciones con un porcentaje de Cr superior al 12%. El cromo crea una capa de óxido que pasiva la superficie impidiendo la corrosión.

AISI inoxidables: YXX

Y: Serie 400 (para inoxidables Martensíticos y Ferríticos), Serie 300 y 200 (para Austeníticos)

XX: no depende de la composición

Martensíticos: Res. Corrosión Moderada. AISI 420

Ferríticos: Res. Corrosión $>$ Mart. y $<$ Aust. AISI 430

Austeníticos: Mayor Res. Corrosión. AISI 316 y 202. Serie 200 reemplaza Ni por Mn

SISTEMA UNS-Sistema Numérico Unificado

Tiene código alfanumérico que comienza con una letra seguida de 5 dígitos, indica composición.

AISI 304 equivale a UNS S30400

Los aceros al carbono, UNS G10200

CLASIFICACION DE LOS ACEROS

Principalmente los aceros se clasifican en:

- ⦿ Aceros al carbono.
- ⦿ Aceros herramientas.
- ⦿ Aceros aleados.
- ⦿ Aceros inoxidables.

CLASIFICACION DE LOS ACEROS

DIAGRAMA Fe-C

TIPOS DE ACERO:

Desde el punto de vista comercial, los aceros se pueden clasificar en:

- Aceros con bajo contenido en carbono.
- Aceros medios en contenido en carbono.
- Aceros con alto contenido en carbono.

- **Aceros con bajo contenido en carbono:** constituyen la mayor parte de todo el acero empleado. Contienen menos del 0,25% en peso de carbono, no responden a tratamiento térmico para obtener martensita (temple) y se pueden endurecer por acritud. La microestructura que presentan es ferrita y perlita por lo que son relativamente blandos y poco resistentes, pero con extraordinaria ductilidad y tenacidad. En el HSLA, la adición de elementos como Cu, V, Ni y Mo mejora mucho su resistencia mecánica que puede aumentar aplicando un tratamiento térmico adecuado, poseen alto límite elástico, baja temperatura de transición dúctil-frágil y fácil mecanizado. Estos aceros se emplean en componentes donde la resistencia mecánica es crítica: puentes, torres, columnas de soporte de edificios altos, recipientes a presión, bastidores de camiones y vagones de tren.

➤ **Aceros medios en contenido en carbono:**

Contienen entre 0,25% y el 0,60% en peso de carbono. Estos aceros pueden ser tratados térmicamente mediante austenización, temple y revenido para mejorar sus propiedades mecánicas. La microestructura es, generalmente, martensita revenida. La adición de elementos como Cr, Ni y Mo facilita el tratamiento térmico de estos aceros que, en ausencia de estos elementos es más difícil. Son más resistentes que los aceros bajos en carbono pero menos dúctiles y maleables. Se suelen utilizar para fabricar ruedas de trenes, cigüeñales, pernos, engranajes, y componentes estructurales que necesitan alta resistencia mecánica y al desgaste y tenacidad.

➤ Aceros con alto contenido en carbono:

Contienen entre 0,60% y 1,4% de peso en carbono. Son más duros y resistentes (menos dúctiles) que los otros aceros al carbono. Casi siempre se utilizan con tratamientos de templado y revenido que los hacen muy resistentes al desgaste y capaces de adquirir la forma de herramienta de corte.

Generalmente, contienen Cr, V, W y Mo que dan lugar a las formación de carburos muy duros y resistentes al desgaste.

Se utilizan para herramientas de corte, matrices para fabricar herramientas de herrería y carpintería. Por ejemplo: cuchillos, navajas, hojas de sierra, brocas de cemento, corta tubos, muelles e hilos de gran resistencia, etc.

ACEROS SEMIDUROS LAMINADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PIEZAS DE MAQUINARIA EN GENERAL.

- Los aceros ordinarios con entre 0.25 y 0.70% de C que se emplean en estado bruto de forja o laminación se suelen emplear para piezas de maquinaria en general
- Aceros de 0.30% de C. Ejes para vagones, ruedas, piezas de maquinaria, etc. (R=57 Kg/mm², A = 23%)
- Aceros de 0.40% e C. Elementos de maquinas y motores, alambres para cables, ejes para locomotoras, etc. (R = 65 Kg/mm², A = 19%)
- Aceros de 0.50% de C. Bandejas, alambres, flejes, herramientas agrícolas forjadas etc. (R = 74 Kg/mm², A=17%).
- Aceros de 0.60% de C. Para fleje duro, alambre, herramientas para agricultura, etc. (R = 82 Kg/mm², A = 15%).

ACEROS AL CARBONO DE ALTA MAQUINABILIDAD (RESULFURADOS)

- ⦿ Esta clase de aceros se usa en aquellos casos donde se desea una maquinabilidad mejor que la de los aceros al carbono. Se logran costos más bajos aumentando la producción con mayores velocidades de maquinado y mejor vida de la herramienta, o eliminando operaciones secundarias a través de una mejoría en la superficie terminada. La adición de azufre ocasiona algún sacrificio en las propiedades de soldabilidad, forja y conformación en frío.

ACEROS HERRAMIENTAS

- ⦿ En este grupo se incluyen todos los aceros que normalmente se emplean para la fabricación de útiles o herramientas destinados a modificar la forma, tamaño y dimensiones de los materiales por cortadura, por presión o por arranque de viruta.
- ⦿ Los aceros de herramientas tienen generalmente un contenido en carbono superior a 0.30%, aunque a veces también se usan para la fabricación de ciertas herramientas, aceros de bajo contenido en carbono (0.1 a 0.30%).

ACEROS HERRAMIENTAS

En esta clase se pueden distinguir cuatro principales clasificaciones:

- ⦿ Aceros al carbono.
- ⦿ Aceros rápidos.
- ⦿ Aceros indeformables.
- ⦿ Aceros al corte no rápido

ACEROS AL CARBONO

- ⦿ Para la fabricación de herramientas para los usos más diversos, se emplean aceros sin elementos de aleación con porcentajes de carbono variables de 0.50 a 1.40%. Para herramientas que deban tener gran tenacidad como martillos y picas, se emplean medios contenidos en carbono 0.50 a 0.70%. Para herramientas de corte como brocas, cuchillas, y limas; calidades intermedias de 0.70 a 1%. Para conseguir en cada caso la máxima dureza, deben ser templados en agua.

ACEROS RAPIDOS

- ⦿ La característica fundamental de estos aceros es conservar su filo en caliente, pudiéndose trabajar con las herramientas casi al rojo (600°) sin disminuir su rendimiento. Algunas composiciones típicas de los aceros rápidos son: C = 0.75%, W = 18%, Cr = 4% y V = 1% ; otra C = 0.75%, W = 18%, Co = 4% y V = 1.25%.

ACEROS INDEFORMABLES

- ⦿ Reciben este nombre los aceros que en el temple no sufren casi deformaciones y con frecuencia después del temple y revenido quedan con dimensiones prácticamente idénticas a las que tenían antes del tratamiento. Esto se consigue empleando principalmente el cromo y el manganeso como elementos de aleación. Estos aceros templan con un simple enfriamiento al aire o en aceite. Composiciones típicas: C = 2% y Cr = 12%; C = 1% y Cr = 5% y otra C = 1% y Mn = 1%.

ACEROS ALEADOS

- ⦿ Se da el nombre de aceros aleados a los aceros que además de los cinco elementos: carbono, silicio, manganeso, fósforo y azufre, contienen también cantidades relativamente importantes de otros elementos como el cromo, níquel, molibdeno, etc., que sirven para mejorar alguna de sus características fundamentales.

ACEROS ALEADOS

- ⦿ Los elementos de aleación que más frecuentemente suelen utilizarse para la fabricación de aceros aleados son: níquel, manganeso, cromo, vanadio, wolframio, molibdeno, cobalto, silicio, cobre, titanio, circonio, plomo, Selenio, aluminio, boro y Niobio.
- ⦿ La influencia que ejercen esos elementos es muy variada, y, empleados en proporciones convenientes, se obtienen aceros con ciertas características que, en cambio, no se pueden alcanzar con los aceros ordinarios al carbono.

CLASIFICACION DE LOS ACEROS ALEADOS

Aceros en los que tiene una gran importancia la templabilidad:

- Aceros de gran resistencia
- Aceros de cementación
- Aceros de muelles
- Aceros indeformables

CLASIFICACION DE LOS ACEROS ALEADOS

Aceros de construcción:

- Aceros de gran resistencia
- Aceros de cementación
- Aceros para muelles
- Aceros de nitruración
- Aceros resistentes al desgaste
- Aceros para imanes
- Aceros para chapa magnética
- Aceros inoxidable y resistentes al calor

CLASIFICACION DE LOS ACEROS ALEADOS

Aceros de herramientas:

- Aceros rápidos
- Aceros de corte no rápidos
- Aceros indeformables
- Aceros resistentes al desgaste
- Aceros para trabajos de choque
- Aceros inoxidable y resistentes al calor.

ACEROS INOXIDABLES

Los Aceros Inoxidables son una gama de aleaciones que contienen un mínimo de 11% de Cromo. El Cromo forma en la superficie del acero una película pasivante, extremadamente delgada, continua y estable. Esta película deja la superficie inerte a las reacciones químicas. Esta es la característica principal de resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables.

NOMENCLATURA AISI-SAE Inoxidables

Son aleaciones con un porcentaje de Cr superior al 12%. El cromo crea una capa de óxido que pasiva la superficie impidiendo la corrosión.

AISI inoxidables: YXX

Y: Serie 400 (para inoxidables Martensíticos y Ferríticos), Serie 300 y 200 (para Austeníticos)

XX: no depende de la composición

Martensíticos: Res. Corrosión Moderada. AISI 420

Ferríticos: Res. Corrosión $>$ Mart. y $<$ Aust. AISI 430

Austeníticos: Mayor Res. Corrosión. AISI 316 y 202. Serie 200 reemplaza Ni por Mn

Al aumentar el riesgo de corrosión es necesario aumentar la concentración de Cr aunque el aumento de resistencia a la corrosión no tiene por que ser proporcional. Con 18% de Cr el acero puede soportar las mas rigurosas condiciones atmosféricas, 18-8, AISI 304. Los Inoxidables no son atacados por el ácido nítrico u otros ácidos oxidantes, sino que estos ácidos facilitan la formación de la película protectora. Estos aceros no resisten la presencia de ácidos reductores como el ácido clorhídrico o fluorhídrico, y son atacados por las sales de ellos (cloruros, fluoruros, bromuros y yoduros). La corros. no es uniforme, es localiz., por picaduras o bajo tensión.

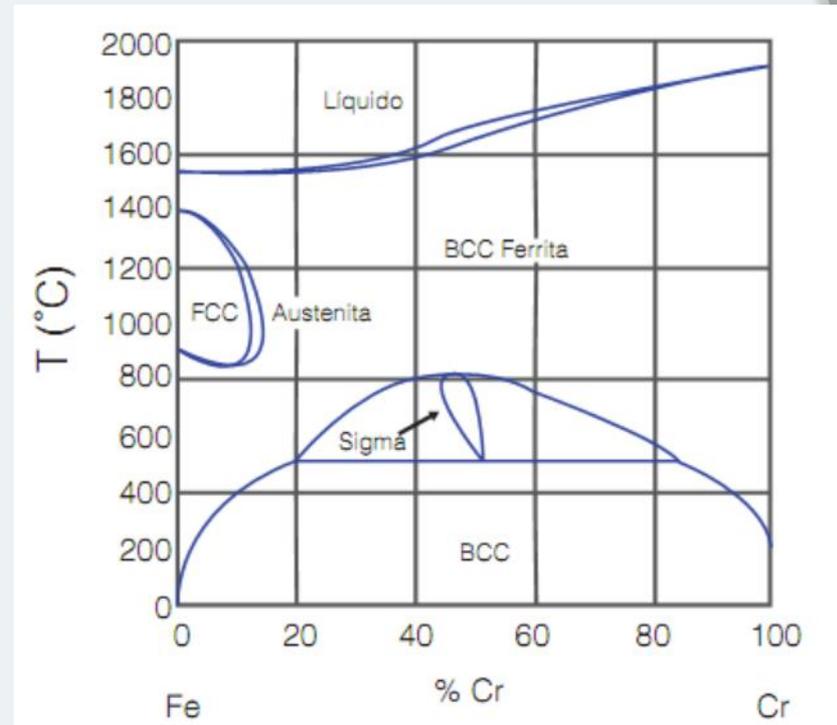
ACEROS INOXIDABLES

La selección de los aceros inoxidable puede realizarse de acuerdo con sus características:

- Resistencia a la corrosión y a la oxidación a temperaturas elevadas.
- Propiedades mecánicas del acero.
- Características de los procesos de transformación a que será sometido.
- Costo total (reposición y mantenimiento).
- Disponibilidad del acero.

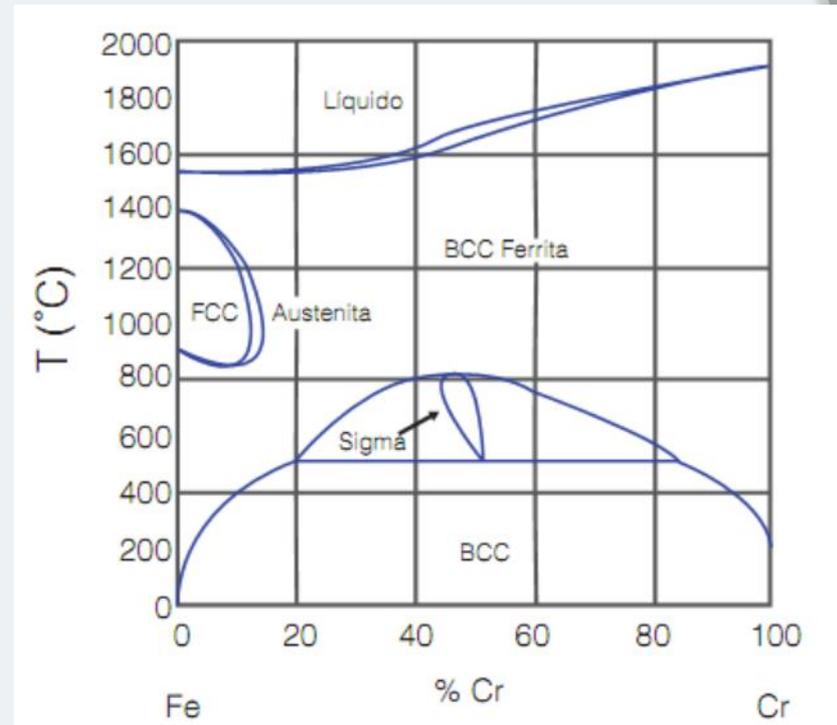
ACEROS INOXIDABLES

El diagrama de equilibrio estable Cr-Fe presenta los diferentes tipos de aceros inoxidable: ferríticos, martensíticos, austeníticos, dúplex y endurecibles por precipitación.



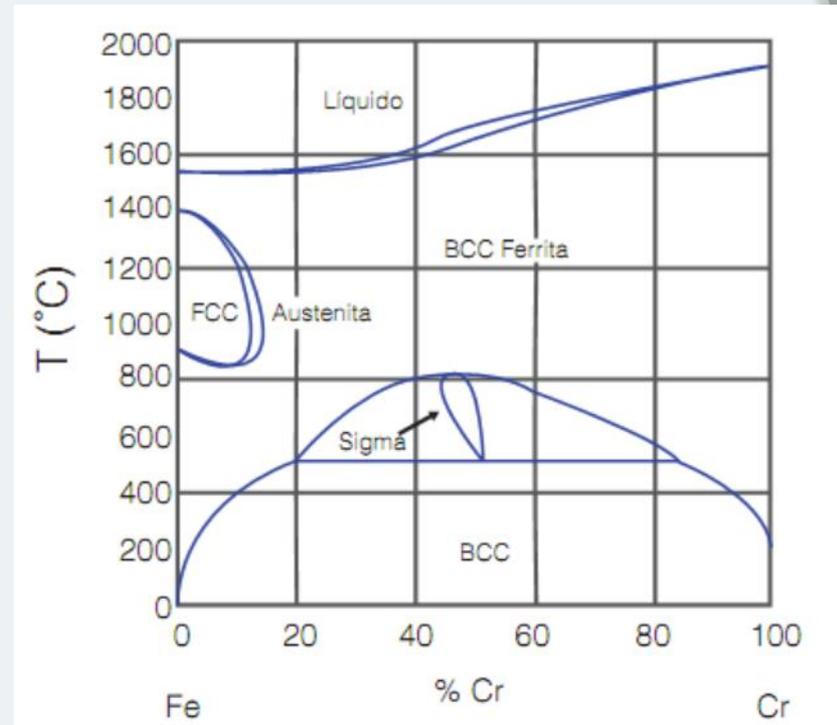
ANALISIS DEL DIAGRAMA

Las aleaciones hierro-cromo, con menos de 12% de cromo, transforman su estructura ferrítica a austenítica (fase gamma, γ) durante el calentamiento. Por enfriamiento rápido hasta la temperatura ambiente, conseguiremos transformar la Austenita en Martensita (aceros inoxidables martensíticos).



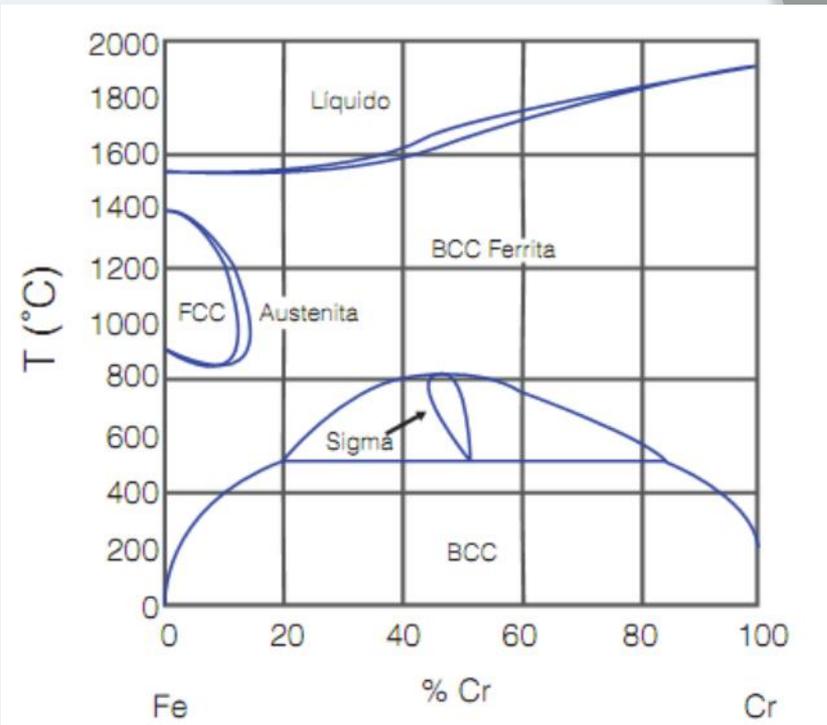
ANALISIS DEL DIAGRAMA

Las aleaciones de hierro con contenidos de cromo entre 12 y 13% forman a elevadas temperaturas estructuras bifásicas (α y γ) que enfriadas rápidamente a temperatura ambiente, presentarán una estructura formada por Ferrita y Martensita (aceros ferríticos-martensíticos).



ANALISIS DEL DIAGRAMA

Las aleaciones hierro-cromo con más de 13% de Cr, mantienen su estructura ferrítica, desde temperatura ambiente hasta el punto de fusión. Durante el calentamiento, dicha estructura no atraviesa el campo austenítico (fase gamma), luego no puede austenizarse y posteriormente templarse para formar Martensita. Estos corresponden a los denominados aceros inoxidable ferríticos. Es importante limitar el contenido de carbono para prevenir que el campo gamma se expanda y prevenir la formación de Martensita



Aceros Inoxidables Austeníticos

- ⦿ La clase austenítica contiene níquel como segundo elemento principal de aleación. El Ni se utiliza para suprimir la transformación de la Austenita y hacerla estable incluso a temperatura ambiente y más baja. Así, cuando el níquel se agrega al acero inoxidable en cantidades suficientes, la estructura cambia a Austenita.
- ⦿ Los metales de aporte serie 300 de acero inoxidable Austenítico (contenido de carbono de 0,08 a 0,12%, Cromo de 18 a 26 %, y Níquel de 3 a 20% y además puede contener Molibdeno) se utilizan en la mayor parte de las aplicaciones de soldadura ya que ellos son mucho más soldables que los aceros inoxidables ferríticos, martensíticos o de endurecimiento por precipitación.

Aceros Inoxidables Austeníticos

Esta familia se divide en dos categorías:

- ⦿ SERIE 300 AISI.- Aleaciones cromo-níquel
- ⦿ SERIE 200 AISI.- Aleaciones cromo-manganeso-nitrógeno

Aceros Inoxidables Austeníticos

- ⦿ Elevada resistencia a la corrosión en una amplia gama de ambientes corrosivos, generalmente mejor que la de los aceros Martensíticos o Ferríticos, pero son vulnerables al agrietamiento por corrosión bajo tensiones (SCC) en ambientes de cloruro.
- ⦿ Excelente soldabilidad, mejor que los grados Ferríticos y Martensíticos.
- ⦿ Sobresaliente maleabilidad y ductilidad, mejor que los grados Ferríticos y Martensíticos.
- ⦿ Muy buenas propiedades criogénicas y buena resistencia a alta temperatura. La plasticidad de la estructura de la Austenita, transmite a estos aceros, su tenacidad, reducción en área y excelente resistencia al impacto aun a temperaturas criogénicas.

Aceros Inoxidables Austeníticos

- Endurecible solamente por trabajo en frío. Los aceros inoxidables Austeníticos no pueden ser templados para obtener Martensita, ya que el Níquel estabiliza la Austenita a temperatura ambiente e incluso por debajo de ella.
- Comparado con el acero al carbono posee menor punto de fusión, menor conductividad térmica, mayor resistencia eléctrica y coeficientes de expansión térmica aproximadamente 50% mayores.
- Las características magnéticas de los metales de aporte de acero inoxidable austenítico varían desde no magnéticos como en los Tipos 310, 320 y 330 completamente austeníticos a notablemente magnéticos como en el Tipo 312, que contiene más de un 25% de Ferrita. La mayoría de los aceros inoxidables austeníticos comunes tales como 308(L), 309(L), 316(L) y 347 son levemente magnéticos debido a la presencia de algo de Ferrita.

Aceros Inoxidables Austeníticos - Aplicaciones

- ⦿ Algunos aceros completamente austeníticos pueden ser usados a temperaturas tan bajas como -270°C .
- ⦿ Usos arquitectónicos.
- ⦿ Tanques soldados para el almacenamiento de sustancias químicas orgánicas (347).
- ⦿ Hornos de recocido, partes para turbinas de gas e intercambiadores de calor (330).
- ⦿ Intercambiadores de calor, prótesis temporarias (316L).
- ⦿ Equipos para el procesamiento de alimentos, farmacéuticos, fotográficos, textil (316).

Aceros Inoxidables Austeníticos - Aplicaciones

- ⦿ Calentadores de aire, equipos para tratamientos térmicos de aceros (309/309S).
- ⦿ Reducción de carbono para evitar la corrosión intergranular en la soldadura (304L).
- ⦿ Equipo químico de procesos, manejo de alimentos y equipos para hospitales (304).
- ⦿ Conectores, cerraduras, tuercas y tornillos, partes maquinadas, partes para bombas (303).

Aceros Inoxidables Ferríticos

- Se caracterizan por una estructura ferrítica a cualquier temperatura ya que no presentan transformación de Ferrita en Austenita durante el calentamiento ni transformación martensítica en el enfriamiento. Por esta razón no hay posibilidad de cambios de fase. Como se observa en la Figura 7, si a un acero inoxidable se le aumenta el porcentaje de Cr y se limita la cantidad de C la vertical que representa a la aleación se situará a la derecha del bucle gamma y el acero será ferrítico a cualquier temperatura, ya que no atraviesa ninguna línea de transformación, y no podrá ser templado, como por ejemplo los inoxidables tipo 430, 442, y 446.

Aceros Inoxidables Ferríticos

- Los aceros Ferríticos son conocidos como los aceros inoxidables de cromo directo. Su contenido de cromo varía entre 10.5% (Tipo 409) y el 30% (Tipo 448), pero con bajo contenido de carbono (entre 0,08 y 0,12%). Ejemplos son los aceros AISI 405, 430, 442 y 446. La más común de las aleaciones es la tipo 430 (UNS S43000), con 16% a 18% de cromo, 0.12% máx. de carbono.

Aceros Inoxidables Ferríticos-Características

- ⦿ Soldabilidad frecuentemente mayor que los grados martensíticos pero menor que los grados austeníticos.
- ⦿ Resistencia a la corrosión algo superior a la de los aceros inoxidables martensíticos, pero inferior a la de los grados austeníticos. La presencia de cromo incrementa dicha resistencia. La ausencia de níquel reduce la resistencia general a la corrosión y los hace susceptibles en muchos medios como por ejemplo en H_2S , NH_4Cl , NH_4NO_3 y soluciones de H_6Cl_2 . Los aceros con menor contenido de cromo (10,5%) se les suele denominar inoxidables al agua, pues no resisten sostenidamente medios más agresivos.

Aceros Inoxidables Ferríticos-Características

- ⦿ Adquiere cierta fragilidad con permanencias prolongadas entre 450° y 500°C (fragilidad a 475°C).
- ⦿ Aceros de 25-30% de cromo presentan buena resistencia a la corrosión y en atmósferas sulfurosas en caliente.
- ⦿ Buena resistencia a la corrosión bajo tensión SCC, especialmente en cloruros a alta temperatura, comparada con los grados austeníticos. Pequeñas cantidades de Níquel, tan bajas como 1,5% son suficientes para inducir SCC.
- ⦿ No endurecible por el tratamiento térmico, sólo moderadamente por trabajo en frío.

Aceros Inoxidables Ferríticos-Características

- ⦿ Menor ductilidad que los aceros austeníticos, debido a la inherente menor plasticidad de la estructura cúbica centrada en el cuerpo del hierro alfa. Maleabilidad no tan buena como los grados austeníticos pero suficiente para trabajarlos fácilmente en frío.
- ⦿ Menor tenacidad que los grados austeníticos.
- ⦿ Son bastante magnéticos.
- ⦿ Excelente resistencia al “pitting” y a la corrosión por rendija (Crevice) inducida por cloruros.
- ⦿ Se les prefiere en general por su resistencia a la corrosión y bajo costo, más que por sus propiedades mecánicas.

Aceros Inoxidables Martensíticos

- ⦿ Son aleaciones que atraviesan el campo gamma del diagrama de equilibrio Cr-Fe debido a lo cual pueden austenizarse y templarse. Pueden estar aleados con pequeñas cantidades de otros elementos. Son ferríticos en estado de recocido pero martensíticos con un enfriamiento más rápido ya sea en aire o en un medio líquido desde una temperatura superior a la crítica.

Aceros Inoxidables Martensíticos

- Fueron los primeros aceros inoxidables desarrollados comercialmente (como cuchillería) y tienen contenido relativamente alto del carbono (0,1 - 1,2%) comparado a otros aceros inoxidables. Aceros de este grupo en general no contienen más de 14% de Cr – excepto los tipos 440 A, B, y C que contienen 16-18%Cr y una cantidad de Carbono suficiente para producir el endurecimiento. Junto con la clase de aceros inoxidables Ferríticos comparten la denominada serie AISI 400.
- En contraste con los aceros inoxidables austénicos, no contienen níquel como elemento de aleación. Algunos ejemplos son aceros tipo AISI 410, 416, 420, 431, 501 y 502.

Aceros Inoxidables Martensíticos-Características

- ⦿ Moderada resistencia a la corrosión. Usualmente menor que la de los aceros austeníticos y ferríticos.
- ⦿ Baja soldabilidad, variando con el contenido de carbono. A mayor contenido de carbono, mayor será la necesidad de precalentar y realizar tratamientos térmicos posteriores, para producir soldaduras libres de defectos.
- ⦿ Excelente resistencia mecánica.
- ⦿ Puede ser endurecido por el tratamiento térmico y así alcanzar altos niveles de resistencia y dureza. Son endurecidos por aire cuando se enfrían rápidamente desde el rango de temperatura de austenizado (871°C - 1010°C) en donde la fase austenítica es predominante.

Aceros Inoxidables Martensíticos-Características

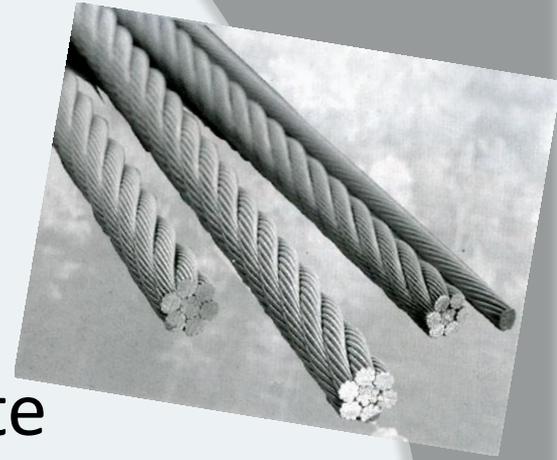
- Ligeramente endurecibles por trabajo en frío.
- Son bastante magnéticos al igual que los aceros inoxidables ferríticos, por lo tanto están sujetos al desvío del arco en la soldadura.
- Son adecuados para temperatura moderadamente alta debido a la buena resistencia al creep y a la tensión en dicho rango de temperatura.
- Cuando reciben tratamiento térmico apropiado tienen la resistencia a la corrosión adecuada en muchos ambientes, ofrecen mayor resistencia y buenas propiedades de fatiga junto con excelente resistencia a la oxidación y al desgaste.
- Estas aleaciones se seleccionan a menudo por sus buenas propiedades mecánicas y bajo costo.

Aceros Inoxidables Martensíticos-Aplicaciones

- ⦿ En piezas que están sometidas a corrosión y que requieren cierta resistencia mecánica.
- ⦿ Aspas de turbinas (Tipo 403).
- ⦿ Revestimiento de asientos para válvulas.
- ⦿ Carcasas de bombas.
- ⦿ Cuerpos de válvulas y compresores.
- ⦿ Cuchillería, Hojas de afeitar e instrumentos quirúrgicos (Tipos 420 y 431).
- ⦿ Ejes, husos y pernos.

USOS DE LOS ACEROS INOXIDABLES

Los aceros inoxidables son ampliamente utilizados en varios sectores, desde la más sofisticada aplicación industrial hasta los utensilios domésticos. Contribuyen, de manera indirecta, a satisfacer las necesidades humanas básicas tales como alimentación, salud, construcción, medio ambiente, transporte y energía



USOS DE LOS ACEROS INOXIDABLES

En la industria química y petroquímica, los aceros inoxidable ofrecen elevada resistencia a la corrosión y excelentes propiedades mecánicas así como un bajo costo de mantenimiento. En la industria de alimentos y bebidas y en la industria farmacéutica, proveen excelentes condiciones de higiene además de su resistencia a la corrosión y duración a largo plazo.

Aceros Inoxidables Dúplex

Son aleaciones base hierro con Cr, Mo y una cantidad de estabilizadores de la Austenita como Ni y N para lograr el balance deseado entre las fases ferríticas y austeníticas de donde deriva su denominación dúplex.

- ⦿ El nitrógeno aumenta el límite de fluencia y reduce la velocidad de la formación de compuestos intermetálicos frágiles.
- ⦿ El molibdeno mejora la resistencia a la corrosión por picadura y rendija.

Aceros Inoxidables Dúplex

Los aceros inoxidables dúplex combinan algunas de las mejores características de los aceros inoxidables austeníticos y ferríticos.

La Austenita proporciona ductilidad y la Ferrita resistencia al SCC.

Debido al balance existente entre estas dos fases, presentan ventajas en severas condiciones de temperatura y contenido de cloruros, donde los Inoxidables austeníticos sufren SCC, picaduras y rendijas.

Aceros Inoxidables Dúplex

El contenido típico de Ferrita de estos aceros va entre un 40 y 60%. Contienen Cr relativamente alto (entre 18 y 28%) para mantener la resistencia a la corrosión de los aceros Austeníticos y cantidades moderadas de Ni (entre 4.5 y 8%) para aumentar el contenido de Ferrita y así aumentar la resistencia a SCC en medios con cloruros a alta temperatura.

Aceros Dúplex - Características básicas.

- Comparados con los grados austeníticos, los aceros inoxidables dúplex presentan mayor resistencia mecánica y una resistencia considerablemente mayor al SCC en soluciones de cloruro a expensas de una tenacidad, ductilidad y soldabilidad levemente menor.
- Mayor resistencia a la tracción y punto de fluencia que los aceros austeníticos y ferríticos.
- Buena soldabilidad y maleabilidad.
- Resistencia intermedia a la corrosión por fatiga inducida por cloruros, entre los aceros austeníticos y ferríticos.

Aceros Dúplex - Características básicas.

- Resistencia a la corrosión general y por picado, igual o mejor que la del tipo 316L, en muchos ambientes corrosivos.
- Resistencia a la corrosión intergranular, debido al bajo contenido de carbono.
- Buena resistencia a la erosión y abrasión.
- Coeficiente de expansión térmica cercano al del acero al carbono, lo cual puede resultar en menores tensiones en las soldaduras que involucren inoxidables dúplex con acero al carbono.
- Normalmente se utilizan en un rango de temperaturas entre $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $260\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Aceros Dúplex - Aplicaciones típicas

- Tuberías de intercambiadores térmicos, tuberías de petróleo, plataformas de ultramar, pozos de gas, tuberías en línea, cuerpos de válvulas para manejar agua de mar y bombas de fundición.
- Industria de procesamiento químico.
- Usos marinos, particularmente a temperaturas levemente elevadas.
- Plantas de desalinización.
- Plantas petroquímicas.
- Industria de la Celulosa.

Aceros Inoxidables Endurecibles por Precipitación

Son aleaciones base hierro, con Cr entre 12% y 18% y Ni entre 4% y 9%, además de elementos aleantes que producen el endurecimiento por precipitación tales como Molibdeno (Mo), Titanio (Ti), Nitrogeno (N), Cobre (Cr), Aluminio (Al), Tantaló (Ta), Niobio (Nb), Boro (B) y Vanadio (V).

Aceros Inoxidables Endurecibles por Precipitación

Han sido formulados de tal forma que puedan ser suministrados en condición de solución sólida (en la cual ellos son maquinables) y así puedan ser endurecidos después de la fabricación a través de un proceso de “envejecimiento” a baja temperatura entre 482-593°C minimizando los problemas asociados con los tratamientos a temperaturas elevadas. El principio del endurecimiento por precipitación es que una solución sólida cambia su estructura metalúrgica con el envejecimiento.

Aceros Inoxidables Endurecibles por Precipitación

Características Básicas

- Moderada a buena resistencia a la corrosión.
- Muy alta resistencia. Pueden lograrse hasta aproximadamente 1800 Mpa (excediendo la resistencia de los aceros inoxidables martensíticos) con resistencia a corrosión similar a la del Tipo 304.
- Buena soldabilidad.
- Magnéticos.

Aceros Inoxidables Endurecibles por Precipitación

Aplicaciones típicas

- Servicios a alta temperatura como intercambiadores de calor y tubos de sobrecalentamiento de calderas a vapor.
- Componentes aeroespaciales y marinos.
- Tanques de combustibles.
- Partes de bombas.
- Ejes y pernos.
- Sierras, cuchillos y juntas tipo fuelle flexibles.

FRAGILIZACION A 475°C

- En el diagrama de equilibrio Fe-Cr se puede observar que la fase sigma a 475°C se desdobra en una fase rica en Cr (90%Cr) llamada (Alfa prima) y otra rica en Fe (14%Cr).
- La dureza y resistencia aumentan con el tiempo de mantenimiento en este rango de temperaturas pero la ductilidad y la tenacidad disminuyen. La máxima velocidad de fragilización tiene lugar a 475°C y por esa razón el fenómeno se le denomina Fragilidad a 475°C.
- Las partículas de Alfa prima son pequeñas, y parecen reducir la ductilidad y la tenacidad por anclaje de dislocaciones. La presencia de Alfa prima aumenta marcadamente la Temperatura de Transición del ensayo Charpy.