

Clasificación de los aceros

Índice de contenidos:

1- Introducción

1.1- Generalidades

1.2- Normas de aplicación

2- Clasificación según UNE-EN 10020:2001

2.1- Por composición química

2.2- Según la calidad

2.3- Por su aplicación

2.4- Sistema de numeración de los aceros según EN 10020

3- Otras normas y clasificaciones

3.1- Según el CENIM

3.2- Según UNE-36009

3.3- Según UNE-36010

3.4- Según ASTM

3.5- Según AISI

3.6- Según SAE

ANEXOS

A.1- Designación del acero estructural según la normativa europea EN 10025

A.2- Tabla de Correlaciones entre Normas

DESARROLLO DEL CONTENIDO

1- Introducción

1.1- Generalidades

Existe una gran variedad en la forma de identificar y clasificar a los aceros. Sin embargo, la mayoría de los aceros utilizados industrialmente presentan una designación normalizada expresada por medio de cifras, letras y signos. Hay dos tipos de designaciones para cada tipo de material, una simbólica y otra numérica.

Novedad Legislativa:

Instrucción de Acero Estructural (EAE)



[Accede a la versión completa de la nueva Instrucción de Acero Estructural \(EAE\)](#)

La designación simbólica expresa normalmente las características físicas, químicas o tecnológicas del material y, en muchos casos, otras características suplementarias que permitan su identificación de una forma más precisa.

Por otro lado, la designación numérica expresa una codificación alfanumérica que tiene un sentido de orden o de clasificación de elementos en grupos para facilitar su identificación. En este caso, la designación no tiene un sentido descriptivo de características del material.

En general, cuando se acomete el tema de hacer una clasificación de los aceros, ésta dará resultados diferentes según el enfoque que se siga. Así, se puede realizar una clasificación según la composición química de los aceros, o bien, según su calidad. También se pueden clasificar los aceros atendiendo al uso a que estén destinados, o si se quiere, atendiendo al grado de soldabilidad que presenten.

En los siguientes apartados de este tutorial, se pretende exponer los distintos criterios de clasificación antes mencionados.

Por último, reseñar que la información incluida en este tutorial se complementa con el Tutorial nº 100 Características mecánica del acero, donde se incluyen datos y propiedades mecánicas de los distintos tipos de aceros (resistencia, elasticidad, etc.) y que pueden ser consultados en el siguiente enlace:

[>> Tutorial nº 100: Características mecánicas del acero](#)

1.2- Normas de aplicación

Dada la gran variedad de aceros existentes, y de fabricantes, ha originado el surgir de una gran cantidad de normativa y reglamentación que varía de un país a otro.

En España, la clasificación de los aceros está regulado por la norma UNE-EN 10020:2001, que sustituye a la anterior norma UNE-36010, mientras que específicamente para los aceros estructurales éstos se designan conforme a las normas europeas EN 10025-2: 2004 y EN-10025-4: 2004.

No obstante, existen otras normas reguladoras del acero, con gran aplicación internacional, como las americanas AISI (American Iron and Steel Institute) y ASTM (American Society for Testing and Materials), las normas alemanas DIN, o la ISO 3506.

2- Clasificación según UNE-EN 10020:2001

2.1- Por composición química

Según la norma UNE EN 10020:2001, y atendiendo a la composición química, los aceros se clasifican en:

- Aceros no aleados, o aceros al carbono: son aquellos en el que, a parte del carbono, el contenido de cualquiera de otros elementos aleantes es inferior a la cantidad mostrada en la tabla 1 de la UNE EN 10020:2001. Como elementos aleantes que se añaden están el manganeso (Mn), el cromo (Cr), el níquel (Ni), el vanadio (V) o el titanio (Ti). Por otro lado, en función del contenido de carbono presente en el acero, se tienen los siguientes grupos:

I) Aceros de bajo carbono ($\%C < 0.25$)

II) Aceros de medio carbono ($0.25 < \%C < 0.55$)

III) Aceros de alto carbono ($2 > \%C > 0.55$)

¿Qué Opinas de esta Web?

Mádanos tus comentarios y sugerencias



• Aceros aleados: aquellos en los que, además del carbono, al menos uno de sus otros elementos presentes en la aleación es igual o superior al valor límite dado en la tabla 1 de la UNE EN 10020:2001. A su vez este grupo se puede dividir en:

I) Aceros de baja aleación (elementos aleantes $< 5\%$)

II) Aceros de alta aleación (elementos aleantes $> 5\%$)

• Aceros inoxidables: son aquellos aceros que contienen un mínimo del 10.5% en Cromo y un máximo del 1.2% de Carbono.

2.2- Según la calidad

A su vez, los anteriores tipos de aceros la norma UNE EN 10020:2001 los clasifica según la calidad del acero de la manera siguiente:

• Aceros no aleados

Los aceros no aleados según su calidad se dividen en:

- Aceros no aleados de calidad: son aquellos que presentan características específicas en cuanto a su tenacidad, tamaño de grano, formabilidad, etc.

- Aceros no aleados especiales: son aquellos que presentan una mayor pureza que los aceros de calidad, en especial en relación con el contenido de inclusiones no metálicas. Estos aceros son destinados a tratamientos de temple y revenido, caracterizándose por un buen comportamiento frente a estos tratamientos. Durante su fabricación se lleva a cabo bajo un control exhaustivo de su composición y

condiciones de manufactura. Este proceso dota a estos tipos de acero de valores en su límite elástico o de templabilidad elevados, a la vez, que un buen comportamiento frente a la conformabilidad en frío, soldabilidad o tenacidad.

Tablas de Perfiles

[Accede a las tablas de perfiles normalizados](#)



Estructuras de acero en edificación

• Aceros aleados

Los aceros aleados según su calidad se dividen en:

- Aceros aleados de calidad: son aquellos que presentan buen comportamiento frente a la tenacidad, control de tamaño de grano o a la formabilidad. Estos aceros no se suelen destinar a tratamientos de temple y revenido, o al de temple superficial. Entre estos tipos de aceros se encuentran los siguientes:

I) Aceros destinados a la construcción metálica, aparatos a presión o tubos, de grano fino y soldables;

II) Aceros aleados para carriles, tablestacas y cuadros de entibación de minas;

III) Aceros aleados para productos planos, laminados en caliente o frío, destinados a operaciones severas de conformación en frío;

IV) Aceros cuyo único elemento de aleación sea el cobre;

V) Aceros aleados para aplicaciones eléctricas, cuyos principales elementos de aleación son el Si, Al, y que cumplen los requisitos de inducción magnética, polarización o permeabilidad necesarios.

- Aceros aleados especiales: son aquellos caracterizados por un control preciso de su composición química y de unas condiciones particulares de elaboración y control para asegurar unas propiedades mejoradas. Entre estos tipos de acero se encuentran los siguientes:

I) Aceros aleados destinados a la construcción mecánica y aparatos de presión;

II) Aceros para rodamientos;

III) Aceros para herramientas;

IV) Aceros rápidos;

V) Otros aceros con características físicas especiales, como aceros con coeficiente de dilatación controlado, con resistencias eléctricas, etc.

- Aceros inoxidables

Los aceros inoxidables según su calidad se dividen en:

- Según su contenido en Níquel:

I) Aceros inoxidables con contenido en Ni < 2.5%;

II) Aceros inoxidables con contenido en Ni \geq 2.5%;

- Según sus características físicas:

I) Aceros inoxidables resistentes a la corrosión;

II) Aceros inoxidables con buena resistencia a la oxidación en caliente;

III) Aceros inoxidables con buenas prestaciones frente a la fluencia.

2.3- Por su aplicación

Según el uso a que se quiera destinar, los aceros se pueden clasificar en los siguientes:

- *Aceros de construcción*: este tipo de acero suele presentar buenas condiciones de soldabilidad;

- *Aceros de uso general*: generalmente comercializado en estado bruto de laminación;

- *Aceros cementados*: son aceros a los cuales se les ha sometido a un tratamiento termoquímico que le proporciona dureza a la pieza, aunque

son aceros también frágiles (posibilidad de rotura por impacto). El proceso de cementación es un tratamiento termoquímico en el que se aporta carbono a la superficie de la pieza de acero mediante difusión, modificando su composición, impregnado la superficie y sometiéndola a continuación a un tratamiento térmico;

Publicidad

- *Aceros para temple y revenido*: Mediante el tratamiento térmico del temple se persigue endurecer y aumentar la resistencia de los aceros. Para ello, se calienta el material a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica y se somete a un enfriamiento más o menos rápido (según características de la pieza) con agua, aceite, etc. Por otro lado, el revenido se suele usar con las piezas que han sido sometidas previamente a un proceso de templado. El revenido disminuye la dureza y resistencia de los materiales, elimina las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima (unos 50° C menor que el templado) y velocidad de enfriamiento (se suele enfriar al aire). La estructura final conseguida es martensita revenida;

- *Aceros inoxidables o para usos especiales*: los aceros inoxidables son aquellos que presentan una aleación de hierro con un mínimo de 10% de cromo contenido en masa. El acero inoxidable es resistente a la corrosión, dado que el cromo, u otros metales que contiene, posee gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa exterior pasivadora, evitando así la corrosión del hierro en capas interiores. Sin embargo, esta capa exterior protectora que se forma puede ser afectada por algunos ácidos, dando lugar a que el hierro sea atacado y oxidado por mecanismos intergranulares o picaduras generalizadas. Algunos tipos de acero inoxidable contienen además otros elementos aleantes, como pueden ser el níquel y el molibdeno;

- *Aceros para herramientas de corte y mecanizado*: son aceros que presentan una alta dureza y resistencia al desgaste;

- *Aceros rápidos*: son un tipo de acero especial para su uso como herramienta de corte para ser utilizados con elevadas velocidades de corte. Generalmente van a presentarse con aleaciones con elementos como el W, Mo y Mo-Co.

2.4- Sistema de numeración de los aceros según EN 10020

El sistema de numeración para los aceros acorde con EN (Número estándar: WNr) es la que se está imponiendo en Europa dada la consolidación de la CEE.

El esquema general del tipo de la numeración de los aceros según esta norma es como la siguiente:

1. YY XX(XX)

donde **1.** corresponde al número de grupo de material (1= aceros), para otros números (del 2 al 9) se usan para otros materiales. Como nota informativa se relacionan a continuación la clasificación de los materiales de los grupos 2 y 3 de acuerdo a los metales bases no ferrosos:

Clasificación de los materiales de los Grupos 2 y 3	
Rangos de numeración	Metales base no ferrosos
2.0000 a 2.1799	Cobre
2.18000 a 2.1999	Reservado
2.20000 a 2.2499	Zinc, Cadmio
2.5000 a 2.2999	Reservado
2.30000 a 2.3499	Plomo
2.3500 a 2.3999	Estaño
2.4000 a 2.4999	Níquel, Cobalto
2.5000 a 2.5999	Metales nobles
2.6000 a 2.6999	Metales de alta fusión
2.7000 a 2.9999	Reservado
3.0000 a 3.4999	Aluminio
3.5000 a 3.5999	Magnesio
3.6000 a 3.6999	Reservado
3.7000 a 3.7999	Titanio
3.8000 a 3.9999	Reservado

Los números denotan la fusión de los metales y los equipos de procesos y la condición. Los siguientes dígitos son usados para indicar la condición:

0. cualquier tratamiento o sin tratamiento térmico.
1. normalizado.
2. recocido.
3. tratamiento térmico para mejorar maquinabilidad o esferoidización.
4. templado y revenido o endurecido por precipitación para bajas resistencias.
5. templado y revenido o endurecido por precipitación.
6. templado y revenido o endurecido por precipitación para obtener alta resistencia a la tracción.
7. conformado en frío.
8. conformado en frío y revenido muelle.
9. tratado de acuerdo a instrucciones particulares.

YY sirve para indicar el número de grupo de acero, según la Tabla A que a continuación se adjunta en el icono de abajo. En dicha tabla se especifica la siguiente información en cada recuadro:

- a) Número de grupo de acero, en la parte superior izquierda;
- b) Características principales del grupo de acero;
- c) Rm: Resistencia a la tracción.



[Hacer clic aquí para acceder a la Tabla A](#)

XX(XX) es el número de secuencia. Los dígitos entre paréntesis son para posibles usos en el futuro. Esta numeración secuencial comprende, como se ve, dos dígitos. Un incremento en el número de dígitos es necesario para equilibrar el incremento en los grados de acero a ser considerados.

El sistema EN 10020 se basa en los aceros clasificados de acuerdo a su composición química (aceros no aleados y aleados, como ya se vio anteriormente) y la principal categoría de calidad basada en sus principales propiedades y aplicaciones.

La EN 10027-2 organiza y administra la numeración de aceros en aplicación de la Verein Deutscher Eisenhüttenleute "Oficina Europea de Registros de Aceros".

3- Otras normas y clasificaciones

3.1- Según el CENIM

Existen otros muchos criterios para clasificar los aceros. A continuación se va a detallar el que establece el CENIM, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, que clasifica los productos metalúrgicos en:

- Clases;
- Series;
- Grupos;
- Individuos;

La clase es designada por una letra según se indica a continuación:

- F: Aleaciones férreas;
- L: Aleaciones ligeras;
- C: Aleaciones de cobre;
- V: Aleaciones varias;

Por otro lado, las series, grupos e individuos serán indicados por cifras. A continuación se enumeran las series en las que se clasifican los aceros según esta norma, que a su vez está subdividida en los grupos siguientes:

Serie 1:

F-100: Aceros finos de construcción general

La serie 1 se compone de los siguientes grupos:

- Grupo F-110: Aceros al carbono
- Grupo F-120: Aceros aleados de gran resistencia
- Grupo F-130: Aceros aleados de gran resistencia
- Grupo F-140: Aceros aleados de gran elasticidad
- Grupo F-150: Aceros para cementar
- Grupo F-160: Aceros para cementar
- Grupo F-170: Aceros para nitrurar

Serie 2:

F-200: Aceros para usos especiales

La serie 2 se compone de los siguientes grupos:

- Grupo F-210: Aceros de fácil mecanizado
- Grupo F-220: Aceros de fácil soldadura
- Grupo F-230: Aceros con propiedades magnéticas
- Grupo F-240: Aceros de alta y baja dilatación
- Grupo F-250: Aceros de resistencia a la fluencia

Serie 3:

F-300: Aceros resistentes a la corrosión y oxidación

La serie 3 se compone de los siguientes grupos:

- Grupo F-310: Aceros inoxidables
- Grupo F-320/330: Aceros resistentes al calor

Serie 4:

F-400: Aceros para emergencia

La serie 4 se compone de los siguientes grupos:

- Grupo F-410: Aceros de alta resistencia
- Grupo F-420: Aceros de alta resistencia
- Grupo F-430: Aceros para cementar

Serie 5:

F-500: Aceros para herramientas

La serie 5 se compone de los siguientes grupos:

- F-510: Aceros al carbono para herramientas
- Grupo F-520: Aceros aleados
- Grupo F-530: Aceros aleados
- Grupo F-540: Aceros aleados
- Grupo F-550: Aceros rápidos

Serie 6:

F-600: Aceros comunes

La serie 6 se compone de los siguientes grupos:

- Grupo F-610: Aceros Bessemer
- Grupo F-620: Aceros Siemens
- Grupo F-630: Aceros para usos particulares
- Grupo F-640: Aceros para usos particulares

Serie 8:

F-800: Aceros de moldeo

La serie 8 se compone de los siguientes grupos:

- Grupo F-810: Al carbono de moldeo de usos generales
- Grupo F-820: Al carbono de moldeo de usos generales
- Grupo F-830: De baja radiación
- Grupo F-840: De moldeo inoxidable

Por otro lado, si se atiende al contenido en carbono, los aceros se pueden clasificar según la siguiente tabla:

Clasificación de los aceros según su contenido en carbono		
%Carbono	Denominación	Resistencia
0.1-0.2	Aceros extrasuaves	38-48 kg/mm ²
0.2-0.3	Aceros suaves	48-55 kg/mm ²
0.3-0.4	Aceros semisuaves	55-62 kg/mm ²
0.4-0.5	Aceros semiduros	62-70 kg/mm ²
0.5-0.6	Aceros duros	70-75 kg/mm ²
0.6-0.7	Aceros extraduros	75-80 kg/mm ²

3.2- Según UNE-36009

La designación según la UNE-36009 se basa en un código con cuatro campos, y es un tipo de designar a los aceros que se sigue utilizando mucho en la industria.

Como se ha dicho, es una codificación que contiene cuatro campos, según la forma siguiente:

F- X Y ZZ

El primer campo para la designación de los aceros comienza por la letra mayúscula **F** seguida de un guión.

La primera cifra, **X**, que constituye el siguiente campo se utiliza para indicar los grandes grupos de aceros, siguiendo preferentemente un criterio de utilización. De acuerdo con este criterio, se distinguen los siguientes grupos:

- **Aceros especiales:** grupos 1, 2, 3, 4 y 5;
- **Aceros de uso general:** grupos 6 y 7;

- Aceros moldeados: grupo 8;

La segunda cifra, **Y**, del campo siguiente establece los distintos subgrupos afines dentro de cada grupo, mientras que las dos últimas cifras, **ZZ**, sin valor significativo, sólo tienen por misión la clasificación y la distinción entre elementos, según se van definiendo cronológicamente.

A continuación se indica la codificación de los grupos más representativos:

- Grupo 1:

F-11XX: Aceros no aleados especiales para temple y revenido;

F-12XX: Aceros aleados de calidad para temple y revenido;

F-14XX: Aceros aleados especiales;

F-15XX: Aceros al carbono y aleados para cementar;

- Grupo 2:

F-26XX: Chapas y bandas de acero aleado para calderas y aparatos a presión;

- Grupo 3:

F-3XXX: Aceros inoxidables de uso general;

- Grupo 5:

F-51XX: Aceros no aleados para herramientas;

F-52XX: Aceros aleados para herramientas;

F-53XX: Aceros aleados para herramientas de trabajo en caliente;

F-55XX: Aceros para herramientas de corte rápido;

F-56XX: Aceros para herramientas de corte rápido;

- Grupo 6:

F-6XXX: Aceros para la construcción;

- Grupo 7:

F-72XX: Aceros para semiproductos de uso general;

F-73XX: Aceros al carbono para bobinas;

F-74XX: Aceros al carbono para alambres;

- Grupo 8:

F-81XX: Aceros moldeados para usos generales;

F-82XX: Aceros moldeados de baja aleación resistentes a la abrasión;

F-83XX: Aceros moldeados de baja aleación para usos generales;

F-84XX: Aceros moldeados inoxidables;

A continuación se relacionan algunos ejemplos de designación de los aceros según la UNE-36009:

- **F-1280:** Se trata de un tipo de acero especial de baja aleación. Su designación simbólica es *35NiCrMo4*, donde la cifra 35 marca el contenido medio de carbono en porcentaje multiplicado por 100, mientras que *Ni*, *Cr*, *Mo* se corresponden con los símbolos de los elementos químicos de aleación básicos. 4 es el contenido medio de molibdeno en porcentaje multiplicado por 100.

- **F-1150:** Se trata de un tipo de acero no aleado. Su designación simbólica es *C55K*, donde *C* es el símbolo genérico para este tipo de aceros, 55 es el contenido medio de carbono en porcentaje multiplicado por 100 y *K* es la exigencia de límite máximo de fósforo y azufre.

- **F-6201:** Se trata de un tipo de acero caracterizado por la resistencia a la tracción. Su designación simbólica es *A37a*, donde *A* es el símbolo genérico para este tipo de aceros, 37 es la resistencia mínima a la tracción en kg/mm^2 y, *a* es un grado distintivo del tipo.

- **F-6102:** Se trata de un tipo de acero caracterizado por el límite elástico. Su designación simbólica es *AE42N*, donde *AE* es el símbolo genérico para este tipo de aceros, 42 es el límite elástico garantizado en kg/mm^2 , y *N* es el estado de suministro.

- **F-8102:** Se trata de un tipo de acero moldeado caracterizado por la resistencia a la tracción. Su designación simbólica es *AM38b*, donde *AM*

es el símbolo genérico para este tipo de aceros, 38 es la resistencia mínima a tracción en kg/mm² y, *b* es el grado distintivo del tipo.

3.3- Según UNE-3610

La norma española UNE-36010 fue un intento de clasificación de los aceros que permitiera conocer las propiedades de los mismos. Esta norma indica la cantidad mínima o máxima de cada componente y las propiedades mecánicas del acero resultante.

Esta norma fue creada por el Instituto del Hierro y del Acero (IHA), y dividió a los aceros en cinco series diferentes a las que identifica por un número. Cada serie de aceros se divide a su vez en grupos, que especifica las características técnicas de cada acero, matizando sus aplicaciones específicas.

El grupo de un acero se designa con un número que acompaña a la serie a la que pertenece. La clasificación de grupos por serie, sus propiedades y sus aplicaciones se recogen en la siguiente tabla resumen:

Serie	Grupo	Denominación	Descripción
Serie 1	Grupo 1	Acero al carbono	Son aceros al carbono y por tanto no aleados. Cuanto más carbono tienen sus respectivos grupos son más duros y menos soldables, pero también son más resistentes a los choques. Son aceros aptos para tratamientos térmicos que aumentan su resistencia, tenacidad y dureza. Son los aceros que cubren las necesidades generales de la Ingeniería de construcción, tanto industrial como civil y de comunicaciones.
	Grupos 2 y 3	Acero aleado de gran resistencia	
	Grupo 4	Acero aleado de gran elasticidad	
	Grupos 5 y 6	Aceros para cementación	
	Grupo 7	Aceros para nitruración	
Serie 2	Grupo 1	Aceros de fácil mecanización	Son aceros a los que se incorporan elementos aleantes que mejoran las propiedades necesarias que se exigen a las piezas que se vayan a fabricar con ellos como, por ejemplo, tornillería, tubos y perfiles para el caso de los grupos 1 y 2. Núcleos de transformadores y motores para los aceros del grupo 3. Piezas de unión de materiales férricos con no férricos sometidos a temperatura para los que pertenezcan al grupo 4. Piezas instaladas en instalaciones químicas y refinerías sometidas a altas temperaturas los del grupo 5.
	Grupo 2	Aceros para soldadura	
	Grupo 3	Aceros magnéticos	
	Grupo 4	Aceros de dilatación térmica	
	Grupo 5	Aceros resistentes a la fluencia	
Serie	Grupo 1	Aceros inoxidables	Estos aceros están basados en la adición de

3	Grupos 2 y 3	Aceros resistentes al calor	cantidades considerables de cromo y níquel a los que se suman otros elementos para conseguir otras propiedades más específicas. Son resistentes a ambientes húmedos, a agentes químicos y a altas temperaturas. Sus aplicaciones más importantes son para la fabricación de depósitos de agua, cámaras frigoríficas industriales, material clínico e instrumentos quirúrgicos, pequeños electrodomésticos, material doméstico como cuberterías, cuchillería, etc.
Serie 5	Grupo 1	Acero al carbono para herramientas	Son aceros aleados con tratamientos térmicos que les dan características muy particulares de dureza, tenacidad y resistencia al desgaste y a la deformación por calor. Los aceros del grupo 1 de esta serie se utilizan para construir maquinaria de trabajos ligeros en general, desde la carpintería y la agrícola (aperos). Los grupos 2,3 y 4 se utilizan para construir máquinas y herramientas más pesadas. El grupo 5 se utiliza para construir herramientas de corte.
	Grupos 2, 3 y 4	Acero aleado para herramientas	
	Grupo 5	Aceros rápidos	
Serie 8	Grupo 1	Aceros para moldeo	Son aceros adecuados para moldear piezas mediante vertido en moldes de arena, por lo que requieren cierto contenido mínimo de carbono con el objetivo de conseguir estabilidad. Se utilizan también para el moldeo de piezas geométricas complicadas, con características muy variadas, que posteriormente son acabadas en procesos de mecanizado.
	Grupo 3	Aceros de baja radiación	
	Grupo 4	Aceros para moldeo inoxidable	

3.4- Según ASTM

La norma ASTM (American Society for Testing and Materials) no especifica la composición directamente, sino que más bien determina la aplicación o su ámbito de empleo. Por tanto, no existe una relación directa y biunívoca con las normas de composición.

El esquema general que esta norma emplea para la numeración de los aceros es:

YXX

donde,

Y es la primera letra de la norma que indica el grupo de aplicación según la siguiente lista:

A: si se trata de especificaciones para aceros;

B: especificaciones para no ferrosos;

C: especificaciones para hormigón, estructuras civiles;

D: especificaciones para químicos, así como para aceites, pinturas, etc.

E: si se trata de métodos de ensayos;

Otros...

Ejemplos:

A36: especificación para aceros estructurales al carbono;

A285: especificación para aceros al carbono de baja e intermedia resistencia para uso en planchas de recipientes a presión;

A325: especificación para pernos estructurales de acero con tratamiento térmico y una resistencia a la tracción mínima de 120/105 ksi;

A514: especificación para planchas aleadas de acero templadas y revenidas con alta resistencia a la tracción, adecuadas para soldar;

A continuación se adjunta una tabla con las características de los aceros que son más comunes, según esta norma:

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

3.5- Según AISI

La norma AISI (American Iron and Steel Institute) utiliza un esquema general para realizar la especificación de los aceros mediante 4 números:

AISI ZYXX

Además de los números anteriores, las especificaciones AISI pueden incluir un prefijo mediante letras para indicar el proceso de manufactura. Decir que las especificaciones SAE emplean las mismas designaciones numéricas que las AISI, pero eliminando todos los prefijos literales.

¿ LO VES ?

COLABORE PATROCINANDO ESTA WEB CON SU PUBLICIDAD



Haz clic en el buzón para solicitar este espacio

El significado de los anteriores campos de numeración es la siguiente:

XX indica el tanto por ciento (%) en contenido de carbono (C) multiplicado por 100;

Y indica, para el caso de aceros de aleación simple, el porcentaje aproximado del elemento predominante de aleación;

Z indica el tipo de acero (o aleación). Los valores que puede adoptar Z son los siguientes:

Z=1: si se trata de aceros al Carbono (corriente u ordinario);

Z=2: si se trata de aceros al Níquel;

Z=3: para aceros al Níquel-Cromo;

Z=4: para aceros al Molibdeno, Cr-Mo, Ni-Mo, Ni-Cr-Mo;

Z=5: para aceros al Cromo;

Z=6: si se trata de aceros al Cromo-Vanadio;

Z=7: si se trata de aceros Al Tungsteno-Cromo;

Z=8: para aceros al Ni-Cr-Mo;

Etc.

Como ya se indicó, la anterior designación puede incorporar también letras adicionales para indicar lo siguiente:

E : para indicar Fusión en horno eléctrico básico.

. . . . H: para indicar Grados de acero con templabilidad garantizada.

C : para indicar Fusión en horno por arco eléctrico básico.

X : para indicar alguna desviación del análisis de norma.

TS : para indicar que se trata de una Norma tentativa.

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

. . . LC: para indicar Grados de acero con extra-bajo contenido en carbono (0.03% máx.).

. . . F: Grados de acero automático.

A continuación se incluyen algunos ejemplos de designación de tipos de aceros según la norma AISI, que incluyen algunas notas aclaratorias:

- 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:

La letra C indica que el proceso de fabricación fue SIEMENS-MARTIN-básico. Puede ser B (si es Bessemer-ácido) ó E (Horno eléctrico-básico).

- AISI 1045:

1: acero corriente u ordinario;

0: no aleado;

45: 0.45 % en C.

- 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).

A continuación se adjunta una tabla resumen de distintos tipos de aceros y su contenido aproximado de elementos principales de aleación, según AISI:

10XX – Aceros al carbono
11XX – Aceros al carbono - resulturizados
12XX – Aceros al carbono - resulturizados y refosforados
13XX – Manganeso 1.75
23XX – Níquel 3.5
25XX – Níquel 5.0
31XX – Níquel 1.25 y cromo 0.6
33XX – Níquel 3.5 y cromo 1.5
40XX – Molibdeno 0.2 eo 0.25
41XX – Cromo 0.5, 0.8, 0.95 y molibdeno 0.12, 0.20, 0.30
43XX – Níquel 1.83, cromo 0.50, 0.80 y molibdeno 0.25
44XX – Molibdeno 0.53
46XX – Níquel 0.85, 1.83 y molibdeno 0.20, 0.25
47XX – Níquel 1.05, cromo 0.45, molibdeno 0.20, 0.35
48XX – Níquel 3.5 y molibdeno 0.25
50XX – Cromo 0.4
51XX – Cromo 0.8, 0.88, 0.93, 0.95, 1.0
61XX – Cromo 0.6, 0.95 y vanadio 0.13, 0.15
86XX – Níquel 0.55, cromo 0.5, molibdeno 0.20
87XX – Níquel 0.55, cromo 0.5, molibdeno 0.25
88XX – Níquel 0.55, cromo 0.5, molibdeno 0.35
92XX – Silicio 2.0
93XX – Níquel 3.25, cromo 1.2, molibdeno 0.12
98XX – Níquel 1.0, cromo 0.8, molibdeno 0.25

No obstante, la composición de los aceros no es exacta, sino que existe un rango de tolerancia aceptable en referencia a los valores indicados en normas o catálogos. Así por ejemplo, las tolerancias en la composición del acero AISI 4140 que indicamos anteriormente serían las siguientes:

C : 0,38-0,43 %

Mn : 0,75-1,00 %

Cr : 0,80-1,10 %

Mo : 0,15-0,25 %

Si : 0,15-0,35 %

P menor o igual que 0,035 %

S menor o igual que 0,040 %

Por otro lado, la norma AISI especifica a los **aceros inoxidables** utilizando 3 números:

- Aceros Inoxidables martensíticos:

4XX: Base Cr. Medio-alto carbono.

5XX: Base Cr, Mo. Bajo carbono.

Ejemplos: 410, 416, 431, 440, 501, 502, 503, 504.

- Inoxidables ferríticos:

4XX: Base Cr. Bajo carbono.

Ejemplos: 430, 442, 446.

- Inoxidables austeníticos:

3XX: Base Cr, Ni. Bajo carbono.

2XX: Base Cr, Ni, Mn. Bajo carbono.

Ejemplos: 302, 304, 316, 303, 202.

Para los aceros para herramientas, la norma AISI ha formulado códigos específicos según la siguiente tabla:

Codificación de Aceros para Herramientas, según AISI		
Grupo	Símbolo	Descripción
Alta velocidad (rápidos)	T	Base Tugsteno (%W: 11.75-19)
Alta velocidad (rápidos)	M	Base Molibdeno (%Mo: 3.25-10.0)
Trabajo en caliente	H	Base Cr, W, Mo
Trabajo en frío	A	Media aleación, temple al aire
Trabajo en frío	D	Alto Cr, alto C (%Cr: 11.5-13.5)
Trabajo en frío	O	Templables al aceite

Resistencia al impacto	S	Medio carbono, al Si
Propósitos específicos	L	Baja aleación, medio-alto carbono
Propósitos específicos	F	Alto carbono, al W
Moldes	P	Baja aleación, bajo carbono
Templables al agua	W	Alto carbono

3.6- Según SAE

La norma SAE (Society of Automotive Engineers) clasifica los aceros en distintos grupos, a saber:

- Aceros al carbono;
- Aceros de media aleación;
- Aceros aleados;
- Aceros inoxidable;
- Aceros de alta resistencia;
- Aceros de herramienta, etc.
- ACEROS AL CARBONO:

La denominación que emplea la normativa SAE para los aceros al carbono es según el siguiente esquema:

SAE 10XX, donde XX indica el contenido de Carbono (C).

Ejemplos:

SAE 1010 (con un contenido en carbono entre 0,08 - 0,13 %C)

SAE 1040 (0,3 - 0,43 %C)

Los demás elementos que puedan estar presentes no están en porcentajes de aleación al ser pequeño su valor. Así, los porcentajes máximos para los elementos que a continuación se indican son:

Contenido P máx = 0,04%

Contenido S máx = 0,05%

Contenido Mn =

0,30 - 0,60% para aceros de bajo carbono (<0.30%C)

0,60 - 0,90% para aceros de alto carbono (>0,60%C) y aceros al C para cementación.

Por otro lado, dentro de los aceros al carbono, según su contenido, se pueden diferenciar los siguientes grupos:

- Aceros de muy bajo % de carbono (desde SAE 1005 a 1015)

Estos aceros son usados para piezas que van a estar sometidas a un conformado en frío.

Los aceros no calmados se utilizan para embutidos profundos por sus buenas cualidades de deformación y terminación superficial. Los calmados son más utilizados cuando van a ser sometido a procesos de forjados o de tratamientos térmicos.

Son adecuados para soldadura y para brazing. Su maquinabilidad se mejora mediante el estirado en frío. Son susceptibles al crecimiento del grano, y a fragilidad y rugosidad superficial si después del conformado en frío se los calienta por encima de 600°C.

- Aceros de bajo % de carbono (desde SAE 1016 a 1030)

Este grupo tiene mayor resistencia y dureza, pero menor capacidad de deformación. Son los comúnmente llamados aceros de cementación. Los calmados se utilizan para forjas.

El comportamiento al temple de estos tipos de aceros depende del % de C y Mn. Así los que presentan mayores porcentajes de C tienen mayor templabilidad en el núcleo, y los de más alto % de Mn, se endurecen más principalmente en el núcleo y en la capa.

Son aptos para soldadura y brazing. La maquinabilidad de estos aceros mejora con el forjado o normalizado, y disminuye con el recocido.

- Aceros de medio % de carbono (desde SAE 1035 a 1053)

Estos aceros son seleccionados en usos donde se necesitan propiedades mecánicas más elevadas y frecuentemente llevan tratamiento térmico de endurecimiento.

Se utilizan en amplia variedad de piezas sometidas a cargas dinámicas, como ejes y árboles de transmisión. Los contenidos de C y Mn son variables y dependen de una serie de factores, como las propiedades mecánicas o la templabilidad que se requiera.

Los de menor % de carbono se utilizan para piezas deformadas en frío, aunque los estampados se encuentran limitados a plaqueados o doblados suaves, y generalmente llevan un recocido o normalizado previo. Todos estos aceros se pueden aplicar para fabricar piezas forjadas y su selección depende del tamaño y propiedades mecánicas después del tratamiento térmico.

Los de mayor % de C, deben ser normalizados después de forjados para mejorar su maquinabilidad. Son también ampliamente usados para piezas maquinadas, partiendo de barras laminadas. Dependiendo del nivel de propiedades necesarias, pueden ser o no tratadas térmicamente.

Estos tipos de aceros pueden soldarse pero deben tenerse precauciones especiales para evitar fisuras debido al rápido calentamiento y posterior enfriamiento.

- Aceros de alto % de carbono (desde SAE 1055 a 1095)

Se usan en aplicaciones en las que es necesario incrementar la resistencia al desgaste y conseguir altos niveles de dureza en el material que no pueden lograrse con aceros de menor contenido de C.

En general no se utilizan conformados en frío, salvo plaqueados o el enrollado de resortes.

Prácticamente todas las piezas con acero de este tipo son tratadas térmicamente antes de usar, debiéndose tener especial cuidado en estos procesos para evitar distorsiones y fisuras.

- ACEROS DE MEDIA ALEACIÓN:

Son aceros al Mn, y su denominación según SAE es del tipo SAE 15XX, donde el porcentaje de Mn varía entre 1,20 y 1,65, según el %C.

Ejemplos:

SAE 1524, con contenido en el rango de 1,20 - 1,50 %Mn, y son empleados para construcción de engranajes;

SAE 1542, indica un contenido del 1,35 - 1,65 %Mn, y son empleados para temple.

- ACEROS DE FÁCIL MAQUINABILIDAD Ó ACEROS RESULFURADOS:

El esquema de denominación de estos aceros, según SAE, es de la siguiente forma:

SAE 11XX y SAE 12XX

Son aceros de alta maquinabilidad. La presencia de gran cantidad de sulfuros genera viruta pequeña y dado que los sulfuros poseen alta plasticidad, éstos actúan como lubricantes internos. No son aptos para soldar, ni para someterlos a tratamientos térmicos, ni forja debido a su bajo punto de fusión.

Ejemplos:

SAE 11XX, donde el contenido de S oscila entre 0,08 - 0,13 %S;

SAE 12XX, para este acero el contenido oscila entre 0,24 - 0,33 %S.

Este tipo de aceros pueden dividirse a su vez en tres grupos:

- Grupo I (SAE 1110, 1111, 1112, 1113, 12L13, 12L14, y 1215):

Son aceros efervescentes de bajo % de carbono, con excelentes condiciones de maquinado.

Los de la serie 1200 incorporan el fósforo y los L contienen plomo. Estos elementos influyen en favorecer la rotura de la viruta durante el corte con la consiguiente disminución en el desgaste de la herramienta.

Cuando se los cementa, para lograr una mejor respuesta al tratamiento, deben estar calmados.

- Grupo II (SAE 1108, 1109, 1116, 1117, 1118 y 1119):

Son un grupo de acero de bajo % de carbono y poseen una buena combinación de maquinabilidad y respuesta al tratamiento térmico. Por ello, tienen menor contenido de fósforo, y algunos de azufre, con un incremento del % de Mn, para aumentar la templabilidad permitiendo temples en aceite.

- Grupo III (SAE 1132, 1137, 1139, 1140, 1141, 1144, 1145, 1146 y 1151)

Estos aceros de medio contenido % de carbono combinan su buena maquinabilidad con su respuesta al temple en aceite.

- ACEROS ALEADOS:

Se considera que un acero es aleado cuando el contenido de un elemento excede uno o más de los siguientes límites:

- 1,65% de manganeso (Mn)
- 0,60% de silicio (Si)
- 0,60% de cobre (Cu)
- ó cuando hay un % especificado de cromo, níquel, molibdeno, aluminio, cobalto, niobio, titanio, tungsteno, vanadio o zirconio.

Los aceros aleados se usan principalmente cuando se pretende conseguir cualquiera de las siguientes propiedades:

- desarrollar el máximo de propiedades mecánicas con un mínimo de distorsión y fisuración;
- favorecer la resistencia al revenido, incrementar la tenacidad, disminuir la sensibilidad a la entalla;
- mejorar la maquinabilidad en condición de temple y revenido, comparándola con un acero de igual % de carbono en la misma condición.

Generalmente se los usa tratados térmicamente. De hecho el criterio más importante para su selección es normalmente su templabilidad, pudiendo todos ser templados en aceite.

A continuación se indican su denominación SAE según los elementos de aleación que lleven incorporados:

- Ni

Denominación SAE: 23XX, 25XX.

El contenido en níquel (Ni) aumenta la tenacidad de la aleación, pero no la templabilidad, por lo que deberá incluir otro elemento aleante como Cr ó Mo.

- Cr-Ni

Denominación SAE: 31XX, 32XX, 33XX, 34XX

Ejemplo:

SAE 3115 (1,25 %Ni y 0,60 a 0,80 %Cr), que ofrece una gran tenacidad y templabilidad, no obstante el elevado contenido en Ni dificulta la maquinabilidad.

- Mo

Denominación SAE: 40XX, 44XX

Son aleaciones que aumentan levemente la templabilidad del acero.

- Cr-Mo

Denominación SAE: 41XX

Son aleaciones que poseen 1,00 %Cr y de 0,15 a 0,30 %Mo. Se utilizan para nitrurado, tornillos de alta resistencia, etc.

- Cr-Ni-Mo

Denominación SAE: 86XX

Presentan aleaciones del 0,40 a 0,70 %Cr, 0,40 a 0,60 %Ni y 0,15 a 0,30 %Mo. Son las aleaciones más usadas por su buena templabilidad.

Ejemplos:

SAE 8620, para cementación;

SAE 8640, para temple y revenido.

- Si-Mn

Denominación SAE: 92XX

Poseen aproximadamente 1,40 %Si y 1,00 %Mn.

Son aceros muy adecuados para resortes, dado que tienen excelente resistencia a la fatiga y templabilidad. Para resortes de menos exigencias se suele utilizar el SAE 1070.

Por otro lado, los aceros aleados se pueden clasificar en dos grandes grupos según sus aplicaciones:

1.- Aceros aleados de bajo % de carbono, para cementar:

A su vez, este grupo se puede dividir, según su templabilidad en:

- De baja templabilidad (series SAE 4000, 5000, 5100, 6100 y 8100);
- De templabilidad intermedia (series SAE 4300, 4400, 4500, 4600, 4700, 8600 y 8700);
- De alta templabilidad (series SAE 4800 y 9300).

Estos últimos se seleccionan para piezas de grandes espesores y que soportan cargas mayores.

Los otros, de baja o media templabilidad, para piezas pequeñas, de modo que en todos los casos el temple se pueda efectuar en aceite.

La dureza del núcleo depende del % de C básico y de los elementos aleantes. Esta debe ser mayor cuando se producen elevadas cargas de compresión, para soportar así mejor las deformaciones de las capas exteriores. Cuando lo esencial es la tenacidad, lo más adecuado es mantener baja la dureza del núcleo.

Necesidad del núcleo	Acero SAE
Baja templabilidad	4012, 4023, 4024, 4027, 4028, 4418, 4419, 4422, 4616, 4617, 4626, 5015, 5115, 5120, 6118 y 8615
Media templabilidad	4032, 4427, 4620, 4621, 4720, 4815, 8617, 8620, 8622 y 8720
Alta templabilidad	4320, 4718, 4817, 4820, 8625, 8627, 8822, 9310, 94B15 y 94B17

2.- Aceros aleados de alto % de carbono, para temple directo:

A su vez, este grupo se puede subdividir según el contenido de carbono:

- Contenido de carbono nominal entre 0,30 - 0,37 %: pueden templarse en agua para piezas de secciones moderadas o en aceite para las pequeñas.

Ejemplos de aplicación: bielas, palancas, puntas de ejes, ejes de transmisión, tornillos, tuercas.

Baja templabilidad	SAE 1330, 1335, 4037, 4130, 5130, 5132, 5135, y 8630
Media templabilidad	SAE 4135, 4137, 8637 y 94B30

- Contenido de carbono nominal entre 0,40-0,42 %: se utilizan para piezas de medio y gran tamaño que requieren alto grado de resistencia y tenacidad. Ejemplos de aplicación: ejes, palieres, etc., y piezas para camiones y aviones.

Baja templabilidad	SAE 1340, 4047, 5140
Media templabilidad	SAE 4140, 4142, 50B40, 8640, 8642, 8740
Alta templabilidad	SAE 4340

- Contenido de carbono nominal 0,45-0,50 %: se utilizan en engranajes y otras piezas que requieran alto dureza, resistencia y tenacidad.

Baja templabilidad	SAE 5046, 50B44, 50B46, 5145
Media templabilidad	SAE 4145, 5147, 5150, 81B45, 8645, 8650
Alta templabilidad	SAE 4150, 86B45

- Contenido de carbono nominal 0,50-0,60 %: se utilizan para resortes y herramientas manuales.

Media templabilidad	SAE 50B50, 5060, 50B60, 5150, 5155, 51B60, 6150, 8650, 9254, 9255, 9260
Alta templabilidad	SAE 4161, 8655, 8660

• Contenido de carbono nominal 1,02 %: se utilizan para pistas, bolas y rodillos de cojinetes, además de otras aplicaciones en las que se requieren alta dureza y resistencia al desgaste. Comprende tres tipos de acero, cuya templabilidad varía según la cantidad de cromo que contienen.

Baja templabilidad	SAE 50100
Media templabilidad	SAE 51100
Alta templabilidad	SAE 52100

- ACEROS INOXIDABLES:

Se dividen en los siguientes grupos:

• Austeníticos:

Ejemplos:

AISI 302XX, donde XX no es el porcentaje de C

17-19 % Cr ; 4-8 % Ni ; 6-8 % Mn

AISI 303XX,

8-13 % Cr ; 8-14 % Ni

Los aceros inoxidable austeníticos no son duros ni templables, además de poseer una alta capacidad de deformarse plásticamente. El más ampliamente utilizado es el 304.

A esta categoría pertenecen los aceros refractarios (elevada resistencia a altas temperaturas). Ejemplo, 30330 (35% Ni, 15% Cr)

- Martensíticos

Ejemplo:

AISI 514XX

11 - 18 % Cr

Estos son templables. Si se persigue conseguir durezas más elevadas se debe aumentar el % Cr (formación de carburos de Cr). Se usan para cuchillería, dado que tienen excelente resistencia a la corrosión.

- Ferríticos

Ejemplos:

AISI 514XX, 515XX

Poseen bajo % de C y alto Cr (10 - 27 %) por lo que pueden mantener la estructura ferrítica aún a altas temperaturas.

- ACEROS DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN:

La denominación SAE de estos aceros es del tipo 9XX, donde $XX \cdot 10^3$ lb/pulg², indica el límite elástico del acero.

Ejemplo: SAE 942.

Son de bajo % de C y aleados con Va, Nb, N, Ti, en aproximadamente 0,03% para cada uno, de manera que precipitan carbonitruros de Va, Nb, Ti que elevan el límite elástico entre 30 y 50 %.

Presentan garantía de las propiedades mecánicas y ángulo de plegado. Son de fácil soldabilidad y tenaces, aunque no admiten tratamiento térmico.

- ACEROS PARA HERRAMIENTAS:

Se denominan según las siguientes letras:

W: Templables al agua. No contienen elementos aleantes y son de alto % de carbono (0,75 a 1.00%). Son los más económicos y en general tienen limitación en cuanto al diámetro, debido a su especificación de templabilidad.

Para trabajos en frío se usan los siguientes:

O para indicar que sólo son aptos para trabajo en frío, dado que si se aumenta la temperatura disminuye la dureza.

A si están templados al aire. No soportan temple en aceite pues se fisurarían. Se usan para formas intrincadas (matrices) dado que el alto contenido de cromo (Cr) otorga temple homogéneo.

D o de alta aleación. Contienen alto % de carbono para formar carburos de Cr (1,10 - 1,80 %C). Poseen una gran resistencia al desgaste.

Para trabajo en caliente: **H**

Aceros rápidos:

T en base a tungsteno

M en base a molibdeno

Los tres tipos anteriores mantienen su dureza al rojo (importante en cuchillas), y contienen carburos que son estables a alta temperatura. El Cr aumenta la templabilidad ya que se encuentra disuelto, mientras que el tungsteno y el molibdeno son los formadores de carburos. El más divulgado es el conocido como T18-4-1, que indica contenidos de W, Cr y Mo respectivamente.

S son aceros para herramientas que trabajan al choque. Fácilmente templables en aceite. No se pueden usar en grandes secciones o formas intrincadas.

ANEXOS

A.1- Designación del acero estructural según la normativa europea EN 10025

A continuación se expondrá los esquemas de designación de los aceros estructurales según las normas EN 10025-2: 2004, y según la EN 10025-4: 2004.

- Según la norma europea EN 10025-2: 2004, los aceros estructurales se designan siguiendo el siguiente esquema:

S XXX YY (+AAA) (+BB)

donde los campos incluidos entre paréntesis es información adicional que en ocasiones puede que no aparezca en la designación del acero. A continuación se identifican cada uno de los anteriores símbolos:

S, indica que se trata de un acero estructural;

XXX, indica el límite elástico del acero en N/mm² ó MPa;

YY, se usa para definir la resiliencia que tiene el acero. Puede adoptar los valores que se indican en la siguiente tabla,

Resiliencia		
Mín. 27 J	Mín. 40 J	Temp. °C
JR	KR	20
J0	K0	0
J2	K2	-20

A continuación, como ya se ha dicho, en la designación de los acero según la EN 10025-2: 2004 puede incluirse información adicional, por ejemplo, acerca de las condiciones especiales o de agresividad bajo las que estará sometida la pieza de acero, o para indicar las condiciones de tratamiento a que se ha visto sometido para su fabricación. Así se tiene que:

+ AAA, indica las condiciones especiales a las que estará sometida la pieza de acero. Puede tomar los siguientes valores:

Condiciones especiales	
Z15	Mín. 15% reducción del área
Z25	Mín. 25% reducción del área
Z35	Mín. 35% reducción del área

+ BB, se usa para indicar las condiciones de tratamiento del acero. Los valores que puede tomar son los siguientes:

Condiciones de tratamiento	
+M	Laminación termomecánica
+N	Laminación normalizada
+AR	Bruto de laminación

Ejemplo de designación según EN 10025-2: 2004:

S 355 J2 +Z35 +M

- Por último, la designación según la EN 10025-4: 2004 incluye información sobre características físicas del acero. El esquema de designación es el siguiente:

S XXX YY

Donde los campos **S** y **XXX** representan los mismos valores ya indicados en el apartado anterior, mientras que el último campo **YY** añade información adicional sobre las características físicas de la pieza de acero en cuestión, pudiendo tomar los siguientes valores:

Características físicas

L	Para bajas temperaturas
M	Laminación termomecánica
N	Laminación normalizada
W	Patinable con protección a la corrosión atmosférica

Ejemplo de designación según EN 10025-4: 2004

S 355 ML

A.2- Tabla de Correlaciones entre Normas

Correlaciones entre Normas

EN 10025-2: 2004	EN 10025: 1990	DIN 17100	BS4360	UNE 36 080 NBN A21-101	ASTM
S235JR S235J0	Fe360B Fe360BFU Fe360BFN Fe360C	St37-2 Ust37-2 RSt37-2 St37-3U	40B 40C	AE235B AE235B-FU AE235B-FN AE235C	
S235J2*	Fe360D1 Fe360D2	St37-3N	40D	AE235D	
S275JR S275J0	Fe430B Fe430C	St44-2 St44-3U	43B 43C	AE255B AE255C	A 36
S275J2*	Fe430D1 Fe430D2	St44-3N	43D	AE255D	
S355JR	Fe510B		50B	AE355B	A 572 Gr.50 A 992 Gr.50
S355J0	Fe510C Fe510D1	St52-3U St52-3N	50C 50D	AE355C AE355D	
S355J2	Fe510D2				
S355K2	Fe510DD1 Fe510DD2		50DD	AE355-DD	
S450J0			55C		

Anexo 2. Correlaciones entre distintas normas

#