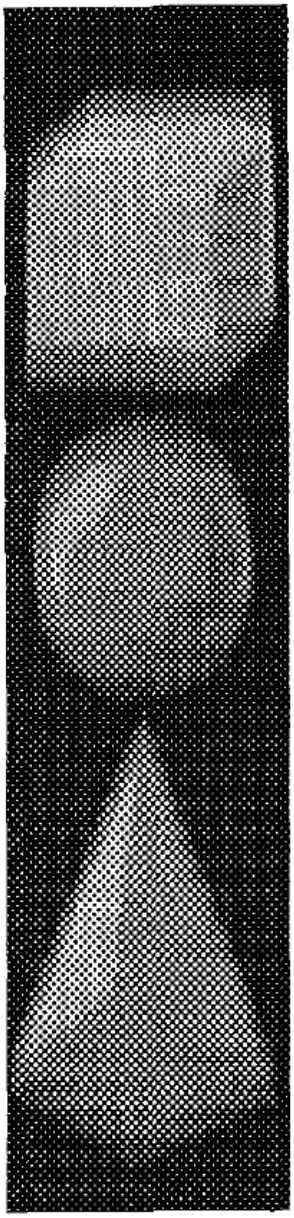
TEMA

8



SOLDADURA

Desarrollo de los temas

FORMAS COMERCIALES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN CONSTRUCCIONES METÁLICAS. *PROCESO DE FABRICACIÓN. REPRESENTACIÓN, DESIGNACIÓN Y APLICACIONES. CONDICIONES DE PEDIDO Y RECEPCIÓN.*

elaborado por
EL EQUIPO DE PROFESORES
DEL CENTRO DOCUMENTACIÓN

GUION - ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

8.1. MATERIALES EMPLEADOS EN COSNTRUCCIONES METÁLICAS.

8.1.1. Aceros.

8.1.1.1. Aceros al carbono.

8.1.1.2. Aceros aleados.

8.2. PROCESO DE FABRICACIÓN.

8.2.1. Proceso de fusión.

8.2.2. Proceso de colada.

8.2.3. Formulación de cargas y variables a tener en cuenta.

8.3. FORMAS COMERCIALES Y APLICACIONES.

8.4. REPRESENTACIÓN Y DESIGNACIÓN DE MATERIALES.

8.5. PEDIDO DE MATERIALES.

8.5.1. Pedido óptimo.

8.6. RECEPCIÓN DE MATERIALES.

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

© CEDE – www.cede.es

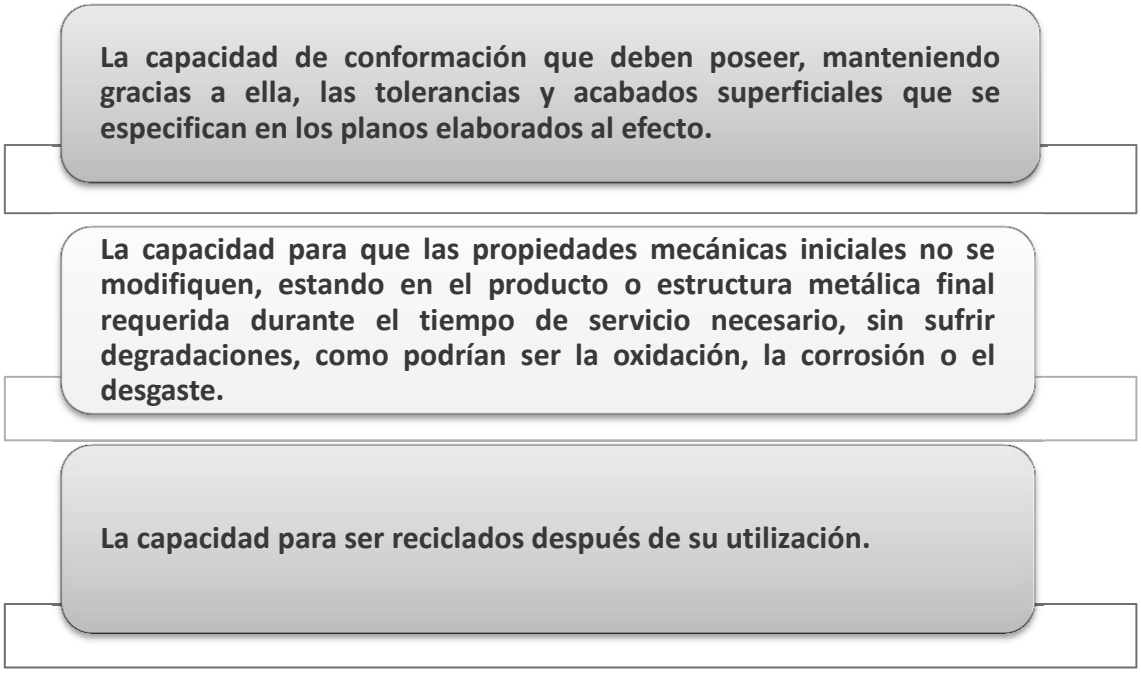
INTRODUCCIÓN

El octavo tema va a centrar su estudio en un campo fundamental dentro del sector de las construcciones metálicas, como es aquel que engloba los principales materiales empleados para la obtención de los diferentes productos o estructuras metálicas a considerar.

De acuerdo al párrafo anterior, es esencial la selección de los materiales que mejor se ajusten a las necesidades de las diversas estructuras metálicas a obtener en cualquier taller perteneciente a tal ámbito.

Esta elección es una etapa crítica, pues de ella no sólo dependen las propiedades mecánicas, sino también las propiedades físicas y químicas, o su coste económico, sino que además deben tenerse en cuenta una gran cantidad de requisitos.

Entre estos requisitos, podríamos destacar los siguientes:



Es por tanto muy importante conocer los distintos tipos de materiales que pueden utilizarse, sus propiedades, su capacidad para ser conformados, el comportamiento en servicio y el coste de su adquisición y procesamiento.

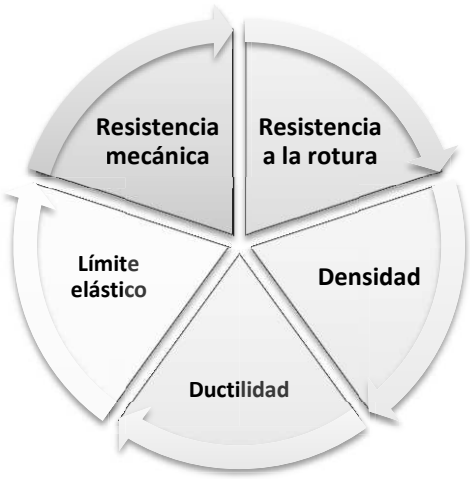
Fruto de todo ello, los materiales más habituales empleados en construcciones metálicas, resultan ser los materiales metálicos.

En concreto, aquellas aleaciones formadas esencialmente por hierro y carbono, denominadas aceros.

Dentro de esta clase de aleaciones metálicas, son muchos los tipos a tener en cuenta, tal y como se recogerá a lo largo del desarrollo de este tema.

No obstante, independientemente de la aleación escogida, un factor esencial va a ser aquel que comprenda el proceso de fabricación que permita obtener un determinado acero.

Esto es así, ya que dependiendo del proceso ejecutado, la estructura final lograda sobre el acero variará, siendo ésta el principal elemento que definirá las propiedades de la aleación lograda. De este modo, entre tales propiedades destacan las siguientes:



Por todo ello, será básico analizar los diferentes procesos empleados habitualmente para la fabricación de los materiales empleados en construcciones metálicas.

Junto con tal análisis, será primordial igualmente conocer los factores que permiten efectuar un control riguroso de los procesos de fabricación mencionados en el párrafo anterior, asegurando gracias a ello el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas para los materiales finales a alcanzar.

Para finalizar, otro aspecto fundamental que será analizado es aquel que engloba las condiciones básicas tanto de pedido como de recepción de los materiales finalmente escogidos para la elaboración de los diferentes productos o estructuras metálicas a desarrollar en un taller de construcciones metálicas concreto.

8.1. Materiales empleados en construcciones metálicas.

Una vez realizada una breve introducción acerca de los materiales empleados en construcciones metálicas, junto con sus procesos de fabricación de los mismos, el análisis de los contenidos se centra, en primer lugar, en la descripción de tales materiales.

De acuerdo al párrafo anterior, los principales materiales empleados en construcciones metálicas, tal y como se recogió en la introducción expuesta previamente, son los materiales metálicos.

En concreto, las aleaciones formadas por hierro y carbono, conocidas con el nombre de aceros.

Esto es así, ya que esta clase de materiales reúnen un conjunto de características o propiedades que les convierten en los más aptos para el sector de las construcciones metálicas. Entre estas características destacan las planteadas a continuación:

- ✓ Las propiedades mecánicas, ajustadas a los requerimientos establecidos en el ámbito de las construcciones metálicas, que serán estudiadas en detalle en el próximo tema.
- ✓ La capacidad de conformación que deben poseer, manteniendo gracias a ella, las tolerancias y acabados superficiales que se especifican en los planos elaborados al efecto.
- ✓ La capacidad para que las propiedades mecánicas iniciales no se modifiquen, estando en el producto o estructura metálica final requerida durante el tiempo de servicio necesario, sin sufrir degradaciones, como podrían ser la oxidación, la corrosión o el desgaste.
- ✓ El coste de adquisición, así como de procesamiento.
- ✓ La capacidad para ser reciclados después de su utilización.

© CEDE – www.cede.es

No obstante, antes de analizar en profundidad los aceros, es conveniente recordar que este tipo de materiales pertenecen al grupo de los materiales metálicos o metales y sus aleaciones.

De este modo, esta clase de materiales resultan ser sustancias compuestas por elementos metálicos como el hierro, aluminio o cobre, entre otros, que pueden contener algunos elementos no metálicos como es el carbono o el nitrógeno, por ejemplo. En el caso de los aceros, tal y como se ha propuesto anteriormente, son aleaciones formadas por hierro y carbono.

Además, los metales pueden ser utilizados en estado puro sin añadir otros elementos, o también como combinación de dos o más elementos metálicos y no metálicos, con el objetivo de mejorar ciertas propiedades. Si se trata de este último caso, se les denomina aleaciones, como el caso objeto de estudio, los aceros.

En cuanto a su utilización, los metales en estado puro, sin impurezas, tienen poca aplicación industrial y difícilmente pueden ser empleados como elementos estructurales. Se caracterizan por ser blandos y poco resistentes. Sin embargo, tienen mayor resistencia a la corrosión y mejores conductividades que sus aleaciones.

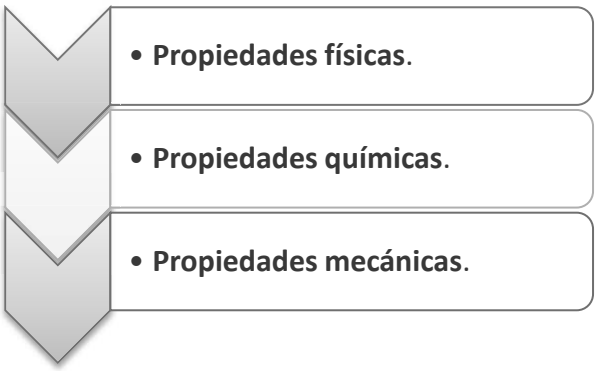
La aleación o adición de átomos extraños a un metal puro mejora sus propiedades mecánicas (como por ejemplo la resistencia y la dureza) y disminuye otras como son la ductilidad, la conductividad y la resistencia a la corrosión.

Por ello, la aleación se realiza para alcanzar las propiedades que no tienen los metales puros, como es el caso de los aceros, en los que se adicionan átomos de carbono y de boro para incrementar las propiedades mecánicas del hierro puro.

8.1.1. Aceros.

Planteados los motivos por los cuales los aceros se han convertido en los materiales más habituales dentro del sector de las construcciones metálicas, seguidamente se efectúa un análisis de las principales características de los mismos.

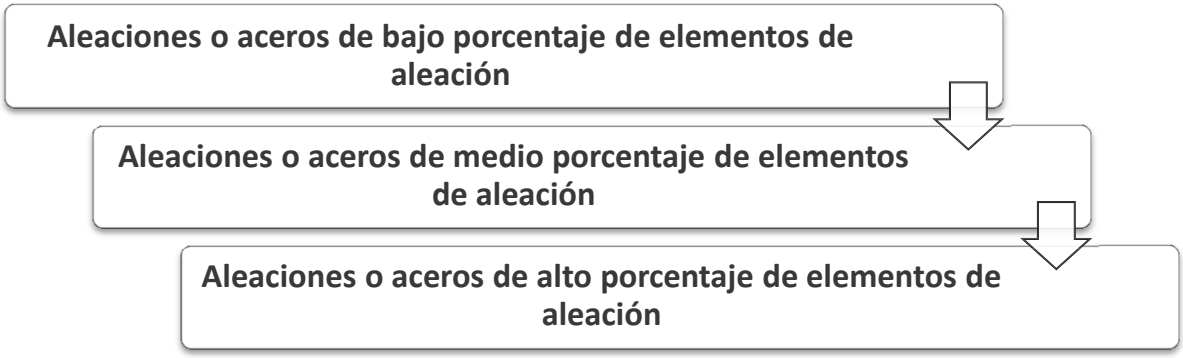
Para comenzar con dicho análisis, los aceros son aleaciones constituidas por hierro y carbono, tal y como se ha expuesto en el apartado anterior, pero que, además, pueden contener ciertos elementos de aleación para mejorar algunas propiedades como son:



De manera que todas ellas serán analizadas en detalle en el próximo tema, especialmente aquellas que definen el comportamiento mecánico de los aceros.

Por otro lado, dentro de los aceros, se pueden distinguir varios tipos destacados.

Al efecto, los aceros se clasifican en función del porcentaje de carbono, así como en función de sus elementos de aleación, de manera que podemos encontrar las siguientes clases fundamentales de aceros:

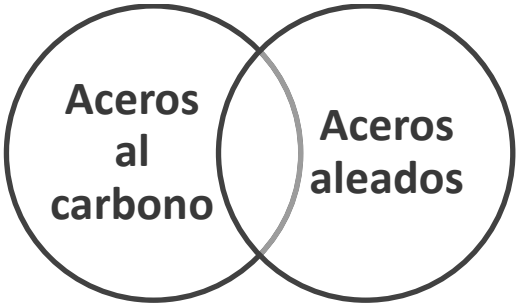


De acuerdo a los tipos enumerados, si se desea añadir otros elementos, aparecerán subclases de aceros con unas propiedades diferentes.

Dicho esto, una primera clasificación que podemos llevar a cabo es en función del porcentaje de carbono y en función de sus elementos de aleación.

La clasificación citada en el párrafo anterior sería la recogida en la siguiente figura:

© CEDE – www.cede.es



Como se puede deducir de la propia denominación de los dos grupos de aceros expuestos, el primero de ellos, el que comprende los aceros al carbono es aquel que presenta el carbono como elemento de aleación predominante, mientras que en el segundo grupo, el que incluye los aceros aleados, está formado por aquellos aceros donde, además del carbono, se alean otros elementos de manera significativa.

De este modo, a continuación se analizan cada uno de estos dos grupos esenciales de aceros a tener presente en el campo de las construcciones metálicas.

8.1.1.1. Aceros al carbono.

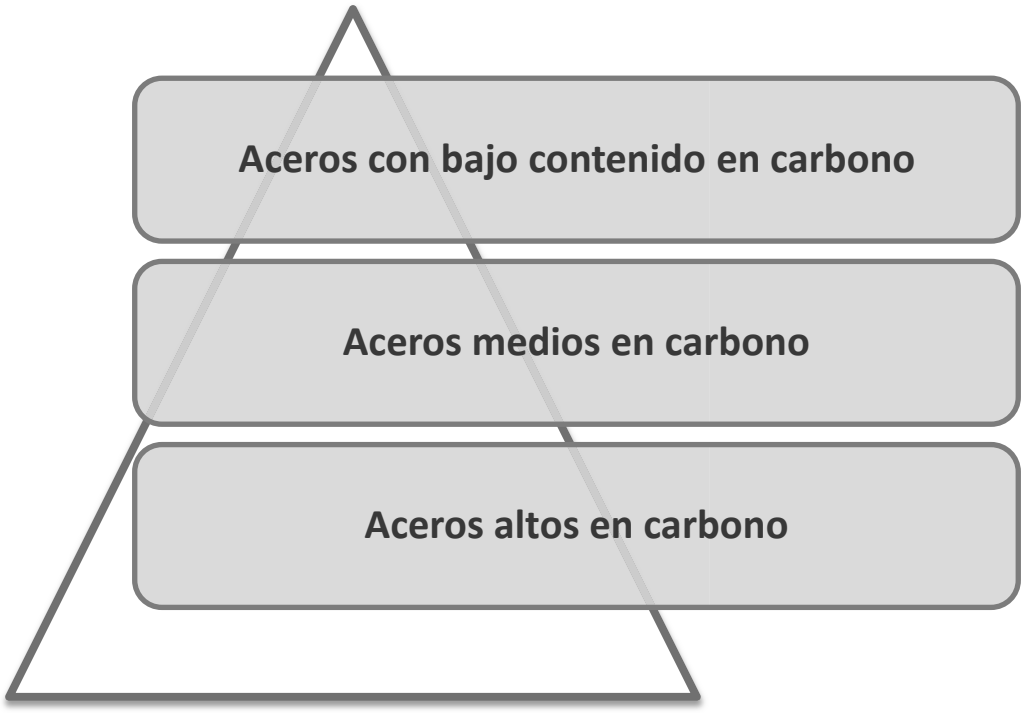
Como se ha recogido en el apartado anterior, el primer grupo de aceros a considerar dentro del mundo que comprende las construcciones metálicas, es el de los denominados aceros al carbono.

Su nombre proviene de la característica esencial que los define, su adición de carbono como elemento predominante.

De este modo, en función del contenido en carbono que presenten este tipo de aceros, se mejorarán ciertas propiedades iniciales, reduciendo otras.

Como consecuencia de ello, en función de los parámetros técnicos que definan la estructura metálica a considerar, se escogerá un tipo de acero al carbono u otro.

A partir de aquí, atendiendo al porcentaje o contenido de carbono a alear, se distinguen las siguientes clases de aceros al carbono:



A continuación, se exponen las características más sobresalientes de cada uno de ellos.

- **Acero con bajo contenido en carbono.**

El primer grupo de aceros a considerar dentro del sector de las construcciones metálicas es denominado como aceros de bajo contenido en carbono.

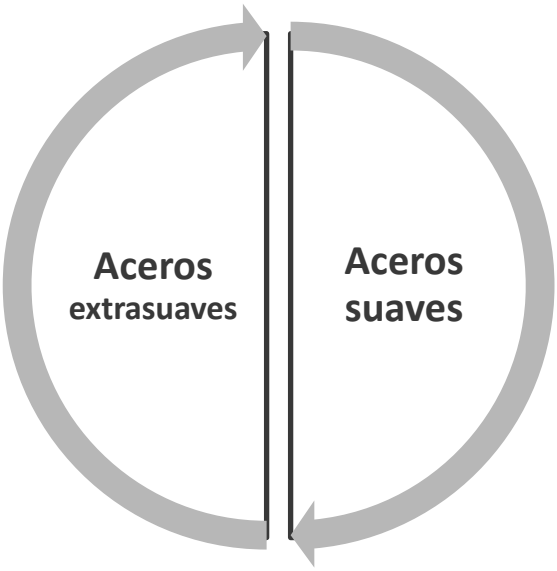
Dentro de esta clase de aceros, se encuentran aquellos que contienen menos del 0,3% de carbono, así como pequeñas cantidades de fósforo, azufre y silicio.

Como resultado de estos elementos aleados, los aceros bajos en carbono se caracterizan por ser blandos y poco resistentes, desde el punto de vista mecánico.

Por este motivo, únicamente serán empleados como materiales de los elementos constituyentes de las diferentes estructuras metálicas en el caso que sean capaces de soportar las cargas o esfuerzos a los que deben ser sometidos durante su vida en servicio, ya que como ventaja notable presentan las siguientes:

© CEDE – www.cede.es

Por otro lado, dentro de este tipo de aceros, los aceros bajos en carbono, se pueden considerar varios tipos, tal y como se muestra en la siguiente figura:



.El primer tipo de acero bajo en carbono expuesto, los aceros extrasuaves, son aquellos que contienen entre un 0,1 y un 0,2% de carbono.

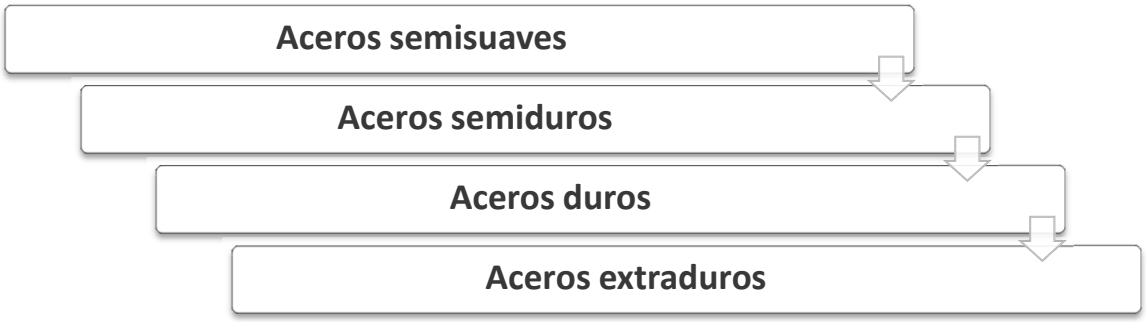
Por su parte, la segunda clase de aceros bajo al carbono a tener en cuenta, los aceros suaves, presentan contenidos en carbono comprendidos entre un 0,2 y un 0,3%.

- **Aceros medios en carbono.**

El segundo grupo de aceros a tener presentes en el ámbito de las construcciones metálicas es el conocido como aceros medios en carbono.

De este modo, dentro de este tipo de aceros se engloban aquellos que contienen porcentajes de carbono comprendidos entre el 0,3 y el 0,8% de carbono.

A esto hay que añadir que esta clase de aceros, los aceros medios en carbono, se dividen a su vez en cuatro grupos principales, recogidos seguidamente:



La diferencia esencial entre todos y cada uno de ellos se encuentra, al igual que sucedía con los aceros con bajo contenido en carbono, en el porcentaje que presentan de tal elemento.

De este modo, los aceros semisuaves son aquellos aceros medios en carbono, cuyo contenido está comprendido entre un 0,3 y un 0,4% de carbono.

En segundo lugar, los aceros semiduros comprenderán los aceros medios en carbono cuyo contenido en carbono se sitúa entre un 0,4 y un 0,5%.

A continuación, los aceros duros son aquellos aceros medios en carbono, cuyo contenido está comprendido entre un 0,5 y un 0,6% de carbono.

Finalmente, los aceros extraduros comprenderán los aceros medios en carbono cuyo contenido en carbono es superior al 0,7% de carbono, pudiendo alcanzar el 0,8%.

Como resultado del aumento del porcentaje de carbono aleado, aumentarán las propiedades mecánicas de cada uno de los aceros recogidos, con respecto al inmediatamente anterior, de manera que según los requerimientos técnicos deseados para una determinada estructura metálica se emplea el tipo de acero cuyas propiedades, definidas por el contenido en carbono, mejor se ajusten a ellos.

© CEDE – www.cede.es

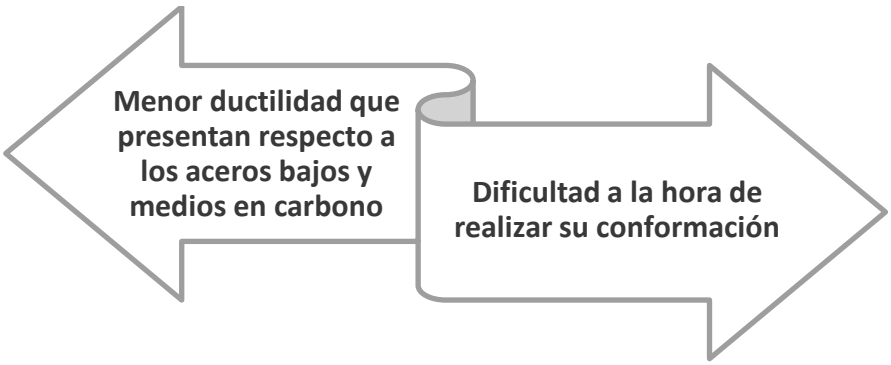
Aceros altos en carbono.

El tercer y último grupo de aceros a considerar dentro del sector de las construcciones metálicas es denominado como aceros altos en carbono.

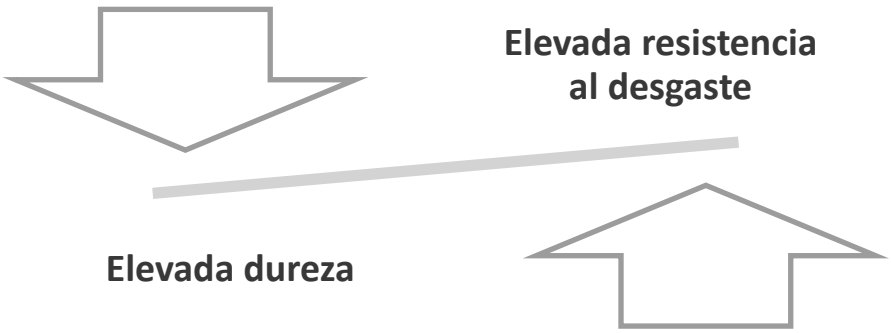
Dentro de esta clase de aceros, se encuentran aquellos que contienen porcentajes de carbono comprendidos entre un el 0,8 y el 1,4% de carbono.

Fruto del aumento significativo del contenido en carbono aleado respecto a los aceros con bajo y medio contenido en carbono, los aceros altos en carbono resultan ser más duros y resistentes que los dos tipos descritos previamente.

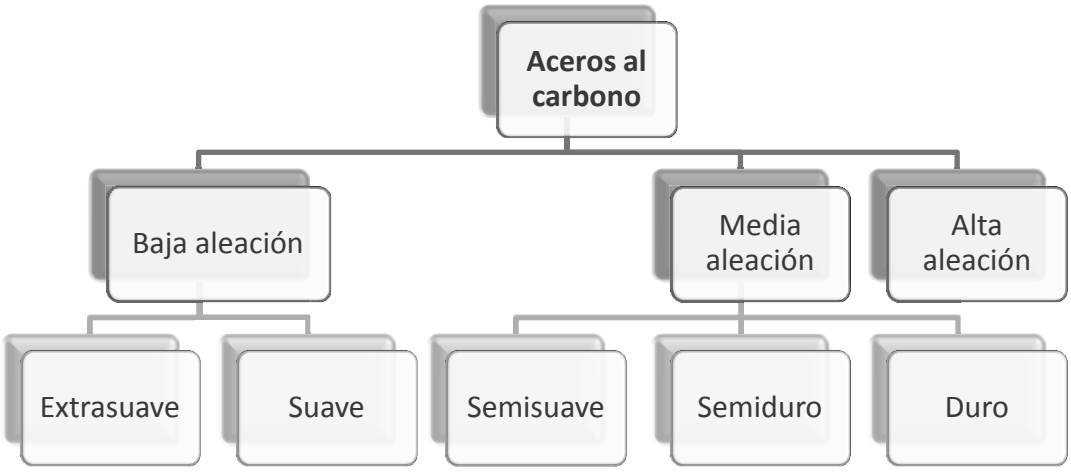
Sin embargo, dos inconvenientes significativos a considerar de este tipo de aceros para su aplicación en construcciones metálicas son los contemplados en la siguiente figura:



No obstante, los inconvenientes citados se ven compensados gracias a las siguientes ventajas recogidas seguidamente:



Como resumen, en la siguiente imagen se muestra la clasificación global de los distintos aceros al carbono a tener presentes en el ámbito de las construcciones metálicas:



Como consecuencia de todo ello, atendiendo a las necesidades solicitadas en un determinado producto o estructura metálicas, se recurrirá a uno de los tres grupos de aceros desarrollados, de manera que, dentro de ellos, a su vez, se seleccionará el más conveniente al efecto.

8.1.1.2. Aceros aleados.

Una vez vistos los distintos tipos de aceros en función de su porcentaje en carbono, los aceros al carbono, se pueden distinguir otras clases de aceros, en función de sus elementos de aleación.

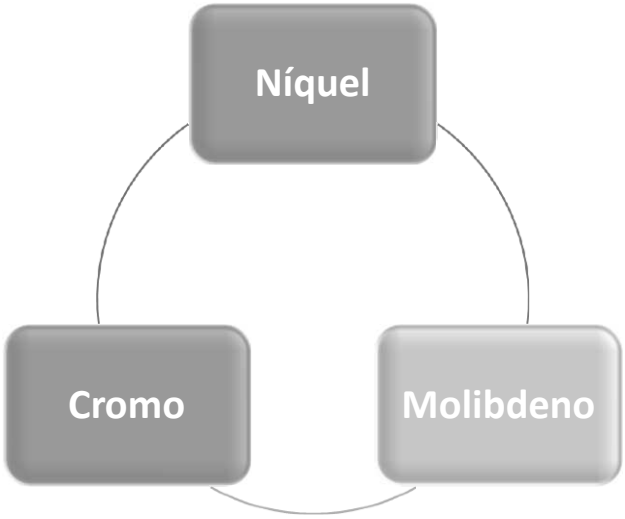
De esta manera, el carbono ya no resulta ser el elemento predominante en este tipo de aceros, sino otros que son aleados en porcentajes o contenidos notablemente superiores.

Fruto de este cambio en los elementos aleados, los aceros aleados se diferencian de los aceros al carbono por contener uno o más elementos de aleación en una proporción que resulta ser superior a lo normal.

De este modo, dentro de este grupo de materiales se pueden encontrar aceros que contengan elementos de aleación diferentes al carbono en porcentajes mayores al 0,6%, entre los que destacan los siguientes:

© CEDE – www.cede.es

Además, dentro de los aceros aleados se pueden encontrar otros elementos de aleación que se adicionan en porcentajes que pueden llegar hasta un 20%. Tal es el caso de los elementos recogidos en la siguiente figura:



Para finalizar, dentro de los aceros aleados a considerar en construcciones metálicas sobresalen los aceros inoxidables.

Esto es así debido a su características más destacada, tal y como su propio nombre indica, su elevada resistencia a la corrosión.

Tal propiedad es debida gracias a que esta clase de aceros aleados contienen porcentajes de cromo mayores al 11%.

CEDE- C/ Cartagena, 129 - 28002 Madrid
Tel.: 91 564 42 94

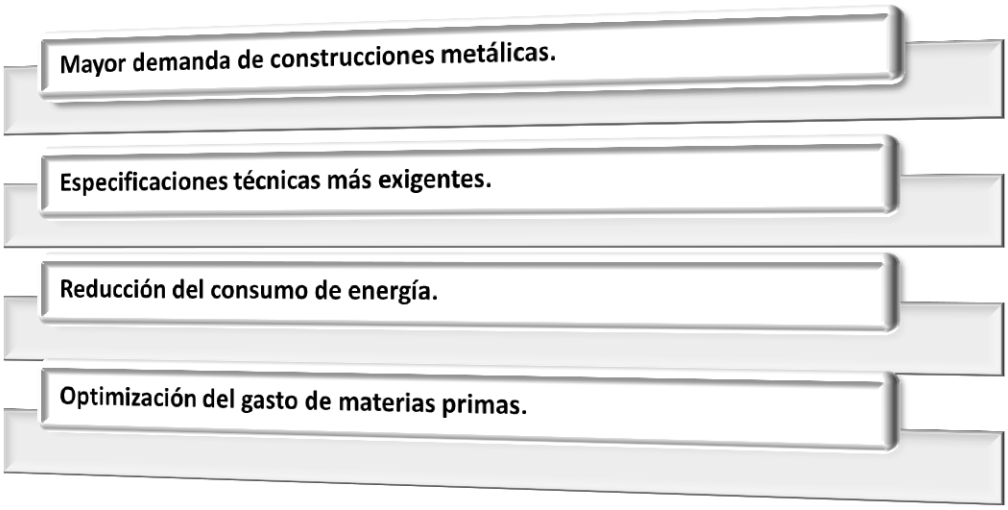
8.2. Proceso de fabricación.

Planteados los materiales esenciales a disponer en el campo de las construcciones metálicas, junto con las características más destacadas de cada uno de ellos, otro aspecto clave en este tema es presentar los procesos de fabricación de los mismos.

Por tanto, este apartado centrará su análisis en el estudio de los procedimientos de fabricación de los aceros analizados en el apartado anterior.

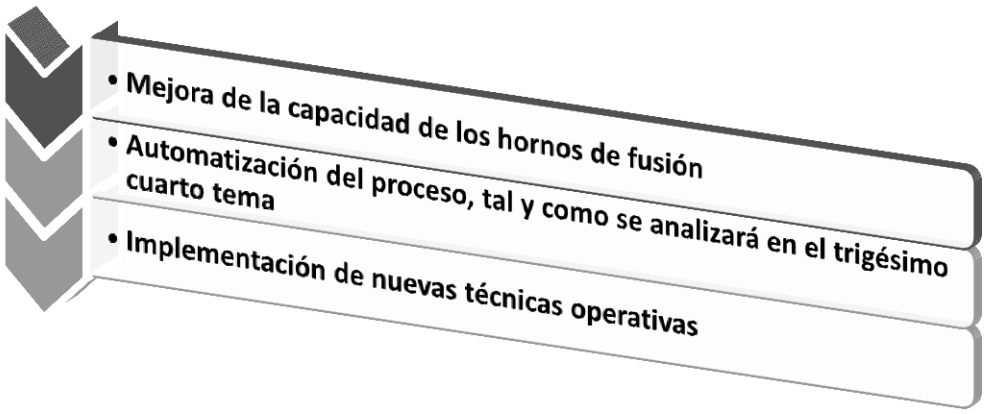
En primer lugar, hay que mencionar que el proceso de fabricación a aplicar para la obtención de los diferentes tipos de acero empleados en construcciones metálicas, ha evolucionado notablemente desde sus orígenes.

Esto es así, como resultado de la combinación de un conjunto de requerimientos o necesidades, entre las que sobresalen las siguientes:



Como consecuencia de la necesidad de optimizar la eficiencia y eficacia de los procesos de fabricación de aceros, se ha centrado el desarrollo tecnológico en los avances expuestos en la siguiente figura:

© CEDE – www.cede.es



Por otro lado, un concepto esencial en el proceso de fabricación de cualquier acero a emplear en construcciones metálicas es el que incluye la materia prima de la que parte dicho proceso.

De este modo, la materia prima a partir de la cual se obtiene el acero al desarrollar el proceso de fabricación requerido, es el mineral extraído de la mina al efecto.

Fruto de ello, antes de que el mineral citado llegue a los hornos donde se lleve a cabo la etapa o proceso de fusión, debe ser tratado, con el fin de liberar la parte valiosa del mismo, denominada mena, de la no valiosa, conocida como ganga.

Gracias al proceso de separación indicado en el párrafo anterior, una vez dispuesta la mena, ésta pasará al horno donde se realizará el proceso de fusión de la misma, obteniéndose por un lado el acero fundido, que posteriormente se verterá en un molde para su posterior colada, y el material a desechar, conocido con el nombre de escoria.

Para finalizar, dentro del proceso de fabricación de un determinado acero utilizado en el sector de las construcciones metálicas, se pueden distinguir las siguientes etapas claramente diferenciadas, tal y como se contempla seguidamente:

A continuación, se recogerán las principales características de cada una de ellas.

8.2.1. Proceso de fusión.

La primera fase o etapa a considerar en el proceso de fabricación de un acero destinado a construcciones metálicas es el que comprende la fusión de las materias primas de partida seleccionadas al efecto.

Atendiendo al párrafo anterior, la principal característica del proceso de fusión indicado es que gracias a ella se obtienen materiales metálicos en estado fundido de manera que se vierten en una cuchara, con el fin de ser distribuidos en moldes, proceso denominado colada.

Así pues, las operaciones de fusión constituyen la primera etapa en el proceso de conformado de los aceros.

Además, para llevar a cabo la operación de fusión, es fundamental que ésta se lleve a cabo en equipos desarrollados al efecto.

Estos equipos se denominan hornos, de modo que dentro de la fusión de aceros para construcciones metálicas destacan los siguientes tipos:

© CEDE – www.cede.es

El primero de ellos, el horno de cuba, también conocido con el nombre de cubilote, presenta forma cilíndrica vertical, de manera que dispone de una capa protectora de acero de cinco a diez milímetros de espesor, con un recubrimiento interior refractario.

Además, este tipo de hornos se caracteriza porque el fondo de los cubilotes modernos lleva compuertas que se abren tras realizar el proceso de colada, con el fin de vaciar la escoria allí acumulada.

En cuanto al material metálico fundido, los hornos de cuba poseen un agujero en su parte frontal, en su base, para la extracción del mismo.

Este agujero lleva a su vez un canal que permite conducir el material fundido a las cucharas de colada.

Además, presentan otro agujero para la extracción de la escoria, situada por encima del anterior, de manera que el volumen de material fundido que puede contener el cubilote es el comprendido entre ambos agujeros. Esta parte del cubilote se denomina crisol.

En segundo lugar, el horno de reverbero, se utiliza en el caso de que sea necesario producir piezas de grandes dimensiones.

Al efecto, los hornos de reverbero presentan como principal diferencia con respecto a los hornos de cuba, su disposición, que resulta ser horizontal. A esto hay que añadir otras características dimensionales como son se escasa altura y gran longitud.

Además, en este tipo de hornos, en uno de los extremos se encuentra la zona denominada como hogar, que es la zona donde se lleva a cabo la quema del combustible.

Para finalizar, el horno eléctrico de arco consiste en un horno cilíndrico de pequeño tamaño.

La principal diferencia que presentan con respecto a los dos anteriores, como su propio nombre indica, es el suministro necesario para su desarrollo, de manera que es la energía eléctrica la fuente que permite el funcionamiento de los mismos.

Esto supone una ventaja fundamental desde el punto de visto medioambiental, tan importante en nuestros días, ya que se evita el consumo de combustibles fósiles.

Resultado de todo lo expuesto, así como atendiendo a los requerimientos técnicos actuales para el procesamiento de los aceros empleados en construcciones metálicas, se emplean mayoritariamente los hornos eléctricos de arco, permitiendo fundir el acero considerado en las exigentes condiciones actuales.

Entre las exigencias mencionadas, destaca la necesidad de realizar el proceso a la temperatura adecuada.

Esto es debido a que si el desarrollo de la operación de fusión se sitúa en un rango inadecuado, no se obtendrá el acero con las propiedades deseadas.

Por ello, la temperatura a la que se realice la fusión debe situarse en un valor lo suficientemente alto como para garantizar que se alcance la fluidez deseada en el acero requerido, al mismo tiempo que debe ser no excesivamente alta para evitar que sufra procesos como la oxidación o la vaporización.

Fruto de todo ello, el uso extendido de hornos eléctricos de arco, tal y como se había planteado previamente.

8.2.2. Proceso de colada.

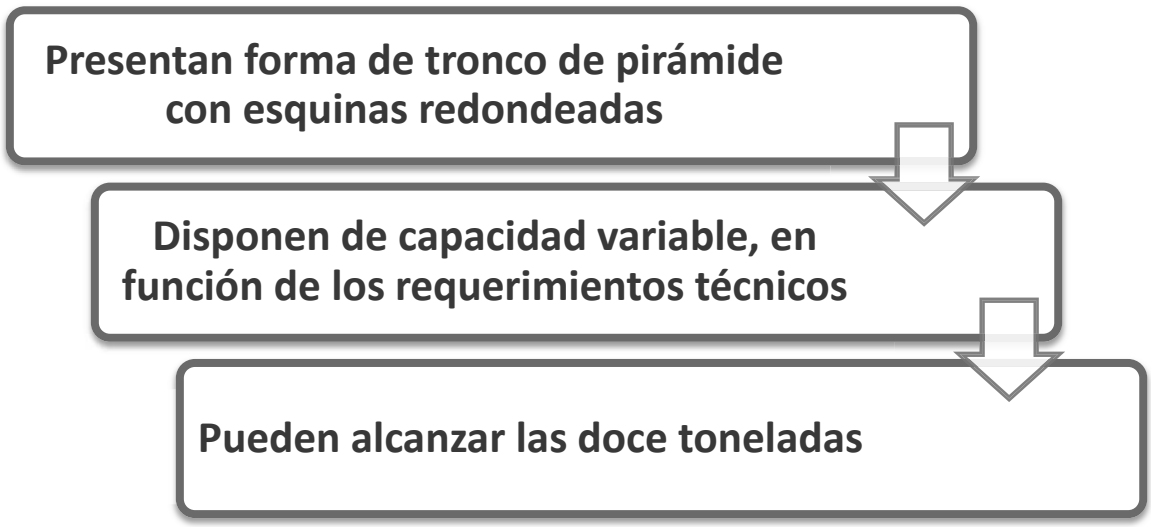
Una vez analizado el proceso de fusión de los aceros a emplear en el ámbito de las construcciones metálicas, la siguiente etapa a tener en cuenta en el proceso de fabricación de los mismos es la que trata la colada del material fundido con anterioridad.

De acuerdo al párrafo anterior, para el desarrollo del proceso de colada de aceros utilizados en construcciones metálicas, es esencial la presencia moldes conocidos como lingoteras.

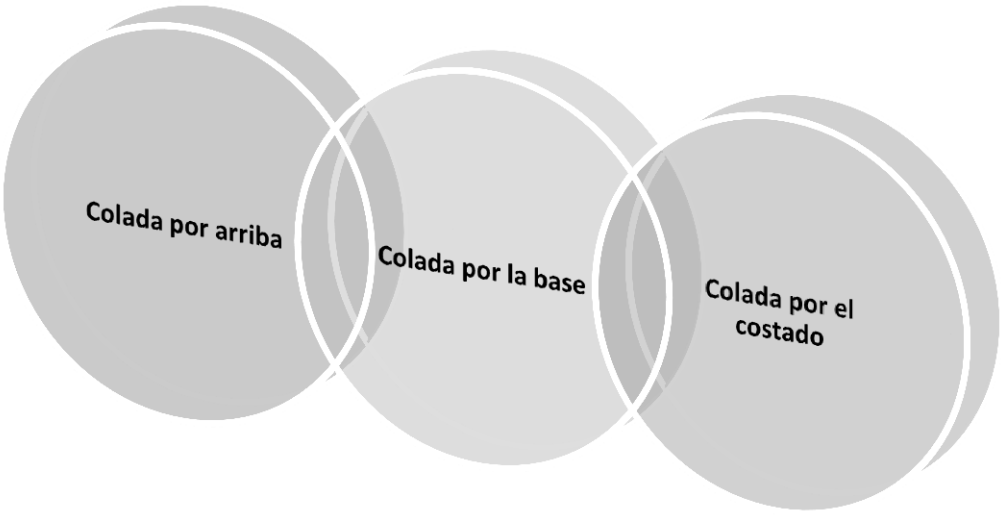
Dentro de este tipo de moldes, se pueden considerar muchos tipos. No obstante, considerando los aceros empleados en construcciones metálicas, las lingoteras utilizadas consisten en moldes metálicos de fundición de hierro.

© CEDE – www.cede.es

Esta clase de lingoteras se caracterizan por las siguientes especificaciones:



A todo lo anterior hay que añadir que sobresalen tres formas de efectuar el proceso de colada de los aceros a utilizar en construcciones metálicas, tal y como se contempla en la siguiente figura:



De manera que la primera de ellas, la colada por arriba, como su propio nombre indica, se lleva a cabo llenando los moldes por su parte superior.

Por su parte, la colada por la base, como su propio nombre igualmente indica, se efectúa llenando el molde por su parte inferior, gracias a que se hace llegar el material fundido a la base por medio de uno o varios bebederos desde la parte superior del molde.

Para finalizar, la colada por el costado, como ocurría con la denominación de los dos métodos anteriores, se lleva a cabo por el costado de los moldes, gracias a bebederos verticales situados en el costado de los moldes y unidos a éstos por uno o varios canales.

De todas ellas, la más empleada en el sector de las construcciones metálicas es la primera de ellas, la colada por arriba, ya que presenta como ventaja esencial el favorecer la correcta solidificación del material fundido y, con ello, que éste se solidifique a medida que llene el molde, siendo además los desperdicios pequeños, con la importancia que ello conlleva,

8.2.3. Formulación de cargas y variables a tener en cuenta.

Desarrolladas las etapas primordiales que constituyen el proceso de fabricación de un determinado acero utilizado en el ámbito de las construcciones metálicas, el siguiente aspecto a tratar es el que comprende la formulación de cargas, junto con las variables a tener presentes a lo largo del proceso citado.

De este modo, la materia prima empleada en el proceso de fusión y posterior colada, se conoce con el nombre de mena o materias primas minerales, tal y como se ha recogido con anterioridad.

La materia primada cita resulta ser una carga sólida que, tras las operaciones mencionadas, dará lugar al acero fundido.

Pero, además, entre los componentes de dicha carga, junto con las materias primas minerales indicadas, se encuentran también los fundentes.

Estos elementos tiene función básica facilitar el proceso de fusión de la escoria, ya que ésta suele ser la fase más compleja para obtener la carga en estado fundido.

Por otro lado, a estos dos componentes fundamentales de la carga hay que sumar un componente fundamental sin el cual no se podría llevar a cabo el proceso de fusión, que es el combustible empleado.

© CEDE – www.cede.es

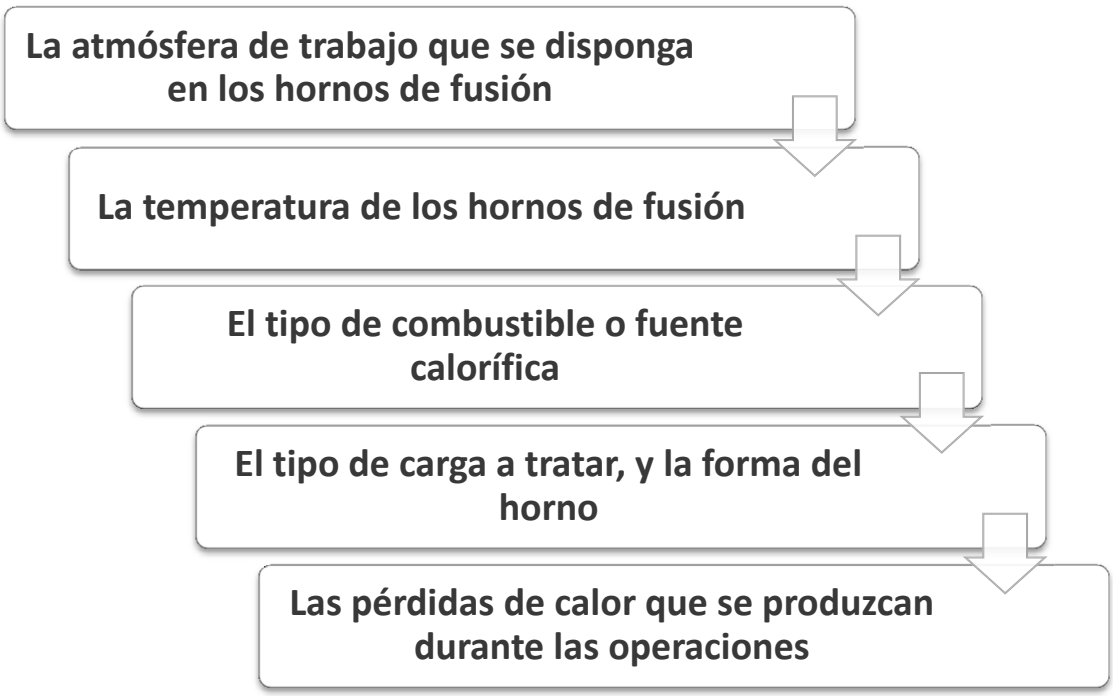
De manera que, en el caso de los hornos de cuba, el combustible empleado es el coque y en los de reverbero son combustibles sólidos o líquidos.

En el caso del horno eléctrico de arco, este componente no aparece como tal, ya que aquí la fuente calorífica es la energía eléctrica, siendo una de las ventajas por las que su uso predomina frente a los otros dos tipos de hornos mencionados.

Por tanto, la formulación de la carga sólida de partida para realizar estas operaciones se realizará en la proporción más adecuada entre las materias primas minerales, fundentes y combustible en el caso de los cubilotes y hornos de reverbero y entre las dos primeras en el caso de los hornos eléctricos de arco, con el fin de obtener el material metálico deseado.

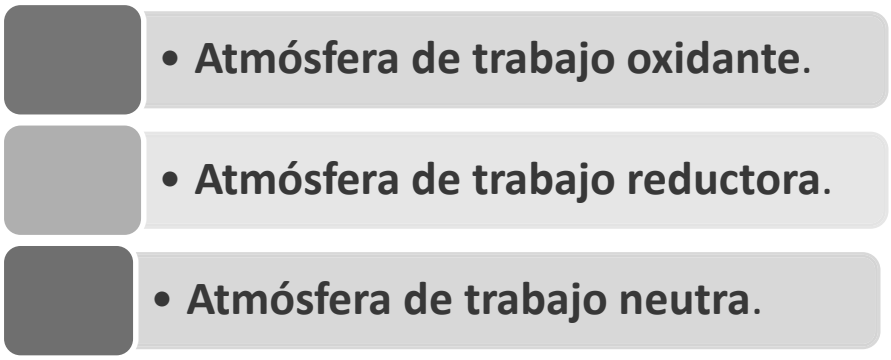
A lo anterior hay que añadir que para realizar adecuadamente las operaciones de fusión y colada de aceros empleados en construcciones metálicas, habrá que tener en cuenta una serie de variables que determinan el desarrollo de estos procesos.

Entre estas variables destacan las mostradas en la siguiente figura:



De todas ellas, destacar que la atmósfera de trabajo que se disponga en los hornos de fusión puede variar notablemente en función de la carga que se disponga en el mismo.

Como consecuencia de ello, se pueden citar tres atmósferas de trabajo fundamentales, tal y como se expone seguidamente:



En cuanto a la carga a tratar, en el caso de los hornos de cuba, ésta se presenta troceada o aglomerada, mientras que en los hornos de reverbero es pulverulenta.

Por su parte, en los hornos eléctricos de arco, la carga a tratar puede tener cualquiera de las tres formas anteriores indicadas, otra de las ventajas que da lugar a su uso predominante frente a los hornos de cuba y de reverbero.

Para concluir, junto con la ventaja inmediatamente recogida, otra destacada a tener presente es que el único horno que no presenta pérdida de calor es el eléctrico de arco.

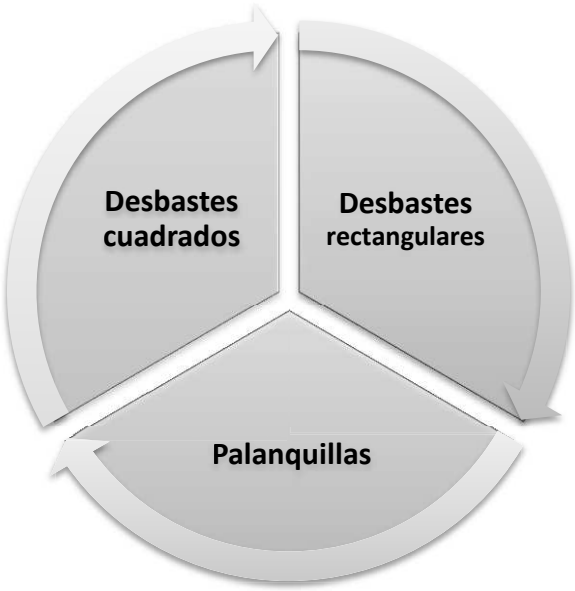
No obstante, los hornos eléctricos de arco presentan como principal desventaja su tamaño, que resulta ser inferior que el de los cubilotes y hornos de reverbero.

8.3. Formas comerciales y aplicaciones.

Como consecuencia del proceso de fusión y colada en las lingoteras, explicados en los dos apartados anteriores, se obtienen una serie de productos o piezas, denominados lingotes.

De este modo, este tipo de producto final alcanzado constituye la forma comercial con la que se venden los aceros en bruto para la fabricación posterior de productos acabados o estructuras metálicas determinadas.

Por tanto, el acero se conforma en lingotes, presentando éstos las siguientes formas sobresalientes:



La elección de una de las formas enumeradas dependerá del elemento constituyente de la estructura metálica que se requiera.

Por su parte, los elementos estructurales planos se fabricarán gracias a piezas fundidas, alimentada de forma continua, mientras que en el caso de vigas y chapas metálicas con un peso significativo se recurrirá a la obtención de tochos.

Por tanto, si se recogen las principales formas comerciales a considerar de los materiales empleados en construcciones metálicas, se dispondrían las contempladas seguidamente:

- ✓ **Chapas, redondos, así como cuadrados.**
- ✓ **Placas.**
- ✓ **Perfiles huecos.**
- ✓ **Perfiles conformados.**
- ✓ **Perfiles IPN e IPE.**
- ✓ **Perfiles HE**.
- ✓ **Perfiles UPN.**
- ✓ **Tuberías.**

La primera de ellas, la que engloba tanto a chapas, redondos, como cuadrados, se tendrán presente en las siguientes aplicaciones:

Chapas
Apoyos
Placas base en X
Secciones armadas
Platabandas de refuerzo de perfiles

Redondos y cuadrados
Elementos auxiliares

En segundo lugar, la segunda forma comercial a considerar son las placas, elaboradas mediante una chapa fina de acero, ejecutando un proceso de laminación, bien en frio, bien en caliente, dependiendo de los requerimientos técnicos establecidos.

En cuanto a la forma en que pueden presentarse las placas de aceros utilizados en construcciones metálicas sobresalen las siguientes:

Serie de placas
Ondulada
Grecada
Nervada
Agrafada
Paneles

En tercer lugar, se encuentran como forma comercial destacada en el ámbito de las construcciones metálicas los perfiles huecos, cuya aplicación básica se concentra en las estructuras de cubierta, bien en celosías planas o espaciales, tanto en nudos rígidos como articulados.

Dentro de este tipo de forma comercial, destacan las siguientes posibilidades en que pueden ser dispuestas:

Perfiles huecos
Redondos

© CEDE – www.cede.es

Cuadrados
Rectangulares

Por su parte, se encuentran en cuarto lugar, como forma comercial habitual de las aceros empleados en el ámbito de las construcciones metálicas, los perfiles conformados, obtenidos gracias a que se parte de una chapa de acero lamiando en caliente.

De este modo, la aplicación esencial de esta forma comercial en cualquier taller perteneciente al ámbito de las construcciones metálicas se reduce a elementos cuyo fin es el de fijar elementos estructurales del propio producto final o estructura mecánica a lograr.

Junto con esta aplicación fundamental, se podría sumar la presencia de estos perfiles en el campo de que las estructuras metálicas a obtener destaquen por su ligereza o su carácter temporal.

Dentro de este grupo de formas comerciales destacan las mostradas en la siguiente figura:

L
LD
U
C
Z

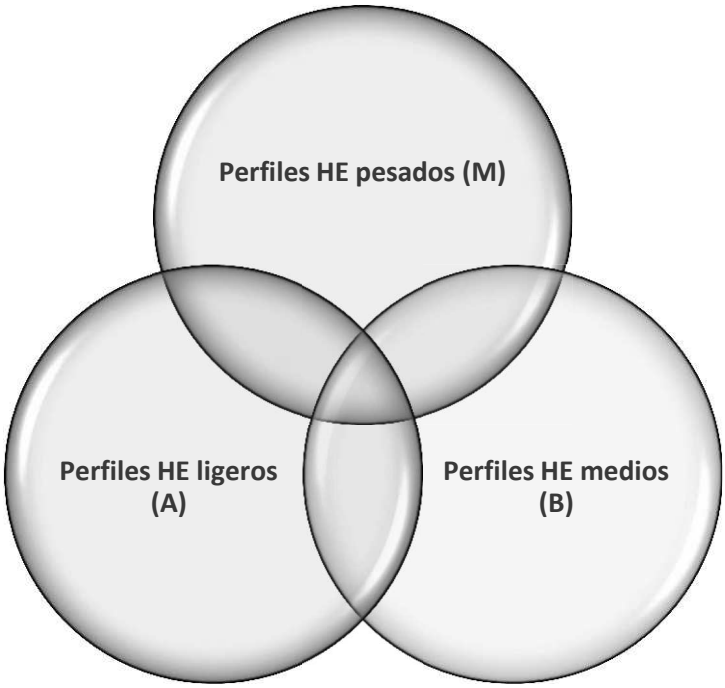
En cuanto a los perfiles recogidos en la figura anterior, destacan los perfiles conformados denominados como L y LD: siempre formados en parejas de dos o cuatro perfiles simples está muy extendido su empleo en barras de estructuras trianguladas. Solo en barras de carácter secundario se emplean aislados.

A continuación, en quinto lugar, se encuentran los perfiles IPN e IPE, utilizados especialmente en el caso de elaborar todo tipo de viguería, desde jácenas principales hasta viguetas de forjado.

Junto con las aplicaciones expuestas, los perfiles IPN e IPE se emplean igualmente para el caso de elementos que presenten el requerimiento de trabajar a flexión, sin dificultades de compresión.

CEDE- C/ Cartagena, 129 - 28002 Madrid
Tel.: 91 564 42 94

Por su parte, en sexto lugar se encuentran los perfiles HE. Dentro de este tipo de perfiles se pueden distinguir las siguientes clases principales:



Las aplicaciones esenciales de este tipo de perfil recogido se encuentra en aquellos elementos sometidos a flexión, así como aquellos que sufren esfuerzos o cargas de compresión.

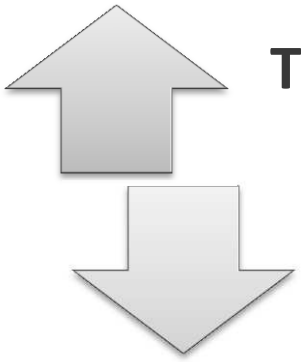
Seguidamente, el séptimo lugar se sitúan los perfiles UPN, aunque su empleo como perfil simple se encuentra aplicado excepcionalmente.

De hecho, los perfiles UPN se encuentran yuxtapuestos con otro perfil de las mismas características en los casos en los que se dan los requerimientos necesarios para su uso en elementos a compresión o flexocompresión, como soportes o pares de vigas de celosía, entre otros.

Para finalizar, se disponen las propias tuberías, cuya característica esencial a exponer es la relativa a su diámetro.

De este modo, los diámetros de las distintas tuberías empleadas en construcciones metálicas se sitúan entre los 168 y los 2.540 milímetros.

Además, dentro de este tipo de forma comercial básica a considerar, se pueden distinguir dos grupos claramente diferenciados, tal y como se recoge en la figura mostrada a continuación:



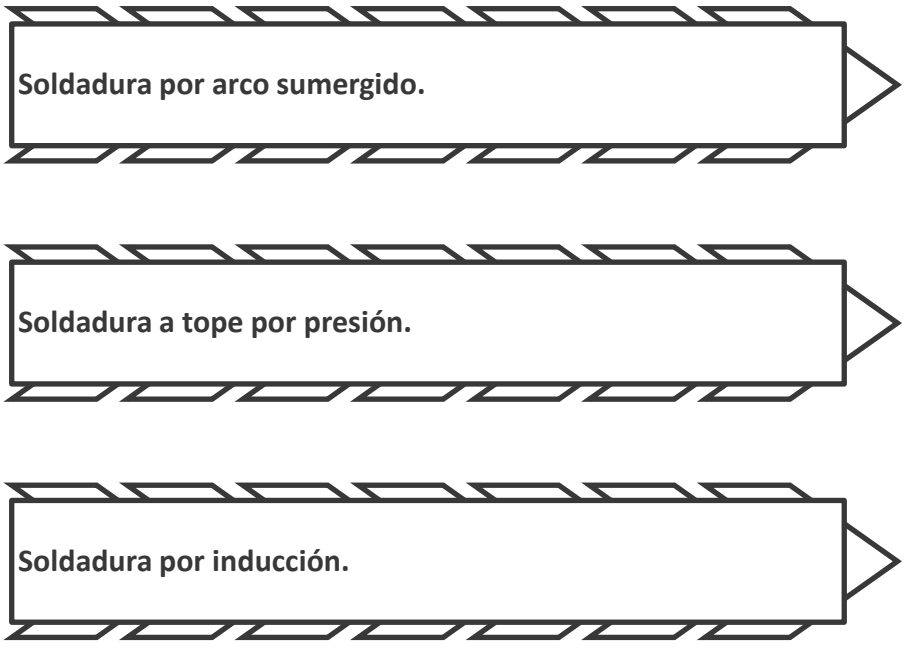
Tubos con soldadura

Tubos sin soldadura

En cuanto al primer grupo enunciado, los tubos con soldadura, se caracterizan por su elaboración a partir de materia prima plana sobre la que se aplica un proceso de laminado, bien en frío, bien caliente, dependiendo de las especificaciones técnicas pedidas.

Como resultado, se logra una tubería de sección circular, con sus bordes soldados.

Dentro de los procesos de soldadura esenciales a efectuar para la obtención de este tipo de tubos con soldadura, sobresalen las siguientes técnicas operativas:



En segundo lugar, los tubos sin soldadura se elaboran a partir de una materia prima maciza, pudiendo ser principalmente un lingote, palanquilla o barra, sobre la que se aplica un proceso de extrusión.

A continuación, sobre el producto extruido, citado en el párrafo anterior posterior, se practica un proceso de laminado o estirado que, al igual que ocurría con los tubos con soldadura, puede ser ejecutado en frío o en caliente.

Fruto de todo ello, resultan tubos no soldados cuya característica dimensional primordial es su diámetro exterior, que se sitúa por debajo de los doscientos milímetros en todas las aplicaciones realizadas en un determinado taller de construcciones metálicas.

8.4. Representación y designación de materiales.

Una vez recogidas las formas comerciales que suelen adoptar los materiales empleados en la fabricación de los diferentes elementos constituyentes de estructuras metálicas, se concreta la designación, representación, junto con las aplicaciones fundamentales de todos ellos.

Como ya se ha recogido en apartados precedentes, los materiales básicos empleados en construcciones metálicas son las aleaciones formadas principalmente por hierro y carbono, es decir, los aceros.

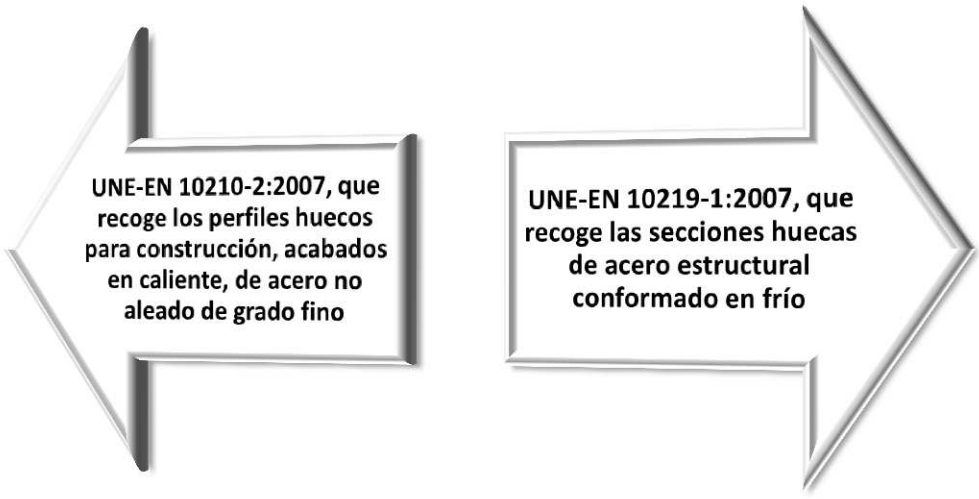
No obstante, dado el elevado número de clases de aceros a considerar, tal y como se ha recogido a lo largo del primer apartado del tema, se va a concretar la designación de aquellos más habituales en cualquier taller perteneciente al ámbito de las construcciones metálicas.

De acuerdo al párrafo anterior, los principales aceros utilizados en un taller determinado de construcciones metálicas son los que recoge la norma europea, de aplicación en España según la Asociación de Normalización y Certificación, UNE-EN 10025.

Esta norma incluye los productos laminados en caliente de acero no aleado para construcciones metálicas de uso general.

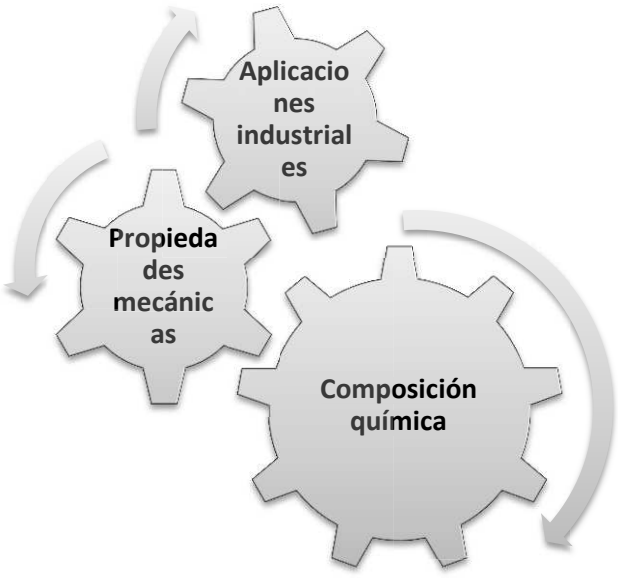
Junto con este tipo de aceros, también es esencial considerar los recogidos en las dos normas contempladas en la siguiente figura:

© CEDE – www.cede.es



Atendiendo a las normas europeas, de aplicación en nuestro país, se plantea la designación de los aceros recogidos en ellas, ya que ésta permite identificar aspectos primordiales del acero seleccionado.

Entre los aspectos fundamentales que proporciona la designación de un determinado acero utilizado en construcciones metálicas, destacan los expuestos seguidamente:



Teniendo en cuenta los aspectos enumerados en la figura anterior, se pueden distinguir dos tipos destacados de formas de designar un determinado acero empleado en construcciones metálicas, tal y como se contempla a continuación:

CEDE- C/ Cartagena, 129 - 28002 Madrid
Tel.: 91 564 42 94

Aceros designados en función de sus propiedades mecánicas y aplicaciones

Aceros designados en función de su composición

En el primer caso, la clase de designación que considera tanto propiedades mecánicas como aplicaciones de los aceros presentes en el campo de construcciones metálicas, dispone una letra, cuya función será la de plantear la principal aplicación a la que puede ser destinado el acero escogido.

A continuación, se recogerá un número, que será el encargado de mostrar la propiedad mecánica más notable del acero en cuestión.

A lo explicado hay que añadir un aspecto primordial como es el grado que presenta un determinado acero, ya que indica una propiedad destacada como es la resiliencia.

Al efecto, resiliencia se define como la capacidad que presenta un material, en este caso un acero utilizado en el sector de las construcciones metálicas, para absorber la energía en el momento de producirse un impacto sobre el mismo.

De esta manera, entre los grados presentes en los aceros considerados en todo taller de construcciones metálicas, destacan tres esencialmente, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

- **Grado JR: aplicación en construcción ordinaria**
- **Grado JO: Aplicación en construcción con altas exigencias de soldabilidad**
- **Grado J2: aplicación en construcción con especiales exigencias de resistencia, resiliencia y soldabilidad**

© CEDE – www.cede.es

Por su parte, el segundo tipo de designación a tener en cuenta para los diferentes aceros utilizados en construcciones metálicas, es aquella que recoge la composición química de los mismos.

Como resultado, la designación citada presentará la estructura expuesta seguidamente:

1. 00 00(00)

Donde el primer dígito designa el grupo de material, de manera que el número uno se asigna a los aceros. Por su parte, el resto de materiales se designarán con los números que van del dos al nueve.

A continuación, los dos siguientes dígitos designan el grupo de acero. De este modo, en la siguiente tabla se recogen las distintas designaciones al efecto:

00 y 90	**Acero base no aleados**
01 a 07 y 91 a 97	**Acero de calidad no aleados**
10 a 13 y 15 a 18	**Aceros especiales no aleados**
08, 09, 98 y 99	**Aceros de calidad aleados**
20 a 28	**Aceros aleados para herramientas**
32 a 39	**Aceros aleados de grupos diversos**
40 a 49	**Aceros inoxidables y refractarios**
50 a 89	**Aceros de construcción y para recipientes a presión**

Para finalizar, los dos últimos dígitos hacen referencia al orden presente en el grupo de acero seleccionado. Si fuera necesario, se dispone de dos dígitos adicionales para completar la designación, que son aquellos que aparecen entre paréntesis.

Por otro lado, aunque se han planteado aceros recogidos en diferentes normas, todos ellos cumplen con unas propiedades esenciales, que los convierten en aptos para el campo de aplicación que comprende las construcciones metálicas.

Entras las propiedades indicadas, sobresalen las mostradas en la siguiente tabla:

Propiedad	Valor
Módulo de Elasticidad	**210.000 N/mm^2**
Módulo de Rigidez	**81.000 N/mm^2**
Coeficiente de Poisson	**0,3**
Coeficiente de dilatación térmica	**1,2·10-5 (ºC)$^{-1}$**
Densidad	**7.850 kg/m^3**

8.5. Pedido de materiales.

Otro aspecto destacado a desarrollar en el presente tema es aquel que comprende las condiciones más destacadas en lo que a pedido de los materiales analizados se refiere.

De este modo, será imprescindible conocer la cantidad de un determinado material a pedir para un taller de construcciones metálicas concreto.

Para ello, es necesario, en primer lugar, definir una serie de conceptos que nos permitan llevar a cabo la estimación de la cantidad óptima a almacenar de cada repuesto.

Los conceptos mencionados anteriormente, se recogen en la siguiente figura:

En cuanto a la cantidad inicial, como su propio nombre indica, se refiere al número exacto de unidades de que se dispone en el almacén del taller de construcciones metálicas considerado del material escogido.

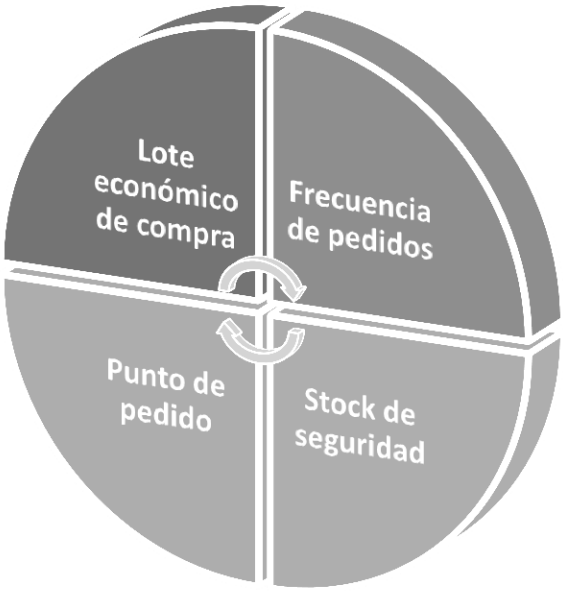
© CEDE – www.cede.es

Por su parte, el punto de pedido será el número de unidades que se deben tener en dicho almacén, para que, en ese momento, se realice un pedido de compra del material analizado.

Por último, la cantidad a pedir será el número de unidades que deben ser incluidos en la orden o pedido de compra del material estudiado. En este sentido, en ocasiones, este concepto es determinante, ya que puede obligar al responsable del taller a pedir un número mayor de unidades del material considerado del estimado, pues en ocasiones los elementos o piezas suelen proveerse en lotes con un número mínimo de ellos.

Por otro lado, existen varias formas de determinar la cantidad que se debe adquirir de un determinado material perteneciente a un taller concreto de construcciones metálicas.

Entre todas ellas, destaca aquella que se basa en el empleo de los siguientes indicadores o índices:



A continuación, se describen brevemente cada uno de ellos.

- **Lote económico de compra.**

El primer indicador a considerar es el conocido con el nombre de lote económico de compra.

De este modo, el lote económico de compra se define como la cantidad a pedir, con el fin de optimizar el coste total de mantenimiento del stock.

Para su cálculo, se dispone de la siguiente expresión:

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot D}{b \cdot P}}$$, siendo:

k = costo por pedido (costo medio en €)
D = consumo anual (en unidades)
b = precio unitario (en €/unidad) de la pieza
P = tasa de almacenamiento (20-30%)

De todas ellas, la tasa de almacenamiento es aquella que tiene en cuenta los factores indicados a continuación:

- **Los gastos financieros de mantenimiento del stock.**
- **Los gastos operativos, es decir, de custodia, manipulación, así como despacho**.
- **Depreciación y obsolescencia de materiales.**
- **Coste de los seguros.**

Frecuencia de pedidos.

El segundo indicador fundamental a tener en cuenta es el denominado como frecuencia de pedidos.

Este indicador se define como el número de pedidos que habrá que realizar al año por el material considerado.

© CEDE – www.cede.es

Al igual que ocurría con el caso del lote económico de compra, la frecuencia indicada se cuantifica a partir de la siguiente expresión:

$$\boxed{n = \frac{D}{Q_e}}$$, siendo:

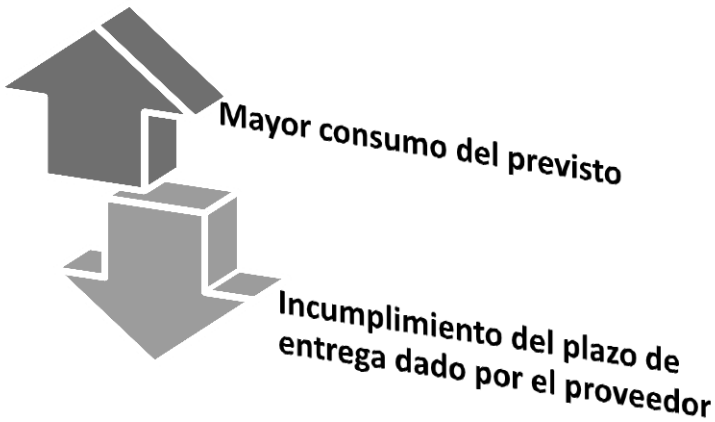
D = consumo anual (en unidades)

Q_e = lote económico de compra (en unidades)

- **Stock de seguridad.**

El tercer indicador destacado a la hora de determinar la cantidad óptima a adquirir de un determinado material, se denomina como stock de seguridad.

En parámetro consiste en la cantidad adicional a mantener en stock para prevenir el riesgo de falta de existencias, por una de las dos razones fundamentales recogidas en la siguiente figura:



La expresión que permite determinar el stock de seguridad es la siguiente:

$$\boxed{S_s = H\sqrt{c \cdot d}}$$, siendo:

c = consumo diario (en piezas/día)

d = plazo de aprovisionamiento (en días)

H = factor de riesgo, que depende del % de rotura de stocks que estamos dispuestos a permitir

$$\left(\frac{unidades \cdot servidas}{unidades \cdot demandadas} \cdot 100\right)$$

CEDE- C/ Cartagena, 129 - 28002 Madrid
Tel.: 91 564 42 94

Punto de pedido.

Para finalizar con estos indicadores, se recoge el concepto de punto de pedido.

Por punto de pedido se entiende el número de unidades de un determinado material, resultante de sumar el stock de seguridad al consumo previsto para tal repuesto en el plazo de reaprovisionamiento.

Por tanto, este indicador se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\boxed{Q_P = c \cdot d + H\sqrt{c \cdot d}}\ ,$$

siendo:

c = consumo diario (en piezas/día)
d = plazo de aprovisionamiento (en días)
H = factor de riesgo, que depende del % de rotura de stocks que estamos dispuestos a permitir

$$\left(\frac{unidades \cdot servidas}{unidades \cdot demandadas} \cdot 100\right)$$

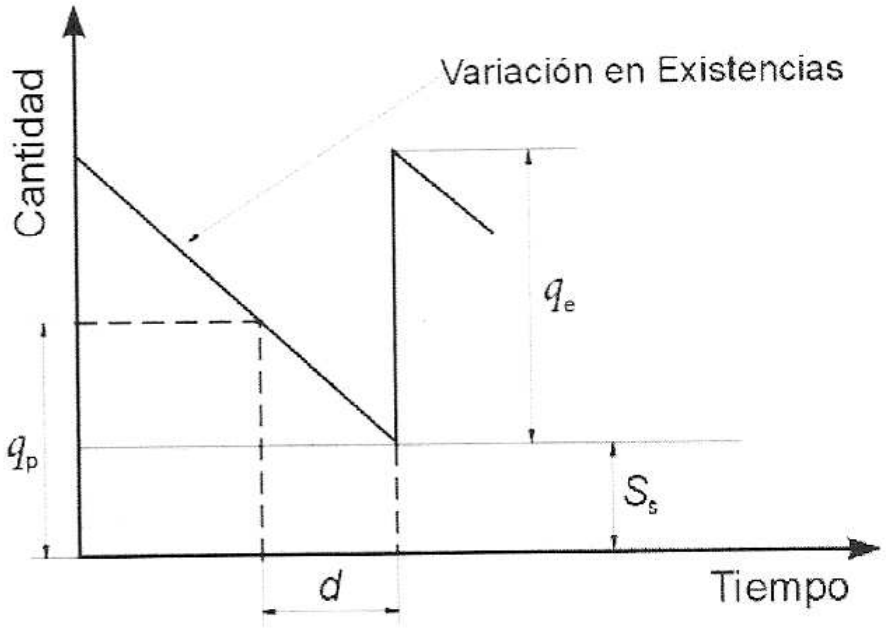
No obstante, en ocasiones este indicador se fija arbitrariamente, tomando como referencias las siguientes:

© CEDE – www.cede.es

8.5.1. Pedido óptimo.

Dentro de las condiciones de pedido de un determinado material a utilizar en un taller de construcciones metálicas, un factor determinante es el relativo al punto óptimo de pedido.

De acuerdo con ello, en la siguiente figura se representa el momento y cantidad necesarios para establecer el punto óptimo de pedido:



siendo:

S_s = stock de seguridad (en unidades)

Q_e = lote económico de compra (en unidades)

Q_p = punto de pedido (en unidades)

d = plazo de reaprovisionamiento (en días)

8.6. Recepción de materiales.

Para concluir este octavo tema, se van a analizar las peculiaridades principales relativas a la recepción de los materiales más habituales empleados en un determinado taller de construcciones metálicas.

CEDE- C/ Cartagena, 129 - 28002 Madrid
Tel.: 91 564 42 94

Al efecto, las condiciones técnicas de suministro de los materiales indicados en el párrafo anterior, serán objeto de comercio entre el consumidor y el fabricante, de manera que se ajustarán a lo que se establece en las distintas normas de referencias.

En el campo que comprende las construcciones metálicas, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) elaboró la norma UNE-EN-10025, que recoge las condiciones técnicas generales de suministro para productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

Por este motivo, la norma citada será la base para establecer todas y cada una de las condiciones a considerar a la hora de recepcionar los distintos materiales a utilizar en un taller de construcciones metálicas concreto.

Por tanto, tomando como referencia la norma UNE-EN-10025, entre otros requerimientos, los materiales recepcionados en todo taller del sector, no presentarán defectos internos o externos que perjudiquen a su correcta utilización.

Además, los proveedores de cualquier taller de construcciones metálicas, con motivo de ofrecer la garantía de las características de los distintos productos, realizarán sobre los materiales considerados los ensayos que juzguen precisos y en la forma que crean conveniente.

Como resultado, el fabricante escogido para el suministro de los diferentes materiales a tener presentes en un taller de construcciones metálicas, garantizará las características mecánicas y la composición química de los materiales que suministra a dicho taller, es decir, garantiza que cumplen todas las especificaciones técnicas requeridas.

Por su parte, los ensayos de recepción que el receptor de materiales puede encargar a cada partida para comprobar el cumplimiento de la garantía, se realizarán dividiendo la partida en unidades de inspección, tomando las muestras en cada unidad de inspección, realizando los ensayos según indica la citada norma vigente al efecto.

En cuanto a la composición de las unidades de inspección, es necesario recoger que si sobre una partida se realizan ensayos de recepción, ésta se dividirá en unidades de inspección, de acuerdo a la norma UNE 36080, elaborada por la Asociación Española de Normalización y Certificación.

© CEDE – www.cede.es

RESUMEN

En primer lugar, los principales materiales empleados en construcciones metálicas, tal y como se recogió en la introducción expuesta previamente, son los materiales metálicos.

Esto es así, ya que esta clase de materiales reúnen un conjunto de características o propiedades que les convierten en los más aptos para el sector de las construcciones metálicas. Entre estas características destacan las planteadas a continuación:

- ✓ La capacidad de conformación que deben poseer, manteniendo gracias a ella, las tolerancias y acabados superficiales que se especifican en los planos elaborados al efecto.
- ✓ La capacidad para que las propiedades mecánicas iniciales no se modifiquen, estando en el producto o estructura metálica final requerida durante el tiempo de servicio necesario, sin sufrir degradaciones, como podrían ser la oxidación, la corrosión o el desgaste.
- ✓ El coste de adquisición, así como de procesamiento.
- ✓ La capacidad para ser reciclados después de su utilización.

Los aceros son aleaciones constituidas por hierro y carbono que, además, pueden contener ciertos elementos de aleación para mejorar algunas propiedades como son:

- ✓ Propiedades físicas.
- ✓ Propiedades químicas.
- ✓ Propiedades mecánicas.

Por otro lado, los aceros se clasifican en función del porcentaje de carbono, así como en función de sus elementos de aleación, de manera que podemos encontrar las siguientes clases fundamentales de aceros:

i. **Aleaciones o aceros de bajo porcentaje de elementos de aleación.**
ii. **Aleaciones o aceros de medio porcentaje de elementos de aleación.**
iii. **Aleaciones o aceros de alto porcentaje de elementos de aleación.**

a) Aceros al carbono.

Su nombre proviene de la característica esencial que los define, su adición de carbono como elemento predominante.

De este modo, en función del contenido en carbono que presenten este tipo de aceros, se mejorarán ciertas propiedades iniciales, reduciendo otras. Como consecuencia de ello, en función de los parámetros técnicos que definan la estructura metálica a considerar, se escogerá un tipo de acero al carbono u otro.

A partir de aquí, atendiendo al porcentaje o contenido de carbono a alear, se distinguen las siguientes clases de aceros al carbono:

i. **Aceros con bajo contenido en carbono**
ii. **Aceros medios en carbono.**
iii. **Aceros altos en carbono**

b) Aceros aleados.

Los aceros aleados se diferencian de los aceros al carbono por contener uno o más elementos de aleación en una proporción que resulta ser superior a lo normal.

De este modo, dentro de este grupo de materiales se pueden encontrar aceros que contengan elementos de aleación diferentes al carbono en porcentajes mayores al 0,6%, entre los que destacan los siguientes:

- ✓ **Manganeso.**
- ✓ **Silicio.**
- ✓ **Aluminio.**

Además, dentro de los aceros aleados se pueden encontrar otros elementos de aleación que se adicionan en porcentajes que pueden llegar hasta un 20%. Tal es el caso de los elementos recogidos en la siguiente figura:

© CEDE – www.cede.es

- ✓ **Cromo.**
- ✓ **Níquel.**
- ✓ **Molibdeno.**

Por su parte, en el proceso de fabricación de un determinado acero utilizado en el sector de las construcciones metálicas, se pueden distinguir las siguientes etapas claramente diferenciadas:

i. **Etapa de fusión.**
ii. **Etapa de colada.**

Las operaciones de fusión y colada de aceros empleados en construcciones metálicas, habrá que tener en cuenta una serie de variables que determinan el desarrollo de estos procesos. Entre estas variables destacan las mostradas a continuación:

- ✓ **La atmósfera de trabajo que se disponga en los hornos de fusión.**
- ✓ **La temperatura de los hornos de fusión.**
- ✓ **El tipo de combustible o fuente calorífica.**
- ✓ **El tipo de carga a tratar.**
- ✓ **La forma del horno.**
- ✓ **Las pérdidas de calor que se produzcan durante las operaciones.**

Además, el acero se conforma en lingotes, presentando éstos las siguientes formas sobresalientes:

i. **Desbastes cuadrados,**
ii. **Desbastes rectangulares.**
iii. **Palanquillas.**

En cuanto a las principales formas comerciales a considerar de los materiales empleados en construcciones metálicas, se dispondrían las contempladas seguidamente:

- ✓ **Chapas, redondos, así como cuadrados.**
- ✓ **Placas.**
- ✓ **Perfiles huecos.**

- ✓ **Perfiles conformados.**
- ✓ **Perfiles IPN e IPE.**
- ✓ **Perfiles HE**.
- ✓ **Perfiles UPN.**
- ✓ **Tuberías.**

Planteadas las formas comerciales, los principales aceros utilizados en un taller determinado de construcciones metálicas son los que recoge la norma europea, de aplicación en España según la Asociación de Normalización y Certificación, UNE-EN 10025.

Igualmente será imprescindible conocer la cantidad de un determinado material a pedir para un taller de construcciones metálicas concreto.

Para ello, es necesario, en primer lugar, definir una serie de conceptos, entre los que destacan la cantidad inicial, el punto de pedido y la cantidad a pedir.

Para finalizar, a los conceptos mencionados, hay que sumar otros destacados como son:

i. **Lote económico de compra.**
ii. **Frecuencia de pedidos.**
iii. **Stock de seguridad.**
iv. **Punto de pedido.**

© CEDE – www.cede.es

BIBLIOGRAFÍA

Manual de Soldadura por Arco Eléctrico. Cano Pila, S.L. Ediciones Ceysa, 2005.

Diseño de Productos Mecánicos. Elementos de Máquinas. E. Ortea. Ediciones EO, 2014.

Ciencia de Materiales. José María Lasheras, Javier F. Carrasquilla. Editorial Donostiarra, 2001.

Ciencia e Ingeniería de los Materiales. William D. Callister, Jr. Editorial Reverté, S.A., 1998.

Estructuras de Acero. Tomo 1-Tercera Edición. Ramón Argüelles Álvarez, Francisco Arriaga Martiegui, Ramón y José María Argüelles Bustillo, José Ramón Atienza Reales. Bellisto Ediciones, 2013.

Fabricación Mecánica: construcciones metálicas. Edición: 1. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Área de Educación, 1996.