

Normas y criterios para la selección de Acero para Herramientas

Luis Fernando Legorreta Calixtro
e-mail: al20760019@ite.edu.mx

Standards and criteria for the selection of tool steel

RESUMEN: *En el siguiente escrito se revisa de manera muy general normas y criterios que se ven involucrados en la selección del acero para cumplir con los requisitos de ser apto para la elaboración de herramientas, recopilando información en base a libros y otros artículos elaborados que involucran y hablan del tema. También para dar un ejemplo al lector al lector se agregarán un ejemplo práctico donde se realice el análisis de dos tipos de acero.*

PALABRAS CLAVE: Acero, AISI, ASTM, Herramientas, Normas, Tratamiento Térmico.

ABSTRACT. *The following document reviews in a very general way the standards and criteria that are involved in the selection of steel to meet the requirements of being suitable for the production of tools, compiling information based on books and other articles prepared that involve and speak about the topic. Also to give the reader an example, a practical example will be added where the analysis of two types of steel is carried out.*

Keywords. *Steel, AISI, ASTM, Tools, Standards, Heat Treatment.*

1 INTRODUCCIÓN

El acero es un material fundamental en la fabricación de herramientas debido a sus excepcionales propiedades mecánicas y su adaptabilidad a diversas aplicaciones mediante aleaciones y tratamientos térmicos. Su alta dureza y resistencia al desgaste permiten que las herramientas mantengan un filo cortante y soporten fricciones intensas sin deformarse ni perder eficacia, características esenciales para herramientas de corte, perforación y conformado. La versatilidad del acero se manifiesta en su capacidad para ser aleado con otros elementos como cromo, vanadio y molibdeno, ajustando sus propiedades a necesidades específicas. Un acero de herramientas es un acero ya sea al carbono o aleado, capaz de ser templado y revenido. Se fabrican para responder por ciertos requerimientos especiales. (Villa, 2017)

Además, el acero puede someterse a tratamientos térmicos, como el temple y el revenido, mejorando aún más sus propiedades mecánicas para satisfacer requisitos específicos de dureza, tenacidad y resistencia al desgaste. Esta combinación de dureza y tenacidad

permite a las herramientas resistir golpes y cargas impactantes sin romperse, lo que es crucial para herramientas como martillos y cinceles. Asimismo, el acero mantiene su forma y dimensiones precisas bajo cargas intensas y variaciones de temperatura, una cualidad esencial para herramientas de precisión en maquinado y manufactura avanzada. La durabilidad del acero prolonga la vida útil de las herramientas, reduciendo la necesidad de reemplazos frecuentes y aumentando la eficiencia operativa. Además, el acero es ampliamente disponible y producido en grandes cantidades, lo que lo hace relativamente económico en comparación con otros materiales de alto rendimiento. Su accesibilidad y eficiencia en costos lo convierten en una elección preferida en la fabricación de herramientas para diversos sectores industriales.

2 TIPOS DE ACERO PARA HERRAMIENTAS

2.1 CLASIFICACION DEL ACERO PARA HERRAMIENTAS

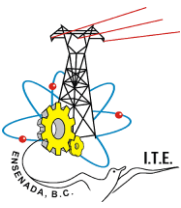
Según las normas SAE (Society of Automotive Engineers) clasifica a los aceros en diversos grupos, los cuales son; aceros al carbono, aceros de media aleación, aceros aleados, aceros inoxidables, aceros de alta resistencia, aceros de herramientas.

a) ACEROS AL CARBONO. Los aceros al carbono contienen principalmente hierro y carbono, con una pequeña cantidad de otros elementos. Son conocidos por su dureza y resistencia al desgaste, pero su tenacidad y resistencia al calor son limitadas en comparación con otros tipos de acero. Son adecuados para herramientas de corte simples, como cinceles y sierras.

- **SAE 10XX:** Estos son aceros al carbono simples. El '10' indica que es un acero al carbono, y los últimos dos dígitos indican el contenido aproximado de carbono (en centésimas de porcentaje). Por ejemplo:

- **SAE 1045:** Acero al carbono con aproximadamente 0.45% de carbono. Usado para herramientas manuales como martillos y cinceles

b) ACERO ALEADO. Estos aceros incluyen aleaciones con elementos como cromo, vanadio, molibdeno y tungsteno, que mejoran sus propiedades mecánicas. Los



aceros aleados ofrecen una mejor resistencia al desgaste, tenacidad y capacidad para mantener la dureza a temperaturas más altas. Son adecuados para una amplia gama de herramientas, incluyendo matrices y troqueles.

- **SAE 41XX:** Serie de aceros al cromo-molibdeno. Por ejemplo:
 - **SAE 4140:** Contiene cromo y molibdeno, con aproximadamente 0.40% de carbono. Utilizado para herramientas de impacto y componentes que requieren alta resistencia y dureza.

c) ACERO DE ALTA VELOCIDAD. Los aceros de alta velocidad contienen una alta cantidad de tungsteno y molibdeno, lo que les permite mantener la dureza a temperaturas elevadas. Son ideales para herramientas de corte que operan a altas velocidades, como brocas, fresas y hojas de sierra. Su capacidad para mantener un filo cortante a altas temperaturas los hace imprescindibles en aplicaciones industriales de alta demanda.

d) ACEROS PARA TRABAJOS EN CALIENTE. Diseñados para mantener su resistencia y dureza a altas temperaturas, lo que los hace ideales para herramientas que trabajan con metales fundidos o sometidos a calor extremo, como matrices de forja y moldes para fundición. Los aceros para trabajos en caliente contienen elementos como cromo, tungsteno y molibdeno para mejorar su resistencia térmica.

d) ACEROS PARA TRABAJOS EN FRIO. Los aceros para trabajos en frío se utilizan en aplicaciones donde las herramientas no se someten a altas temperaturas. Estos aceros destacan por su alta dureza y resistencia al desgaste, siendo adecuados para herramientas de corte y conformado que operan a temperatura ambiente, como punzones, matrices y cuchillas de corte.

2.2 PROPIEDADES ESPECIFICAS

Para cada tipo de acero con el que se pretende elaborar una herramienta cumple con diferentes propiedades, así se destinan las herramientas a distintas actividades, continuando con los tipos de aceros se comentan sus propiedades:

a) ACEROS AL CARBONO. Los aceros al carbono pueden alcanzar una alta dureza mediante tratamientos térmicos, lo que les permite mantener un filo cortante. Son bastante resistentes al desgaste, adecuados para herramientas de corte como cinceles y sierras. Su tenacidad es menor en comparación con otros aceros, lo que los hace menos adecuados para aplicaciones que implican impactos fuertes o cargas dinámicas.

b) ACERO ALEADO. Los elementos de aleación como cromo, vanadio y molibdeno aumentan la dureza del acero, mejorando su capacidad para mantener un filo. Ofrecen una mejor tenacidad que los aceros al carbono, permitiendo soportar impactos y cargas cíclicas sin romperse.

Algunos aceros aleados pueden mantener sus propiedades a temperaturas elevadas, haciéndolos versátiles para diversas aplicaciones industriales.

c) ACERO DE ALTA VELOCIDAD. Mantienen una alta dureza incluso a altas temperaturas, lo que es esencial para herramientas de corte de alta velocidad. Son extremadamente resistentes al desgaste, permitiendo un uso prolongado sin necesidad de afilado frecuente. Aunque son muy duros, también ofrecen una buena tenacidad para evitar que se rompan durante el uso intensivo. Su capacidad para mantener el filo a altas temperaturas los hace ideales para brocas, fresas y hojas de sierra en operaciones de alta velocidad.

d) ACEROS PARA TRABAJOS EN CALIENTE. Estos aceros conservan su dureza y resistencia incluso cuando se exponen a calor extremo, esencial para moldes y matrices de forja. Contienen elementos como cromo y tungsteno que mejoran la estabilidad térmica. Son capaces de resistir el desgaste y la deformación bajo condiciones de alta temperatura y presión. Mantienen una buena tenacidad, permitiendo soportar impactos y cargas dinámicas en aplicaciones de alta temperatura.

e) ACEROS PARA TRABAJOS EN FRIO. Estos aceros pueden ser tratados térmicamente para alcanzar una dureza muy alta, esencial para herramientas de corte y conformado a temperatura ambiente. Ofrecen excelente resistencia al desgaste, lo que es crucial para aplicaciones como punzones y matrices que están en constante contacto con materiales a conformar. Tienen suficiente tenacidad para evitar fracturas bajo cargas de trabajo normales.

3 PRINCIPALES NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Las normas internacionales y locales regulan la calidad y las especificaciones del acero para herramientas, asegurando que estos materiales cumplan con los requisitos necesarios para su uso en aplicaciones industriales.

3.1 ASTM (American Society for Testing and Materials)

Los estándares emitidos por la American Society for Testing and Materials, son designaciones sistemáticas fijas para cada tipo de acero con sus respectivas

especificaciones y requerimientos para ser utilizados por los fabricantes y usuarios de los aceros. (Aceros Crea, s.f.)

ASTM A681: Especifica las normativas para aceros para herramientas en varias composiciones, incluyendo aceros al carbono y aleados. Detalla los requisitos de composición química, tratamientos térmicos y propiedades mecánicas necesarias para diferentes aplicaciones.

ASTM A600: Define las normas para los aceros de alta velocidad (HSS). Incluye especificaciones de composición química y tratamientos térmicos para garantizar el rendimiento a altas velocidades y temperaturas.

3.2 ISO (International Organization for Standardization)

ISO 4957: Esta norma internacional especifica los requisitos para los aceros para herramientas, cubriendo aceros al carbono, aleados y aceros de alta velocidad. Proporciona pautas sobre la composición química, propiedades mecánicas y procesos de fabricación.

ISO 4955: Se centra en los aceros para trabajos en caliente, definiendo las especificaciones para materiales que deben mantener su resistencia y dureza a altas temperaturas.

3.3 AISI (American Iron and Steel Institute)

AISI Tool Steel Grades: AISI proporciona una serie de clasificaciones para aceros para herramientas, como AISI D2 (acero de trabajo en frío) y AISI H13 (acero de trabajo en caliente). Cada grado tiene especificaciones detalladas sobre la composición química y las propiedades mecánicas.

4 CRITERIOS DE SELECCIÓN

4.1 HERRAMIENTAS DE CORTE

Los Aceros de Alta Velocidad (HSS) son utilizados generalmente para herramientas de corte como brocas, fresas y sierras, donde la alta velocidad y la temperatura son factores críticos. Los HSS mantienen su dureza a altas temperaturas, lo que permite un corte eficiente y prolongado.

Los Aceros al Carbono son más adecuados para herramientas de corte manuales como cinceles y cuchillas. Estos aceros pueden alcanzar una alta dureza mediante tratamiento térmico, manteniendo un filo cortante.



Figura 1 Ejemplo de herramientas de corte

4.2 HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN

También se emplean Aceros de Alta Velocidad para brocas y otros implementos de perforación, especialmente donde se requieren altas velocidades y resistencia al calor y los Aceros Aleados utilizados para brocas que requieren una combinación de dureza y tenacidad, permitiendo la perforación en materiales duros y abrasivos sin romperse.

4.3 HERRAMIENTAS DE CONFORMADO

Los Aceros para Trabajos en Frío son ideales para herramientas que deben mantener una alta dureza y resistencia al desgaste a temperatura ambiente, como punzones, matrices y troqueles utilizados en el estampado y corte de metales.

Aquí los Aceros para Trabajos en Caliente son necesarios para herramientas que operan a altas temperaturas, como matrices de forja y moldes para fundición, donde deben mantener su dureza y resistencia sin deformarse.

4.4 HERRAMIENTAS DE IMPACTO

Preferidos para martillos, cinceles y otras herramientas que soportan golpes e impactos repetidos son los Aceros Aleados. Estos aceros combinan dureza y tenacidad, evitando fracturas bajo cargas dinámicas.

Aceros al Carbono son también utilizados para herramientas de impacto de menor escala, donde la tenacidad no es tan crítica, pero se requiere alta dureza.



Figura 2 Ejemplo de herramientas de impacto

5 TRATAMIENTOS TERMICOS

Los tratamientos térmicos son procesos cruciales que afectan significativamente las propiedades del acero para herramientas, optimizando su rendimiento para

aplicaciones específicas. Los principales tratamientos térmicos incluyen el temple, el revenido, el recocido y la cementación, cada uno con efectos particulares en la dureza, tenacidad, resistencia al desgaste y otras propiedades mecánicas del acero.

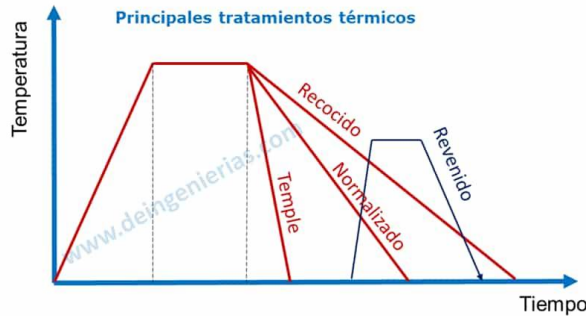


Figura 3 Gráfica de relación temperatura-tiempo de los tratamientos térmicos

5.1 TEMPLE

El temple es un proceso de calentamiento del acero a una temperatura crítica seguida de un enfriamiento rápido, generalmente en agua, aceite o aire. Este proceso transforma la estructura cristalina del acero, aumentando su dureza y resistencia al desgaste. Sin embargo, el temple también puede hacer que el acero sea más frágil. La selección de un medio de temple depende de la templabilidad de cada aleación en particular, el grosor de la sección a ser templada, su forma, y las velocidades de enfriamiento requeridas para alcanzar la microestructura deseada. Los medios de enfriamiento más comunes son los líquidos o gases. (Guamán, 2018)

5.2 REVENIDO

El revenido de aceros es un proceso en el cual el material previamente endurecido o normalizado es calentado a una temperatura por debajo de la temperatura crítica (723°C) y enfriado a una velocidad muy lenta, principalmente para aumentar la ductilidad, tenacidad y para homogeneizar el tamaño de grano de la matriz y promover la precipitación de carburos. Los aceros son revenidos por medio de recalentamiento después del temple con el fin de aliviar tensiones internas producidas durante el proceso de temple y asegurar estabilidad dimensional. (Arrieta, 2014)

5.3 RECOCIDO

Consisten en calentar los aceros para luego enfriarlos lentamente. Por lo general estos enfriamientos se hacen apagando el horno y dejando enfriar la pieza dentro del mismo, con la puerta abierta o cerrada, dependiendo de la velocidad deseada. Existen varias clases de recocidos, dependiendo de la finalidad que perciben y de la temperatura de calentamiento.

Calentar y mantener a una temperatura adecuada y luego enfriar a una rapidez apropiada con el objetivo de reducir la dureza, mejorar la maquinabilidad, facilitar el trabajado en frío, producir una microestructura deseada. (Patiño, 1996)

6 CASOS DE ESTUDIO

A continuación, se presentan un caso práctico para revisar las especificaciones



Figura 4 Acero DF2

Por sus características este acero es apropiado para la fabricación de herramientas de gran longitud y alta rentabilidad en la producción. Es un acero templable en aceite y muy versátil, para uso general. Apto para una gran variedad de aplicaciones y trabajo en frío.

Según (Álvarez, Manchego, Ojeda, Rodríguez, & Vanegas, 2020), nos comenta que este acero presenta aun mayor fortaleza que el acero 1018, mientras que al mismo tiempo es fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad es buena. Presenta alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria.

Tabla 1 Composición del Acero DF2

Análisis típico %	C	Mn	Cr	W	V
	0.95 %	1.1 %	0.45 %	0.45 %	0.1 %

Entre sus aplicaciones se pueden elaborar herramientas de:

- Corte
- Cizallado
- Punzonado
- Troquelado

Para conformado:

- Doblar
- Embutición profunda
- Repujado

Para Punto de torno:

- Manguitos guía
- Expulsores
- Brocas
- Machos de roscar

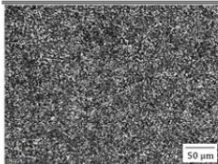
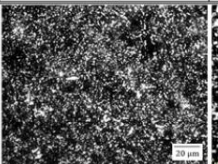
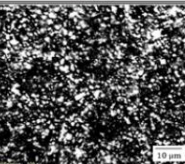
Tratamiento térmico (Templado)

Temperatura °C: 800 °C
Tiempo de Mantenimiento: 7 min.
Agente de enfriamiento

Revenido

Se debe tomar en cuenta la temperatura de austenización (790°C-850°C). El revenido se realiza a una temperatura inferior a la temperatura crítica (723°C).

Tabla 2 Análisis metalgráfico del DF2

Acero DF2 - Estado comercial			
Tipo de acero	Dureza	Reactivo (%)	Tiempo de exposición
Alo al carbono	189 HB	Nital 2%	25 segundos
Microestructura			
20X	50X	100X	
			

Cuadro tomado de (Guamán, 2018)

Tabla 3 Análisis metalgráfico del DF2-Revenido

Acero DF2 - Revenido			
Temperatura de revenido	Dureza después del revenido	Reactivo (%)	Tiempo de exposición
180 °C	58 HRC	Nital 2% Picral 4%	Nital 2% (27 segundos) Picral 4% (8 segundos)
Microestructura			
20X	50X	100X	
			

Cuadro tomado de (Guamán, 2018)

7 CONCLUSIÓN

Es de suma importancia antes de seleccionar un material para el desarrollo de una herramienta para cualquier tipo de tarea o actividad, tener en cuenta los

requisitos que tiene que cumplir para que la herramienta desarrollada tenga un óptimo desempeño y pueda considerarse una herramienta de calidad, importa la constitución del acero que determina su clase, pero también es importante el tipo de tratamiento térmico que recibirá el material, ya que dependiendo el tipo, el acero pule y desarrolla propiedades como la dureza, tenacidad, etc.

En el ejemplo presentado el acero DF2 es un material óptimo para realizar herramienta que se desempeñe en trabajos en frío y se optimiza sometándolo a templado.

8 REFERENCIAS

- Aceros Crea. (s.f.). *¿Qué es la Norma ASTM?* Obtenido de Viga IPR: <https://vigaipr.com/blog/norma-astm/>
- Alvarez, M. M. (2020). *Ensayo de Flexión para una Probeta de Acero SAE 1020*. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55536931/88720387-Ensayo-de-Flexion-para-una-probeta-de-Acero-SAE-1020-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666159971&Signature=KT2iGjJAMVIsR3hlw6Lb9TAe-RkrLHBRKns8QL-WY2YqZ75IBXJxgyVxXmCjRnrzBwdIMczXFQE-Qcw3LYdXRQSafERcWdl>
- Arrieta, O. (2014). Método experimental para la determinación de la difusión de carbono en aceros de baja aleación en rangos industriales de composición. *Ph.D. dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León*.
- Guamán, L. (2018). *Análisis metalográfico de aceros comerciales para herramientas en la ciudad de Cuenca-Ecuador (Bachelor's thesis)*. Obtenido de DSPACE: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16671/1/UPS-CT008077.pdf>
- Patiño, P. (1996). Tratamientos térmicos de los aceros. *Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León*.
- Villa, E. (2017). *ACEROS PARA PIEZAS Y HERRAMIENTAS DE CORTE*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52326311/ACEROS_PARA_PIEZAS_Y_HERRAMIENTAS_DE_CORTE-libre.pdf?1490627568=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DACEROS_PARA_PIEZAS_Y_HERRAMIENTAS_DE_CORTE-libre.pdf&Expires=1716703564&Signature=N0-GTHi8dRD9RHPodT