

**Characterization of steels 1018, 1020, and df2 according to the SAE standard (Society of Automotive Engineer)**

**Caracterización de los aceros 1018, 1020, y df2 según la norma SAE (Society of Automotive Engineer)**

**Autores:**

Ing. Velepucha Sánchez, Jorge Milton  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Magister en Mantenimiento Industrial,  
Mención en Gestión Eficiente del  
Mantenimiento  
Portoviejo – Ecuador



[jorge.velepucha@utm.edu.ec](mailto:jorge.velepucha@utm.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-3600-5896>

Ing. Zambrano Castro, Jonathan Wilmer  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Magister en Mantenimiento Industrial,  
Mención en Gestión Eficiente del  
Mantenimiento  
Portoviejo – Ecuador



[jonathan.zambrano@utm.edu.ec](mailto:jonathan.zambrano@utm.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-1197-624X>

Ing. Hidrovo Avellan, Dayton Bryan  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Ingeniero Mecánico  
Portoviejo – Ecuador



[dayton.hidrovo@utm.edu.ec](mailto:dayton.hidrovo@utm.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0001-8483-9468>

Ing. Zambrano Pinargote, Maricarmen  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Ingeniera Eléctrica  
Portoviejo – Ecuador



[maricarmenzambrano0@gmail.com](mailto:maricarmenzambrano0@gmail.com)



<https://orcid.org/0009-0004-7490-6670>

Ing. Zevallos Cobeña, José Gregorio  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Ingeniero Mecánico  
Portoviejo – Ecuador



[ingenieriamecanica01@gmail.com](mailto:ingenieriamecanica01@gmail.com)



<https://orcid.org/0000-0003-3460-3902>

Velepucha, Jorge., Zambrano, Jonathan., Hidrovo, Dayton., Zambrano, Maricarmen y Zevallos, José. (2023). Caracterización de los aceros 1018, 1020, y df2 según la norma SAE (Society of Automotive Engineer). MQR Investigar, 7(2), 130-147. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023.130-147>

Fechas de recepción: 15-MAR-2023 aceptación: 02-ABR-2023 publicación: 15-JUN-2023



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



## Resumen

El presente artículo de revisión, tiene como principal objetivo la caracterización de los aceros en base a la norma SAE (Society of Automotive Engineer), el cual permite determinar los diferentes grupos de aleaciones existentes en la norma, de igual manera la descripción de los aceros de interés, como lo son el acero SAE 1018, SAE 1020 y el acero especial DF2, en donde se comprobó la composición química de cada uno de ellos, así como también las características mecánicas que los componen, los tratamientos térmicos y aplicaciones en los cuales se desenvuelven, determinando así que los aceros bajos en carbono son los más utilizados en la industria, siendo estos el acero SAE 1018 y 1020, no obstante el acero DF 2 es de mayor utilización en herramientas de corte.

**Palabras claves:** Aceros, Carbono, Aleaciones, Norma SAE.

## Abstract

The main objective of this review article is the characterization of steels based on the SAE (Society of Automotive Engineer) standard, which allows determining the different groups of alloys existing in the standard, as well as the description of steels of interest, such as SAE 1018, SAE 1020 steel and special DF2 steel, where the chemical composition of each of them was verified, as well as the mechanical characteristics that compose them, the thermal treatments and applications in which they operate, determining that low carbon steels are the most used in the industry, these being SAE 1018 and 1020 steel, however DF 2 steel is the most widely used in cutting tools.

**Keywords:** Steels, Carbon, Alloys, SAE Standard.

## Introducción

El acero se define como una composición de hierro y en pequeñas cantidades de carbono, en donde se clasifican en base a su contenido de carbono (McCormac, 2013). A mediados del siglo pasado y en lo que va del presente siglo, el acero con contenido de carbono ha tomado naturaleza en obra civil como en la industria, todo esto gracias a sus propiedades mecánicas y su versatilidad (Huertas, 2014).

La norma 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.

Según (Ospina, Aguirre, & Parra, 2007), los aceros al carbono son los más utilizados, los cuales contienen principalmente hierro con pequeñas cantidades de carbono, manganeso, fósforo, azufre y silicio.

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 sometidos 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, a fragilidad y rugosidad superficial si después del conformado en frío se los calienta por encima de 600°C.

### **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 una 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, esto con el fin de 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 o 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, esto 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 temple en aceite.

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

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

### **Aceros aleados.**

Un acero aleado debe contener, al menos, un pequeño porcentaje de manganeso, silicio y cobre (Casco & Sigcha, 2015).

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

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 o 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, entre otros.

- 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.

## **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.
- 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.
- Contenido de carbono nominal 0,45-0,50 %: se utilizan en engranajes y otras piezas que requieran alta dureza, resistencia y tenacidad.
- Contenido de carbono nominal 0,50-0,60 %: se utilizan para resortes y herramientas manuales.
- 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.

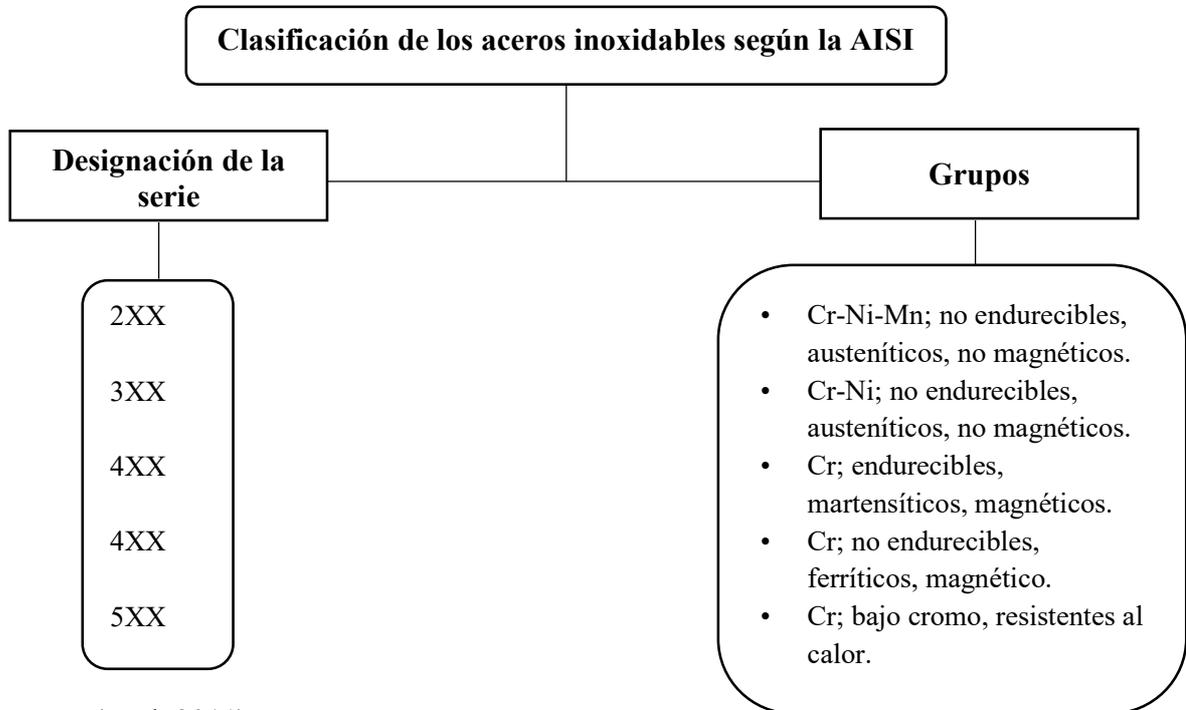
### **Aceros inoxidables.**

Los aceros inoxidables son aleaciones a base de hierro, cromo, carbono, a los cuales se les añaden otros elementos, tales como níquel, molibdeno, manganeso, silicio y titanio, entre otros, que les confieren una buena resistencia a algunos tipos de corrosión en determinadas aplicaciones industriales (Leal, 2011).

Entre las clasificaciones más consideradas en el área de los aceros inoxidables se encuentran la AISI (por sus siglas en inglés, American Iron and Steel Institute) y la SAE (por sus siglas en inglés, Society of Automotive Engineers). Según estas sociedades los aceros inoxidables se subdividen en las familias indicadas en la Figura 1.

**Figura 1:**

Clasificación de los aceros inoxidable según la AISI



Fuente: (Leal, 2011)

### **Aceros de alta resistencia y baja aleación.**

La denominación SAE de estos aceros es del tipo 9XX, donde  $XX \cdot 10^3$  lb/pulg<sup>2</sup>, 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.

## Material y métodos

Para poder realizar la caracterización de los aceros 1018, 1020 y DF 2 en base a la norma SAE, se realizó una revisión bibliográfica, las cuales fueron extraídas de tesis de diversas instituciones de educación superior ecuatorianas y extranjeras, de igual manera se indagó en los libros reconocidos en la materia además de la revisión de los artículos científicos publicados.

El impacto que otorgan las diferentes investigaciones revisadas, dicta en la relevancia que han tenido en sus investigaciones, permitiendo argumentar que la norma SAE (Society of Automotive Engineers) concede información relevante sobre los diversos materiales, que, combinando sus diferentes aleaciones y un respectivo tratamiento térmico y mecánico, otorgan un sinnúmero de aplicaciones en la industria.

## Resultados y Discusión

### Acero SAE 1018

Según (Ostaiza & Palacios, 2021), el acero SAE 1018, es un acero para cementar que se utiliza en mayor parte para fabricar elementos de dimensiones no considerables, expuestas al desgaste, resultando sin importancia la dureza en la parte central. Este acero contiene 20% de carbono, y se emplea en aplicaciones sin demasiado esfuerzo, requiriendo algo de tenacidad. Es muy utilizado para cementar y la profundidad de adherencia es superior por el efecto que tiene el manganeso (Mn).

Así mismo (Castro, 2018), indica que el acero SAE 1018 es un producto muy útil debido a sus características de buena resistencia mecánica y buena ductilidad. En términos generales, el acero posee excelente soldabilidad y mejor maquinabilidad que la mayoría de los aceros al carbón.

Teniendo en cuenta los autores (Barriga Simba, 2022), (Ganán Paca & Mullo Aimacaña, 2019), (Mejía Gonzalez, 2018), indican que el acero SAE 1018, es uno de bajo carbón, comúnmente usado en su condición de recocido en partes donde la resistencia no es crítica. También puede ser cementado logrando una dureza uniforme en la superficie con centro suave. Este acero puede sustituirse tanto en acabado en frío como en caliente.

A continuación, en la tabla 1 se indica la composición química del acero SAE 1018

Tabla 1  
Composición química del acero SAE 1018

C	Mn	Si	P max	S max
0.15 / 0.20%	0.60 / 0.90%	0.15 / 0.30%	0.04%	0.05%

Fuente: (Barriga Simba, 2022) (Ganán Paca & Mullo Aimacaña, 2019)

### Tratamientos térmicos

A este tipo de acero se le aplican los siguientes tratamientos térmicos: temple y revenido; el temple se realiza a una temperatura que va desde 760°C hasta 790°C; y el revenido se debe realizar a una temperatura que va desde 120° hasta 200°C.

### Características mecánicas

Sus características mecánicas lo mantienen entre los aceros más usados. Se producen estirado en caliente o frío; aunque se obtiene un mejor resultado en los laminados en frío por sus terminados.

El acero 1018 es idóneo para procesos donde se doble, estampe, ondule, remarque o estire. Las propiedades del acero 1018 cambiarán de acuerdo con el tipo de laminado si es en caliente o frío.

**Caliente:** Fuerza de rendimiento (32,000 psi), resistencia a la tracción (58,000 psi), alargamiento (2") (25%), reducción de área (50%), dureza Brinell (116).

**Frío:** Fuerza de rendimiento (54,000 psi), resistencia a la tracción (64,000 psi), alargamiento (2") (15%), reducción de área (40%), dureza Brinell (126).

### Aplicaciones

En partes que no estén sujetas a grandes esfuerzos: flechas, tensores, pernos de dirección y de cadenas, catarinas, etc. Por su ductilidad es ideal para procesos de transformación en frío: recalcar, estampar y doblar (dependiendo el acabado). Si se busca que la pieza tenga dureza superficial con el centro suave, este acero es adecuado para un tratamiento térmico (cementación, carburización), para fabricar, piñones, engranes, sinfines, tornillos, entre otros.

## Acero SAE 1020

Según (Alvarez, Manchego, Ojeda, Rodriguez, & Vanegas, 2020), indica que es un acero de mayor fortaleza que el 1018 y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad es adecuada. Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria.

De igual manera (Ruelas Huamachuco, 2018), indica que es un acero que puede utilizarse en estado cementado, templado y revenido o simplemente en estado calibrado, del mismo modo, es fácilmente soldable con soplete o al arco; se recomienda soldadura A.W.S clase E- 6010, E-6011, E-6013 de la American Welding Society.

Acero de bajo contenido de carbono, de fácil mecanizado y buena soldabilidad. De baja dureza para usos convencionales de baja exigencia.

A continuación, en la tabla 2 la composición química del acero SAE 1020

Tabla 2  
Composición química del acero SAE 1020

C	Mn	Si	P	S
0.18 / 0.23%	0.30 / 0.60%	0.15 / 0.35%	≤ 0.04%	≤ 0.05%

Fuente: (Alvarez, Manchego, Ojeda, Rodriguez, & Vanegas, 2020)

## Tratamientos térmicos

A este tipo de acero se le aplican los siguientes tratamientos térmicos: temple y revenido; el temple se realiza a una temperatura 740°C por 20 min, para luego ser enfriado siendo sumergido en agua; y el revenido se debe realizar a una temperatura de 200°C por 30 min, para luego ser enfriado a temperatura ambiente.

## Características mecánicas

Entre sus características mecánicas se ofrece un alto índice de soldabilidad, y por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria y usos convencionales de baja exigencia.

## Aplicaciones

Bases de matrices, soportes, engranajes, pernos de anclaje, ejes, cadenas, bujes, tornillería corriente y pasadores de baja resistencia.

## Acero SAE DF 2

El DF-2 es un acero de trabajo en frío, versátil y templable en aceite (Delgado Coll & Looor Vélez, 2021).

A continuación, en la tabla 3 la composición química del acero SAE DF 2

Tabla 3  
Composición química del acero DF2

C	Mn	Cr	W	V	Si
0.85 / 0.95%	1 / 1,30 %	0.40 / 0.60%	0.40 / 0.60%	0,20 %	0,20 / 0,40 %

Fuente: (Garcia Mendoza, 2022)

## Tratamientos térmicos

Los tratamientos que se aplican a este acero son temple a una temperatura que va desde los 790°C hasta los 815°C durante aproximadamente 7 minutos, y el revenido que se lo debe efectuar a una temperatura menor a la temperatura crítica (723°C) durante aproximadamente 2 horas.

## Características mecánicas

Este acero presenta propiedades mecánicas tales como: una elevada maquinabilidad, optima estabilidad dimensional en el temple y conjugación de dureza superficial y tenacidad después del temple y revenido.

## Aplicaciones

Este acero está diseñado para ser utilizado en herramientas para corte (cuchillas de torno, fresadora y madera), troquelado, punzonado, cizallado. Y para conformado en lo referente a acuñar, doblar, repujado, conformado por estirado, troqueles pequeños, expulsos, brocas y machos de rosca.

## Conclusiones

A través del estudio bibliográfico de los aceros según la norma SAE (Society of Automotive Engineer), se determinó la diversidad de los aceros que en base a sus propiedades mecánicas y tratamientos son utilizados en todos los niveles de la industria.

Tras el análisis, podemos deducir que el acero SAE 1018 y el acero SAE 1020, son aceros muy utilizados en la industria, ya que los dos tienen una gran soldabilidad, además de ser muy versátiles; pero sí existen diferencias, como que el acero SAE 1020 según (Alvarez, Manchego, Ojeda, Rodriguez, & Vanegas, 2020), es un acero de mayor fortaleza que el SAE 1018.

En base al acero Df2, podemos ver que se trata de un acero especial, ya que su composición y aplicación en la industria se da en su utilización mayormente en cuchillas de corte, esto debido a que por sus propiedades mecánicas permite una buena maquinabilidad.

## Referencias bibliográficas

- Alvarez, M., Manchego, C., Ojeda, J., Rodriguez, C., & Vanegas, A. (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-WY2YqZ75IBXJxgyVxXmCjRnrzBwdlMczXFQEQcw3LYdXRQSafERcWdl>
- Barriga Simba, E. (2022). *Procedimiento para la realización de carburización de aceros mediante el proceso OAW*. Quito, Ecuador: Quito : EPN, 2022. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22500/1/CD%2011996.pdf>
- Casco, S., & Sigcha, A. (2015). *Diseño y construcción de una máquina para caracterizar la templabilidad de los aceros aleados en probetas, destinada para los laboratorios de ingeniería mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana*. Quito, Ecuador. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/UPS-KT01089.pdf
- Castro, C. (2018). *Caracterización de las probetas soldadas por fricción mediante pruebas de tracción y torsión para materiales: acero AISI 1018, acero AISI 1045, aluminio y bronce SAE 40 de 10 mm de diámetro*. Quito, Ecuador: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15220>
- Ganán Paca, P., & Mullo Aimacaña, A. (2019). *Rediseño de una máquina de ensayos de torsión existente en los laboratorios de la Universidad Técnica De Cotopaxi para determinar el comportamiento mecánico de los materiales*. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5539>
- García Mendoza, K. (2022). *Formación de la Estructura de la Aleaciones Hierro Carbono Durante el Calentamiento y Enfriamiento, en Aceros SAE 1018, 1020 y DF2*. Ecuador : Universidad Técnica de Manabí .
- Huertas, I. (2014). *Análisis del comportamiento de aceros al carbono frente al fuego*. Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/24600/1/T35230.pdf>
- Leal, S. (2011). *Caracterización de aceros inoxidables y estudio de su resistencia mecánica y conformabilidad*. Mexico. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/2495/1/1080049438.pdf>
- McCormac, S. C. (2013). *Diseño de estructuras de acero*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wgNLDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=%C2%A8clasificaci%C3%B3n+del+acero%C2%A8&ots=YSsC7VSf6p&sig=3EFgl0eFTMzDwr5Ru\\_uW5IVN6U0#v=onepage&q=%C2%A8clasificaci%C3%B3n%20del%20acero%C2%A8&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wgNLDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=%C2%A8clasificaci%C3%B3n+del+acero%C2%A8&ots=YSsC7VSf6p&sig=3EFgl0eFTMzDwr5Ru_uW5IVN6U0#v=onepage&q=%C2%A8clasificaci%C3%B3n%20del%20acero%C2%A8&f=false)

- Mejia Gonzalez, D. (2018). *EFEECTO DEL CALOR DE ENTRADA DEL PROCESO DE SOLDADURA LÁSER EN LAS TRANSFORMACIONES DE FASES Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN ACERO BAJO CARBONO*. México. Obtenido de <https://comimsa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1022/321>
- Ospina, R., Aguirre, H., & Parra, H. (2007). Soldabilidad en aceros inoxidable y aceros disimiles. *Scientia Et Technica*, 273-278. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84934046.pdf>
- Ostaiza, R., & Palacios, A. (2021). *Efecto de la carburización sólida y líquida en la dureza del acero AISI 1018*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16242>
- Ruelas Huamachuco, J. (2018). *“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS SAE 1020 Y SAE 1045 SOLDADOS, EN RELACIÓN A LA MICROESTRUCTURA OBTENIDA*. Arequipa, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6081/IMruhuja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.