



Sistemas Mecánicos 7° año

Trabajo Práctico N°8

1. ¿Qué es una aleación?
2. ¿Cuál es el acero más utilizado y por qué? Características



4.

LAS ALEACIONES

La más importante particularidad de los metales es que pueden unirse entre sí, formando así distintos tipos de aleaciones.

Cada país productor de estas aleaciones lo resume en normas, que luego son volcadas a tablas que pueden ser consultadas para fabricar una pieza correctamente.

Se sobrentiende que todos los metales en estado líquido para poder unirse deben estar en relación estequiométrica y así formar aleaciones útiles para un fin determinado.

Cuando una aleación está formada por dos o más componentes y uno de ellos es insoluble, en otra se forma una eutéctica (fundición). Más adelante veremos con más detalle cada una de las aleaciones y combinaciones que se pueden realizar.

Los aceros son aleaciones de hierro y carbono, este último en proporciones menores que 1,80% pues es el límite de saturación del carbono en hierro.

La solubilidad en el hierro va disminuyendo hasta una temperatura cercana a los 1.150 grados centígrados, y digo cercana porque cada fabricación (colada) conlleva una serie de variaciones que dependen, entre otros factores, de la chatarra utilizada en la fabricación de la aleación, así como también del arrabio, los ladrillos del horno, el medio de calenta-



miento, la temperatura final, etcétera. Al solidificarse los aceros forman un solo constituyente ($\text{Fe}_2\text{-C}$).

El máximo de solubilidad que alcanzan los aceros al carbono es de 0,88%; a partir de esa cifra se pueden formar muchas aleaciones con distintos elementos químicos que existen en la naturaleza.

Un acero es 98% hierro y 0,2 a 0,3% C, Mn, Ni, Cr, W, V, Co, etcétera.



22.

LOS ACEROS MÁS UTILIZADOS EN LA ARGENTINA Y EN AMÉRICA

Los aceros que detallamos a continuación son los más usuales en la Argentina y en América. Ellos cubren con holgura las necesidades de la industria del automóvil, de las máquinas agrícolas y eléctricas y en algunos casos los requerimientos de matricería cuya exigencia no supere los límites tolerables (matrices de doblado, de bajo embutido y también de corte, etcétera).

La industria siderúrgica de nuestro país abastece con absoluta normalidad estos tipos de aceros con calidad internacional.

Nuestra intención al incluir los aceros con todas sus características, es que el fabricante de cualquier tipo de piezas obtenga rápidamente una respuesta a su consulta.



ACEROS SEGÚN LAS NORMAS SAE

SAE 1010

- 1) *Composición química:* Co 0,08-0,24%. Manganeso 0,30-0,60%. Se puede conformar en frío. Color de identificación: castaño.
- 2) *Aplicaciones:* Se utiliza en las piezas que requieran de baja a mediana resistencia a la tracción: bulones comerciales, alambres de todo tipo, tornillos pequeños y grandes.
- 3) Es un acero apto para cementar.
- 4) *Punto crítico superior sin engrosamiento de grano:* 880 °C.
- 5) En estado de recocido globulizado tiene 65% de maquinabilidad.
- 6) Se recomienda un tamaño de grano de 3-6 ASTM.
- 7) No se templea.
- 8) *Templado de la capa cementada:* 760-780 °C agua.
- 9) *Normalizado:* 860-880 °C.
- 10) *Dureza orientativa según su proceso:* 110-160 HBrinell.
- 11) *Equivalencias:* DIN CK-C10 - UNI-10 - AFNOR - XC 10 CC10 - BA 040 A 10 - ASTM 1010.



SAE 12 L 14

- 1) *Composición química:* Carbono máximo: 0,15%. Manganeso: 0,85-1,35%. Azufre: 0,22-0,40%. Fósforo máximo: 12%. Plomo: 0,15-0,35%.
- 2) *Clasificación:* Acero de corte libre.
- 3) *Color de identificación:* Castaño, rojo oscuro, amarillo, aluminio.
- 4) *Aplicaciones:* Piezas de baja responsabilidad para fabricar en tornos automáticos de gran velocidad de corte. No se recomienda para cementación.
- 5) *Maquinabilidad:* Laminado en frío: 160%.
- 6) *Soldabilidad:* Con electrodo con carbono máximo: 0,45%.
- 7) *Normalizado:* a 900 °C.
- 8) *Dureza:* Laminado en caliente: 116-117 HBrinell.
- 9) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM - 12L14 - DIN 105Pb 20 - UNI - 9 MnPb 23 - AFNOR - S 250 Pb.
- 10) *Diámetro crítico ideal:* 29,2 mm.
- 11) *Temperatura de forja:* 1.000 a 1.200 °C.



SAE 1045

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,43-0,50%. Manganeso: 0,60-0,90%. Silicio: 0,10-0,30%. Azufre máximo: 0,050%. Fósforo máximo: 0,040%.
- 2) *Clasificación:* Acero de resistencia media.
- 3) *Color de identificación:* Amarillo, verde.
- 4) *Aplicaciones:* Piezas fabricadas por forjado, maza de rueda, bielas, cigüeñales (con adición de boro 0,10-0,20%), centro de embragues. Todos con tratamientos térmicos.
- 5) *Maquinabilidad:* 55 a 65% con normalizado o recocido crítico.
- 6) *Soldabilidad:* Con un electrodo desde 0,55 a 0,75% de carbono.
- 7) *Templabilidad al aceite:* Hasta un diámetro de 14 mm (troosto-bainítica).
- 8) *Templado al agua:* Hasta un diámetro de 26 mm (martensita).
- 9) *Temperatura de forjado:* 1.150-1.250 °C.
- 10) *Temperatura de normalizado:* 860 °C. Según el tamaño de grano se puede normalizar desde 820 °C.
- 11) *Dureza Brinell:* Después del normalizado: 180 °C - 220 Hb.
- 11) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 1045 - DIN CK 45 - UNI C 45 - AFNOR XC 42 - BS no lo usan.



SAE 1060

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,55-0,66%. Manganeso: 0,60%. Silicio: 0,10%. Azufre y fósforo, máximo 0,040%.
- 2) *Clasificación:* Es un acero de alta resistencia y apto para temple.
- 3) *Color de identificación:* Azul.
- 4) *Aplicaciones:* Es un acero de alta resistencia y es apto para temple.
- 5) *Maquinabilidad:* En estado de recocido globulizado tiene 60% de maquinabilidad.
- 6) *Soldabilidad:* Con electrodo de hasta 0,86% de carbono.
- 7) *Templabilidad:* Diámetro ideal: 31,5 mm.
- 8) *Aplicaciones:* Alambres para resortes, arandelas elásticas, tensores, armas blancas, portaherramientas.
- 9) *Tratamiento térmico:* Normalizado 800-830 °C. Templado de 800-840 °C, según tipo y forma de la pieza a tratar.
- 10) *Características mecánicas:* Dureza 220-280 HBrinell.
- 11) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 1060 - DIN C50 CK - UNI C 60 - AFNOR XC 60 - BS no tiene.



SAE 1070

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,65-0,75%. Manganeso: 0,60-0,75%. Silicio: 0,10-0,30%. Azufre y fósforo: 0,040% máximo.
- 2) *Clasificación:* Acero de alta resistencia luego de templado.
- 3) *Color de identificación:* Violeta.
- 4) *Aplicaciones:* Alambre de alta resistencia, resortes, cuerdas de piano, talones para neumáticos, punzones.
- 5) *Diámetro crítico ideal:* 30 mm.
- 6) *Maquinabilidad:* Con recocido de globulización: 45%.
- 7) *Soldabilidad:* Con electrodo con 95% de carbono.
- 8) *Normalizado:* 800 °C, de acuerdo con el tamaño de grano, dureza 250-280 HBrinell. Temple: 760-800 °C.
- 9) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 1070 - DIN CK UNI C70 - AFNOR XC 70.
- 10) *Máximo alargamiento con recocido de globulización:* 18-20%.



SAE 1085

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,80%. Manganeso: 0,70-1%. Silicio: 0,10-0,30%. Azufre y fósforo: máximo 0,040%.
- 2) *Clasificación:* Acero alto en carbono de alta resistencia.
- 3) *Color de identificación:* Gris claro, verde.
- 4) *Nombre comercial:* Acero plata.
- 5) *Aplicaciones:* Discos de arado, herramientas manuales, punzones, discos de embrague.
- 6) *Maquinabilidad:* Con recocido globulizado: 45%.
- 7) *Soldabilidad:* Con electrodos con porcentaje de carbono: 1,20% máximo.
- 8) *Diámetro crítico ideal:* 46,5 mm.
- 9) *Temperatura de temple:* 780 °C máximo.
- 10) *Dureza:* Normalizado 221-280 HBrinell máximo.
- 11) *Alargamiento:* Normalizado 8-15%.
- 12) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 1085 - DIN 90 Mn 4 - AFNOR XC 85.



SAE 3115

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,13-0,18%. Manganeso: 0,40-0,60%. Cromo: 0,55-0,75%. Níquel: 1,10-1,40%. Silicio: 0,20-0,35%. Azufre: 0,0040% máximo. Fósforo: 0,040% máximo.
- 2) *Forjado:* A 1.000-1.200 °C.
- 3) *Dureza:* Después de normalizado, 160-200 HBrinell.
- 4) *Color de identificación:* Anaranjado, castaño, verde.
- 5) *Maquinabilidad:* Estirado en frío: 67%.
- 6) *Soldabilidad:* Carbono del electrodo máxima 0,57%.
- 7) *Diámetro crítico ideal:* 29,2 mm..
- 8) *Estructura del núcleo después de cementado y templado:* Bainítica.
- 9) *Aplicaciones:* pernos de pistón, ejes, engranajes de todo tipo de módulo.
- 10) *Equivalencias:* SAE 3115 - AISI A 3115 - DIN 13 NiCr6 - UNI 16 CrNi 4 - AFNOR 10 NC6.



SAE 4130

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,28-0,33%. Manganeso: 0,40-0,60%. Silicio: 0,15-0,35%. Azufre y fósforo máximo 0,040%. Cromo: 0,80-1,10%. Molibdeno: 0,15-0,25%.
- 2) *Clasificación:* Acero de mediana templabilidad. Apto para nitruración.
- 3) *Aplicaciones:* Piezas forjadas que se usan templadas y revenidas como bulones, ejes, pernos, engranajes, etcétera. Apto para piezas nitruradas.
- 4) *Maquinabilidad:* En estado recocido: 70%.
- 5) *Soldabilidad:* Electrodo con carbono máximo 0,68%.
- 6) *Templado:* Estructura bainítica.
- 7) *Forjado:* 1.000-1.200 °C.
- 8) *Templado:* 820-850 °C.
- 9) *Dureza:* En estado normalizado: 2070230 HBrinell.
- 10) *Equivalencias:* SAE y AISI 4130 - DIN 25 CrMo4 - UNI 30 Cr Mo4 - AFNOR 30 CD4.



SAE 4140

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,38-0,43%. Manganeso: 0,70-1%. Silicio: 0,35%. Cromo: 0,80%. Molibdeno: 0,15%. Azufre y fósforo máximo 0,040%.
- 2) *Clasificación:* Acero aleado de gran templabilidad.
- 3) *Color de identificación:* Amarillo, castaño, amarillo.
- 3) *Aplicaciones:* Todo tipo de piezas templadas y revenidas, por ejemplo bulones de alta resistencia, bielas, cigüeñales, paliers, semiejes.
- 4) *Maquinabilidad:* En estado recocido: 56%.
- 5) *Soldabilidad:* Con electrodo de carbono: máximo 0,90%.
- 6) *Diámetro crítico:* 61 mm.
- 7) *Estructura:* Templada: austenítica.
- 8) *Forjado:* 1.000-1.150 °C.
- 9) *Dureza:* En estado normalizado: 280-311 HBrinell.
- 10) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 4130 - DIN 42 CrMo4 - AFNOR 42 CD 4 - BS (British Standard) 708 a 42.



SAE 4320

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,17-0,23%. Manganeso: 0,45-0,65%. Silicio: 0,15-0,35%. Cromo: 0,40-0,60%. Níquel: 1,65-2%. Molibdeno: 0,20-0,30%.
- 2) *Aplicaciones:* Piezas cementadas de muy alta responsabilidad.
- 3) *Maquinabilidad:* En estado laminado: 58-60%.
- 4) *Soldabilidad:* Con electrodo de composición química equivalente.
- 5) *Forjado:* 1.050-1.250 °C.
- 6) *Cementado y templado:* 920 °C. Templado 840 °C.
- 7) *Dureza:* Cementado y templado 62 HRC. Núcleo 200 HBrinell.
- 8) *Alargamiento:* En estado recocido: 19%.
- 9) *Equivalencias:* SAE 3310, 8620, 3115 - SAE y AISI 4320 - UNI 20 NiCrMo7.



SAE 4340

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,38%. Manganeso: 0,60%. Silicio: 0,20%. Cromo: 0,70%. Níquel: 1,65%. Molibdeno: 0,20-0,30%.
- 2) *Clasificación:* Acero aleado al níquel, cromo, molibdeno de alta resistencia. Es de muy alta templabilidad.
- 3) *Color de identificación:* Amarillo, anaranjado.
- 4) *Aplicaciones:* Piezas para aviones y automóviles en general, piezas sometidas a grandes esfuerzos (palas de hélice de los Boeing 737, 747, 757). También se utiliza en grandes matrices, herramientas de trabajo en caliente, punzones, bulones, cigüeñales de coches de carreras, bielas, etcétera.
- 6) *Maquinabilidad:* Recocido 50%.
- 6) *Soldabilidad:* Con electrodos de carbono, máximo 1%.
- 7) *Diámetro crítico:* 100,0 mm, con una estructura de temple martensítica.
- 8) *Forjado:* 1.000-1.200 °C.
- 9) *Tratamiento térmico:* El temple se realiza a 830-840 °C, dependiendo del tipo de pieza. El medio de enfriamiento es aceite de no más de 100 g/m Saibold de viscosidad.
- 10) *Dureza:* Normalizado 388 HBrinell. Recocido 217 HBri-nell.
- 11) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 4340 - DIN 40 CrMo7 - AFNOR y B. Standard no poseen equivalencias.



SAE 5115

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,13-0,18%. Manganeso: 0,70%. Silicio: 0,20-0,35%. Cromo: 0,70-0,90%. Azufre y fósforo máximo 0,040%.
- 2) *Clasificación:* Acero aleado al cromo para cementación de mediana templabilidad. La misma está relacionada con el medio de enfriamiento elegido.
- 3) *Aplicaciones:* Piezas fabricadas por extrusión o mecánicas, engranajes, crucetas, pernos de pistón.
- 4) *Color de identificación:* Verde castaño.
- 5) *Maquinabilidad:* En estado laminado en caliente y recocido 65%.
- 6) *Soldabilidad:* Con electrodo carbono: 0,60 máximo.
- 7) *Diámetro crítico ideal:* 43 mm según el medio de enfriamiento.
- 8) *Forjado:* A 1.000-1.200 °C.
- 9) *Dureza:* De núcleo templado luego de cementado HRc 35-42.
- 10) *Equivalencias:* DIN 15 Cr 3 - ASTM 5115 - SAE 5115.



SAE 5140

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,38-0,43%. Manganeso: 0,70%. Cromo: 0,70%. Silicio: 0,20-0,35%. Fósforo y azufre: 0,040% máximo.

- 2) *Clasificación:* Acero aleado al cromo de gran templabilidad.

- 3) *Aplicaciones:* Piezas para temple y revenido como punta de ejes, paliers, ejes, bielas para motocicletas, etcétera.

- 4) *Maquinabilidad:* En estado recocido globulizado: 75%.

- 5) *Soldabilidad:* Electrodo con carbono hasta 0,778%.

- 6) *Forjado:* 900-1.200 °C.

- 7) *Dureza:* En estado normalizado 223 HBrinell.

- 8) *Alargamiento:* Normalizado 25%.

- 9) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM - DIN 41 Cr 4 - AF-NOR 42 Cr - 4 BS 530 H 40.

Es muy usual utilizar aceros del tipo descrito, como ser SAE 5135 y SAE 5130, variando solamente el medio de enfriamiento, por ejemplo para fabricar crucetas para semiejes o cardánicas. Luego de cementados se los enfría al agua. En el caso del SAE 5130 la dureza de núcleo llega a 45 HRc.



SAE 8620

- 1) *Clasificación:* Acero al cromo molibdeno para cementación de baja templabilidad en diámetros superiores a 40 mm.
- 2) *Aplicaciones:* Piezas de mediano tamaño, con gran resistencia a la fatiga, como por ejemplo piñones, diferenciales, engranajes de alta revolución, pernos de seguridad y gran cantidad de piezas para el automóvil y máquinas agrícolas.
- 3) *Color de identificación:* Gris claro, azul, rojo oscuro.
- 4) *Maquinabilidad:* En estado normalizado: 70%.
- 5) *Soldabilidad:* Electrodo con carbono máximo 55%.
- 6) *Diámetro crítico ideal:* 35,5 mm.
- 7) *Forjado:* Hasta 1.150 °C.
- 8) *Dureza:* Hasta 207 HBrinell después de normalizado.
- 9) *Alargamiento:* 26% en estado normalizado.
- 10) *Resistencia al impacto:* En estado normalizado 58%.
- 11) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 8620 - DIN 21 NiCrMo2 - UNI 20 NiCrMo2 - AFNOR 20 NCD 2 - BS 850 H 20.



SAE 8640

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,38-0,43%. Manganeso: 0,75-1%. Silicio: 0,20-0,35%. Cromo: 0,40-0,60%. Níquel 0,40-0,70%. Molibdeno: 0,15-0,25%.
- 2) *Clasificación:* Acero aleado de gran templabilidad.
- 3) *Color de identificación:* Gris claro, azul, amarillo.
- 3) *Aplicaciones:* Bulones de alta resistencia para esfuerzos estáticos y dinámicos.
- 4) *Maquinabilidad:* En estado recocido: 70%.
- 5) *Soldabilidad:* Electrodo con contenido de carbono máximo 0,90%.
- 6) *Diámetro crítico ideal:* 54,2 mm.
- 7) *Forjado:* 1.000-1.200 °C.
- 8) *Templado:* 900-1.200 °C.
- 9) *Dureza:* En estado normalizado: 255 HBrinell.
- 10) *Alargamiento:* En estado normalizado: 18%.
- 11) *Equivalencias:* SAE y AISI - ASTM 8640 - AFNOR 40 NCD 2 - BSA 940 a 40.



SAE 9260

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,56-0,63%. Silicio: 1,80-2,20%. Manganeso: 0,75-1%. Azufre y fósforo máximo 0,040%.

- 2) *Clasificación:* Acero de alta templabilidad al silico-manganeso.

- 3) *Color de identificación:* Blanco, rojo oscuro, azul.

- 4) *Aplicaciones:* Resortes de suspensión, barras de torsión, cortafríos, puntas para martillos, herramientas de gran resistencia a los golpes.

- 4) *Maquinabilidad:* En estado recocido subcrítico: 50%.

- 5) *Soldabilidad:* Electrodo con carbono máximo 1%.

- 6) *Diámetro crítico ideal:* 85 mm.

- 7) *Forjado:* Máximo 900 °C (evitar decarburación)

- 8) *Dureza:* Normalizado 301 HB - 329 HBrinell.

- 9) *Resistencia al impacto:* Templado y revenido a 42 HRC 75%.

- 10) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 9260 - AFNOR 61 S 7.



SAE 52100

- 1) *Composición química:* Carbono: 0,98%. Manganeso: 0,25-0,45%. Silicio: 0,20-0,35%. Cromo: 1,30-1,60%. Azufre y fósforo máximo 0,040.
- 2) *Clasificación:* Acero aleado con muy alta templabilidad.
- 3) *Aplicaciones:* Rodamientos de alta calidad (rodillos, bolillas, pistas de rodamientos, rodillos para laminar flejes en frío)
- 4) *Maquinabilidad:* En estado globulizado: 40%.
- 5) *Diámetro crítico ideal:* 66 mm.
- 6) *Forjado:* 950-1.200 °C.
- 7) *Dureza:* Recocido de globulización HBrinell 200 °C.
- 8) *Alargamiento:* Con recocido: 25%.
- 9) *Equivalencias:* SAE - AISI - ASTM 52100 - DIN 100 Cr 6 - UNI 100 C6 - AFNOR 100 C6.