



Estudio y ensayo de materiales

Aluminio y sus aleaciones

Ingeniería Industrial
3° año 2008



Introducción

El aluminio es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre y constituye el 7.3% de su masa. En su forma natural, sólo existe en una combinación estable con otros materiales (particularmente en sales y óxidos)

Este metal posee una combinación de propiedades que lo hacen muy útil en ingeniería, tales como su baja densidad (2.700 kg/m^3) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica. Es buen conductor de la electricidad, se mecaniza con facilidad y es relativamente barato. Por todo ello es el metal que más se utiliza después del acero

Casi la totalidad de los productos de aluminio pueden desde un punto de vista técnico (factibilidad) y económico (rentabilidad) ser reciclados repetidamente para producir nuevos productos, sin perder el metal su calidad y propiedades.

Un volumen dado de aluminio pesa menos que 1/3 del mismo volumen de acero. Los únicos metales más ligeros son el litio, el berilio y el magnesio.

Debido a su elevada proporción resistencia-peso es muy útil para construir aviones, vagones ferroviarios y automóviles, y para otras aplicaciones en las que es importante la movilidad y la conservación de energía.

Solamente presenta un 63% de la conductividad eléctrica del cobre para alambres de un tamaño dado, pero pesa menos de la mitad. Un alambre de aluminio de conductividad comparable a un alambre de cobre es más grueso, pero sigue siendo más ligero que el de cobre. El peso tiene mucha importancia en la transmisión de electricidad de alto voltaje a larga distancia, y actualmente se usan conductores de aluminio para transmitir electricidad a 700.000 voltios o más.

El metal es cada vez más importante en arquitectura, tanto con propósitos estructurales como ornamentales.

Se puede preparar una amplia gama de aleaciones recubridoras y aleaciones forjadas que proporcionen al metal más fuerza y resistencia a la corrosión o a las temperaturas elevadas. Algunas de las nuevas aleaciones pueden utilizarse como planchas de blindaje para tanques y otros vehículos militares.



HISTORIA

No fue sino hasta 1808 cuando fue descubierto.

Generalmente se reconoce a Friedrich Wöhler el aislamiento del aluminio en 1827. Aun así, el metal fue obtenido, impuro, dos años antes por el físico y químico danés Hans Christian Ørsted

Cuando fue descubierto se encontró que era extremadamente difícil su separación de las rocas de las que formaba parte, por lo que durante un tiempo fue considerado un metal precioso, más caro que el oro

A partir de entonces, demandó muchos años de investigación y ensayos el poder aislar el aluminio puro del mineral en su estado original, para poder hacer viable su producción, comercialización y procesamiento.

De esta manera, el aluminio sólo se produjo para ser comercializado durante el último siglo y medio y es todavía un material muy joven.

CARACTERISTICAS

Características físicas

Entre las características físicas del aluminio, destacan las siguientes:

- Es un metal ligero, cuya densidad o peso específico es de 2700 kg/m³ (2,7 veces la densidad del agua).
- Tiene un punto de fusión bajo: 660°C.
- Es de color blanco brillante.
- Buen conductor del calor y de la electricidad.
- Resistente a la corrosión, gracias a la capa de Al₂O₃ formada.
- Abundante en la naturaleza.
- Material fácil y barato de reciclar.

Características mecánicas

Entre las características mecánicas del aluminio se tienen las siguientes:

- De fácil mecanizado.
- Muy maleable, permite la producción de láminas muy delgadas.
- Bastante dúctil, permite la fabricación de cables eléctricos.
- Material blando. Límite de resistencia en tracción: 160-200 N/mm² en estado puro, en estado aleado el rango es de 1400-6000 N/mm².
- Material que forma aleaciones con otros metales para mejorar las propiedades mecánicas.
- Permite la fabricación de piezas por fundición, forja y extrusión.
- Material soldable.

Características químicas

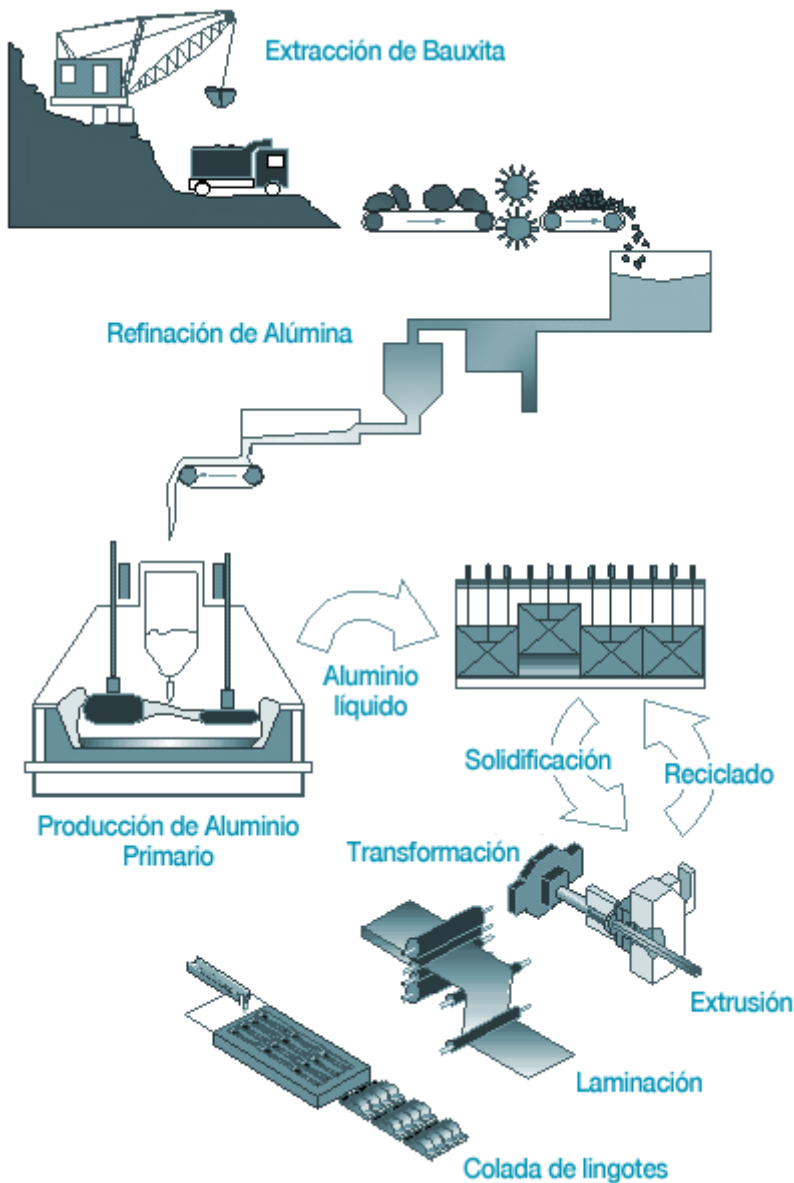
- Debido a su elevado estado de oxidación se forma rápidamente al aire una fina capa superficial de óxido de aluminio (Alúmina Al₂O₃) impermeable y adherente que detiene el proceso de oxidación, lo que le proporciona resistencia a la corrosión y durabilidad. Esta capa protectora es de color gris mate

OBTENCION

El mineral del cual se extrae el aluminio, comúnmente llamado bauxita, es abundante y se encuentra principalmente en áreas tropicales y subtropicales: África, Antillas, América del Sur y Australia. Hay también algunas minas de bauxita en Europa. La bauxita se refina para obtener óxido de aluminio (alúmina) y luego a través de un proceso electrolítico ser reducida a aluminio metálico.

Las plantas de producción de aluminio primario están localizadas por todo el mundo, por lo general en áreas donde hay abundantes recursos de energía eléctrica barata. En argentina la planta mas importante es ALUAR y se encuentra en Puerto Madrin.

Se requieren de dos a tres toneladas de bauxita para producir una tonelada de alúmina. Se necesitan aproximadamente dos toneladas de alúmina para producir una tonelada de aluminio. Por lo que la relación de bauxita-aluminio es de aproximadamente 5 a 1.



Hay numerosos depósitos de bauxita, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, así como también en Europa. La bauxita es generalmente extraída por un sistema de minería a cielo abierto, aproximadamente a unos 4-6 metros de profundidad de la tierra.

De acuerdo a información relevada por el internacional Aluminium Institute, una mina de bauxita tipo emplea aproximadamente 200 personas por cada millón de toneladas/año de bauxita producida o aproximadamente 11 personas por hectárea. Por lo general estas minas ofrecen empleos relativamente bien remunerados.

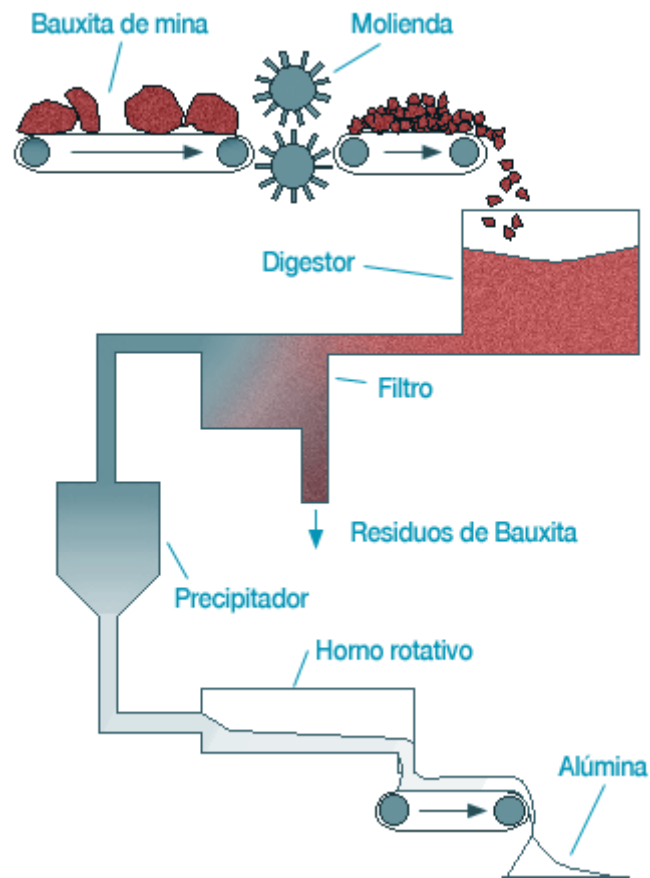
OBTENCION DE ALUMINA

Producción de alúmina por proceso Bayer

El proceso Bayer, inventado por Karl Bayer en 1889, es el método utilizado mayoritariamente para producir alúmina a partir de la bauxita.

El proceso comienza con un lavado de la bauxita molida con una solución de soda cáustica a alta presión y temperatura. Los minerales de aluminio se disuelven mientras que los otros componentes de la bauxita, principalmente sílice y óxidos de hierro y titanio permanecen sólidos y se depositan en el fondo de un decantador de donde son retirados.

A continuación se recristaliza el hidróxido de aluminio de la solución y se calcina a más de 900°C para producir una alúmina, Al_2O_3 , de alta calidad.





OBTENCION DEL ALUMINIO

Electrólisis de la alúmina

El óxido de aluminio se disuelve en un baño fundido de criolita y se electroliza en una celda electrolítica usando ánodos y cátodo de carbono. De estos baños se obtiene aluminio metálico en estado líquido con una pureza entre un 99,5 y un 99,9%, quedando trazas de hierro y silicio como impurezas.

Para la producción electrolítica del aluminio se opera sobre una solución particular, obtenida disolviendo alúmina en criolita fundida para lo que son necesarias temperaturas del orden de 1000°C. Por esta razón el consumo energético que se utiliza para obtener aluminio es muy elevado y lo convierte en uno de los metales más caros de obtener, ya que es necesario gastar entre 17 y 20 kWh por cada kilo de metal de aluminio.

El gran problema del aluminio es el precio de la energía que consume para producirlo y que representa entre un 25% y un 30% del costo de producción del metal. Por esta razón se están desarrollando procesos alternativos que permiten una reducción de la energía necesaria.

Purificación y conformado del aluminio

El aluminio procedente de las cubas electrolíticas pasa a hornos para mezclarlo de manera precisa con otros metales para formar diversas aleaciones con propiedades específicas diseñadas para diversos usos. El metal se purifica en un proceso denominado adición de fundente y después se vierte en moldes o se funde directamente en lingotes.

A mediados del año 2008 Aluar ha finalizado el proceso de puesta en marcha de 168 nuevas cubas alcanzando un total de 712 cubas y una capacidad instalada de 410.000 toneladas anuales. Dicho número de cubas se distribuye en 8 naves o salas de electrólisis de aproximadamente 500 metros de longitud cada una.



ALEACIONES

La mayoría de las aplicaciones del aluminio requieren que se lo combine con otros metales para formar aleaciones específicas para cada proceso de fabricación.

Desde el punto de vista físico, el aluminio puro posee una resistencia muy baja a la tracción y una dureza escasa. En cambio, unido en aleación con otros elementos, el aluminio adquiere características mecánicas muy superiores. A estas aleaciones se las conoce con el nombre genérico de Duraluminio, y pueden ser centenares de aleaciones diferentes. El duraluminio contiene pequeñas cantidades de cobre (Cu) (3-5%), magnesio (Mg) (0,5 - 2%), manganeso (Mn) (0,25 - 1%) y Zinc (3,5 - 5%).

Son también importantes los diversos tipos de aleaciones llamadas anticorrosión, a base de aluminio (Al) y pequeños aportes de magnesio (Mg) y silicio (Si). Pero que pueden contener a veces manganeso (Mn), titanio (Ti) y Cromo (Cr).

Aportaciones de los elementos aleantes

Los principales elementos aleantes del aluminio son los siguientes y se enumeran las ventajas que proporcionan.

- Cromo (Cr) Aumenta la resistencia mecánica cuando está combinado con otros elementos Cu, Mn, Mg.
- Cobre (Cu) Incrementa las propiedades mecánicas pero reduce la resistencia a la corrosión.
- Hierro (Fe). Incrementa la resistencia mecánica.
- Magnesio (Mg) Tiene alta resistencia tras el conformado en frío.
- Manganeso (Mn) Incrementa las propiedades mecánicas y reduce la calidad de embutición.
- Silicio (Si) Combinado con magnesio (Mg), tiene mayor resistencia mecánica.
- Titanio (Ti) Aumenta la resistencia mecánica.
- Zinc (Zn) Reduce la resistencia a la corrosión

La composición de esas aleaciones está regulada por clasificaciones internacionales. Cada una de aquellas se describe por un conjunto de cuatro dígitos, con letras y números adicionales que indican el temple de la aleación. Por ejemplo, 6082-T6 es una aleación de resistencia media basada en la familia de productos de aluminio-magnesio-silicio.

Aleaciones de aluminio forjado sin tratamiento térmico

Las aleaciones que no reciben tratamiento térmico solamente pueden ser trabajadas en frío para aumentar su resistencia. Hay tres grupos principales de estas aleaciones según la norma AISI-SAE que son los siguientes:

- **Aleaciones 1xxx.** Son aleaciones de aluminio técnicamente puro, al 99,9% siendo sus principales impurezas el hierro y el silicio como elemento aleante. Se les aporta un 0.12% de cobre para aumentar su resistencia. Tienen una resistencia aproximada de 90 **MPa**. Se utilizan principalmente par trabajos de laminados en frío.



- **Aleaciones 3 xxx.** El elemento aleante principal de este grupo de aleaciones es el manganeso (Mn) que está presente en un 1,2% y tiene como objetivo reforzar al aluminio. Tienen una resistencia aproximada de 16 ksi (110MPa) en condiciones de recocido. Se utilizan en componentes que exijan buena mecanibilidad.
- **Aleaciones 5xxx.** En este grupo de aleaciones es el magnesio es el principal componente aleante su aporte varía del 2 al 5%. Esta aleación se utiliza cuando para conseguir reforzamiento en solución sólida. Tiene una resistencia aproximada de 28 ksi (193MPa) en condiciones de recocido.

Aleaciones de aluminio forjado con tratamiento térmico

Algunas aleaciones pueden reforzarse mediante tratamiento térmico en un proceso de precipitación. El nivel de tratamiento térmico de una aleación se representa mediante la letra T seguida de un número por ejemplo T5. Hay tres grupos principales de este tipo de aleaciones.

- **Aleaciones 2xxx:** El principal aleante de este grupo de aleaciones es el cobre (Cu), aunque también contienen magnesio Mg. Estas aleaciones con un tratamiento T6 tiene una resistencia a la tracción aproximada de 64ksi (442 MPa) y se utiliza en la fabricación de estructuras de aviones.
- **Aleaciones 6xxx.** Los principales elementos aleantes de este grupo son magnesio y silicio. Con unas condiciones de tratamiento térmico T6 alcanza una resistencia a la tracción de 42 ksi (290MPa) y es utilizada para perfiles y estructuras en general.
- **Aleaciones 7xxx.** Los principales aleantes de este grupo de aleaciones son cinc, magnesio y cobre. Con un tratamiento T6 tiene una resistencia a la tracción aproximada de 73ksi(504MPa) y se utiliza para fabricar estructuras de aviones.



Una vez obtenida la aleación deseada, el aluminio puede ser procesado de la siguiente manera:

LAMINACION

El aluminio se procesa en primera instancia en laminadores *en caliente* para luego ser transferido a laminadores *en frío*.

Laminadores en caliente

Previo al proceso de laminación, el aluminio tiene forma de un gran lingote o placa (ver Placa para deformación). Este lingote es calentado hasta unos 500°C y pasado repetidas veces por este primer tipo de laminadores. Este proceso reduce gradualmente el espesor del lingote hasta unos 6mm, y una vez finalizado, el aluminio es enfriado y transportado a los laminadores en frío para su posterior tratamiento.

Laminadores en frío

Hay una gran diversidad de laminadores en frío. Grande también es la gama de productos que se obtienen, que llegan hasta espesores de 0.05mm. En general, el tipo de producto depende de la aleación utilizada, el proceso de deformación vía laminación y el tratamiento térmico aplicado al producto, ajustando así sus propiedades mecánicas y físicas.

Productos

Los productos pueden ser agrupados en grandes categorías: laminados finos y laminados gruesos.

Entre los primeros, se puede distinguir el foil del resto de los laminados finos. El foil tiene un espesor menor a los 0.2mm y es utilizado por lo general en la industria de packaging en envases o coberturas. También se lo utiliza en aplicaciones eléctricas, y como componente en aislamientos térmicos. El resto de los laminados finos, con espesores entre 0.2mm y 6mm se aplican de manera muy diversa en el sector de la construcción (sea en revestimientos o techos). También tienen como destino el sector de transporte (paneles laterales y estructuras de automotores, barcos y aviones). Los laminados gruesos tienen un espesor superior a los 6mm. Suele ser utilizado también en estructuras de aviones, vehículos militares y componentes estructurales de puentes y edificios.

FUNDICION

Los productos fundidos y moldeados tienen una amplia variedad de aplicaciones Componentes livianos para vehículos, aeronaves, barcos y naves espaciales

- Componentes de máquinas productivas en las que el peso reducido y la resistencia a la corrosión son condiciones indispensables
- Bienes de alta tecnología para la oficina y el hogar.

Se reconocen dos métodos básicos de fundición: modeo en arena y moldeo en coquilla (molde permanente)

Características de las aleaciones para fundición

Las aleaciones de aluminio para fundición han sido desarrolladas habida cuenta de que proporcionan calidades de fundición idóneas, como fluidez y capacidad de



alimentación, así como valores optimizados para propiedades como resistencia a la tensión, ductilidad y resistencia a la corrosión.

Difieren bastante de las aleaciones para forja. El silicio en un rango entre el 5 al 12 % es el elemento aleante más importante porque promueve un aumento de la fluidez en los metales fundidos. En menores cantidades se añade magnesio, o cobre con el fin de aumentar la resistencia de las piezas

EXTRUSION

Los productos extruídos de aluminio, conocidos como "perfiles", son confeccionados a partir de cilindros de aluminio llamados barrotes (ver Barrotes para extrusión). Los barrotes se encuentran disponibles en variados tamaños, aleaciones, tratamientos térmicos y dimensiones, dependiendo de los requerimientos del usuario.

El proceso de extrusión se caracteriza por hacer pasar a presión el aluminio a través de una matriz para obtener el perfil deseado. Esto es posible tras haber calentado los barrotes a utilizar a una temperatura cercana a los 450-500°C y haberles aplicado una presión de 500 a 700 MPa (equivalente a la presión registrada en el fondo de un tanque de agua de unos 60km de altura). El metal precalentado es impulsado dentro de la prensa y forzado a salir por la matriz, obteniéndose así, el perfil extruido.

El proceso de extrusión lleva la temperatura de las prensas a unos 500°C y la temperatura de salida es cuidadosamente controlada para conservar las propiedades mecánicas, una alta calidad en la superficie de los productos terminados y una elevada productividad.

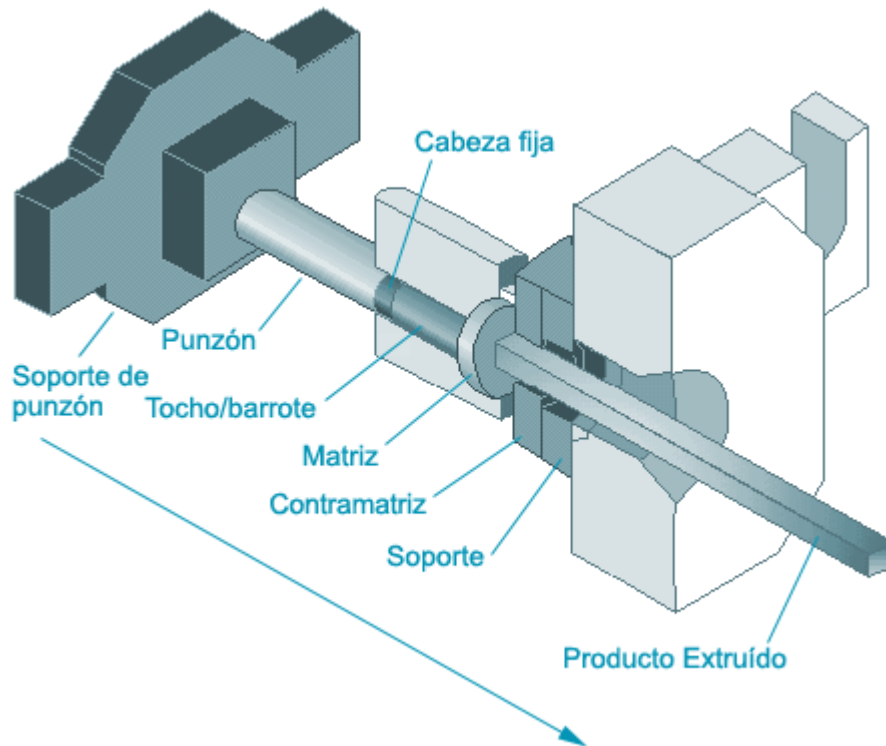
La prensa de extrusión

La prensa genera la fuerza necesaria para forzar el paso del aluminio precalentado a través de la matriz. Consiste fundamentalmente en:

- Un depósito donde se aloja el barrote a ser extruido
- El cilindro principal que empuja el barrote contra el panel frontal.
- Un panel frontal que aloja la matriz.
- La matriz, por donde sale el aluminio extruido y que le imprime la forma final al perfil
- Columnas de amarre, con las que se conjugan los componentes descriptos.

Aplicaciones

Los productos extruídos son vastamente utilizados en el sector de la construcción, particularmente en ventanas y marcos de puertas, en casas prefabricadas y estructuras de edificios, en techos y cortinas. También son utilizados en automotores, trenes y aviones y en el sector de la náutica.



Temple de los perfiles

Los procesos térmicos que aumentan la resistencia del aluminio. Hay dos procesos de temple que son el tratamiento térmico en solución, y el envejecimiento. El temple T5 se consigue mediante envejecimiento de los perfiles que pasan a los hornos de maduración, los cuales mantienen una determinada temperatura durante un tiempo dado. Normalmente 185° C durante 240 minutos para las aleaciones de la familia 6060, de esta forma se consigue la precipitación del silicio con el magnesio en forma de siliciuro de magnesio (Si_2Mg) dentro de las dendritas de aluminio, produciéndose así el temple del material. La temperatura de salida de extrusión superior a 510 °C para las aleaciones 6060 más el correcto enfriamiento de los perfiles a 250 °C en menos de cuatro minutos, es fundamental para que el material adquiera sus propiedades

Mecanizado

El mecanizado del aluminio y sus aleaciones en máquinas herramientas de arranque de virutas en general, es fácil y rápido y está dando paso a una nueva concepción del mecanizado denominada genéricamente mecanizado rápido. Durante el arranque de viruta, las fuerzas de corte que tienen lugar son considerablemente menores que en el caso de las generadas con el acero (la fuerza necesaria para el mecanizado del aluminio es aproximadamente un 30% de la necesaria para mecanizar acero)

El concepto de mecanizado rápido se refiere al que se produce en las modernas máquinas herramientas de Control Numérico con cabezales potentes y robustos que les permiten girar a muchos miles de revoluciones por minuto hasta del orden de 30000 rpm, y avances de trabajo muy grandes cuando se trata del mecanizado de materiales



blandos y con mucho vaciado de viruta tal y como ocurre en la fabricación de moldes o de grandes componentes de la industria aeronáutica.

El aluminio tiene unas excelentes características de conductividad térmica, lo cual es una importante ventaja, dado que permite que el calor generado en el mecanizado se disipe con rapidez. Su baja densidad hace que las fuerzas de inercia en la piezas de aluminio giratorio (torneados) sean asimismo mucho menores que en otros materiales.

Ocurre sin embargo que el coeficiente de fricción entre el aluminio y los metales de corte es, comparativamente con otros metales, elevado. Este hecho puede causar el embotamiento de los filos de corte, deteriorando la calidad de la superficie mecanizada a bajas velocidades de corte e incluso a elevadas velocidades con refrigeración insuficiente. Siempre que la refrigeración en el corte sea suficiente, hay una menor tendencia al embotamiento con aleaciones más duras, con velocidades de corte mayores y con ángulos de desprendimiento mayores.

El mecanizado rápido puede representar una reducción de costes en torno al 60%. En este tipo de mecanizado rápido se torna crítico la selección de las herramientas y los parámetros de corte. La adopción del mecanizado de alta velocidad es un proceso difícil para el fabricante, ya que requiere cambios importantes en la planta, una costosa inversión en maquinaria y software, además de una formación cualificada del personal.



Aplicaciones y usos

Aluminio metálico

El aluminio se utiliza rara vez 100% puro, casi siempre se usa aleado con otros metales.

Los principales usos industriales de las aleaciones metálicas de aluminio son:

- Transporte; como material estructural en aviones, automóviles, tanques, superestructuras de buques y bicicletas.
- Estructuras portantes de aluminio en edificios
- Embalaje de alimentos; papel de aluminio, latas, tetrabriks, etc.
- Carpintería metálica; puertas, ventanas, cierres, armarios, etc.
- Bienes de uso doméstico; utensilios de cocina, herramientas, etc.
- Transmisión eléctrica. Aunque su conductividad eléctrica es tan sólo el 60% de la del cobre, su mayor ligereza disminuye el peso de los conductores y permite una mayor separación de las torres de alta tensión, disminuyendo los costes de la infraestructura.
- Recipientes criogénicos (hasta $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$), ya que contrariamente al acero no presenta temperatura de transición dúctil a frágil. Por ello la tenacidad del material es mejor a bajas temperaturas.



Ensayos que se realizan y Propiedades mecánicas:

Las propiedades mecánicas o propiedades de resistencia mecánica sirven en la mayoría de los casos como base para dictaminar sobre un material metálico, con vistas a un fin de aplicación concreto. A continuación se da un resumen de las propiedades mecánicas más importantes del aluminio no sólo sometido a esfuerzo continuo sino también, oscilante y por golpe.

Dureza: la mayoría de las veces se da en los materiales de aluminio la dureza Brinell, a causa de la sencillez de su determinación. Los valores de la dureza Brinell se extienden desde HB=15 para aluminio purísimo blando hasta casi HB=110 para AlZnMgCu 1,5 endurecido térmicamente, es decir, aleación 7075. Los valores de la dureza determinados por otros métodos, como el Vickers o el de Knoop, apenas tienen significado práctico en este metal. De vez en cuando se utiliza la microdureza, una variante del método Vickers, para determinar la dureza de capas anodizadas.

Resistencia en el ensayo de tracción: los importantísimos valores característicos que se obtienen en el ensayo de tracción para juzgar las propiedades resistentes de los materiales metálicos en general, son aplicables a los materiales de aluminio. Generalmente estos valores son el límite elástico 0,2%, la resistencia máxima a la tracción, el alargamiento a la rotura, así como la estricción de ruptura.

En general, la resistencia aumenta con el aumento en elementos de aleación. Los dominios de la resistencia en cada aleación surgen, ante todo, como consecuencia de los aumentos de resistencia que se consiguen por deformación en frío o endurecimiento por tratamiento térmico. Los distintos elementos de aleación actúan de modo muy diferente en cuanto al aumento de resistencia.

Al aumentar la resistencia, aumenta el límite 0,2% más deprisa que la resistencia a la tracción, independientemente del mecanismo que motive el aumento de la resistencia. Este aumento se nota especialmente cuando el aumento de resistencia tiene lugar por deformación en frío. En general no se desean altas relaciones entre los límites elásticos (límite 0,2% y resistencia máxima) ya que expresan un comportamiento relativamente quebradizo del material, razón fundamental por la que no se puede aumentar de forma arbitraria la resistencia de un material metálico.

Resistencia a la compresión, a la flexión, al corte y a la torsión: en los materiales aluminicos se puede admitir que el valor del límite de aplastamiento 0,2% (parámetro de la resistencia a la compresión) es igual al valor del límite elástico 0,2% de tracción. La resistencia a la compresión o el límite de aplastamiento 0,2% tienen importancia principalmente en las piezas sometidas a compresión tales como cojinetes de fricción.

La resistencia a la flexión en las aleaciones de aluminio se tiene en cuenta para las de fundición, en aquellos casos en que, al realizar el ensayo de tracción no es posible determinar el límite elástico con suficiente exactitud a causa de su pequeño valor.



La resistencia al cizallamiento es importante para el cálculo de la fuerza necesaria para el corte y para determinadas construcciones. No existen valores normalizados. Generalmente está entre el 55 y 80 % de la resistencia a la tracción.

Casi nunca se determina la resistencia a la torsión, si se considera una distribución lineal de tensiones, puede considerársela igual a la resistencia al cizallamiento.

Propiedades resistentes a temperaturas elevadas: al aumentar la temperatura, disminuyen la resistencia a la tracción, el límite elástico y la dureza, en tanto que, en general, aumenta el alargamiento de rotura y la estricción de rotura. El factor tiempo juega un papel esencial en la determinación de valores de resistencia para altas temperaturas. Esta influencia se exterioriza de dos maneras:

Cambios de estado. Bajo la influencia de temperaturas elevadas se pueden producir modificaciones permanentes en la estructura de los materiales que han experimentado endurecimiento por deformación en frío, estas traen consigo una disminución de la resistencia mecánica.

Procesos de fluencia. A temperaturas elevadas el material puede experimentar deformaciones lentas bajo la acción de cargas en reposo, aumentando la velocidad en el cambio de forma con el incremento de la temperatura y de la tensión. Al mismo tiempo pueden surgir tensiones por debajo de la resistencia a la tracción o del límite elástico 0,2%.

Características de resistencia a bajas temperaturas: el comportamiento de los metales a bajas temperaturas depende fundamentalmente de la estructura de su red cristalina. El aluminio con su red FCC (ó CCC) tiene la misma estructura que el cobre, el níquel o los aceros austeníticos, por eso no se presentan nunca en las aleaciones de aluminio a temperaturas bajas las complicaciones (rápido descenso de la resiliencia, entre otras) que tienen lugar en los metales BCC, sobretodo en los aceros ferríticos.

Resistencia a la fatiga: la fatiga depende de una serie de factores. Además de la composición, estado y procedimiento de obtención del material, hay que considerar la clase y frecuencia de las sollicitaciones y, especialmente, la configuración de los elementos constructivos (distribución de fuerzas, tensiones máximas, superficie). La denominación "resistencia a la fatiga" se utiliza como concepto genérico para todos los casos de sollicitud alternativas.

Para el aluminio el límite de ciclos de carga está fijado en 10. Los ensayos se hacen casi siempre con 5 a 10 ciclos. Los resultados de los ensayos de fatiga alternativa presentan siempre una dispersión que no se disminuye aunque se utilicen métodos más precisos de medición. Se deben, principalmente, a contingencias casuales que intervienen al originarse la primera fisura y prosiguen en las fases iniciales de su expansión.

Influencia del material. La resistencia a la fatiga se aumenta mediante la formación de soluciones cristalinas, la conformación en frío y el endurecimiento. En las aleaciones de aluminio para laminación y forja existe una clara diferencia entre las no endurecibles y las endurecibles. La aleación AlMg es la no endurecible térmicamente y la AlZnMgCu es la endurecible térmicamente.



Influencia de la sollicitación. Al juzgar los valores de la resistencia a la fatiga se ha de tener en cuenta el tipo de sollicitación (tracción, compresión, flexión alternativa o rotativa) y, ante todo, la posición de la tensión media o la relación de tensiones respectivamente. Además, se ha de observar atentamente si se da la amplitud de resistencia a la fatiga o a la máxima tensión superior.

Además de los anteriores factores, también influyen en la resistencia a la fatiga, los máximos de tensión o efectos de entalladura, el estado superficial y del ambiente, la soldadura y la temperatura.

Mecánica de la rotura. Tenacidad: el comportamiento en cuanto a la resistencia a la rotura de un material es importante. En los elementos de construcción se presupone que existen siempre fisuras de un determinado tamaño y que se dimensionan los elementos de tal modo que estas fisuras no sobrepasan una magnitud crítica, dentro de un período de vida previsto y sobre todo, que no aumenten de modo inestable. La carga puede ser monótona estática u oscilante. También se puede tener en cuenta la carga de fluencia (método más apropiado para los materiales de aluminio) o las grietas de corrosión bajo tensión.

El valor característico utilizado con más frecuencia es el de la tenacidad a las fisuras K, definido para el estado de tensiones uniforme como la concentración de tensiones crítica en la punta de la fisura, que ocasiona la continuación del crecimiento de la misma. Los valores altos de K significan alta tenacidad, siendo favorables, cuando también son elevados los valores de resistencia a la tracción y el límite elástico.

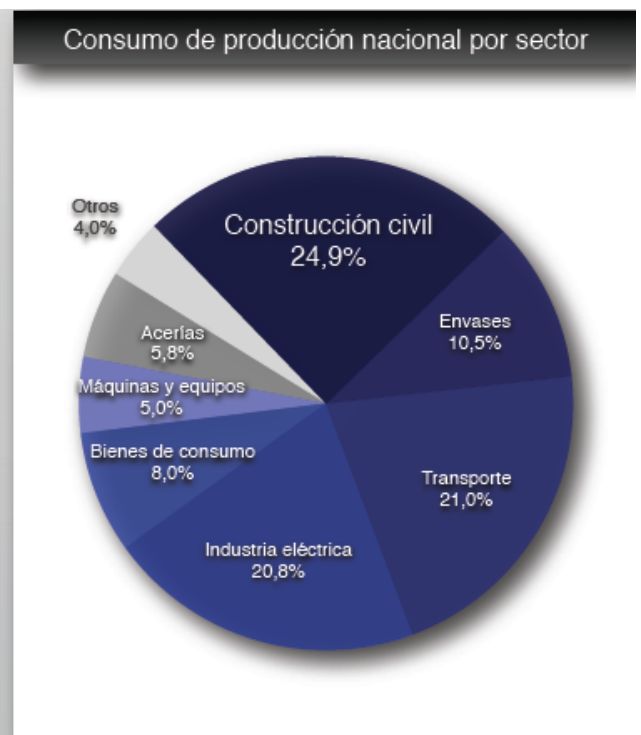
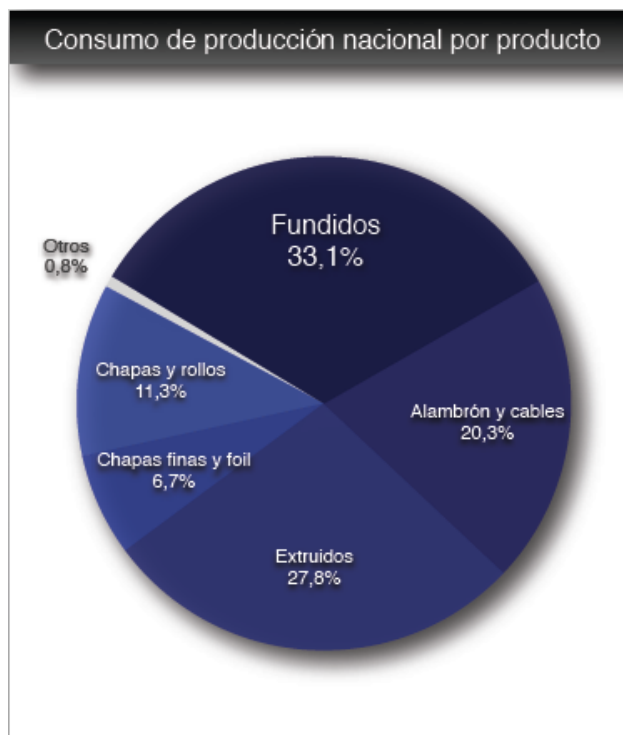
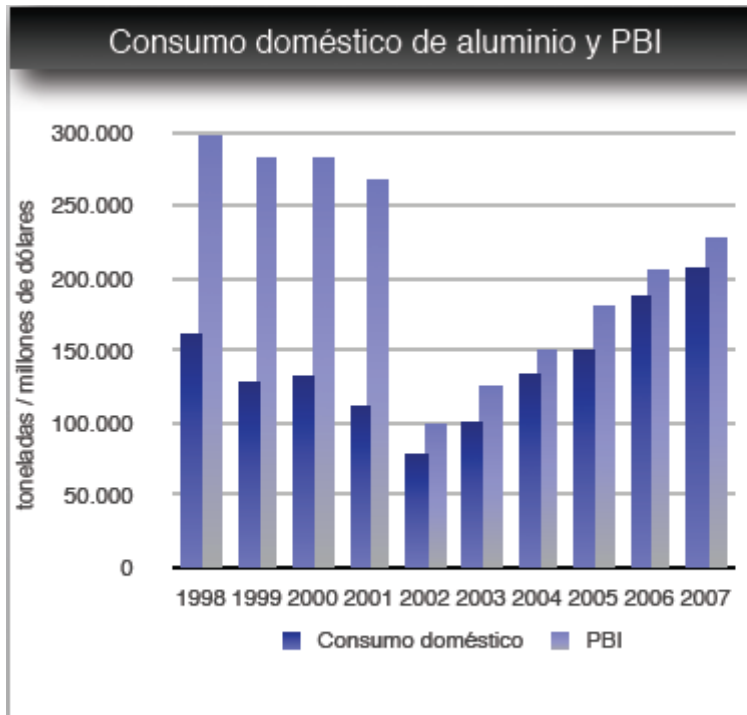
Entre los valores de resistencia habituales obtenidos del ensayo de tracción y la tenacidad a las fisuras no existe, en general, ninguna dependencia. Desde el punto de vista cualitativo, la tenacidad a las fisuras desciende al aumentar la resistencia. El objetivo de la investigación de los materiales es desarrollar los que tengan más resistencia y al mismo tiempo mayor tenacidad a la rotura.

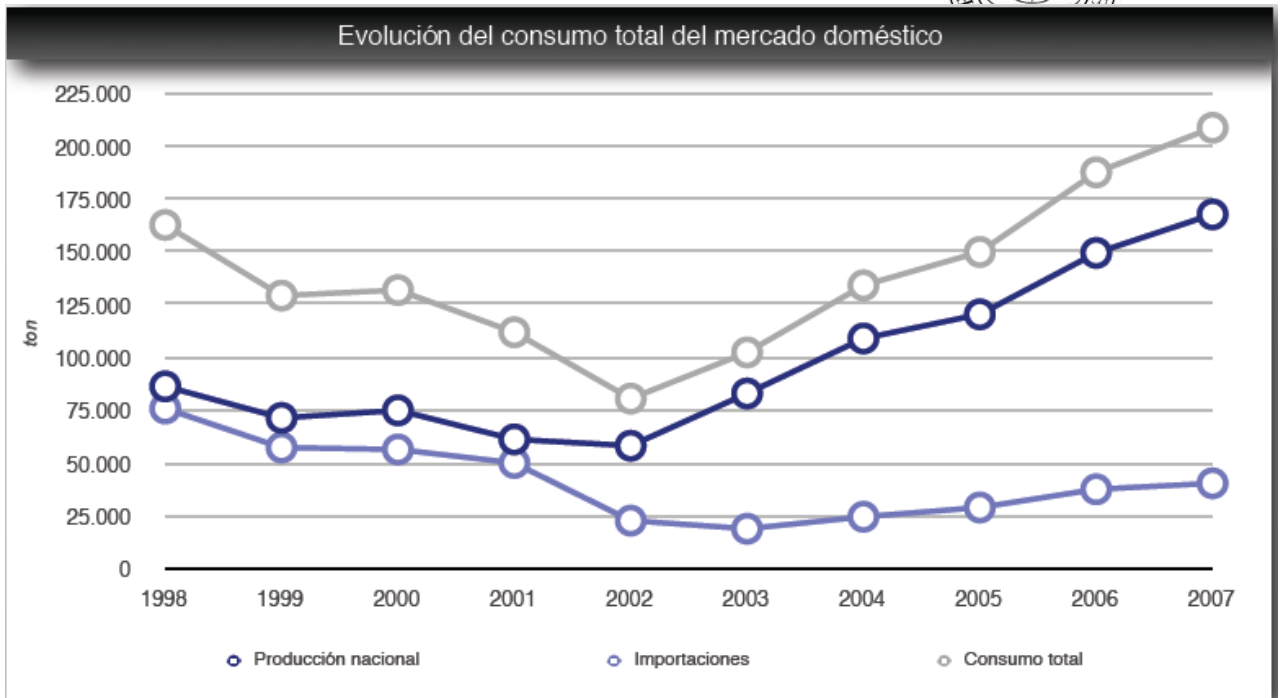
Resistencia al desgaste: la resistencia a la abrasión o al desgaste de los materiales de aluminio es particularmente baja en el rozamiento en seco. No existe relación entre dureza y resistencia mecánica por un lado y resistencia a la abrasión por el otro.

Los materiales de aluminio sometidos a rozamiento, en determinadas circunstancias de funcionamiento, muestran un comportamiento aceptable como prueban las numerosas aplicaciones que tienen en cojinetes de fricción y émbolos. Debe mencionarse también que el desgaste se puede reducir drásticamente por un tratamiento superficial apropiado.

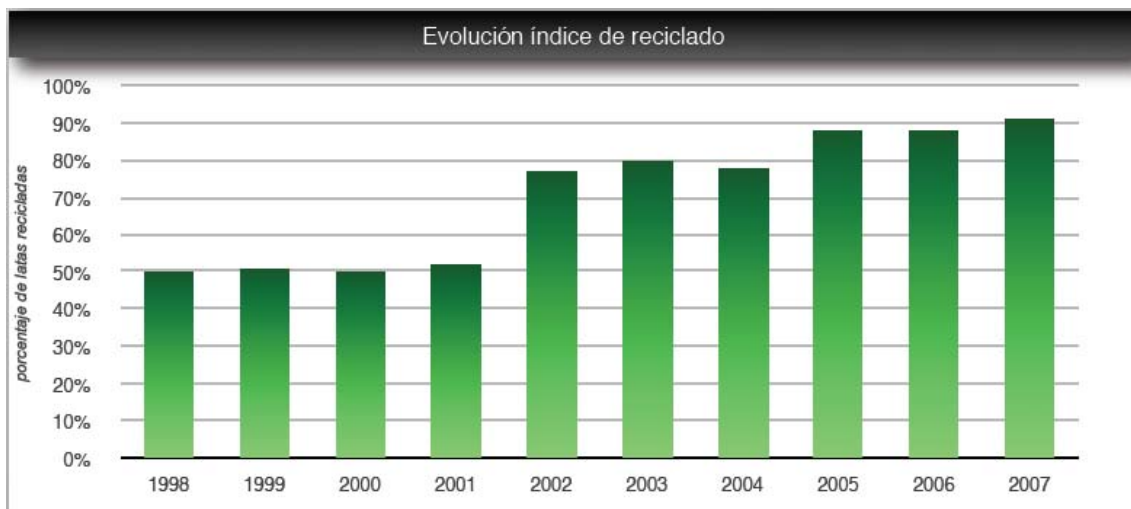
Consumo y comercialización

El consumo del aluminio en la Argentina es relativamente nuevo. Su crecimiento va de la mano del PBI, lo que indica que esta estrechamente ligado a la reactivación industrial de los últimos años.





Anteriormente se menciona la facilidad que tiene este material para ser reciclado. En los últimos años esta actividad se desarrollo y hoy en día se ha llegado a un nivel de reciclamiento de latas superior al 90%.





Bibliografía:

- Manual del aluminio (W. Hufnagel, Pedro Coca, José Company Bueno)
- Anuario 2007 de la Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines.
- Catalogo de producción 2008 de Aluar S.A.
- Resumen de enero de 2008 del Departamento de commodities minerales de U.S.