



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Materiales y Procesos II

Carrera de Diseño Industrial | 3to Año
Ciclo lectivo 2021

Profesor Titular:
Mgter. Roberto Tomassiello

JTP
Ing. Osvaldo Ortíz



TEMARIO

UNIDAD 3

1. Materiales metálicos no ferrosos. Estudio particular de los principales metales utilizados en el campo del Diseño Industrial: aluminio, berilio, cinc, cobre, cromo, estaño, magnesio, molibdeno, níquel, plomo, titanio, tungsteno, vanadio. Metales preciosos.
2. Aleaciones metálicas no ferrosas.
3. Formas de obtención. Propiedades y usos.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

➤ Propiedades



Aluminio

- Elevada relación de resistencia-peso.
- PF: 660°C.
- Escasa resistencia mecánica
- Resistencia a la corrosión de productos químicos.
- Elevada conductividad térmica y eléctrica.
- Atoxicidad.
- Reflectividad.

Aluminio

> Propiedades

- Apariencia.
- Fácil conformación y mecanizado.
- No magnético.
- Reciclable
- Se recubre superficialmente con un óxido estable protectora.
- Es poco colable, da origen a sopladuras.

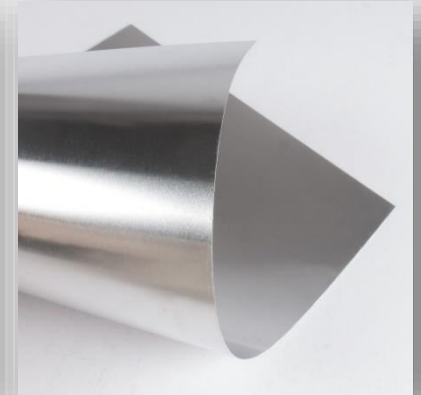
> Usos

- Envases rígidos y flexibles
- Arquitectura
- Carrocerías
- Aeronáutica
- Aplicaciones eléctricas
- Muebles
- Vajilla
- Herramientas



<< Metales no ferrosos >>

Aluminio



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Metales no ferrosos >>

Aluminio

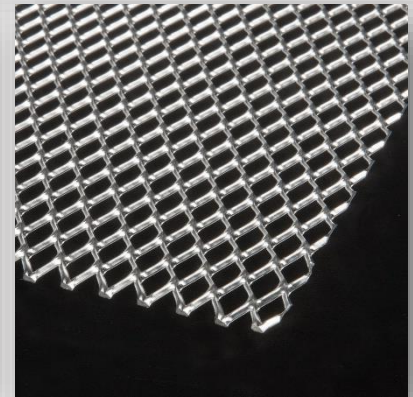


UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Metales no ferrosos >>

Aluminio



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Metales no ferrosos >>

Obtención del aluminio

➤ **Materia prima:** Bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$)

➤ **Proceso**

Lavado y trituración del mineral

Obtención de alúmina (proceso Bayer)
Bauxita + soda cáustica $\Rightarrow$ alúmina (Al_2O_3)

Electrólisis de la alúmina
Cátodo: Al; Ánodo: O_2

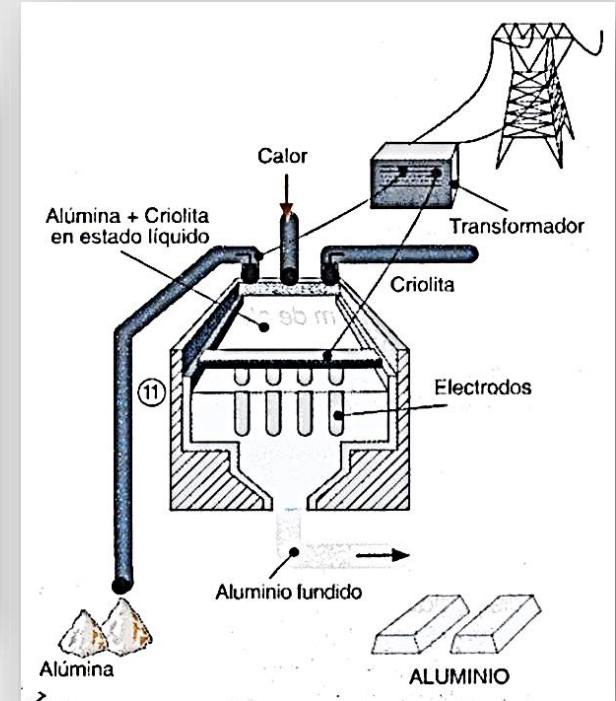
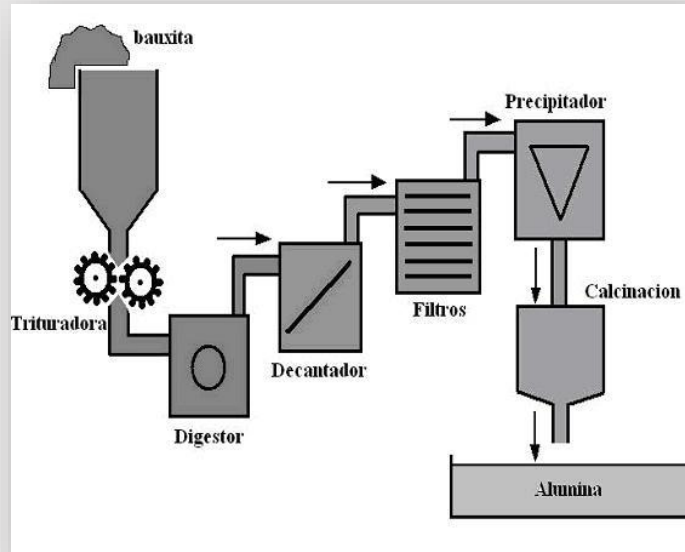


UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

> Proceso Bayer y electrólisis de la alúmina

Obtención del aluminio



Berilio

> Propiedades

- Elevada relación de resistencia-peso.
- Duro y quebradizo, puro es maleable.
- PF: 1287°C.
- Elevada elasticidad, superior a la del acero.
- Color gris acero.
- Es tóxico.
- No magnético.
- Resistente al NO_3H y a la oxidación en el aire.
- Transparente a los rayos X.
- Las aleaciones son muy buenas conductoras del calor y la electricidad.

> Usos

- Aleaciones duras y tenaces, especialmente con el Cu para la fabricación de herramientas, resortes, industria aeroespacial, tubos de rayos X.

<< Metales no ferrosos >>

Berilio



Cinc

> Propiedades

- Protege al acero de la corrosión (galvanizado).
- PF: 419°C.
- Color gris azulado.
- Poco maleable en frío pero sí a 100-150°C
- Muy frágil a 200°C
- Se recubre superficialmente con un óxido estable protector.
- Con el Cu forma el latón (65% Cu, 35% Zn),

> Usos

- Envases
- Cubiertas para techos
- Recubrimiento de superficies (galvanizado)
- El latón se aplica en griferías.
- Ánodo de sacrificio en productos.
- Componentes para la industria automotriz y de electrodomésticos.

<< Metales no ferrosos >>

Cinc



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Obtención del cinc

① **Materia prima:** Blenda (SZn)

② **Proceso**

Trituración del mineral

Molienda con agua en molino de bolas

Agitación de la pasta aguada

Formación de ZnO por calentamiento del SZn

Reducción del ZnO con C o separación mediante electrólisis

Cobre

> Propiedades

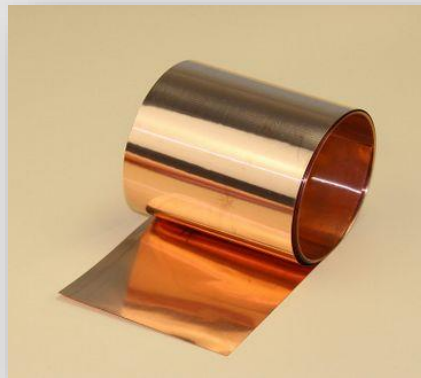
- Color rojizo.
- Excelente conductor eléctrico y térmico..
- Muy dúctil y maleable.
- Muy resistente a la corrosión.
- PF: 1083°C.
- Baja resistencia y dureza.
- Con el estaño, forma el bronce (90% Cu, 10% Sn).
- Se puede procesar fácilmente por medio de diversas técnicas de formado, mecanizado, fundido y unión.
- No magnético.

> Usos

- Componentes eléctricos y electrónicos, resortes, cartuchos para armas pequeñas, plomería, intercambiadores de calor, artículos marinos utensilios de cocina, joyería, objetos decorativos.

<< Metales no ferrosos >>

Cobre



Cobre



<< Metales no ferrosos >>

➤ **Materia prima:** Calcopirita (CuFeS_2)

➤ **Proceso**

Trituración del mineral

Concentración por flotación
(formación de lodo)

Molienda en molino de bolas

Separación
Se obtiene Cu ampollado (98-99% pureza)

Electrólisis

Obtención
del cobre



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Cromo

> Propiedades

- Color gris brillante con reflejos azulados.
- Duro y frágil pero dúctil..
- Resistente a la oxidación por el aire y la humedad.
- Elevada resistencia química.
- PF: 1857°C.
- Se recubre de Cr_2O_3 (pasivación).

> Usos

- Revestimiento de objetos.
- Colorante textil.
- Las sales de cromo constituyen una materia prima para el curtido de cueros.





Obtención del cromo

> **Materia prima:** Cromita (Cr_2FeO_4)

> **Proceso**

Se aplica el método Goldschmidt

Trituración del mineral (cromita)

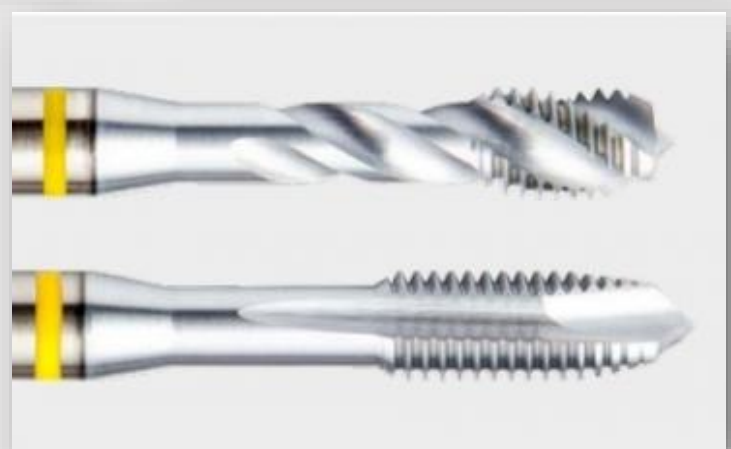
Mezcla de cromita con Al

Reducción en crisol del óxido de Cr con Al



<< Metales no ferrosos >>

Cromo



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Estaño

> Propiedades

- Color blanco plateado.
- Excelente conductor eléctrico y térmico..
- No es dúctil pero sí muy maleable.
- Resistente a la corrosión.
- PF: 232°C.
- La baja resistencia al corte de los recubrimientos de estaño sobre láminas de acero (hojalata), mejora su desempeño en el embutido profundo.
- Escasa resistencia a la fricción.
- Es catódico respecto del acero. Por lo tanto, si se perfora el recubrimiento de Sn, el acero se corroe.

> Usos

- Láminas delgadas para envasamiento.
- Recubrimiento del acero (hojalata).
- Soldadura blanda, aleado con el Pb.



<< Metales no ferrosos >>

Estaño



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Obtención
del estaño

➤ **Materia prima:** Casiterita (SnO_2)

➤ **Proceso**

Trituración y lavado del mineral

Decantación en agua (separación)

Calcinación
(oxidación de los sulfuros)

Reducción de la casiterita con C

Refinación por vía electrolítica

Magnesio

> Propiedades

- Color blanco plateado, más liviano que el Al.
- Es poco dúctil y maleable.
- Resistente a la corrosión.
- PF: 650°C.
- Es un material fácil de mecanizar.
- Por lo general se lo utiliza aleado con otros metales.

> Usos

- Aleaciones con metales no ferrosos para la construcción de vehículos y aeronaves.



<< Metales no ferrosos >>

Magnesio



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Metales no ferrosos >>

Obtención del magnesio

➤ **Materia prima:** Dolomita: Cloruro de magnesio (Cl_2Mg)

➤ **Proceso**

Agua de mar, mezclada con $\text{Ca}(\text{OH})_2$
(agente precipitante)

Precipita $\text{Mg}(\text{OH})_2$

Filtrado y mezcla con ClH

Electrólisis



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO



Molibdeno

> Propiedades

- Color blanco brillante.
- Es maleable en frío, magnético y buen conductor térmico y eléctrico.
- PF: 2610°C.
- Resistente a elevadas temperaturas.
- Fácilmente oxidable por encima de 600°C

> Usos

- Elementos de calefacción
- Aleación TZM (Titanio, Zirconio, molibdeno)
- Electrodo para soldadura por resistencia
- Punzones para trabajos a altas temperaturas.
- Componentes para motores a reacción.

Níquel

> Propiedades

- Color blanco plateado.
- Resistente, duro, tenaz, resistente a la corrosión.
- No es maleable.
- Posee resistencia química y al aire.
- PF: 1455°C.
- Es magnético.

> Usos

- Aleaciones resistentes a la corrosión, como el acero inoxidable.
- Superalloys.
- Pilas y baterías.
- Recubrimientos de productos mediante galvanostegia y galvanoplastia.



Níquel

Propiedades y aplicaciones típicas de aleaciones de níquel seleccionadas (todos son nombres comerciales)

Tipo y número UNS	Composición nominal (%)	Resistencia máxima a la tensión (MPa)	Resistencia a la fluencia (MPa)	Elongación en 50mm (%)	Aplicaciones típicas
Níquel 200 (recocido)	Ninguna	380–550	100–275	60–40	Industria química y de procesamiento de alimentos, equipo aeroespacial, partes electrónicas.
Duranickel 301 (endurecido por envejecimiento)	4.4 Al, 0.6 Ti	1300	900	28	Resortes, equipo para extrusión de plásticos, moldes para vidrios, diafragmas.
Monel R-405 (laminado en caliente)	30 Cu	525	230	35	Productos para máquinas para tornillos, partes para medidores de agua.
Monel K-500 (endurecido por envejecimiento)	29 Cu, 3 Al	1050	750	30	Flechas para bombas, vástagos de válvulas, resortes.
Inconel 600 (recocido)	15 Cr, 8 Fe	640	210	48	Partes para turbinas de gas, equipo para tratamiento térmico, partes electrónicas, reactores nucleares.
Hastelloy C-4 (tratado con solución y enfriado)	16 Cr, 15 Mo	785	400	54	Partes que requieren estabilidad en alta temperatura y resistencia al agrietamiento por esfuerzo-corrosión.

<< Metales no ferrosos >>

Níquel



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

Plomo

> Propiedades

- Color blanco plateado.
- Poco tenaz, muy dúctil y muy maleable.
- Posee resistencia química.
- PF: 327°C.
- Es magnético.

> Usos

- Placas para baterías.
- Protecciones para rayos X (mamparas, guardapolvos).
- Aporte para soldadura blanda, aleado con Sn.
- Componente de los vidrios para óptica y en el cristal.

<< Metales no ferrosos >>

Plomo



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

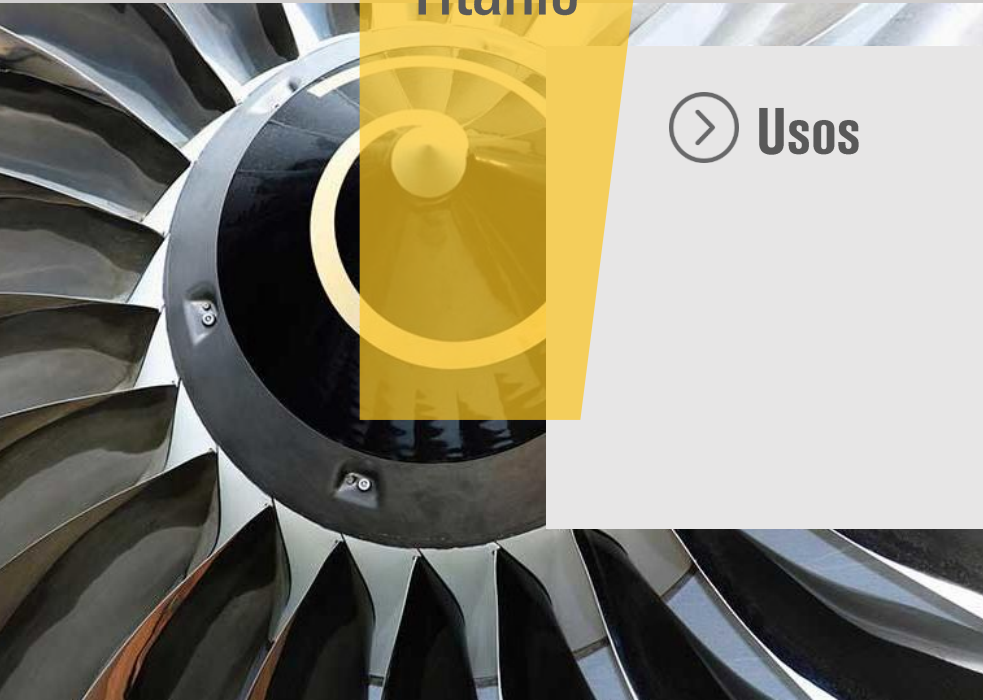
Titanio

> Propiedades

- Color negro o castaño (TiO_2 , conocido como rutilo).
- PF: 1668°C.
- Elevada relación resistencia-peso.
- Excelente resistencia a la corrosión.
- Biocompatible.

> Usos

- Componentes de aeronaves.
- Motores.
- Palos de golf.
- Cascos de submarinos.
- Biomateriales (implantes dentales y ortopédicos).
- Pigmento blanco para pinturas.



<< Metales no ferrosos >>

Titanio

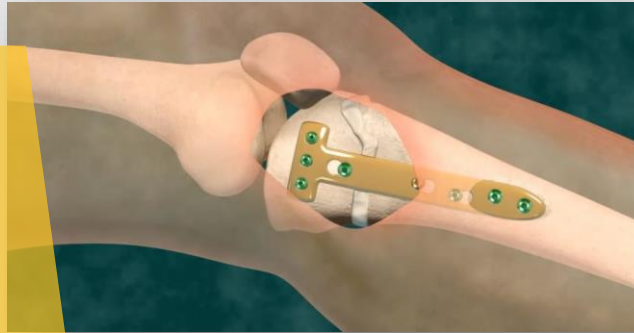


UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Metales no ferrosos >>

Titanio



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

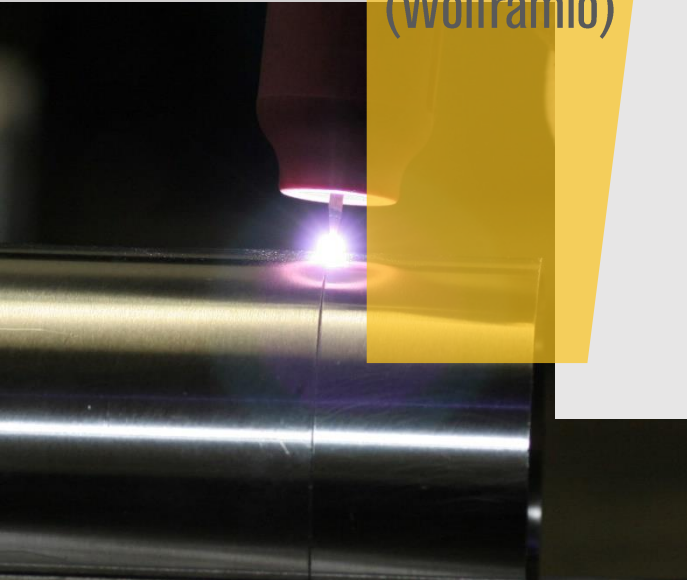
Tungsteno (Wolframio)

> Propiedades

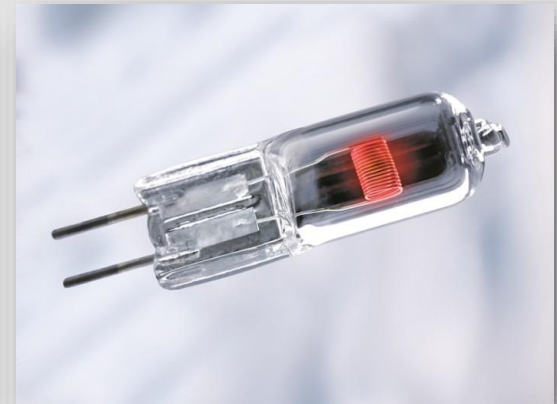
- Color parecido al Sn.
- PF: 3410°C.
- Rígido y duro.

> Usos

- Aleaciones de acero para herramientas de mecanizado de metales.
- Junto con el C, logra la Widia, material usado en la fabricación de plaquitas para herramientas de corte sobre materiales muy duros.
- Electrodo no consumible para soldadura con gas inerte (TIG).
- Filamentos de lámparas halógenas.



Tungsteno (Wolframio)



Vanadio

> Propiedades

- Color plateado.
- Es inalterable al aire.
- PF: 1730°C.

> Usos

- Aleaciones de acero para la fabricación de herramientas (Aceros al Cr-V).



Oro

> Propiedades

- Color amarillo.
- Es blando, muy dúctil y maleable.
- Resistente a la corrosión.
- Excelente conductor térmico y eléctrico.
- PF: 1945°C.

> Usos

- Joyería.
- Contactos eléctricos.
- Recubrimientos de piezas dentales.
- Chips de memoria en computadoras.



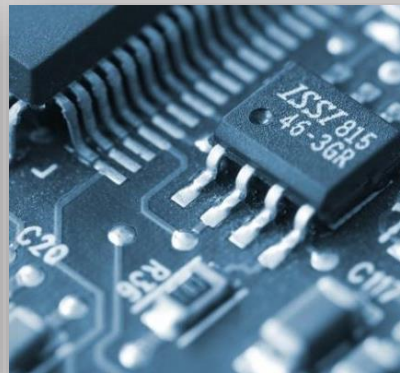
Plata

> Propiedades

- Color gris.
- Es blando, muy dúctil y maleable.
- Se cubre superficialmente de óxido.
- Resistente a la corrosión.
- Excelente conductor térmico y eléctrico.
- PF: 961°C.

> Usos

- Joyería.
- Contactos eléctricos.
- Soldadura.



Platino

> Propiedades

- Color blanco-grisáceo.
- Es dúctil y maleable.
- Resistente a la corrosión.
- Excelente conductor térmico y eléctrico.
- PF: 1769°C.

> Usos

- Joyería.
- Contactos eléctricos.
- Soldadura.
- Electrodo de bujías.
- Catalizadores para controlar la contaminación automotriz.
- Recubrimientos de piezas dentales.



<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

Bronce

> Propiedades

- Aleación Cu-Sn, color dorado mate.
- Posee bajo coeficiente de fricción.
- Resistente a la corrosión del agua de mar.
- Es dúctil y maleable.
- Conductor térmico y eléctrico.
- PF del bronce ordinario: 900-1000°C.

> Usos

- Lámparas, objetos decorativos.
- Cojinetes.
- Accesorios para baño, herrajes.
- Cañerías.
- Láminas.



<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

Tipos de bronce

Propiedades y aplicaciones típicas de bronce forjables seleccionadas

Tipo y número UNS	Composición nominal (%)	Aplicaciones típicas
Bronce arquitectónico (C38500)	57.0 Cu, 3.0 Pb, 40.0 Zn	Extrusiones arquitectónicas, marquesinas, remates, juntas, travesaños, bisagras.
Bronce al fósforo, 5% A (C51000)	95.0 Cu, 5.0 Sn, trazas de P	Fuelles, discos para embragues, pasadores de retención, diafragmas, sujetadores, brochas de alambre, equipo químico, maquinaria textil.
Bronce al fósforo libre maquinado (C54400)	88.0 Cu, 4.0 Pb, 4.0 Zn, 4.0 Sn	Rodamientos, bujes, engranes, piñones, flechas, rondanas de empuje, partes para válvulas.
Bronce de bajo silicio, B (C65100)	98.5 Cu, 1.5 Si	Líneas de presión hidráulica, pernos, accesorios marinos, <i>conduits</i> eléctricos, tubería para intercambiadores de calor.
Níquel plata, 65–10 (C74500)	65.0 Cu, 25.0 Zn, 10.0 Ni	Remaches, tornillos, sujetadores para diapositivas, artículos huecos, placas de equipo.

Unified Numbering System for Metals and Alloys (UNS)



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

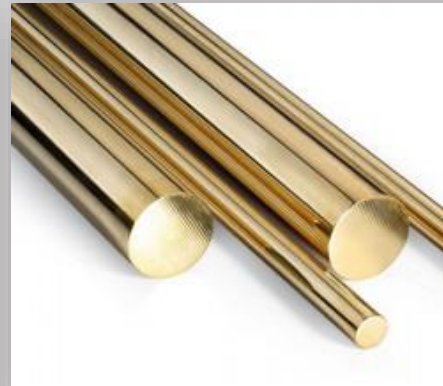
Latón

> Propiedades

- Aleación Cu-Zn, color dorado rojizo
- Es dúctil y maleable.
- Conductor térmico y eléctrico.
- PF del latón ordinario: 800-1000°C.
- Es fácil de moldear.
- Resistente a la fricción.

> Usos

- Lámparas, objetos decorativos.
- Láminas, perfiles, caños.
- Grifería y accesorios para baño.
- Cerrajería.
- Puntas de bolígrafos.



<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

Tipos de latón

Propiedades y aplicaciones típicas de aleaciones forjables de cobre y latones seleccionadas

Tipo y número UNS	Composición nominal (%)	Aplicaciones típicas
Cobre electrolítico tenaz (C11000)	99.90 Cu, 0.04 O	Tubos de bajada, canales, techados, juntas, radiadores automotores, barras de autobuses, clavos, rodillos de impresión, remaches.
Latón rojo, 85% (C23000)	85.0 Cu, 15.0 Zn	Forro para medio ambiente, <i>conduits</i> , zócalos, sujetadores, extintores de incendio, tubería para condensadores e intercambiadores de calor.
Latón para cartuchos, 70% (C26000)	70.0 Cu, 30.0 Zn	Núcleos de radiadores y tanques, cubiertas para luces de destello, soportes para lámparas, sujetadores, candados, bisagras, componentes de municiones, accesorios de plomería.
Latón libre maquinado (C36000)	61.5 Cu, 3.0 Pb, 35.5 Zn	Engranajes, piñones, partes de máquinas roscadoras automáticas de alta velocidad.
Latón naval (C46400 a C46700)	60.0 Cu, 39.25 Zn, 0.75 Sn	Aeronaves; tambores tensores, bolas, pernos; accesorios marinos; flechas para impulsores, remaches, vástagos de válvulas, placas de condensadores.

Unified Numbering System for Metals and Alloys (UNS)



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO

<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

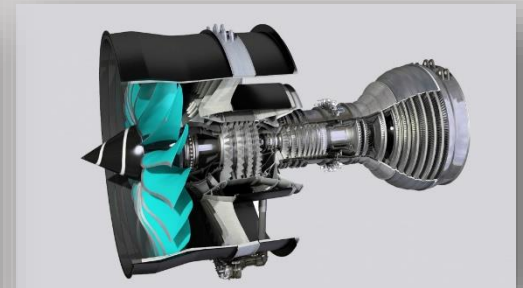
Super aleaciones

> Propiedades

- Resistentes al calor, corrosión, fatiga mecánica y térmica, impacto mecánico y térmico, termofluencia y erosión a altas temperaturas.
- Temperatura de servicio: 1000-1200°C.

> Usos

- Turbinas de aeronaves y de gas.
- Herramientas y matrices para trabajo en caliente de metales.



<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

Tipos de super aleaciones

> Basadas en el Fe

Fe en una cantidad menor al 50% del total.

> Basadas en el Ni

El níquel es el metal base. Poseen mejor resistencia a las temperaturas altas que los aceros aleados. Los elementos principales de la aleación son Cr y Co, Al, Ti, Mo, Fe. Algunos nombres familiares en este grupo son los de Inconel, Hastelloy y Rene 41.

> Basadas en el Co

Tienen Co en un 40% y Cr en un 20%). Otros elementos de la aleación son: Ni, Mo, W.



<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

Super aleaciones

**Propiedades y aplicaciones típicas de superaleaciones base níquel seleccionadas a 870 °C (1600 °F)
(todos son nombres comerciales)**

Aleación	Condición	Aplicaciones típicas
Astroloy	Forjable	Forjas para uso en alta temperatura
Hastelloy X	Forjable	Parte de lámina de motores de propulsión
IN-100	Fundido	Álabes y ruedas para motores de propulsión
IN-102	Forjable	Partes para sobrecalentadores y motores de propulsión
Inconel 625	Forjable	Motores y estructuras de aviones, equipo para procesamiento químico
Inconel 718	Forjable	Partes para motores de propulsión y cohetes
MAR-M 200	Fundido	Álabes para motores de propulsión
MAR-M 432	Fundido	Ruedas para turbinas fundidas integralmente
René 41	Forjable	Partes para motores de propulsión
Udimet 700	Forjable	Partes para motores de propulsión
Waspaloy	Forjable	Partes para motores de propulsión

<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

> **Propiedades**

- Aleación con 50-70% de Cu, 13-25% de Ni y Zn y algo de Sn.
- Color blanco plateado.
- Muy resistente a la corrosión.

> **Usos**

- Cubiertos.
- Joyería, orfebrería.

Alpaca



<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

Aleaciones con memoria de forma

> Propiedades

- Aleación con 55% de Ni, 45% de Ti (Nitinol). Otras son: Cu-Al-Ni; Cu-Zn-Al; Fe-Mn-Si.
- Muy buena ductilidad, resistencia a la corrosión y conductividad eléctrica..

> Usos

- Cubiertos.
- Armazones para anteojos.
- Sensores.
- *Stents*.



<< Aleaciones metálicas no ferrosas >>

> Propiedades

- Aleación de Fe, Ni, Cr, aleados con C, P, B, Al y Si.
- Excelente resistencia a la corrosión, buena ductilidad, alta resistencia y muy baja pérdida por histéresis magnética.

> Usos

- Núcleos de acero magnético para transformadores.
- Biomateriales.
- Partes de palos de golf y raquetas de tenis.
- Balastos para lámparas.

Aleaciones
amorfas

(Vidrios metálicos)



Cátedra Materiales y Procesos II

Carrera de Diseño Industrial – 3° año

Ciclo lectivo 2021

Profesor Titular:

Mgter. Roberto Tomassiello

JTP

Ing. Osvaldo Ortíz



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

fad
FACULTAD DE
ARTES Y DISEÑO