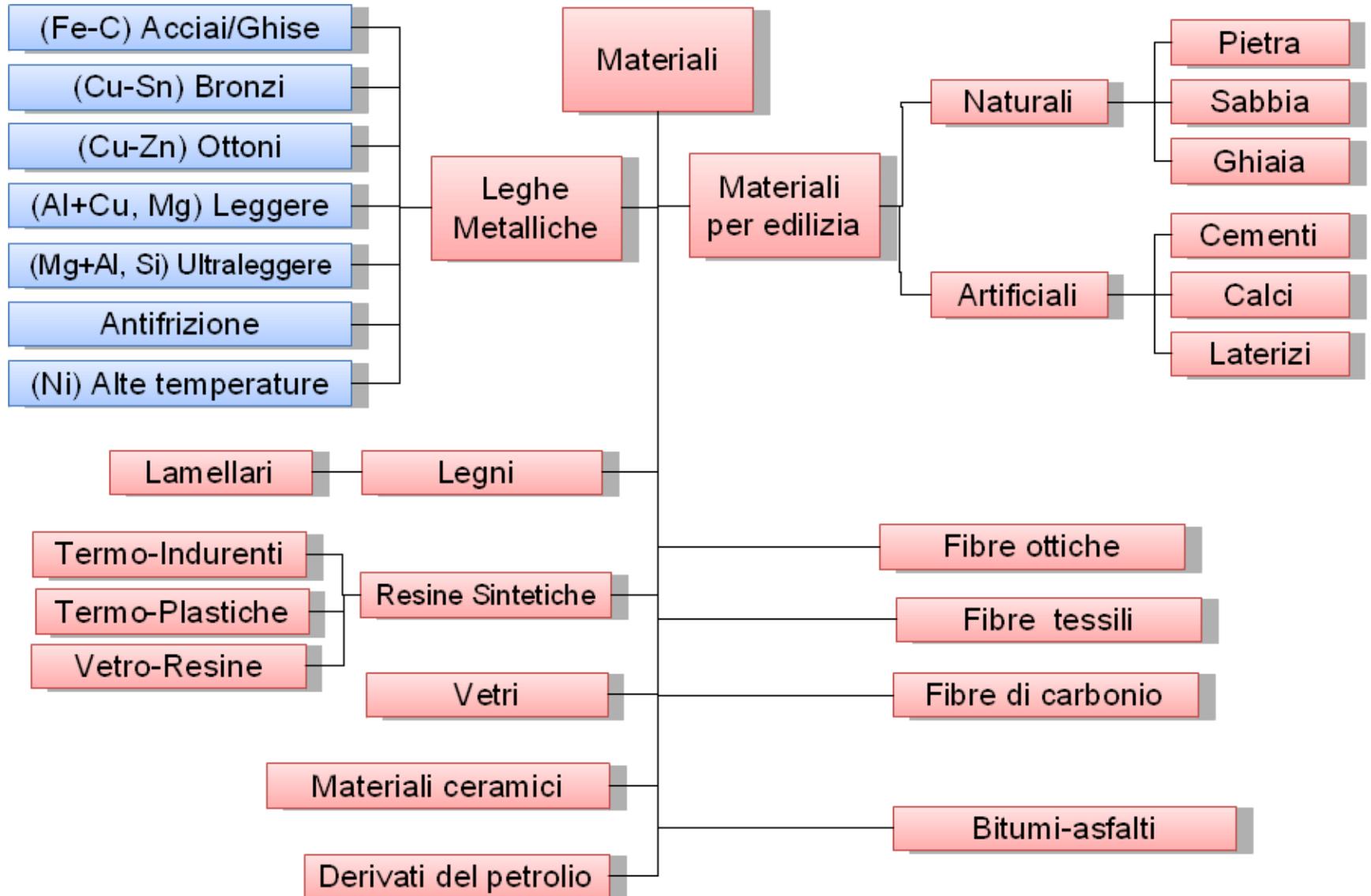


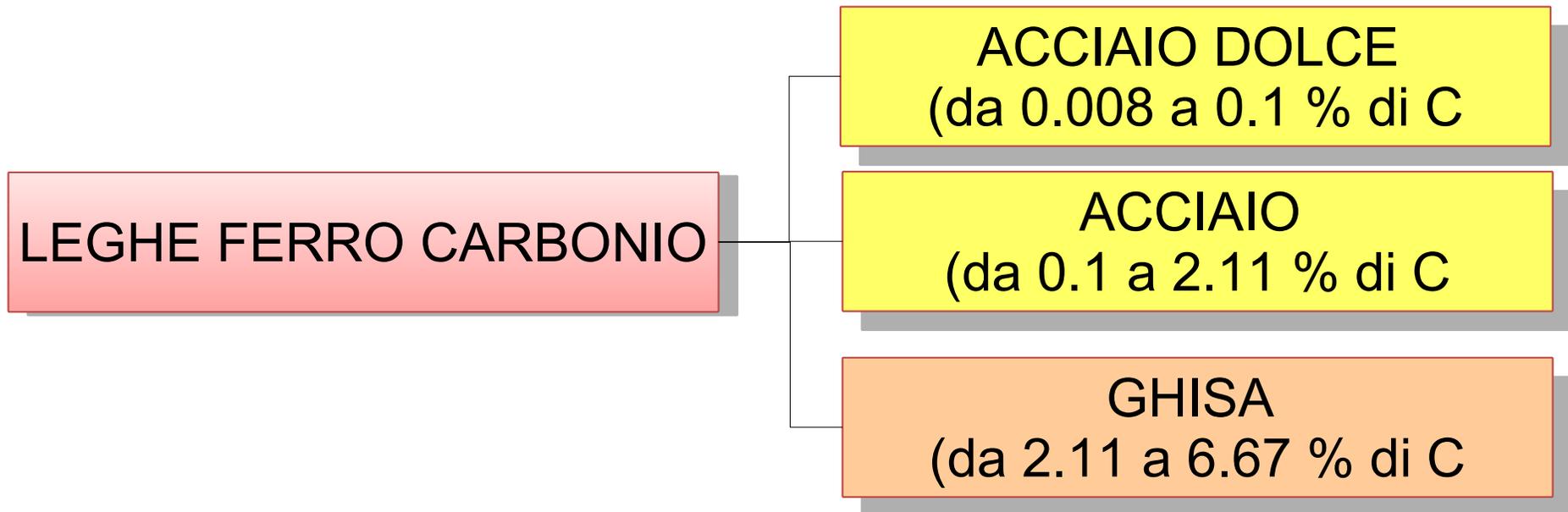
# CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI METALLICI

# Classificazione dei materiali



# Materiali ferrosi (Acciaio e Ghisa)

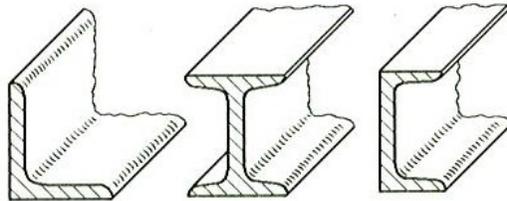
→ Il ferro è un metallo scarsamente utilizzato allo stato puro e per questo motivo sul mercato sono disponibili solo le sue leghe (leghe ferro carbonio Fe-C)



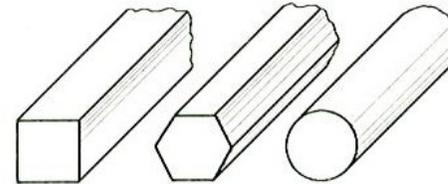
# I semilavorati dell'acciaio

→ L'acciaio è messo in commercio sotto forma di semilavorati ottenuti mediante il processo di **laminazione**.

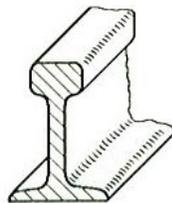
→ I semilavorati hanno forme e denominazioni classificate dalla tabella UNI 7272:



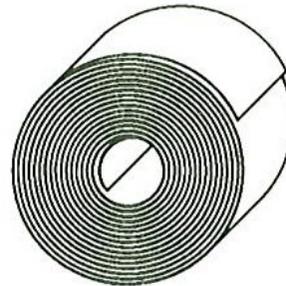
Profili strutturali



Barre



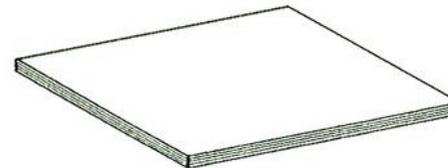
Rotaie



Nastri di lamiera



Tubi



Lamiere in fogli

# Enti normativi di riferimento

→ Esistono moltissimi tipi di acciaio, le cui composizioni e denominazioni sono stabilite da apposite norme tecniche:

- In Europa le *euronorme* (EN) emesse dal Comitato Europeo di Normazione (CEN)
- Nel continente americano l'ASTM (*American Society Testing Materials*), in collaborazione con l'AISI (*American Iron and Steel Institute*)
- Internazionalmente le **ISO** (International Standard Institute).

# Classificazione e designazione degli Acciai

→ Le normative più significative sono:

- UNI EN 10020: Definizione e classificazione dei tipi di acciaio
- UNI EN 10027-1: Sistemi di designazione degli acciai. Designazione simbolica, 2006
- UNI EN 10027-2: Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica, simboli principali, 1993

# Acciai Classificazione UNI EN 10020

**acciaio:** Materiale il cui tenore in massa di ferro è maggiore di quello di ciascuno degli altri elementi ed il cui tenore di carbonio è generalmente minore del 2%, e contenente altri elementi. Un numero limitato di acciai al cromo può presentare un tenore di carbonio maggiore del 2%, ma tale valore del 2% è il tenore limite corrente che separa l'acciaio dalla ghisa.

## **Acciai non legati**

Gli acciai non legati sono quei tipi di acciai per i quali nessuno dei valori limite è raggiunto dai rispettivi tenori.

## **Acciai inossidabili**

Gli acciai inossidabili sono acciai contenenti almeno il 10,5% di cromo ed al massimo l'1,2% di carbonio.

## **Altri acciai legati**

Gli altri acciai legati sono tutti i tipi di acciai che non rispondono alla definizione di acciai inossidabili e per i quali almeno uno dei valori è raggiunto dai rispettivi tenori

# Valori limite per i tenori dei leganti

Elemento specificato		Tenori limite in % di massa
Al	Alluminio	0,30
B	Boro	0,000 8
Bi	Bismuto	0,10
Co	Cobalto	0,30
Cr	Cromo	0,30
Cu	Rame	0,40
La	Lantanidi (considerati singolarmente)	0,10
Mn	Manganese	1,65 <sup>a)</sup>
Mo	Molibdeno	0,08
Nb	Niobio	0,06
Ni	Nichel	0,30
Pb	Piombo	0,40
Se	Selenio	0,10
Si	Silicio	0,60
Te	Tellurio	0,10
Ti	Titanio	0,05
V	Vanadio	0,10
W	Tungsteno	0,30
Zr	Zirconio	0,05
Altri	(ad eccezione di carbonio, fosforo, zolfo, azoto), considerati singolarmente	0,10

# Acciai Non Legati

- **Di qualità:** sono soggetti a prescrizioni riguardanti specifiche caratteristiche (tenacità, deformabilità, dimensioni del grano, etc.).
- **Speciali:** presentano maggiore purezza nei confronti delle inclusioni non metalliche e del tenore di P ed S. Devono garantire una risposta ripetibile ai trattamenti termici e devono garantire caratteristiche meccaniche e di lavorabilità certe ed entro limiti stretti.

# Acciai Legati

- **Di qualità:** sono soggetti a prescrizioni riguardanti specifiche caratteristiche (tenacità, deformabilità, dimensioni del grano, etc.). Spesso destinati a tempra o bonifica.
- **Speciali:** sono caratterizzati da una regolazione precisa della loro composizione chimica e da particolari condizioni di elaborazione e di controllo del processo produttivo, onde conferire loro caratteristiche migliorate che sono frequentemente stabilite in combinazione tra di loro ed entro limiti strettamente controllati.

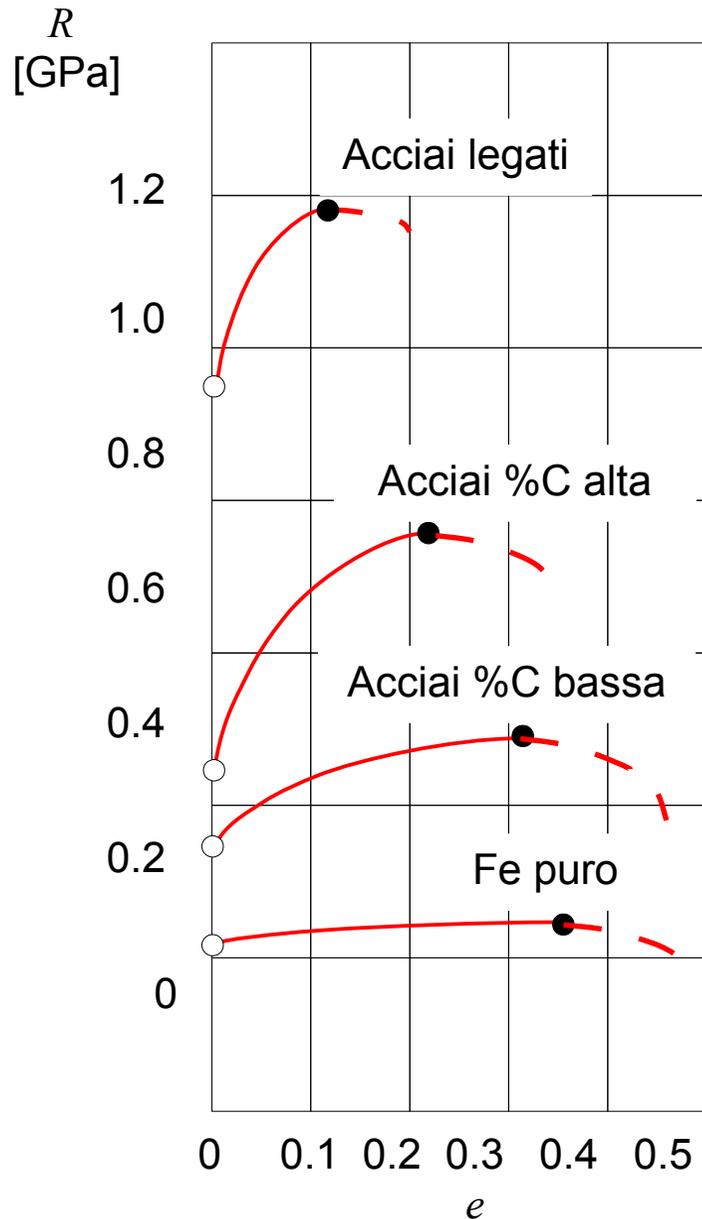
# Acciai Inossidabili

- **Tenore di Nickel:**
  - $< 2.5\%$ .
  - $\geq 2.5\%$ .
- **Caratteristiche particolari:**
  - Resistenza alla corrosione.
  - Resistenza all'ossidazione a caldo.
  - Resistenza allo scorrimento.

# Effetto degli elementi lega sulle proprietà meccaniche

Alluminio (Al):	Contribuisce con Cr e Mo alla durezza negli acciai nitrurati.
Cobalto (Co):	Aumenta la durezza a caldo.
Vanadio (V):	Migliora la resistenza all'usura.
Cromo (Cr):	Aumenta resistenza meccanica, durezza, limite elastico, resistenza all'usura e temprabilità. Rende gli acciai inossidabili ( $Cr > 10.5\%$ ).
Nichel (Ni):	Di solito è presente insieme al Cr. Aumenta la tenacità senza diminuire la lavorabilità, aumenta la resistenza alla corrosione e la temprabilità.
Manganese (Mn):	Sempre presente negli acciai in piccole percentuali per la sua azione disossidante. In percentuali maggiori aumenta la durezza e la resistenza all'usura.
Molibdeno (Mo):	Di solito è presente insieme a Cr e Ni. Migliora le proprietà meccaniche, la temprabilità e la fragilità da rinvenimento.
Silicio (Si):	Si trova in tutti gli acciai in piccole percentuali per la sua azione disossidante. In percentuali più alte aumenta la resistenza a rottura e il limite elastico.
Tungsteno (W):	Mantiene stabile la durezza alle alte temperature.
Piombo (Pb):	Aumenta la lavorabilità alle macchine utensili.
Zolfo (S):	Aumenta la lavorabilità alle macchine utensili ma fa diminuire la resistenza meccanica.

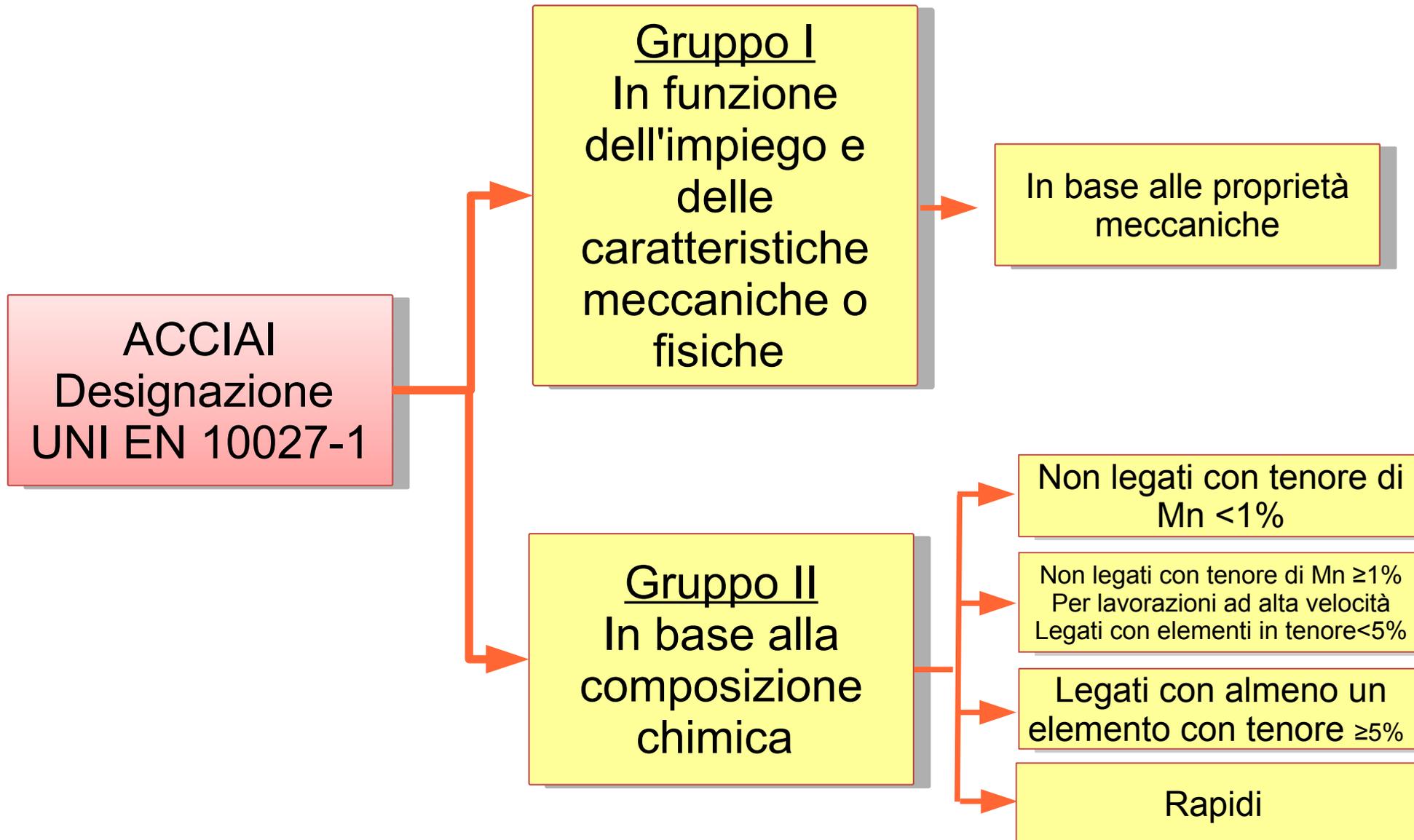
# Effetto del carbonio



→ Maggiore è il contenuto di carbonio, maggiore è la resistenza meccanica, la durezza e la resistenza all'usura

→ Al contrario, la duttilità e la tenacità si riducono all'aumentare del contenuto di carbonio

# Acciai Designazione UNI 10027



# Designazione gruppo I (OBSOLETA)

→ Simbolo **Fe** + [\*] + carico di rottura + [\*\*]

→ Simbolo **Fe** + [\*] +E + carico di snervamento + [\*\*]

\* Utilizzo (G per getti)

\*\* Simbolo chimico e/o trattamento termico

*Fe 700* (acciaio con carico di rottura  $\geq 700$  MPa )

*Fe G 500* (per getti)

*Fe G 450 TD* (per getti, normalizzato)

*Fe 520 Pb* (al piombo)

*Fe 600 TD* (normalizzato)

*Fe E 320* (acciaio con carico di snervamento  $\geq 320$  MPa )

*Fe E 370 Cr* (al cromo)

*Fe E 350 Mn TD* (al manganese, normalizzato)

# Designazione gruppo I

	Simbolo iniziale	Simbolo indicante l'impiego	Caratteristiche meccaniche o fisiche		Ulteriore simbolo	
Gruppo 1 - acciai designati in base al loro impiego ed alle loro caratteristiche meccaniche o fisiche	G = acciaio per getti	S = impieghi strutturali	Rs minimo (MPa)			
		P = impieghi sotto pressione				
		L = tubi				
		E = costruzioni meccaniche				
		B = per cemento armato	Rs caratteristico (MPa)			
		Y = per cemento armato precompresso	Rm minimo (MPa)			
		R = rotaie	Rm minimo (MPa)			
		H = prodotti piani laminati a freddo ad alta resistenza, per imbutitura a freddo	Rs minimo (MPa)			
			T	Rm minimo (MPa)		
		D = prodotti piani per formatura a freddo	C = laminati a freddo	due simboli caratterizzanti l'acciaio (da definire a cura dell'organismo responsabile)		
			D = laminati a caldo destinati direttamente alla formatura a freddo			
			X = stato di laminazione non specificato			
			TH = banda nera, stagnata e cromata (per imballaggi) prodotti a riduzione diretta	durezza HR 30 Tm		
			TH = banda nera, stagnata e cromata (per imballaggi) prodotti a doppia riduzione	Rs nominale (MPa)		
			M = acciai magnetici	100xperdita specifica W/kg	-	100xspessore prodotto

S235 = impiego strutturale,  $R_s(\min)=235$  Mpa.

S460Q = impiego strutturale,  $R_s(\min)=460$  Mpa, da bonifica.

P355M = per impieghi sotto pressione,  $R_s(\min)=355$  Mpa, da laminazione.

# Designazione gruppo I: acciai strutturali

Simboli principali		Simboli aggiuntivi per l'acciaio		Simboli aggiuntivi per i prodotti di acciaio		
G		S		n n n an ..... +an +an .....		
Simboli principali		Simboli aggiuntivi				
Lettera	Caratteristiche meccaniche	Per l'acciaio				Per i prodotti di acciaio
		Gruppo 1 <sup>b)</sup>		Gruppo 2 <sup>c) d)</sup>		
G = Acciaio per getti (se necessario) S = Acciaio per impieghi strutturali	nnn = Valore del carico di snervamento minimo specificato <sup>e)</sup> in MPa <sup>f)</sup> per la gamma di spessore più ridotto	Resilienza in Joule (J)		Temperatura di prova		C = Formatura a freddo speciale D = Rivestimento mediante immersione a caldo E = Smaltatura F = Fucinatura H = Profilati cavi L = Basse temperature M = Laminazione termomeccanica N = Normalizzazione o laminazione di normalizzazione P = Palancole Q = Bonifica S = Impiego navale T = Tubi W = Resistente alla corrosione atmosferica an = Simbolo chimico degli elementi aggiuntivi specificati, per esempio Cu, se necessario insieme a una sola cifra indicante 10 volte il valore medio (arrotondato allo 0,1%) dell'intervallo specificato del tenore di tale elemento
		27J	40J	60J	°C	
		JR	KR	LR	20	
		J0	K0	L0	0	
		J2	K2	L2	-20	
		J3	K3	L3	-30	
		J4	K4	L4	-40	
		J5	K5	L5	-50	
		J6	K6	L6	-60	
		A = Indurimento per precipitazione M = Laminazione termomeccanica N = Normalizzazione o laminazione di normalizzazione Q = Bonifica G = Altre caratteristiche seguite, se necessario, da 1 o 2 cifre				Prospetti 16, 17 e 18

a) n = caratteri numerici, a = caratteri letterali, an = caratteri alfanumerici.  
b) I simboli A, M, N e Q del Gruppo 1 si applicano agli acciai a grano fine.  
c) I simboli del gruppo 2 che non sono simboli chimici possono avere un suffisso di una o due cifre quando è necessario effettuare una distinzione tra qualità diverse in conformità alla norma di prodotto corrispondente.  
d) Se sono necessari due simboli di questo gruppo, il simbolo chimico deve essere l'ultimo indicato.  
e) Il termine "valore del carico di snervamento" si riferisce al valore del carico di snervamento superiore o inferiore ( $R_{eH}$ ) o ( $R_{eL}$ ) o al carico di deformazione plastica ( $R_p$ ) o all'allungamento totale al carico di deformazione plastica ( $R_t$ ), in base al requisito specificato nella norma di prodotto corrispondente.  
f) 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>.

# Designazione gruppo II

	Tipo di acciaio	Composizione (le concentrazioni si intendono medie)		
Gruppo 2 - acciai designati in base alla composizione chimica	Acciai non legati con tenore di manganese <1%	C	100x%C	
	Acciai non legati con tenore di manganese >=1% + Acciai non legati per lavorazioni meccaniche ad alta velocità ("automatici") + Acciai legati con elementi in tenore <5%	100x%C	Simboli degli elementi presenti in ordine decrescente di concentrazione	Concentrazione degli elementi separate da un trattino moltiplicate per il rispettivo fattore 4x ==> Cr, Co, Mn, Ni, Si, W 10x ==> Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr 100x ==> Ce, N, P, S 1000x ==> B
	Acciai legati (tenore di almeno un elemento >=5%)	X	100x%C	Simboli degli elementi presenti in ordine decrescente di concentrazione
	Acciai rapidi	HS	%W - %Mo - %V - %Co	

## ACCIAI NON LEGATI CON %Mn<1

C40 = acciaio non legato C = 0.4%

C35 = acciaio non legato con C = 0.35%

C10 NT = acciaio non legato con C = 0.1% allo stato di normalizzazione e rinvenimento di distensione

C110 U = acciaio non legato per utensili con C = 1.1%

# Continua esempi

ACCIAI NON LEGATI CON %Mn>1:

46Mn4 = 0.46%C + 1%Mn

28Mn6 = 0.28%C + 1.5%Mn

ACCIAI AUTOMATICI

11SMnPb30 = 0.11%C + 0.3%S + Mn + Pb

44SMn28 = 0.44%C + 0.28%S + Mn + Pb

ACCIAI LEGATI CON ELEMENTI <5%

52SiCrNi5 = 0.52%C + 1.25%Si + Cr + Ni

13CrMo4-5 = 0.13%C + 1%Cr + 0.5%Mo

100Cr6 = 1%C + 1.5%Cr

# Continua esempi

ACCIAI LEGATI CON ALMENO UN ELEMENTO >5%:

X155CrVMo12-1 = 1.55%C + 12%Cr + 1%V + Mo

X8CrNi18-10 = 0.08%C + 18%Cr + 10%Ni

X38CrMoNb16 = 0.38%C + 16%Cr + Mo + Nb

X100CrMoV5 = 1%C + 5%Cr + Mo + V

ACCIAI RAPIDI:

HS2-9-1-8 = 2%W + 9%Mo + 1%V + 8%Co

HS6-5-2 = 6%W + 5%Mo + 2%V

# Acciai inossidabili (AISI)

- Uniscono alle proprietà meccaniche tipiche degli acciai caratteristiche peculiari di resistenza alla corrosione
- Devono la loro capacità di resistere alla corrosione aerea e di liquidi alla presenza di elementi di lega, principalmente *romo* (almeno 10-12%), in grado di passivarsi, cioè di ricoprirsi in presenza di ossigeno di uno strato di ossidi invisibile che protegge il metallo sottostante dall'azione degli agenti chimici esterni
- Il film protettivo è in grado di rigenerarsi ogni volta che la superficie si graffia
- Sono in commercio vari tipi di acciai inox, conosciuti principalmente sotto la notazione americana AISI (marchio di unificazione statunitense).

## **AISI + sigla a tre cifre (il primo numero da 2 a 5 poi XX )**

- La nomenclatura AISI degli acciai legati e non legati (non inossidabili) è:

AISI + 4 o 5 cifre

Esempio:

AISI 304 Acciaio Inox Cr (18%) Ni (10%) C (0,05%)

AISI 1040 = C40

→ **Acciai austenitici (serie 200 e 300)**: sono composti di cromo, nichel, manganese nel ferro. Eccellenti proprietà anticorrosive ma non sono ferromagnetici. Sono tra i più duttili degli acciai inossidabili e possono essere lavorati facilmente. Utilizzati per utensili da cucina, arredamento, attrezzature leggere per trasporti, componenti di forni e strutture operanti in ambienti chimici severi

→ **Acciai ferritici (serie 400)**: alto contenuto di cromo (fino al 27%). Sono magnetici e hanno buona resistenza alla corrosione, ma bassa duttilità. Sono utilizzati per applicazioni non strutturali come la componentistica per automobili

→ **Acciai martensitici (serie 400 e 500)**: non contengono il nichel e il contenuto di cromo può arrivare al 18%. Sono magnetici e hanno elevata resistenza meccanica, durezza e resistenza a fatica e buona duttilità ma resistenza alla corrosione limitata. Sono utilizzati per lame, strumenti chirurgici, valvole e molle

# La Ghisa

→ La ghisa è una lega ferro-carbonio in cui la percentuale di carbonio è compresa tra 2.11 e 6.6% ( ma si usano solo quelle con  $C < 4.3\%$ ). La ghisa fonde prima dell'acciaio.

→ Il carbonio nella ghisa può assumere due forme:

- combinato con il ferro in modo da generare la **cementite**
- allo stato libero sotto forma di **grafite**

- *Colore: grigio*
- *Punto di fusione: intorno ai 1200 °C*
- *Mancanza di malleabilità (non può essere ridotta in lamiera)*
- *Durezza elevata*
- *Elevata fragilità (non resiste agli urti)*
- *Mancanza di plasticità (non deformabile a caldo)*
- *Scarsa resistenza a trazione*
- *Buona resistenza a compressione*
- *Buona resistenza alla corrosione*
- *Buona fluidità (scorrevolezza alla stato fuso)*

# Ghisa Grigia

- Il carbonio è presente con una distribuzione uniforme sotto forma di grafite lamellare
- E' più resistente a compressione che a trazione, come altri materiali fragili
- Le lamelle conferiscono al materiale la capacità di smorzamento per attrito interno (molto usata per i basamenti delle macchine utensili)

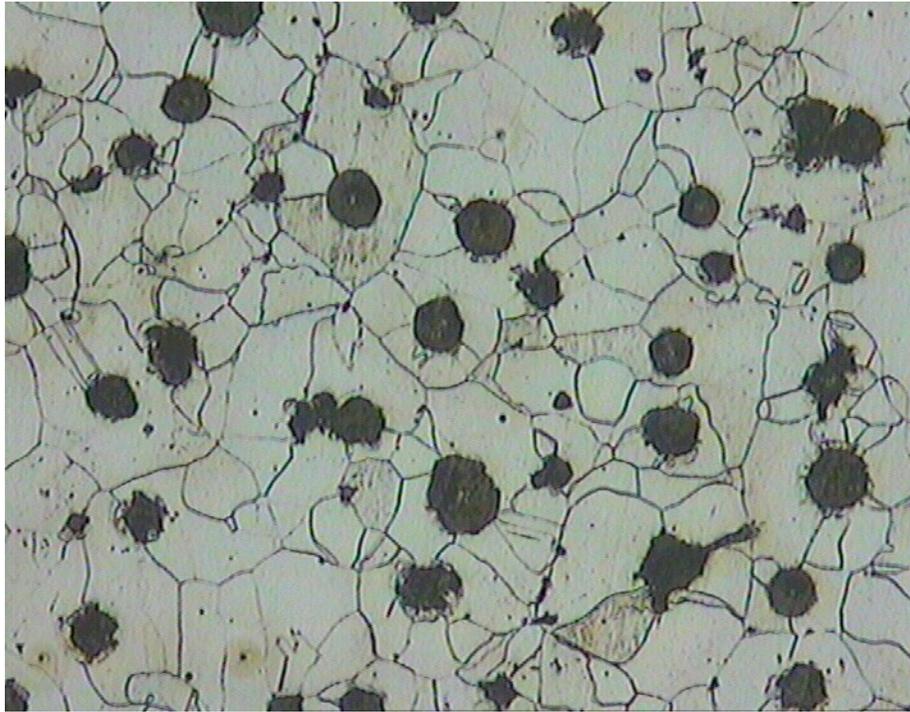


# Ghisa Bianca

- Il carbonio è presente sotto forma di carburo di ferro  $\text{Fe}_3\text{C}$  (cementite)
- Questa ghisa presenta una struttura argentea, fragile, durissima e per queste sue caratteristiche non risulta facilmente lavorabile
- Si ottiene attraverso un rapido raffreddamento della ghisa grigia
- Grazie alla sua estrema durezza e resistenza all'usura è utilizzata per macchinari che devono resistere all'abrasione (rulli di laminazione)



# Ghisa Sferoidale



→ La ghisa sferoidale è una ghisa grafitica nella quale la grafite non assume la forma di lamelle ma di globuli

→ Questa disposizione rende il comportamento della ghisa molto simile a quello di un acciaio a medio tenore di carbonio

→ Si trovano quindi i pregi della ghisa grafitica ( fusibilità, lavorabilità e resistenza all'usura ) assieme a quelli dell'acciaio ( resistenza e duttilità )

# Nomenclatura delle ghise (UNI EN 1560:2011)

Position 1 mandatory except 3.2.2	Position 2 mandatory		Position 3 mandatory		Position 4 optional		Position 5 mandatory, choose a) or b)				Position 6 optional				
	Prefix	Type of metal	Graphite structure		Microstructure or macrostructure		a) mechanical properties	b) chemical composition			Additional requirements				
		Symbol		Symbol		Symbol		Symbol		symbol		symbol			
EN-	Cast iron	GJ	Lamellar	L	Austenite	A	aa) tensile strength: 3 or 4 digits,	e.g. 350	ba) letter as symbol for high alloyed grades  bb) carbon content in percent $\times 100$ , but only if the carbon content is significant	X	as-cast casting	D			
			Spheroidal	S	Ausferrite	R	ab) elongation: a hyphen and 1 or 2 digits	e.g. -19		e.g. 300		heat-treated casting	H		
			Temper carbon (malleable) <sup>a</sup>	M	Ferrite	F								weldability for joint welds	W
			Vermicular	V	Pearlite	P								additional requirements specified in the order	Z
			Free of graphite (hard), ledeburitic	N	Martensite	M									
			Special structure, identified in the relevant material standard	Y	Ledeburite	L									
					Quenched	Q									
					Quenched and tempered	T									
					Black-heart <sup>b</sup>	B									
					White-heart <sup>b</sup>	W									

Position 1 mandatory except 3.2.2	Position 2 mandatory		Position 3 mandatory		Position 4 optional		Position 5 mandatory, choose a) or b)				Position 6 optional	
Prefix	Type of metal		Graphite structure		Microstructure or macrostructure		a) mechanical properties		b) chemical composition		Additional requirements	
		Symbol		Symbol		Symbol		Symbol		symbol		symbol
							ac) 1 letter, representing the production of samples cut from a casting	C	bc) chemical symbols of the alloying elements  bd) percent- tages × 10, or for high alloyed grades percentages × 1, of the alloying elements, separated from each other by hyphens	e.g. Cr  e.g. 45-10  e.g. 9-5-2		

Position 1 mandatory except 3.2.2	Position 2 mandatory		Position 3 mandatory		Position 4 optional		Position 5 mandatory, choose a) or b)				Position 6 optional	
Prefix	Type of metal		Graphite structure		Microstructure or macrostructure		a) mechanical properties		b) chemical composition		Additional requirements	
		Symbol		Symbol		Symbol		Symbol		symbol		symbol
							ad) hardness: 2 letters and 2 or 3 digits, ae) impact energy: a hyphen and 2 letters, representing the test temperature: – room temperature – low temperature	e.g. HB 155       -RT    -LT				

NOTE The free combination of individual items in this annex is not possible for each cast iron grade.

<sup>a</sup> Including whiteheart malleable cast irons.

<sup>b</sup> Only for malleable cast irons.

# Leghe leggere e ultraleggere

→ leghe leggere: hanno come elemento di base l'alluminio e una certa percentuale di elementi alliganti quali zinco, rame, silicio, nichel, magnesio, titanio e manganese.

→ leghe ultraleggere: hanno come elemento base il magnesio legato con alluminio, zinco, manganese, silicio e nichel. Il magnesio è il metallo a uso ingegneristico più leggero che sia disponibile

Si dividono in:

- leghe per fonderia
- leghe per deformazione plastica

# L'alluminio

→ L'alluminio (Al) è molto diffuso in natura sotto forma di ossido (bauxite  $Al_2O_3$ )

→ Caratteristiche:

- *Colore: bianco argenteo*
- *Punto di fusione: 658 °C*
- *Densità: 2700 kg/m<sup>3</sup>*
- *Carico di rottura a trazione: 150 ÷ 180 N/mm<sup>2</sup>*
- *Durezza: 20 ÷ 40 HB*
- *Buona conducibilità termica ed elettrica*
- *Buona resistenza all'ossidazione*
- *Duttilità, malleabilità e facile lavorabilità*
- *Facilità di formare leghe con altri metalli (leghe leggere)*

# Denominazione alluminio (USA-AA)

→ Indicazione AA + 4 cifre

- 1xxx assenza di rilevanti elementi di lega
- 2xxx alluminio-rame (Avional-Duralluminio)
- 3xxx alluminio-manganese (Aluman)
- 4xxx alluminio-silicio
- 5xxx alluminio-magnesio (Peraluman)
- 6xxx alluminio-silicio-magnesio (Anticorodal)
- 7xxx alluminio-zinco (Ergal)
- 8xxx leghe miste (spesso contenenti Li)