

Come designare una **LEGA DI RAME**

Per sue caratteristiche,
il rame vanta oltre 400
leghe: ecco una piccola
guida al panorama mondiale

Il rame ha una grande attitudine a formare leghe; si stima che nel mondo se ne usino almeno 400. Data la diffusione, l'importanza e... l'età del metallo, non deve stupire che ogni paese avesse sviluppato il proprio sistema di classificazione. Per esempio un comune ottone da torneria veloce era C36000 per gli americani, CZ124 per gli inglesi, 2,0375 per i tedeschi, C3601 per i giapponesi, Mässing 51 70-xx per gli svedesi e LS63-3 per i russi e altri ex sovietici, mentre da noi per gli stessi impieghi si utilizzavano leghe chiamate – tuttora nel linguaggio comune – OT57 e OT58... Insomma, una Babele. Pertanto è sorta l'esigenza di designare in maniera univoca le varie leghe attraverso dei numeri o dei simboli riconosciuti a livello internazionale, che stanno gradualmente soppiantando quelli locali. In queste pagine, riportiamo i tre i più diffusi.

SISTEMA AMERICANO

Il sistema americano di designazione delle leghe di rame è stato certamente il più diffuso.

Inizialmente le leghe venivano designate da un codice di tre cifre (es. 377), stabilito dal Copper Development Association, cioè il corrispondente americano del nostro Istituto Italiano del Rame. Successivamente questo codice è stato espanso a cinque cifre, precedute dal prefisso "C" (es. C37700) affinché fosse compreso negli standard più "universali" del codice nordamericano UNS (Unified Numbering System). Quest'ultimo consiste infatti in una lettera seguita da cinque cifre: la lettera designa il metallo base della lega, come la A per l'alluminio, la L per il piombo, la R per i metalli rari e così via; per il rame è stata scelta la C (iniziale di *copper*, "rame" in inglese).

Per quanto riguarda le cifre, le prime tre indicano la famiglia di leghe principale e possono essere seguite da due zeri. Ad esempio, il cupronichel 90-10 è indicato dalla sigla C70600; questa indica una lega di rame con Fe 1,0-1,8 e Ni 9-11, più le relative impurezze. Leghe molto simili ma che non ricadono nei range di composizione visti sopra possono essere classificate come C70601, C70602 e così via: in questa maniera siamo in grado di designare nuove leghe o variazioni di quelle vecchie. Nella tab. 1 ci sono i codici delle principali famiglie di leghe per i semilavorati, nella tab. 2 le leghe per getti.

Il sistema di designazione è "amministrato" dal Copper

Fig. 1

Il serramento di una finestra: una lega molto utilizzata indicata con la sigla OT67 – è spesso chiamata anche "bronzo-finestra", a sua volta confusa con il "bronzo architettonico": in entrambi i casi si tratta di un ottone!



MARCO CRESPI

Development Association. C'è la possibilità di nuove designazioni quando una nuova lega di rame soddisfa i seguenti tre criteri:

- la composizione chimica completa è conosciuta;
- la lega è in commercio o è proposta per il commercio;
- la composizione non cade dentro i limiti di una altra lega già presente.

SISTEMA ISO/TR 7003 E DESIGNAZIONE UNI

È sempre più esteso l'uso della designazione ISO, applicata e approfondita dalla norma UNI EN 1412 (Rame e leghe di rame - Sistema europeo di designazione numerica).

Questo sistema prevede un codice formato da sei caratteri, che possono essere cifre (0) e lettere maiuscole (X) a seconda delle loro posizione, come nell'esempio di tab. 3.

In prima posizione va messa sempre la lettera C, che indica la lega di rame (copper in inglese, ma anche cuivre in francese e *cobre* in spagnolo). La seconda posizione deve essere occupata da una lettera, che ha il compito di "qualificare" il materiale:

B = materiali in forma di lingotti per rifusione, destinati alla produzione di getti;

C = materiali in forma di getti (in inglese: cast);

M = leghe primarie (master alloys);

R = rame raffinato, non lavorato plasticamente (refined);

S = materiali d'apporto per brasatura e saldatura (solder alloys);

W = materiali sotto forma di semilavorati (wrought);

X = materiali non unificati.

Le posizioni da 3 alla 5 sono occupate da cifre che formano un numero che può andare da 000 a 999; se il materiale è unificato, esso cade tra 000 e 799, mentre se non lo è cade tra 800 e 999.

Infine la sesta posizione è occupata da una lettera che indica il gruppo di materiali:

A o B = rame;

C o D = leghe di rame, con meno del 5% di altri elementi;

E o F = leghe varie di rame, con più del 5% di altri elementi;

TAB. 1 I CODICI DELLE PRINCIPALI FAMIGLIE DI LEGHE PER I SEMILAVORATI

Cu 99,3% min	C10000-C15599
Cu 96-99,3%	C15600-C19599
Ottone (Cu, Zn 3-39%)	C2xxxx
Ottoni al Piombo (Cu, Zn 32-39%, Pb1-3%)	C3xxxx
Ottoni allo stagno (Sn 0,5-2%)	C4xxxx
Bronzi allo stagno e fosforo (con o senza Zn)	C5xxxx
"Bronzi" all'alluminio (Al 2-13%)	C6xxxx
"Bronzi" al silicio	C6xxxx
Ottoni con elementi vari (Al, Co, Ni...)	C6xxxx
Cupronichel (Cu, Ni)	C70100-C72950
Alpacche (Cu, Zn, Ni)	C73500-C79800

How to designate A COPPER ALLOY

Owing to the copper characteristics, its alloys are over 400: here is a short guide to the world survey



Fig. 2

Fili del tram: in Italia nel 2005 c'è stato un consumo di 519.800 t di fili di rame. Il rame Cu-ETP (designato anche come CW004A) è il più usato nelle applicazioni per il trasporto di elettricità.



Fig. 3

Un tetto di rame: I laminati usati per tetti, gronde e pluviali sono in rame puro al 99,90%, con aggiunte di fosforo. Sono classificati come CW024A (secondo la ISO/TR 7003 e la UNI EN 1412) o come Cu-DHP (secondo la ISO 1190-1).

G = leghe rame-alluminio;

H = leghe rame-nichel;

J = leghe rame-nichel-zinco;

K = leghe rame-stagno;

L o M = leghe binarie rame-zinco;

N o P = leghe rame-zinco-piombo;

R o S = leghe rame zinco, complesse.

Per esempio, una classica lamiera in rame puro al 99,90% (per intenderci: come quelle usate in edilizia) è designata dal codice CW024A, mentre una lastra in cupronichel 70-30 usata



a)
Fig. 4
Viti (a), raccordi e
valvolame (b).



b)

in ambito marino è la CW354H.

Il responsabile dell'attribuzione, registrazione e gestione delle designazioni numeriche dei materiali è il CEN/TC 133. Nel dettaglio, il CEN è il Comitato Europeo di Normazione, i cui membri sono gli Organismi nazionali di normazione (l'UNI per l'Italia), mentre il TC 133 è il sotto-comitato tecnico che si occupa di rame e leghe di rame.

Per completare il discorso, è bene fare un accenno anche alla designazione dello stato metallurgico, il quale può caratterizzare il

TAB. 2 LEGHE PER GETTI

Rame (Cu > 99%)	C80100-C81200
Leghe ad alto contenuto di rame (Cu > 94%)	C81400-C82800
Ottoni (Zn, Sn, Pb, Cu 57-89%)	C83300-C85800
"Bronzi" al Silicio e al Manganese	C86100-C87800
Bronzi allo stagno (con e senza Pb)	C90200-C94000
Bronzi al Nichel e all'alluminio	C94700-C95900
Cupronichel	C96200-C96800
Rame al piombo	C98200-C98800
Altre leghe	C99330-C99750

materiale quasi quanto la composizione e viene specificato negli ordini tra produttore e cliente.

Anche qui c'è un codice alfanumerico, riportato dalla UNI EN 1173 ("Rame e leghe di rame- designazione degli stati metallurgici") e formato da una lettera maiuscola seguita generalmente da 3 cifre. La lettera, come si può vedere dalla tab. 4, indica la caratteristica da designare. Le cifre che seguono la lettera indicano il valore minimo della caratteristica da designare: per esempio una lastra di rame indicata con R220 indica una resistenza a trazione di 220 N/mm²: è il tipico valore di una lastra ricotta.

Chiaramente le designazioni D e M non sono seguite da cifre, mentre dopo G non si indica un valore minimo, bensì un valore medio. A volte si cercano e si ottengono valori molto alti di una certa caratteristica: allora le cifre vengono portate da 3 a 4, come nel caso di leghe con resistenza a trazione elevatissime. Si noti che le lettere non danno alcuna indicazione sul trattamento termico o meccanico del processo di fabbricazione.

LA ISO 1190-1 E IL CR 13388

Un codice alfanumerico decisamente più "immediato" è quello della ISO 1190-1 ("Copper and copper alloys-Code of designation. Part 1: designation of material") e riportato nel CR 13388, il documento preparato dal CEN che raccoglie le composizioni delle leghe di rame.

La lega è designata da un codice di lunghezza variabile, che riporta gli elementi presenti

IL RAME E LE SUE LEGHE

Nell'antichità non si faceva molta distinzione tra il rame e le sue leghe: per esempio il greco prevedeva solo la parola *chalcos* per intendere sia il rame che il bronzo; mentre il latino aveva la parola *aes*: bisognava aspettare fino a Plinio il Vecchio (I sec. d.C) per avere una prima distinzione tra *aes cyprum* o *cuprum* (rame), *aes* (bronzo) e *aurichalcum* o *aurum chalcos* (ottone). Al giorno d'oggi le cose sono ovviamente più complesse, tanto che vi sono parecchie famiglie di leghe di rame con un loro nome specifico: gli ottoni (rame + zinco), i bronzi (rame + stagno), i cupronichel (rame + nichel), le alpacche (rame + zinco + nichel), per non parlare dei vari bronzi (all'alluminio, al fosforo, al silicio...). Riguardo a questi ultimi, a volere essere pignoli, molto spesso la definizione di bronzo è impropria, poiché viene applicata anche laddove lo stagno non è l'elemento aggiuntivo principale. All'interno di ogni famiglia possono esserci alcune leghe, ovviamente le più comuni, che hanno una denominazione tutta loro, come l'ottone ammiragliato, il bronzo architettonico (che non è un bronzo, ma è un ottone), l'ottone Muntz, il similoro e così via.

sotto forma di simbolo chimico e la loro percentuale nominale sotto forma di numero intero. Se la quantità dell'elemento in lega è compresa in un range di composizione, si fa la media, mentre se la composizione riporta solo il contenuto minimo, si usa quello. All'inizio di ogni sigla si deve riportare il simbolo "Cu" cioè il metallo base. Per esempio, l'ottone da torneria veloce (quello con tante sigle citato all'inizio dell'articolo) contenente in media il 39% di zinco e il 3% di piombo è designato con CuZn39Pb3. Non è necessario elencare tutti gli elementi in lega, ma solo quelli necessari per la giusta identificazione della medesima: come nel caso della CuZn13Al1Ni1Sn1, avente elementi importanti intorno all'1%. Si noti che si possono elencare elementi significativi con percentuali sotto l'1%, ma in questo caso si omette la cifra, come in CuZn43Pb1Al, con alluminio compreso tra lo 0,2 e lo 0,8%. A volte un elemento può avere una percentuale trascurabile (a livello di impurezze!) ma una funzione "metallurgicamente" importantissima tale da caratterizzare la lega, e quindi lo si nomina: è il caso del CuZn30As, con l'arsenico contenuto tra lo 0,02 e lo 0,06% che funge da antidezincificante.

Un po' diverso è il discorso per le leghe di rame quasi puro, intorno al 99,90% minimo; è il restante 0,10% che caratterizza le proprietà chimico-fisiche della lega. Come si può intuire, gestire i decimali e inserirli nelle sigle con il medesimo criterio adottato per le leghe può risultare scomodo. Pertanto si è deciso di indicare le composizioni con gli acronimi già entrati nell'uso comune e universalmente utilizzati dagli addetti ai lavori: così abbiamo il rame Cu-DHP (Deoxidized High residual Phosphor), il Cu-ETP (Electrolitic Tough Pitch), il Cu-OF (Oxygen Free) e così via. Per concludere, diamo un'occhiata alla norma



COME BATTEZZARE LE LEGHE

Secondo la norma internazionale di riferimento, cioè la ISO/TR 7003 ("Unified format for the designation of metals"), la prima lettera ha il compito di designare il materiale. Oltre alla C per il rame sono previste: A = alluminio; B = metalli leggeri (titanio, magnesio ma non alluminio); F = leghe ferrose; G = oro, argento, platino; H = metalli ad alto punti di fusione (come tungsteno e molibdeno) non citati altrove; J = getti di ferro e ghisa; L = metalli a basso punto di fusione (come piombo e stagno); N = nichel e cobalto; P = materiali per metallurgia delle polveri; S e T = acciai; Z = zinco e cadmio.

Il simboli alfanumerici da inserire nelle successive posizioni sono stabiliti dal comitato tecnico ISO di competenza e devono dare informazioni su:

- I) qualifica del tipo di metallo e sua forma;
- II) metodo di produzione (es. semilavorato o getto);
- III) classificazione della lega e del metallo base;
- IV) caratteristiche chimiche, fisiche, meccaniche.

europea che tratta più da vicino le lastre, cioè la UNI EN 1652 ("Rame e leghe di rame - Piastre, lastre, nastri e dischi per usi generali") in cui sono riportate le caratteristiche

chimiche e meccaniche di 42 leghe di rame. Le tabelle designano per ciascuna di esse il materiale con entrambi i codici ISO, a cui seguono i range di composizione: è pertanto semplice risalire dall'uno all'altro. Quindi, per fare alcuni esempi, si trova che Cu-OF corrisponde a CW004A, CuBe2 a CW101C, CuAl8Fe3 a CW303G, CuZn37 a CW508L... e che a livello tecnico e commerciale è indifferente designare una certa lega in un modo o nell'altro. **L**

Bibliografia

- [1] UNI EN 1173, Rame e leghe di rame - Designazione degli stati metallurgici.
- [2] ISO 1190-1, Copper and copper alloys - Code of designation. Part 1: designation of material.
- [3] CR 13388, Copper and copper alloys - Compendium of composition and products.
- [4] UNI EN 1412, Rame e leghe di rame - Sistema europeo di designazione numerica.
- [5] Copper Development Association, www.copper.org.
- [6] S.L. Chawla, R.K. Gupta, Material selection for corrosion control.

Fig. 5

Le leghe di rame vengono usate anche per coniare le monete da 1 euro e 2 euro: la parte gialla è chiamata Nickel brass (CuZn20Ni5), mentre la parte bianca è un cupronickel (CuNi25). In basso: lastre in rame pre-inverdito installate sul Polo pediatrico Meyer di Careggi-Firenze (progetto: C.S.P.E., fornitura KME).

TAB. 3 IL SISTEMA DI DESIGNAZIONE UNI

X	X	0	0	0	X
1	2	3	4	5	6

TAB. 4 CARATTERISTICHE DEL CODICE ALFANUMERICO

A	Allungamento
B	Limite di elasticità a flessione
D	Grezzo di filatura, senza prescrizione delle caratteristiche meccaniche
G	Groschezza del grano
H	Durezza (Brinell o Vickers)
M	Grezzo di fabbricazione, senza prescrizione delle caratteristiche meccaniche
R	Resistenza a trazione
Y	Limite di elasticità allo 0,2%

