

Franco Pratesi

Materiali metallici



Copyright © MMIX
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133 A/B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-2260-3

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: gennaio 2009

Indice

<i>Indice delle figure</i>	7
<i>Abbreviazioni e simboli</i>	9
<i>Premessa</i>	11
<i>Designazione di metalli e leghe</i>	13
Il sistema UNS	13
Designazione delle leghe.....	16
Complementi sui sistemi di designazione	19
<i>Rame</i>	29
Proprietà e principali applicazioni	29
Rame metallico.....	30
Ottoni e leghe simili	35
Bronzi.....	44
<i>Alluminio</i>	51
Proprietà e principali applicazioni	51
Generalità sulle leghe leggere	55
Leghe da fonderia.....	55
Leghe da deformazione plastica.....	57
Polvere d'alluminio sinterizzata.....	66
<i>Titanio</i>	69
Proprietà e principali applicazioni	69
Titanio metallico	72
Leghe di titanio	73
<i>Altri metalli non ferrosi</i>	83
Magnesio	83
Zinco	86
Stagno.....	88
Piombo	90

<i>Metalli preziosi</i>	93
Argento e oro.....	96
Platino e metalli del gruppo.....	112
<i>Generalità sulle leghe ferrose</i>	119
Produzione mondiale.....	119
Designazione.....	122
<i>Leghe ferrose. Fondamenti strutturali</i>	135
Ferro metallico.....	135
Diagrammi di fase Fe-C e Fe-Fe ₃ C.....	137
Acciai al carbonio senza trattamenti termici.....	140
Trasformazioni dell'austenite al raffreddamento.....	143
Trasformazioni della martensite al riscaldamento.....	157
Fasi e componenti strutturali (ricapitolazione).....	158
Acciai legati.....	165
Principali trattamenti termici.....	169
Trattamenti di superficie.....	176
<i>Famiglie di leghe ferrose e superleghe</i>	181
Ghise.....	181
Acciai di base.....	183
Acciai di qualità.....	193
Acciai speciali da costruzione.....	195
Acciai da utensili.....	199
Acciai inossidabili.....	202
Acciai non comuni.....	207
Superleghe.....	213
<i>Bibliografia</i>	217

Designazione di metalli e leghe

Del centinaio abbondante di elementi chimici elencati nel sistema periodico la stragrande maggioranza sono metalli. Normalmente si pensa però ai metalli industriali o ai metalli preziosi, che evidentemente rappresentano solo dei sottoinsiemi di tutti gli elementi metallici; di molti altri elementi metallici del sistema periodico teniamo tutt'al più a mente solo il nome e il simbolo.

D'altra parte, anche fra i metalli industriali e quelli preziosi esistono grandi variazioni per quanto riguarda l'importanza relativa del singolo elemento base e bisognerà quindi prima di tutto trovare un criterio per dedicare a ognuno il giusto spazio nella descrizione e nello studio. Si può allora pensare a una specie di graduatoria basata su uno di diversi parametri più o meno collegati fra loro, come il costo, la distribuzione percentuale sulla crosta terrestre, la quantità prodotta, e così via.

Il sistema UNS

Un sistema che si è diffuso anche a livello internazionale (nell'attesa per l'Europa di un sistema simile definitivamente accettato) è il sistema UNS (*Unified Number System*), introdotto negli USA e che di tale origine chiaramente risente.

Il sistema UNS classifica tutti gli elementi metallici e le loro principali leghe semplicemente con una sigla formata da una lettera maiuscola dell'alfabeto seguita da cinque cifre numeriche. In pochi casi esiste una corrispondenza biunivoca fra lettera assegnata e simbolo chimico; così A sta per Al e raccoglie quindi l'Al metallico e tutte le sue leghe assegnando a ogni ingrediente uno dei centomila possibili numeri diversi. Similmente C sta per Cu, N per Ni e Z per Zn. Se il sistema continuasse così, tanto varrebbe utilizzare

direttamente i simboli chimici degli elementi, ma come preannunciato si tratta di eccezioni e non di regola.

Gli elementi metallici citati sono fra i più importanti e danno origine a leghe numerose e largamente utilizzate. Da questo punto di partenza si procede in due direzioni opposte.

Da una parte troviamo il Fe, l'unico elemento chimico per il quale sono previste più lettere, anzi tante lettere quante sono utilizzate per tutti gli altri elementi presi insieme, come si può controllare nella tabella seguente.

Sigle UNS	Leghe
A00001 a A99999	Alluminio e sue leghe
C00001 a C99999	Rame e sue leghe
D00001 a D99999	Acciai, da proprietà meccaniche
E00001 a E99999	Terre rare e simili
F00001 a F99999	Ghise
G00001 a G99999	Acciai specificati AISI e SAE
H00001 a H99999	Acciai H da AISI e SAE
J00001 a J99999	Acciai per getti
K00001 a K99999	Acciai e leghe ferrose misti
L00001 a L99999	Metalli bassofondenti e leghe
M00001 a M99999	Metalli non ferrosi misti e leghe
N00001 a N99999	Nichel e sue leghe
P00001 a P99999	Metalli preziosi e leghe
R00001 a R99999	Metalli refrattari e leghe
S00001 a S99999	Acciai resistenti a caldo e corrosione
T00001 a T99999	Acciai da utensili
W00001 a W99999	Metalli per saldature
Z00001 a Z99999	Zinco e sue leghe

Che gli acciai siano di gran lunga le leghe più utilizzate è ben noto: la produzione mondiale delle leghe ferrose supera dal 2004 il miliardo di tonnellate l'anno, contro poche decine di milioni, o più spesso unità o frazioni, per gli altri metalli. Quantitativamente, tutti i metalli e le

leghe non ferrose non arrivano nel loro insieme a una decima parte della produzione degli acciai. In particolare lettere diverse sono riservate ad acciai designati solo in base alle proprietà meccaniche, alle ghise, agli acciai da fonderia, agli acciai inossidabili, agli acciai per utensili. Un paio di lettere sono inoltre riservate ad acciai che già hanno ricevuto una sigla numerica nelle designazioni AISI (*American Iron and Steel Institute*) e SAE (*Society of Automobile Engineers*) usate negli USA. La sigla di tre o quattro cifre già di uso comune viene trasformata nella sigla UNS semplicemente con l'aggiunta di una lettera e di una o due cifre iniziali (come vedremo qui per l'alluminio). Infine esiste anche una lettera, K, per i casi che non rientrano nei precedenti.

Dall'altra parte troviamo gli elementi di minore utilizzazione, che quindi non si "meritano" nemmeno una lettera ciascuno e vengono raggruppati in famiglie per quanto possibile omogenee; a ognuna di queste famiglie viene assegnata una lettera con i centomila numeri collegati (in tutti i casi poi di questi possibili numeri viene utilizzata per ora solo una parte, che può anche essere molto piccola).

Si trovano in particolare metalli bassofondenti indicati con L (*low*), refrattari con R (*refractory*), preziosi con P (*precious*), terre rare con E (*earth*), misti con M (*miscellaneous*), con numeri diversi di elementi, come mostrato nella tabella alla fine del capitolo.

A noi qui il sistema UNS serve principalmente per uno scopo preliminare già ricordato: per esaminare i vari metalli non ci possiamo basare sul sistema periodico degli elementi che assegna una casella a ognuno del centinaio di elementi metallici, mettendoli tutti sullo stesso piano. Il sistema UNS è qui importante perché ci dà subito un'idea delle importanze relative! Il Fe da solo ha un'importanza pari grosso modo a quella di tutti gli altri.

Possiamo proseguire limitando per ora l'attenzione a tutti i metalli non ferrosi. Fra questi e le relative leghe principali si potranno selezionare i casi più importanti e dare al massimo un'attenzione limitata alla stragrande maggioranza degli elementi metallici, quelli che nella pratica industriale hanno importanza tutt'al più come possibili aggiunte di lega nei metalli base che ci limiteremo a studiare.

A questo punto possiamo rimandare agli esempi aggiunti nel capitolo di complementi e con quelli considerare terminata la presentazione del sistema UNS e la sua utilizzazione a scopo didattico. Tuttavia si deve tenere presente che questo sistema non fu certo proposto a scopo didattico! L'importanza della designazione di metalli e leghe è ben più vasta e finisce con il coinvolgere enormi interessi tecnici e commerciali.

Designazione delle leghe

Finora la maggiore attenzione è stata rivolta a come distinguere nella maniera più conveniente i tanti elementi metallici e prevedere un sufficiente numero di sigle per le loro leghe. Ovviamente il problema non si esaurisce qui perché si devono ancora trovare criteri adatti per assegnare le sigle alle varie leghe.

Di leghe possibili ne esistono innumerevoli varianti e quindi ci si imbatte subito in due esigenze contrapposte. Da una parte si deve poter utilizzare al bisogno, anche in futuro, anche per leghe non ancora esistenti, una sigla per una lega non ancora designata e ciò porta ad aumentare di molto le sigle che devono rimanere a disposizione. Dall'altra parte è sentita ovunque l'esigenza pratica di ridurre il numero delle leghe di possibile produzione e utilizzazione: si deve in particolare rinunciare alla possibilità teorica di variare la composizione con continuità e scegliere opportuni salti nelle concentrazioni, tali da fornirci un ventaglio sufficiente di caratteristiche con una differenza equilibrata fra una lega e la "successiva" della serie.

Una volta fissata la concentrazione adatta di un'aggiunta di lega la questione non è ancora definita perché si deve ulteriormente fornire un intervallo di variazione in meno e in più ammesso per tale concentrazione.

Per molte leghe inoltre l'assegnazione di una sigla comporta l'ulteriore necessità di precisare la concentrazione non solo degli elementi aggiunti ma anche di quelli... che non ci sono. La cosa potrebbe sembrare assurda, ma non lo è perché la formazione di una

lega non consiste mai nell'aggiunta di un metallo iperpuro a un altro parimenti iperpuro. I metalli commerciali hanno sempre un certo numero di impurezze che sarebbe troppo costoso eliminare. Il problema è che queste impurezze variano di qualità e quantità a seconda dei minerali o dei rottami di partenza e dei vari processi utilizzati nella produzione. Di solito per i principali elementi che possono essere presenti e avere un effetto dannoso sulle proprietà della lega viene fissato un limite superiore oltre il quale la lega non si considera più idonea per ricevere la sigla in questione.

I numerosi sistemi adottati per queste designazioni hanno basi diverse e soprattutto in genere validità nazionale. Sappiamo bene che non tutte le nazioni hanno pari importanza, e allora possiamo per intenderci paragonare i vari sistemi di designazione alle varie monete. Lo strapotere del dollaro nei confronti delle numerose monete europee si è ridimensionato con l'accettazione dell'euro. Anche nel nostro settore sta accadendo qualcosa di simile. Esiste un organo europeo di unificazione, il CEN, che sta introducendo un sistema unico anche in questo caso. Presto nell'Unione Europea qualsiasi lega prodotta e utilizzata avrà (almeno in un primo tempo) una doppia sigla, quella europea e quella nazionale corrispondente. Se la corrispondenza non si trova, sarà la lega nazionale a uscire di produzione entro breve tempo.

Ricapitolando, il sistema UNS, o uno simile, è molto importante come sistema di nomenclatura delle leghe e potrebbe essere riconosciuto valido su scala internazionale, in grado di sostituire vantaggiosamente gli innumerevoli sistemi nazionali di designazione, con tutte le difficoltà che si incontrano nei passaggi (spesso solo approssimativi) da una sigla nazionale a un'altra, tali da richiedere elenchi di sigle delle dimensioni di un grande vocabolario. Un sistema efficace di designazione semplifica anche la domanda e l'offerta dei materiali metallici, definendo meglio la varietà delle leghe in commercio a livello mondiale. Perciò troveremo spesso nel seguito le sigle UNS di metalli e leghe, e anche, alla fine di questo capitolo, un'elencazione delle principali leghe che saranno descritte nel libro.

Familiarizzandosi con il sistema UNS si riesce a ottenere una visione equilibrata dell'insieme dei metalli e delle leghe di maggiore interesse e in seguito se uno dovrà trasferire questa conoscenza a un

sistema diverso, ma che abbia parimenti l'intento di coprire in maniera ragionevole l'intero campo della designazione di metalli e leghe, il passaggio risulterà verosimilmente immediato (almeno finché non diventerà indispensabile usare le lingue dell'Estremo Oriente).

In particolare, le probabilità che proprio il sistema UNS ottenga un riconoscimento universale appaiono oggi piuttosto piccole e i motivi sono più di uno. Non è difficile, volendo, trovare difetti in questo sistema, come probabilmente in qualsiasi altro. Alla base, può risultare ostico accettare proposte normative provenienti dai tecnici statunitensi, gli stessi che continuano imperterriti a usare pollici, once, galloni e tante altre misure che in Europa sono un antico ricordo. Il fatto stesso che il sistema UNS sia nato principalmente come il tentativo di riunire in un solo sistema precedenti sistemi americani già impostati separatamente su base numerica per acciai, leghe di rame e di alluminio porta direttamente (con l'aggiunta di una o due cifre mancanti, tipicamente degli zeri) dentro al nuovo sistema designazioni che di internazionale possono avere solo forse il desiderio di qualche proponente.

A noi interessa ovviamente la normativa italiana e quella europea che si muovono da anni in parallelo. Un grosso passo fu fatto nel 1990 con una nuova normativa europea, ISO/TR 7003; modifiche alle designazioni tuttavia sono state introdotte prima e dopo. Le tradizioni nazionali sono dure da sostituire e si comincia appena a intravedere un sistema in grado di ottenere un'accettazione generale in Europa. L'ente europeo per la standardizzazione è il CEN (Comitato Europeo di Normazione). Le proposte recenti sulla designazione dei metalli hanno dei punti che sono considerati di miglioramento rispetto al sistema UNS, che in fondo non è comunque molto diverso. Si propone ancora una sigla di sei cifre (che però contengono anche lettere) con una lettera iniziale che indica subito l'elemento base, come segue:

Prima lettera del sistema di designazione CEN.

A	Alluminio
B	Metalli leggeri
C	Rame

F	Leghe ferrose
G	Oro, argento, platino
H	Metalli altofondenti
J	Getti di ferro e ghisa
L	Metalli bassofondenti
N	Nichel e cobalto
P	Metalli per metallurgia delle polveri
S	Acciai
T	Acciai
Z	Zinco e cadmio

Si considera poi che la presenza di qualche altra lettera invece di tutti numeri nel seguito della sigla sia utile per moltiplicare il numero delle sigle disponibili per un dato metallo (un po' lo stesso ragionamento che ha portato in Italia alle targhe automobilistiche più recenti, anche se poi per le leghe le lettere effettivamente utilizzate sembrano solo un numero assai limitato). In particolare ci sono lettere nella seconda e nella sesta posizione, con tre cifre numeriche intermedie, come si può controllare negli esempi fra i complementi seguenti.

Complementi sui sistemi di designazione

Si può iniziare con un elenco completo della corrispondenza fra elementi chimici di base e sigla UNS.

Sigle UNS di metalli non ferrosi

A00001-A99999 Alluminio e leghe

C00001-C99999 Rame e leghe

E00001-E99999 Terre rare e leghe (18)

E00000-E00999 Attinio

EO1000-E20999 Cerio

E21000-E45999 Miscela di terre rare

E46000-E47999 Disprosio

E48000-E49999 Erbio

- E50000-E51999 Europio
- E52000-E55999 Gadolinio
- E56000-E57999 Olmio
- E58000-E67999 Lantanio
- E68000-E68999 Lutezio
- E69000-E73999 Neodimio
- E74000-E77999 Praseodimio
- E78000-E78999 Promezio
- E79000-E82999 Samario
- E83000-E84999 Scandio
- E85000-E86999 Terbio
- E87000-E87999 Tulio
- E88000-E89999 Itterbio
- E90000-E99999 Ittrio
- L00001-L99999 Metalli bassofondenti e leghe (13)**
 - L00001-L00999 Bismuto
 - L01001-L01999 Cadmio
 - L02001-L02999 Cesio
 - L03001-L03999 Gallio
 - L04001-L04999 Indio
 - L06001-L06999 Litio
 - L07001-L07999 Mercurio
 - L08001-L08999 Potassio
 - L09001-L09999 Rubidio
 - L10001-L10999 Selenio
 - L11001-L11999 Sodio
 - L13001-L13999 Stagno
 - L50001-L59999 Piombo
- M00001-M99999 Metalli non ferrosi misti e leghe (12)**
 - M00001-M00999 Antimonio
 - M01001-M01999 Arsenico
 - M02001-M02999 Bario
 - M03001-M03999 Calcio
 - M04001-M04999 Germanio
 - M05001-M05999 Plutonio
 - M06001-M06999 Stronzio
 - M07001-M07999 Tellurio
 - M08001-M08999 Uranio
 - M10001-M19999 Magnesio
 - M20001-M29999 Manganese
 - M30001-M39999 Silicio
- P00001-P99999 Metalli preziosi e leghe (8)**
 - P00001-P00999 Oro

P01001-P01999	Iridio
P02001-P02999	Osmio
P03001-P03999	Palladio
P04001-P04999	Platino
P05001-P05999	Rodio
P06001-P06999	Rutenio
P07001-P07999	Argento
R00001-R99999	Metalli refrattari e leghe (14)
R01001-R01999	Boro
R02001-R02999	Afnio
R03001-R03999	Molibdeno
R04001-R04999	Niobio
R05001-R05999	Tantalio
R06001-R06999	Torio
R07001-R07999	Tungsteno
R08001-R08999	Vanadio
R10001-R19999	Berillio
R20001-R29999	Cromo
R30001-R39999	Cobalto
R40001-R49999	Renio
R50001-R59999	Titanio
R60001-R69999	Zirconio
W00001-W99999	Leghe per saldature
Z00001-Z99999	Zinco e leghe

Possiamo andare oltre e distinguere nei casi dei metalli non ferrosi più importanti la suddivisione interna in gruppi omogenei di numeri e leghe corrispondenti. Per Al e Cu si trova quanto segue.

Designazione UNS di leghe di Al e Cu

A00001-A99999 Alluminio e leghe:

A01001-A63562	Alluminio e leghe da fonderia
A82014-A87475	Leghe da deformazione plastica particolari
A91030- A91450	Leghe da deformazione plastica non trattabili termicamente
A93002-A95954	Leghe da deformazione plastica non trattabili termicamente
A98001-A98280	Leghe da deformazione plastica non trattabili termicamente
A92001-A92618	Leghe da deformazione plastica trattabili

termicamente

A96002-A97472 Leghe da deformazione plastica trattabili termicamente

C00001-C99999 Rame e leghe:

Leghe da deformazione plastica:

C10100-C15760 Rame puro e basso legato (>99%Cu)
 C16200-C16500 Rame al cadmio
 C17000-C17700 Leghe rame-berillio
 C18000-C19900 Rame e leghe con alto rame (>96%Cu)
 C20500-C29800 Ottoni (Cu-Zn)
 C31000-C35600 Ottoni al Pb (Cu-Zn-Pb)
 C40400-C49080 Ottoni allo Sn (Cu-Zn-Sn-Pb)
 C50100-C52900 Bronzi al fosforo (Cu-Sn-P)
 C53200-C54800 Bronzi al fosforo con Pb
 C55180-C56000 Cu-Ag-P e Cu-P da saldatura
 C60600-C64400 Bronzi all'alluminio
 C64700-C66100 Bronzi al silicio
 C66200-C66420 Leghe di rame
 C66700-C67820 Bronzi al manganese
 C68000-C69950 Ottoni al silicio e altri
 C70100-C72950 Cupronichel
 C73150-C79900 Alpacche e metalli bianchi al piombo

Leghe da fonderia:

C80100-C81200 Rame per getti (>99%Cu)
 C81300-C82800 Leghe da fonderia Cu-Cr e Cu-Be (>96%Cu)
 C83300-C85800 Ottoni rossi, gialli e al piombo da fonderia
 C86100-C86800 Bronzi al manganese senza e con Pb
 C87300-C87900 Ottoni e bronzi al silicio da fonderia
 C89320-C89940 Leghe da fonderia Cu-Sn-Bi-(Se, Zn, Ni)
 C90200-C94500 Bronzi allo stagno senza e con Pb
 C94700-C94900 Bronzi Cu-Sn-Ni
 C95200-C95810 Cuproalluminio da fonderia
 C96200-C96800 Leghe da fonderia Cu-Ni
 C97300-C97800 Leghe da fonderia Cu-Ni-Ag
 C98200-C98840 Leghe di rame da fonderia al piombo
 C99300-C99750 Leghe di rame da fonderia

Infine, per quanto riguarda il sistema UNS, si presenta un elenco completo dei principali metalli e leghe che saranno descritti nelle parti seguenti di questo libro. Questo elenco può anche servire come indice a soggetto relativamente ai materiali presi in considerazione.

Sigle UNS e composizioni di particolari metalli e leghe (Lo scopo di questa tabella non è di far memorizzare le designazioni, ma di elencare metalli e leghe che si incontreranno nel seguito).

A03550	Al-5Si-1Cu-0,5Mg
A03600	Al-9,5 Si-0,55Mg.1Fe
A91060	Alluminio 99,6%
A91100	Al-0,12Cu alluminio 2N
A91199	Alluminio 4N
A92014	Al-4Cu-0,8Si-0,8Mn-0,5Mg
A92024	Al-4,4Cu-1,5Mg-0,6Mn
A92218	Al-4Cu-2Ni-1,5Mg
A93003	Al-1,2Mn-0,12Cu
A94043	Al-5,2Si
A95052	Al-2,5Mg-0,25Cr
A96063	Al-0,7Mn-0,4Si
A97049	Al-7,6Zn-2,5Mg-1,5Cu-0,23Cr
A97075	Al-5,6Zn-2,5Mg-1,6Cu-0,22Cr
A97178	Al-6,8Zn-2,7Mg-2Cu-0,3Cr
A98090	Al-2,45Li-1,3Cu-0,95Mg-0,12Zr
C12900	Rame all'argento
C12200	Rame DHP
C10100	Rame 4N
C10800	Cu-0,0012P (rame DLP)
C11000	Cu-0,04O (rame ETP)
C12200	Rame DHP
C16200	Cu-1Cd
C17000	Cu-1,7Be-0,3Co
C18200	Cu-1Cr
C21000	Cu-5Zn
C22000	Cu-10Zn
C23000	Cu-15Zn
C24000	Cu-20Zn
C26000	Cu-30Zn
C27000	Cu-35Zn
C28000	Cu-40Zn
C34000	Cu-34Zn-1Pb

C36000	Cu-35,5Zn-3Pb
C44300	Cu-28Zn-1Sn
C46400	Cu-39,2Zn-0,8Sn
C51000	Cu-4,2Sn-0,2P
C52100	Cu-8Sn
C65500	Cu-3Si
C67500	Cu-39Zn-1,4Fe-1Sn-0,1Mn
C75200	Cu-18Ni-17Zn
C75400	Cu-20Zn-15Ni
C75700	Cu-23Zn-12Ni
C77000	Cu-27Zn-18Ni
L13630	Sn-37Pb
L13910	Sn-4,5Sb-4,5Cu
L50045	Piombo 99,94%
L52605	Pb-1Sb
L53405	Pb-11Sb
M11910	Mg-8,7Al-0,7Zn-0,13Mn
M16600	Mg-5,5Zn-0,45Zr
M18220	Mg-2,5Ag-2Nd-0,7Zr
R50250	Ti Grado 1
R50400	Ti Grado 2
R50500	Ti Grado 3
R50700	Ti Grado 4
R52400	Ti Grado 7
R54520	Ti-5Al-2,5Sn
R54521	Ti-5Al-2,5Sn ELI
R54810	Ti-8Al-1V-1Mo
R56320	Ti-3Al-2,5V
R56400	Ti-6Al-4V
R56401	Ti-6Al-4V ELI
R58010	Ti-13V-11Cr-3Al
R58640	Ti-3Al-8V-6Cr-4Zr-4Mo
R58820	Ti-8Mo-8V-2Fe-3Al
Z13001	Zn 4N
Z15001	Zn 99,8%
Z35540	Zn-4Al-2,5Cu
Z35630	Zn-12Al
Z35635	Zn-8Al
Z35840	Zn-27Al
Z44330	Zn-1Cu

Prima di entrare nelle parti dedicate alla descrizione dei metalli e leghe non ferrose più importanti, è utile fornire qualche complemento

anche sul sistema CEN, fondamentale oggi e ancora più in futuro per la designazione delle leghe nell'Unione Europea. Gli esempi sono limitati a rame e alluminio.

Rame nel sistema CEN

Da quanto detto sappiamo che la prima delle sei posizioni della sigla sarà sempre occupata dalla lettera C. La seconda posizione deve essere occupata da una lettera, che ha il compito di “qualificare” il materiale, come segue:

B	lingotti per rifusione
C (<i>cast</i>)	leghe in forma di getti
M (<i>master</i>)	leghe primarie
R (<i>refined</i>)	rame raffinato, non lavorato plasticamente
S (<i>solder</i>)	materiali d'apporto per brasatura e saldatura
W (<i>wrought</i>)	leghe da deformazione plastica
X	materiali non unificati.

È da notare che queste seconde lettere non sono state introdotte solo per il rame, ma mantengono la loro validità per tutti i metalli. Dopo la seconda lettera rimangono quattro posizioni nella sigla che sono occupate da una sigla numerica di tre cifre seguita da una lettera finale che contraddistingue il gruppo in considerazione.

Leghe	Lettera gruppo	Fine sigla
Rame	A	001-049A
Rame	B	050-099B
Leghe con <5% aggiunte	C	100-149C
Leghe con < 5% aggiunte	D	150-199D
Leghe con > 5% aggiunte	E	200-249E
Leghe con > 5% aggiunte	F	250-299F
Cuproalluminio	G	300-349G
Cupronichel	H	350-399H

Leghe Cu-Ni-Zn	J	400-449J
Bronzi Cu-Sn	K	459-499K
Ottoni binari	L	500-549L
Ottoni binari	M	550-599M
Ottoni al piombo	N	600-649N
Ottoni al piombo	P	600-649N
Ottoni complessi	R	700-749R
		750-799S
Leghe non unificate	A-S	800-999A-S

Esempi di leghe di rame con varie designazioni

Sigla CEN	Sigla UNS	Composizione
CW004A	C10200	Cu-OF
CW101C		Cu-2Be
CW350H	C71300	Cu-25Ni
CW351H	C72500	Cu-9Ni-2Sn
CW352H	C70600	Cu-10Ni-1Fe-1Mn
CW353H	C71640	Cu-30Ni-2Fe-2Mn
CW508L		Cu-37Zn

Se dal rame si passa all'alluminio e alle leghe leggere le differenze rispetto al sistema UNS sono minime, perché essenzialmente si mantiene sempre valida all'interno di entrambe le sigle la base numerica a quattro cifre di origine AA. Così per le leghe da deformazione plastica nelle prime tre posizioni cambia la seconda, che da 9 passa a W (la lettera che nel sistema CEN contraddistingue appunto le leghe da deformazione plastica).

Designazione CEN per leghe leggere da deformazione plastica:

Leghe da incrudimento:

AW1xxx Al puro (>99%)

AW3xxx AlMn

AW4xxx	AlSi
AW5xxx	AlMg

Leghe da invecchiamento:

AW2xxx	AlCu
AW6xxx	AlMgSi
AW7xxx	AlZnMg