

METALLI FERROSI

I metalli ferrosi sono i metalli e le leghe metalliche che contengono ferro.
Le leghe ferrose più importanti sono l'acciaio e la ghisa.

ACCIAIO: lega metallica costituita da ferro e carbonio, con contenuto di carbonio inferiore al 2,11%

GHISA: lega metallica costituita da ferro e carbonio, con contenuto di carbonio superiore al 2,11% circa e inferiore al 6,67%

Il diverso contenuto di carbonio fa assumere all'acciaio e alla ghisa proprietà meccaniche e tecnologiche molto diverse.

GHISA

La ghisa si ottiene dall'altoforno e può essere successivamente affinata per ottenere acciaio oppure utilizzata in fonderia.

La ghisa è molto dura e fragile; ha resilienza quasi nulla; ha allungamento % a rottura praticamente nullo, quindi non può essere lavorata plasticamente, né a caldo né a freddo, ma può essere lavorata solo per fusione.

Resistenza meccanica: $R_m = 100 - 400 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione: $400 - 1200 \text{ N/mm}^2$
Durezza Brinell: $150 - 400 \text{ HB}$

ACCIAIO

L'acciaio viene ricavato dall'affinazione della ghisa, che è un'operazione che consiste nel diminuire il tenore di carbonio della ghisa e ridurre gli elementi dannosi (come zolfo, fosforo, ossigeno, ecc.) che possono derivare dai materiali di carica del forno o dai prodotti delle fasi precedenti.

Le proprietà dell'acciaio dipendono da:

- percentuale del carbonio
- presenza di altri elementi in lega

In generale gli acciai presentano:

Resistenza meccanica: $R_m = 400 - 1000 \text{ N/mm}^2$
Allungamento % $A\% = 5 - 25 \%$
Resilienza $40 - 100$

Buona saldabilità

Buona plasticità a caldo (per gli acciai dolci anche a freddo)

Scarsa fusibilità

In sintesi, all'aumentare della quantità di carbonio:

aumentano:

- resistenza meccanica,
- durezza,
- temprabilità,
- colabilità/fusibilità,
- resistenza all'usura

diminuiscono:

- allungamento $A\%$
- resistenza meccanica
- lavorabilità e plasticità a freddo,
- saldabilità.

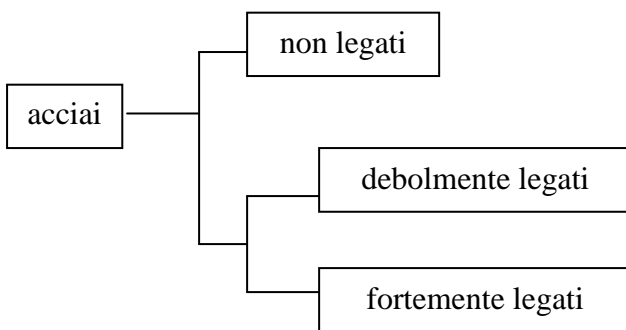
A seconda della quantità di carbonio, gli acciai si dividono nel seguente modo:

- **acciai dolci** $C < 0,2\%$
- **acciai semiduri** $C = 0,2 - 0,77\%$
- **acciai duri** $C > 0,77\%$

Gli acciai dolci presentano resistenza a trazione molto più bassa di quella degli acciai duri però sono più malleabili, più duttili e più resistenti agli urti. Sono facilmente saldabili e lavorabili alle macchine utensili ma sono meno resistenti all'usura e alla corrosione degli acciai duri.

Durante la fusione del metallo per realizzare l'acciaio, si possono aggiungere elementi (metallici o non metallici) per migliorare le caratteristiche dell'acciaio. Gli acciai in cui sono aggiunti questi elementi in lega si chiamano acciai legati; gli acciai che non contengono elementi in lega sono chiamati acciai al carbonio o acciai non legati.

A seconda della quantità degli elementi in lega presenti nell'acciaio, si definiscono:



- **acciai non legati:** acciai che non contengono elementi in lega e sono anche chiamati acciai al carbonio
- **acciai debolmente legati:** ciascuno degli elementi in lega è presente in quantità minore del 5%
- **acciai fortemente legati:** almeno uno degli elementi in lega è presente in quantità maggiore del 5%

INFLUENZA DEGLI ELEMENTI IN LEGA NEGLI ACCIAI

Cromo (Cr)

Si trova spesso negli acciai. Migliora la durezza, la resistenza meccanica e la resistenza all'usura. In quantità maggiori del 12% rende l'acciaio inossidabile.

Nichel (Ni)

Si trova spesso insieme al cromo. Migliora tutte le proprietà meccaniche dell'acciaio, la resistenza alla corrosione mentre diminuisce la dilatazione termica e la saldabilità.

Si trova anche negli acciai inox in quantità che dipende dal tenore di cromo.

Molibdeno (Mo)

Migliora la temprabilità e attenua il fenomeno della "fragilità di rinvenimento".

Insieme al cromo e al nichel realizza gli acciai con le migliori proprietà meccaniche (R_m fino a 1200 N/mm^2).

Silicio (Si)

E' contenuto naturalmente nell'acciaio in piccole quantità (circa 0,3%).

Se invece è aggiunto intenzionalmente fino al 2% circa, aumenta la resistenza meccanica e all'ossidazione e soprattutto aumenta notevolmente l'elasticità, infatti gli acciai al silicio vengono usati per realizzare molle (acciai per molle).

Manganese (Mn)

Aumenta la durezza, la resistenza meccanica e la resistenza a usura. Migliora notevolmente la temprabilità ma causa il difetto della "fragilità di rinvenimento".

Tungsteno (W) – Cobalto (Co) – Vanadio (V) – Titanio (Ti)

Sono tutti elementi molto duri che, aggiunti nell'acciaio, gli conferiscono elevatissima durezza che si mantiene anche alle alte temperature.

Si trovano negli acciai per utensili.

Piombo (Pb) – Zolfo (S)

Sono elementi nocivi per l'acciaio perché gli conferiscono elevata fragilità.

Si possono, però, trovare in piccole quantità perché la fragilità indotta dalla loro presenza facilita il distacco del truciolo e favorisce la lavorabilità alle macchine utensili. Tali acciai sono detti automatici.

Zolfo (S) – Fosforo (P) – Idrogeno (H) – Azoto (N) – Ossigeno (O)

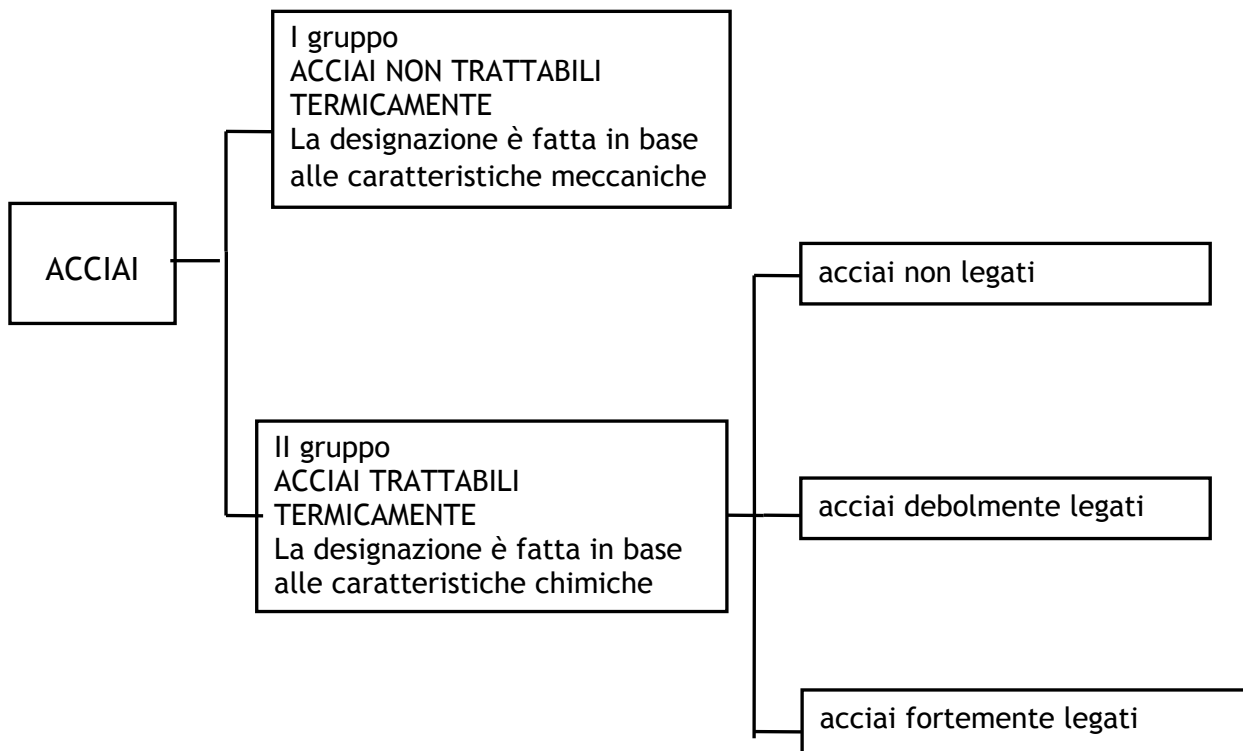
Sono tutti elementi nocivi perché si legano chimicamente con il ferro o con il carbonio formando composti che rendono molto fragile l'acciaio. La loro presenza deve, quindi, essere ridotta al minimo.

DESIGNAZIONE DEGLI ACCIAI

Tutti gli acciai sono designati con una sigla (designazione) che è sufficiente per identificare il tipo di acciaio.

La normativa che stabilisce la definizione e la classificazione più recente degli acciai è la UNI EN 10027, che stabilisce le regole per la designazione degli acciai mediante lettere e numeri.

La norma suddivide gli acciai in due gruppi principali:



Gli **acciai del primo gruppo** sono destinati direttamente all'impiego, senza subire trattamenti termici. Per stabilire l'impiego più adatto al tipo di acciaio è importante conoscere le sue caratteristiche meccaniche, per questo motivo gli acciai del I gruppo sono designati in funzione delle loro caratteristiche meccaniche.

Gli acciai appartenenti al primo gruppo sono anche chiamati acciai da costruzione.

Gli **acciai del secondo gruppo** sono destinati a subire trattamenti termici. Per stabilire correttamente le modalità di esecuzione dei trattamenti termici è necessario conoscere la composizione chimica dell'acciaio (quantità di C e degli eventuali elementi in lega presenti); quindi la designazione degli acciai del II gruppo è fatta in base alle loro caratteristiche chimiche.

DESIGNAZIONE ACCIAI DEL I GRUPPO

La designazione è stata modificata rispetto alla precedente norma UNI EU 27.

L'attuale norma prevede che la designazione sia formata da:

1. una lettera indicante l'impiego dell'acciaio
2. un numero indicante il carico di rottura o il carico di snervamento in N/mm^2 come indicato nella tabella seguente.

| | |
|---|---|
| S impieghi strutturali | seguito da carico di snervamento (in N/mm^2) |
| P impieghi sotto pressione | |
| L tubi di condutture | |
| E per costruzioni meccaniche | |
| B per cemento armato | seguito da carico di snervamento (in N/mm^2) |
| Y per cemento armato precompresso | |
| R per rotaie | |
| H per prodotti piani laminati a freddo | |
| D prodotti piani per formatura a freddo | |
| M acciai magnetici | |

Per gli acciai per getti la designazione è preceduta dalla lettera G.

La designazione può essere seguita da altre lettere o numeri che indicano ulteriori caratteristiche meccaniche, fisiche o chimiche.

Esempi:

- E335
acciaio del I gruppo, per costruzioni meccaniche, con carico di snervamento $R_s = 335 N/mm^2$
- S185
acciaio del I gruppo, per impieghi strutturali, con carico di snervamento $R_s = 185 N/mm^2$
- P265
acciaio del I gruppo, per impieghi sotto pressione, con carico di snervamento $R_s = 265 N/mm^2$

DESIGNAZIONE ACCIAI DEL II GRUPPO

La norma prevede che la designazione sia formata da vari elementi, come indicato nella seguente tabella:

| tipi di acciaio | simbolo iniziale | cifre distintive della caratteristica principale | simbolo chimico degli elementi in lega | cifre indicanti i tenori dei principali elementi in lega |
|--------------------------|---|--|--|--|
| ACCIAI NON LEGATI | C C G per acciai per getti | tenore di C (in %) moltiplicato per 100 | simbolo chimico dell'elemento eventualmente aggiunto per ottenere proprietà particolari, seguito eventualmente da una cifra (secondo le specificazioni della norma del prodotto) | |
| ACCIAI DEBOLMENTE LEGATI | G solo per acciai per getti | | simboli chimici degli elementi in lega che caratterizzano l'acciaio | tenori dei principali elementi in lega (in %) moltiplicati per 4 o per 10 o per 100 o per 1000, secondo l'elemento |
| ACCIAI FORTEMENTE LEGATI | X X G per acciai per getti | | simboli chimici degli elementi in lega che caratterizzano l'acciaio | tenori dei principali elementi in lega (in %) |

La designazione può essere seguita da altre lettere o numeri che indicano ulteriori caratteristiche quali l'impiego.

Per evitare valori decimali nelle designazioni degli acciai debolmente legati, la percentuale degli elementi in lega in essi contenuti è moltiplicata per fattori moltiplicativi che variano a seconda dell'elemento.

| simboli chimici | elementi chimici | fattori |
|---|--|-----------|
| Cr Mn Si Co W Ni | cromo manganese silicio cobalto tungsteno nickel | 4 |
| Al Be Cu Mo Pb Ta Ti V Zr Nb | alluminio berillio rame molibdeno piombo tantalio titanio vanadio zirconio niobio | 10 |

| simboli chimici | elementi chimici | fattori |
|----------------------------------|---------------------------|-------------|
| N P S | azoto fosforo zolfo | 100 |
| B | boro | 1000 |

Esempi:

- C10
acciaio del II gruppo, acciaio non legato, contenente carbonio al 0,10% ($10/100 = 0,10\%$)
- C40
acciaio del II gruppo, acciaio non legato, contenente carbonio al 0,40% ($40/100 = 0,40\%$)
- 34 Cr Mo 4
acciaio del II gruppo, debolmente legato, contenente carbonio al 0,34% ($34/100 = 0,34\%$), cromo al 1% ($4/4 = 1\%$) e tracce di molibdeno
- G90 Cr 4
acciaio del II gruppo, debolmente legato, per getti, contenente carbonio al 0,90% ($90/100 = 0,90\%$), cromo al 1% ($4/4 = 1\%$)
- X5 Cr Ni 18 10
acciaio del II gruppo, fortemente legato, contenente carbonio al 0,05% ($5/100 = 0,05\%$), cromo al 18% e nichel al 10%
- X150 W Co V 13 05 05
acciaio del II gruppo, fortemente legato, contenente carbonio al 1,50% ($150/100 = 1,50\%$), 13% di tungsteno, 5 di cobalto e 5% di vanadio