

A. INFORMAZIONI GENERALI

1. SISTEMI DI DESIGNAZIONE DEGLI ACCIAI

Norme di riferimento

- UNI EN 10027** *Sistemi di designazione degli acciai*
Parte 1: Designazione alfanumerica,
simboli principali
- UNI EN 10027** *Parte 2: Sistemi di designazione degli acciai*
Designazione numerica

Esempi di designazione

Alfanumerica	Numerica
S185	1.0035
S235JR	1.0037
E295	1.0045
C35E	1.1181
25CrMo4	1.7218
X5CrNi18-10	1.4301

• UNI EN 10027-parte 1: Designazione alfanumerica

Classificazione delle designazioni alfanumeriche in due gruppi:

Gruppo 1: designazione in base all'impiego ed alle caratteristiche meccaniche o fisiche	Gruppo 2: designazione in base alla composizione chimica
<p>Primo simbolo: una lettera</p> <p>B Acciai per cemento armato D Acciai prodotti piani per formatura a freddo E Acciai per costruzioni meccaniche G Acciai da getto di acciaio H Acciai ad alta resistenza HS Acciai rapidi L Acciai per tubi di condutture M Acciai magnetici P Acciai per impieghi sotto pressione R Acciai per rotaie S Acciai per impieghi strutturali T Acciai per banda nera, stagnata e cromate Y Acciai per cemento armato precompresso</p>	<p>Primo simbolo: una lettera</p> <p>C Acciai non legati al carbonio X Acciai legati (di cui gli acciai inossidabili)</p> <hr/> <p>Primo simbolo: una cifra</p> <p>Acciai non legati (tenore in Mn < 1%) Acciai non legati (tenore in Mn > 1%), legati (tenore ciascun elemento di lega < 5%) Acciai legati (tenore almeno un elemento di lega > 5%)</p>

Simbolo principale: S per gli acciai per impieghi strutturali (E per gli acciai per costruzioni meccaniche) seguito dal *carico unitario di snervamento minimo* in N/mm² per la gamma di spessore più piccolo (≤ 16 mm) più altri *simboli addizionali*.

Gruppo acciaio da costruzione	S	Caratteristiche meccaniche	Resilienza (J)			Caratteristiche fisiche	
			min. 27 J	min. 40 J	Temp. °C	Gruppo 1	Gruppo 2
		Carico unitario di snervamento R _e minimo in N/mm ²	JR	KR	20	M laminazione termomeccanica N laminazione di normalizzazione G1 effervescente G2 calmato G3 stato di fornitura opzionale G4 stato di fornitura a discrezione del produttore	C formatura speciale a freddo D zincatura E smaltatura H profilo cavo L bassa temperatura M laminazione termomeccanica O offshore S costruzione navale T tubi W resistente alla corrosione atmosferica
			J0	K0	0		
			J2	K2	- 20		
			J3	K3	- 30		
			J4	K4	- 40		
S		355		J2		G3	H

• UNI EN 10027-parte 2: Designazione numerica

Designazione semplificata con la quale viene attribuita ad ogni designazione dell'acciaio un numero caratteristico a 5 cifre, ispirata direttamente dal sistema delle norme Din tedesco.

X. XX XX (XX)

X la prima cifra è 1 quando il materiale è acciaio

XX l'insieme delle due cifre seguenti indica una designazione di un gruppo di acciaio

XX numero d'ordine sequenziale per tipo di acciaio

(XX) estensione futura

2. CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI DI ACCIAI PER LA COSTRUZIONE

I prodotti in acciaio adoperati nella costruzione metallica presentano due tipi di caratteristiche che intervengono nei calcoli di resistenza dei materiali.

Si tratta, da una parte, delle caratteristiche meccaniche intrinseche, funzione del tipo di acciaio, e, dall'altra parte, delle caratteristiche geometriche e d'inerzia proprie del prodotto e che dipendono dalle sue dimensioni e dalla sua geometria.

La nozione di non fragilità a bassa temperatura che si esprime in energia di rottura (Resilienza KV) costituisce un elemento fondamentale per la scelta degli acciai ad alto limite di elasticità destinati alla costruzione metallica, in modo particolare per le strutture molto sollecitate e sottoposte a basse temperature.

Gli acciai sono anche caratterizzati dalla loro composizione chimica che non interviene direttamente nella resistenza dei materiali ma che ha un ruolo importante in particolare su aspetti quali la saldabilità e nel comportamento alla corrosione delle opere metalliche.

Nota: La nozione di saldabilità metallurgica degli acciai detti "al carbonio" dipende dal livello di carbonio equivalente C_{ev} . Per costruzioni saldate è opportuno scegliere degli acciai con valore di C_{ev} il più basso possibile.

$$C_{ev} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

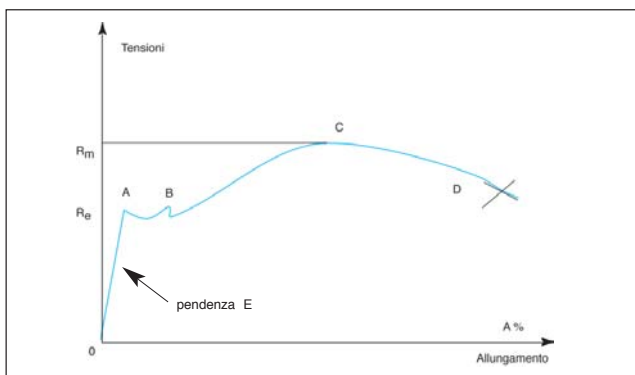
2.1 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEGLI ACCIAI

I calcoli di resistenza dei materiali prendano direttamente in conto le caratteristiche meccaniche fondamentali degli acciai sono:

- il carico unitario di snervamento: R_e in N/mm^2
- il modulo di elasticità: E in N/mm^2
- l'allungamento alla rottura: A in %

Un altro dato di base è fornito contemporaneamente alle precedenti caratteristiche, trattasi della resistenza a trazione R_m in N/mm^2 . Queste caratteristiche intrinseche di un acciaio sono determinate da prove di trazioni effettuate su provette prelevate, in accordo a modalità normalizzate, su un campione del prodotto in questione. Il diagramma ricavato da direttamente tutte le caratteristiche.

- **OA** campo elastico
- **AB** soglia plastica
- **BCD** campo di allungamento permanente
- **D** strizione e rottura
- pendenza **E** Modulo di Young



Definizioni

• R_e ou R_{eH} è il carico unitario di snervamento minimo dell'acciaio. Intanto che le tensioni in servizio non superano questo valore, l'elemento sollecitato dall'azione ritorna allo stato iniziale al cessare dell'azione stessa.

Nelle formule di resistenza dei materiali, la tensione elastica è designata da σ_e il cui limite è R_e .

R_e è un dato fondamentale nei calcoli di resistenza dei materiali. Dato che per certi acciai la soglia di limite elastico non è sempre marcata, si definiscono allora dei limiti convenzionali dove si valutano un allungamento permanente debole ma misurabile con precisione come il 0,2 % per esempio. Questo valore è indicato con $R_{p0,2}$.

• R_m è la resistenza a trazione a rottura

Questo dato non interviene direttamente nei calcoli di resistenza dei materiali da costruzione metallica.

Questa caratteristica è presa in conto, in particolare, per determinare la resistenza a fatica degli elementi metallici sottoposti a carichi ciclici.

• $A\%$ è l'allungamento a rottura dell'acciaio

Questo dato caratterizza in parte la capacità di deformazione dell'acciaio.

Nel caso di superamento accidentale del limite elastico, l'allungamento può apparire come una riserva di sicurezza che può evitare il crollo dell'opera.

Mentre le norme impongono allungamenti minimi funzione del tipo di acciaio dell'ordine del 20%, l'Eurocode 3 ammette un limite minimo del 15 %.

• E è il modulo di elasticità (o modulo di Young)

È il coefficiente di proporzionalità tra l'azione interna (o la tensione) e l'allungamento in campo elastico. È un dato costante per tutti gli acciai: $E = 210\,000\, N/mm^2$.

Lo stesso valore può essere usato per la maggior parte degli acciai inossidabili.

Questa caratteristica E ha una incidenza diretta sulla freccia delle travi sottoposte a sollecitazioni di flessione

• **Energia di rottura KV o resilienza**

L'energia di rottura è misurata con prove di impatto su una provetta con intaglio a V, prelevata nel senso lungo di laminazione del prodotto da controllare.

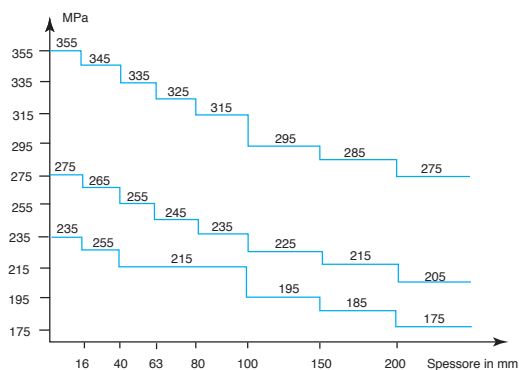
I tipi di acciai per impieghi strutturali delle norme UNI EN 10025 e soprattutto UNI EN 10113 sono previsti, in funzione del loro livello di qualità, con delle caratteristiche di resilienza (in joule J) a diverse temperature. Essi sono designati nel modo seguente:

Resilienza (J)		
min. 27 J	min. 40 J	Temp. °C
JR	KR	20
J0	K0	0
J2	K2	- 20
J3	K3	- 30
J4	K4	- 40

Per le costruzioni metalliche saldate, realizzate in acciaio ad alto limite di elasticità, e a maggior ragione per quelle sottoposte a basse temperature, è raccomandato la scelta di acciai in grado di resistere agli impatti di grande energie a bassa temperatura. Tali acciai presentano delle strutture metallurgiche affinate ottenute per laminazione termomeccaniche. Valori limitati del carbonio equivalente Cev sono favorevole alla saldabilità ma anche alla resilienza KV.

2.2 TIPI E QUALITÀ DEGLI ACCIAI PER IMPIEGHI STRUTTURALI

I tipi di base utilizzati nella costruzione metallica si riferiscono alla norma UNI EN 10025. Si tratta dei tipi S235, S275, S355 i cui i carichi unitari di snervamento variano con lo spessore del prodotto. Solamente questi tipi presentano tutte le garanzie per gli impieghi strutturali. Inoltre questi tipi di acciaio hanno delle garanzie sulla percentuale massima di carbonio.

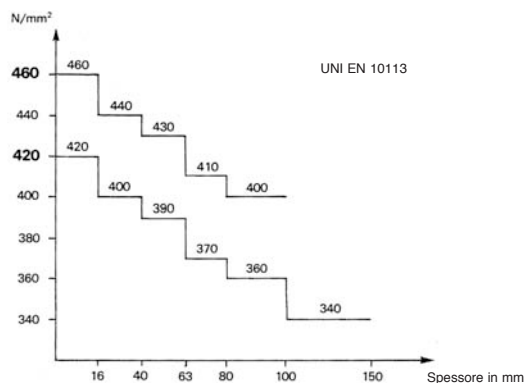


Carico unitario di snervamento per i tipi di base

I tipi E295, E335 e E360 sono realizzati unicamente in barre piene di profilo tondo, quadrato, rettangolare e piatto. Sono prevalentemente utilizzati nelle costruzioni meccaniche.

Il tipo S185 è il vecchio acciaio dolce utilizzato per le opere metalliche senza particolari esigenze.

I tipi di acciaio più elaborati, destinati per gli impieghi strutturali importanti, si riferiscono alla norma UNI EN 10113. Sono i tipi S355, S420, S460 ottenute per laminazione termomeccanica.



Carico unitario di snervamento per i tipi a grana fine

• Acciai di uso generale

I tipi di acciaio di base utilizzati per impieghi strutturali sono S235, S275 e S355 riportati nelle norma UNI EN 10025.

Norme di riferimento

UNI EN 10025:

Prodotti laminati a caldo di acciaio non legati per impieghi strutturali
Condizioni tecniche di fornitura

Caratteristiche meccaniche

Tipi	Carico unitario di snervamento minimo R _{eH} N/mm ² Spessore nominale in mm						Resistenza a trazione R _m in N/mm ² spessore in mm		allungamento minimo % spessore nominale in mm				Resilienza (J) minima Temperatura Energia assorbita min.	
	≤ 16	> 16 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150	°C	J
S235JRG2 S235J0	235	225	215			195	340-470		26	25	24	22	+20 0	27 27
S275JR S275J0	275	265	255	245	235	225	410- 560	400- 540	22	21	20	18	+20 0	27 27
S355JR S355J0 S355J2G3/G4 S355K2G3/G4	355	345	335	325	315	295	490- 630	470- 630	22	21	20	18	+20 0 -20 -20	27 27 27 40

Composizione chimica all'analisi di colata

Tipi	C in % max per spessori nominali di prodotto in mm			Min. % max.	Si % max.	P max. %	S % max.	N % max.	Valore massimo di CEV per spessori nominali di prodotto in mm			
	≤ 16	16 < e ≤ 40	e > 40						e ≤ 16	16 < e ≤ 40	40 < e ≤ 63	63 < e ≤ 150
S235JRG2 S235J0	0,17	0,17	0,20	1,40	-	0,045	0,045	0,009	0,35	0,35	0,38	0,38
S275JR S275J0	0,21	0,21	0,22	1,50	-	0,045	0,045	0,009	0,40	0,40	0,42	0,42
S355JR S355J0 S355J2G3/G4 S355K2G3/G4	0,24	0,24	0,24	1,60	0,55	0,045	0,045	0,009	0,45	0,45	0,47	0,47

2.3 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E D'INERZIA DI UN PROFILO

Sono caratteristiche che rendono conto del modo in cui la materia è ripartita nel piano della sezione di un profilo.

Sono dati specifici di ogni profilato e intervengono nei calcoli di resistenza degli elementi sottoposti ad azioni quali trazione, compressione, momento flettente e instabilità, ecc.

Questi dati sono riportati nelle norme sui prodotti, nei cataloghi dei produttori e nei profilari della letteratura tecnica sui prodotti siderurgici.

Le caratteristiche di base sono le seguenti:

Area della sezione:	A	in cm ²
Momento d'inerzia della sezione:	I	in cm ⁴
Modulo d'inerzia della sezione:	W	in cm ³
Raggio d'inerzia della sezione:	i	in cm

• Area della sezione: *A in cm²*

Questo dato interviene nel calcolo delle tensioni sotto l'effetto delle azioni di compressione e delle azioni di trazione.

• Momento d'inerzia della sezione: *I in cm⁴*

Questo dato è fondamentale per il calcolo della freccia che può prendere un profilato che lavora a flessione. Bisogna verificare che la freccia non superi un valore limite raccomandato.

• Modulo d'inerzia della sezione: *W in cm³*

Questo modulo è il quoziente del momento d'inerzia I per la

distanza tra l'asse neutro della sezione e la fibra della sezione la più distante da tale asse, v: $W = \frac{I}{v}$.

Consente di calcolare la tensione massima in un elemento sottoposto a flessione.

• Raggio d'inerzia della sezione: *i in cm*

La formula è

Questo dato è utilizzato per il calcolo di verifica alla stabilità degli elementi di strutture.

• Commenti

Le caratteristiche I, W e i sono generalmente date rispetto agli assi geometrici delle sezioni, xx e yy.

Esiste un asse di inerzia forte (I max.) e un asse di inerzia debole (I min.) come riportato nelle sezioni qui di seguito.



Il profilato sottoposto a flessione verrà utilizzato in modo da sfruttare le caratteristiche d'inerzia massima, mentre la verifica della stabilità sarà fatta tenendo in conto il raggio d'inerzia debole.

Relazione tra le azioni interne e le caratteristiche geometriche e d'inerzia

Tipo di azioni interne	Caratteristiche geometriche			
	A in cm ²	I in cm ⁴	W in cm ³	i in cm
Trazione	•			
Taglio	•			
Momento flettente -> tensioni			•	
Momento flettente -> freccia		•		
Compressione semplice	•			
Svergolamento	•			•

Nota 1: il calcolo della freccia di un elemento sottoposto a flessione fa intervenire la distanza tra gli appoggi.

Nota 2: il calcolo delle svergolamento fa intervenire la lunghezza in compressione

Nota 3: fenomeni di torsione e di ingobbamento sono generalmente meno vincolanti nel dimensionamento degli elementi di strutture. Sono valutati attraverso il momento di inerzia torsionale I_t e il momento di inerzia settoriale I_w .

Tablelle di confronto delle caratteristiche d'inerzia di diversi profili con peso a metro lineare simile

Dimensioni	Profilo	Kg/ml	Momento d'inerzia [cm ⁴]		Modulo di elasticità [cm ³]		Raggio d'inerzia [cm]	
			I max.	I min.	W max.	W min.	i max.	i min.
Travi IPE 100		8,1	171	16	34	6	4	1,2
Profilato cavo tubolare 101,6 x 3,2		7,8	120	120	24	24	3,5	3,5
Tondo pieno di 36		8	8,2	8,2	4,6	4,6	0,8	0,8
Profilato cavo quadrato 70 x 70 x 4		8	72	72	21	21	2,7	2,7
Quadrato pieno di 32		8	8,7	8,7	5,5	5,5	0,9	0,9
Profilato cavo rettangolare 90 x 50 x 4		8,1	107	42	24	17	3,2	2

Note sulle caratteristiche d'inerzia:

Per le sollecitazioni di flessione che si traducono con la formazione di tensioni e di freccia della trave flessa, si useranno i profili nel senso dei loro assi con maggior inerzia. Nel caso di svergolamento di una colonna, è il raggio d'inerzia minimo che guida i rischi di crollo dell'elemento sollecitato.

Note sulle prestazioni dei diversi profili:

Per i profilati elencati nella precedente tabella, con peso a metro lineare simile:

- è il profilo IPE 100 che presenta le migliori caratteristiche I e

W per resistere alle azioni di flessioni, nel piano dell'asse forte, mentre secondo l'altro asse la resistenza è notevolmente più debole.

- I profilati cavi, circolari, quadrati e rettangolari, sono adatti alle azioni di svergolamento, pur presentando buone prestazioni alla flessione.

- Le barre piene ,tonde o quadrate, sono di ben lunga i prodotti meno adatti alla azioni di flessione e di svergolamento per via dei valori deboli di I, W e i.

Legenda e simboli per le travi e per i profilati

Designazione				Unità	Nuova denominazione secondo Eurocodice 3	Vecchia denominazione
In italiano	In francese	In inglese	In tedesco			
Asse di forte inerzia Asse di debole inerzia	Axe de forte inertie Axe de faible inertie	Strong axis Weak axis	Starke Achse Schwache Achse		YY UU ZZ VV	XX ZZ YY VV
Dimensioni: Altezza del profilato Larghezza del profilato Spessore dell'anima Spessore dell'ala Raggio di raccordo Raggio dello spigolo Altezza della parte piana dell'anima	Hauteur du profilé Largeur du profilé Épaisseur de l'âme Épaisseur de l'aile Rayon de congé Rayon d'arrondi Hauteur partie droite de l'âme	Depth of section Width of section Web thickness Flange thickness Radius of root fillet Toe radius Depth of straight portion of web	Profilhöhe Profilbreite Stegdick Flanschdicke Ausrundungsradius Abrundungsradius Höhe des geraden Stegsteil	mm mm mm mm mm mm mm	h a b t _w t _f r r ₁ r ₂ r ₃ d	h a b a e r r ₁ r ₂ r ₃ d
Peso lineare Area della sezione retta del profilo Distanza del baricentro	Masse par mètre lineaire Section d'acier Distance du centre de gravité	Weigth per meter Sectionnal area Distance of center of gravity	Gewicht pro lfd meter Querschnittsfläche Schwerpunktastand	Kg/m cm ² cm U ₁ V ₂ V _y V _z	P A d ₁ d ₂ d _y d _z Z ₁ V ₂ V _x V _y	P A d ₁ d ₂ d _x d _y
Caratteristiche statiche di calcolo						
Momento d'inerzia	Moment d'inertie	Moment of inertia	Flächenmoment 2.Grades	cm ⁴	I _y I _z I _u I _v	I _x I _y I _z I _v
Modulo di resistenza	Module de flexion élastique	Elastic section modulus	Elastische Widerstansmoment	cm ³	W _{el,y} W _{el,z} W _{el,u} W _{el,v}	I _x /V _x I _y /V _y I _z /V _z I _v /V _v
Modulo di resistenza plastico	Module de flexion plastique	Plastic section modulus	Plastische Widerstandsmoment	cm ³	W _{pl,y} W _{pl,z} W _{pl,u}	/ W _{pl,v}
Raggio d'inerzia	Rayon de giration	Radius of giration	Trägheitshalbmesser	cm i _u i _v	i _y i _z I _z i _v	I _x i _y
Momento d'inerzia torsionale	Moment d'inertie de torsion	Torsional constant	Torsionsflächenmoment 2.Grades	cm ⁴	I _t	J
Momento d'inerzia di ingobbamento	Moment d'inertie de gauchissement	Warping constant	Wölbfächenmoment 2.Grades	cm ⁶	I _w	/
Sezione a taglio	Aire de cisaillement	Areas for shears forces	Querkraftsfläche	cm ²	A _{y,z} A _{v,y}	/

Schema delle travi e profilati

secondo la nuova denominazione

