

Paolo Rugarli

Valori Efficaci Secondo NTC 2018 e Eurocodice 3 parte 1.3

Volume 1: Sezioni a C e a U Semplici

Collana Valori Efficaci



Prima Edizione: Ottobre 2024



Valori Efficaci Secondo NTC 2018 e Eurocodice 3 Parte 1.3

Volume 1: Sezioni a C e a U semplici

Autore: Paolo Rugarli

ISBN XXX-XX-XXX-XXXX-X

Copyright © 2024 Ing. Paolo Rugarli

paolo.rugarli@castaliaweb.com

La traduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione o trasmissione in qualsiasi forma e/o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico o altro (compresi i microfilm, i film, le fotocopie), nonché la memorizzazione anche digitale su supporti di qualsiasi tipo (inclusi magnetici e ottici), i diritti di noleggio e di prestito, sono riservati per tutti i Paesi.

L'Autore declina ogni responsabilità per eventuali errori, refusi o inesattezze nonché per eventuali danni risultanti dall'uso delle informazioni presenti nel volume, pur curato con la massima attenzione.

Prima Edizione Ottobre 2024

ANTEPRIMA

Sommario

1	Introduzione	7
2	Brevi richiami di teoria	8
2.1	Cosa sono i valori efficaci	8
2.2	Come si calcolano i valori efficaci	10
2.3	Come utilizzare i valori efficaci	10
2.4	Ulteriori approfondimenti, riferimenti bibliografici	11
3	I materiali.....	11
4	Le sezioni tabellate	13
5	Come leggere le tabelle.....	14
6	Riferimenti	16
7	S235	17
8	S275	Errore. Il segnalibro non è definito.
9	S355	Errore. Il segnalibro non è definito.
10	S420N/M.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
11	S460N/M.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
12	S250GD-Z.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
13	S280GD-Z.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
14	S320GD-Z.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
15	S350GD-Z.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
16	S390GD-Z.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
17	S420GD-Z.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
18	S450GD-Z.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
19	S550GD-Z.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
20	S315MC/NC	Errore. Il segnalibro non è definito.
21	S500MC.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
22	S550MC.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
23	S260NC	Errore. Il segnalibro non è definito.

ANTEPRIMA

ANTEPRIMA

1 Introduzione

L'utilizzo dei profili formati a freddo è sempre più frequente per la loro versatilità di impiego e per i costi contenuti. Negli ultimi anni, si è anche cominciato a pensare, giustamente, di poter utilizzare questi profili anche per elementi principali e non solo per gli elementi secondari; per strutture più intrinsecamente importanti e non solo per i magazzini.

Questa tendenza, che ha validi motivi, è rallentata dal fatto che le regole di calcolo di questi profili sono oltremodo complesse, tanto che si può tranquillamente asserire che si tratti di un argomento specialistico: pochi sono gli esperti della materia e pochi gli strumenti software.

A ciò si aggiunge il fatto che le normative sono molto complicate e farraginose, tal che la loro implementazione risulta niente affatto semplice. Ci sono molti *qui pro quo*, e il rischio di procedere in modo scorretto, per chi si avvicini alla materia da solo, e per la prima volta, è alto.

La principale (ma non unica) sede della complessità del calcolo, risiede nella necessità di calcolare i *valori efficaci* dei profili, ovvero delle caratteristiche proprie dell'accoppiamento sezione-materiale-norma.

Non basta infatti conoscere la geometria della sezione per calcolare i valori efficaci: serve anche sapere qual è il materiale di cui è fatta. Ma, anche il materiale non basta, perché la corretta implementazione delle procedure dovrebbe tener conto del fatto che la massima tensione attingibile secondo la norma, non è semplicemente la tensione di snervamento, f_y , ma piuttosto è la tensione di progetto $f_d = f_y / \gamma_{MO}$. In Italia il valore di γ_{MO} non è 1, ma 1.05.

Ne consegue che per calcolare i valori efficaci bisogna conoscere:

1. La esatta geometria della sezione.
2. La tensione di snervamento del materiale di cui è costituita.
3. Il fattore parziale γ_{MO} che si intende usare, in funzione della Nazione in cui ci si trova.

Al momento in cui si scrive, non pare esistano pubblicazioni che listino i valori efficaci per i profili formati a freddo più comuni. E' dunque sembrato opportuno e utile creare questa pubblicazione e renderla disponibile ai progettisti.

L'opera prevede alcuni volumi, perché la composizione delle diverse dimensioni possibili e dei diversi materiali possibili, fa sì che per ogni tipologia sezionale servano centinaia di pagine.

Al fine di ridurre l'ingente mole dei dati, e per fornire un servizio effettivamente utile, si sono introdotti dei criteri che limitano il numero di sezioni possibili. Questi criteri in sintesi sono:

- Che il rapporto tra la lunghezza del lato (altezza e larghezza primarie) e il suo spessore sia almeno pari a 10.
- Che il rapporto lunghezza-spessore dei lati non ecceda i limiti di normativa, e per le anime non sia superiore a 100.
- Che l'area efficace risultante non risulti inferiore al 40% della area lorda.

Si deve notare che l'utilizzo di un certo profilo può essere dettato da esigenze tecnologiche, impiantistiche o architettoniche, più ancora e prima ancora che strutturali. E' dunque ben possibile

che siano necessari profili magari poco efficienti da un punto di vista strutturale, ma ottimi da un punto di vista funzionale.

Per questa ragione, non ci si è limitati alle dimensioni presenti nei (pochi) sagomari reperibili, ma si è proceduto a generare tutte le permutazioni di certe dimensioni, esplorando le conseguenze.

Ovviamente, tutto ciò è stato reso possibile dalla esistenza di un programma ([7]) che è peraltro liberamente acquistabile. Il programma, appositamente specializzato dall'autore, è stato usato per generare migliaia e migliaia di profili/materiali diversi, esplorando le conseguenze e tenendo solo i profili che soddisfacevano i requisiti accennati in precedenza.

Il risultato, per i profili a C o a U semplici, sono le pagine di questo testo, che è il primo volume della serie. Seguiranno:

1. Profili a C e U rinforzati (piega semplice o doppia)
2. Profili a Ω semplici
3. Profili a Ω rinforzati (piega semplice o doppia)

Anche sulla base delle esigenze che si prospetteranno, potranno anche essere aggiunte altre e più speciali tipologie sezionali.

2 Brevi richiami di teoria

2.1 Cosa sono i valori efficaci

Esistono come è noto diversi tipi di instabilità nelle strutture. Passando dal grande al piccolo, si distinguono:

1. *Instabilità globale*. E' quella della struttura nel suo complesso e può essere studiata mediante analisi agli autovalori (buckling) opportunamente corrette (metodo generale), oppure mediante vere e proprie analisi in non linearità geometrica.
2. *Instabilità elementare*. E' quella classica euleriana e le sue gemelle, ovvero riguarda singole membrature che siano compresse (FB, instabilità flessionale, TB, instabilità torsionale, o FTB) o inflesse (LTB, instabilità latero torsionale).
3. *Instabilità distorsionale*. Mentre nelle precedenti forme di instabilità la sezione conserva la sua forma, nella instabilità distorsionale essa tende a distorcersi, deformandosi. Se all'interno della sezione si isolano delle parti che sono capaci di sostenere le compressioni (dette da chi scrive "isole"), perché sufficientemente rigide, la instabilità distorsionale si ha quando una di queste isole, presa separatamente dal resto, sbanda.
4. *Instabilità locale*. In questo caso, un lato rettilineo perde rettilineità perché sbanda. Non è una "isola" a sbandare, ma una delle lamiere che connettono le "isole". I lati rettilinei possono essere sorretti ad ambo le estremità (anime) o solo a una (ali).

Per tener conto delle instabilità di tipo 3 e 4, che si verificano per i profili in parete sottile, quali appunto sono i profili formati a freddo, si usano vari sistemi. Le nostre norme chiedono in pratica di usare una area ridotta, quella "efficace", in due modi:

1. Togliendo parte della lunghezza dei lati per la instabilità locale 4.
2. Riducendo fittiziamente lo spessore della "isola" per la instabilità distorsionale di tipo 3.

Parte I: spiegazioni

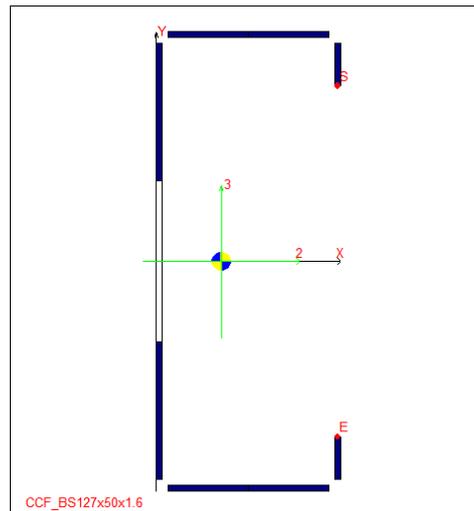


Figura 2-1. Area efficace di un profilo a C irrigidito (non tra quelli di questa pubblicazione). Asse 2=y, Asse 3=z.

In entrambi i casi, la sezione così modificata, detta “sezione efficace” (Figura 2-1), risulta possedere caratteristiche geometriche diverse, e inferiori, a quella della sezione di partenza ([1], [2], [5], [6]).

La sezione efficace dipende in generale dalla sollecitazione, ovvero dal complesso *mix* tra azione assiale e momenti flettenti applicati alla sezione lorda. Ciò infatti determina la distribuzione di tensioni normali, tra trazione e compressione, su ciascun lato.

Ciò porterebbe alla necessità di ricalcolare le caratteristiche efficaci non solo da combinazione a combinazione, ma anche da punto a punto lungo lo sviluppo dell'asse dell'elemento ([5]). Dato che il problema sarebbe intrattabile, di fatto le normative chiedono:

- Di calcolare lo sfruttamento che la sezione avrebbe se fosse assoggettata solo alla azione assiale, N .
- Di calcolare lo sfruttamento che la sezione avrebbe se fosse assoggettata al solo momento flettente secondo l'asse principale y della sezione lorda, M_y .
- Di calcolare lo sfruttamento che la sezione avrebbe se fosse assoggettata al solo momento flettente secondo l'asse principale z della sezione lorda, M_z .
- Di fare la somma dei tre sfruttamenti.

Con questo artificio, le caratteristiche efficaci si devono calcolare ([5]):

- Relativamente alla sola azione assiale, N . Se la sezione è tesa, interessa l'area lorda. Se è compressa, in questo caso interessa l'area efficace. Si noti che se la sezione efficace ha un baricentro diverso da quello della sezione lorda, ci sono delle coppie di trasporto che devono essere tenute in conto. Serve quindi la distanza del baricentro della sezione efficace dal baricentro della sezione lorda, nella direzione dell'asse y e dell'asse z .
- Relativamente al solo momento M_y , tenendo conto del segno che ha, perché a seconda del segno cambia la sezione efficace. In questo caso interessa il modulo di resistenza a flessione della sezione efficace, considerando che gli assi principali *della sezione efficace* non coincidono con l'asse y e l'asse z . Il modulo che interessa, riguarda un momento diretto come l'asse y , non come uno degli assi principali della sezione efficace.
- Lo stesso, relativamente all'asse z .

Servono quindi in generale, per ogni sezione/materiale/ γ_{M0} , i seguenti 7 numeri:

1. A_{eff} , area efficace
2. e_y , distanza con segno della sezione efficace da quella lorda, lungo y.
3. e_z , distanza con segno della sezione efficace da quella lorda, lungo z
4. $W_{eff,y,p}$ modulo di resistenza della sezione efficace, per un momento diretto come l'asse y della sezione lorda, quando questo è positivo.
5. $W_{eff,y,m}$ modulo di resistenza della sezione efficace, per un momento diretto come l'asse y della sezione lorda, quando questo è negativo.
6. $W_{eff,z,p}$ modulo di resistenza della sezione efficace, per un momento diretto come l'asse z della sezione lorda, quando questo è positivo.
7. $W_{eff,z,m}$ modulo di resistenza della sezione efficace, per un momento diretto come l'asse z della sezione lorda, quando questo è negativo.

2.2 Come si calcolano i valori efficaci

Calcolare i valori efficaci è cosa molto complessa e richiede un procedimento iterativo. Anche se è possibile avviare il calcolo a mano, la laboriosità è tale che di fatto il calcolo delle caratteristiche efficaci è fattibile solo per mezzo di specifici programmi software appositamente sviluppati allo scopo.

Per avere una idea dei problemi in generale e di come sono stati risolti nel caso di questa pubblicazione, si consiglia di consultare la guida del programma CLASS4, [6].

Qui si sottolinea che:

- I dati efficaci sono stati ottenuti eliminando i raccordi circolari dalle sezioni di partenza con la procedura indicata dalle norme. La sezione di calcolo ha quindi solo lati rettilinei.
- La massima tensione attingibile da un lato non è f_y , ma f_d .
- Nella classificazione dei lati, se i lati sono immersi nella sezione in modo che, se da qualche parte nella sezione si raggiunge la tensione di progetto f_d , ma il lato in esame non presenta un massimo di tensione pari a f_d , di questo si tiene conto, penalizzando di meno il lato in questione.
- E' sempre eseguita una procedura iterativa.
- Sono di fatto calcolate le caratteristiche di 5 sezioni efficaci: una per la compressione, due per la flessione y, due per la flessione z.

2.3 Come utilizzare i valori efficaci

I valori efficaci entrano sia nelle verifiche di resistenza che in quelle per la stabilità di membratura.

Nel caso in cui la sezione sia in trazione, la formula da adoperare per le verifiche di resistenza è:

$$\left| \frac{N}{A} \right| + \left| \frac{M_y}{W_{y,eff}} \right| + \left| \frac{M_z}{W_{z,eff}} \right| < \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Mentre se la sezione è in compressione, la formula da adoperare per le verifiche di resistenza è:

$$\left| \frac{N}{A_{eff}} \right| + \left| \frac{M_y - N e_z}{W_{y,eff}} \right| + \left| \frac{M_z + N e_y}{W_{z,eff}} \right| < \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dove tutte le grandezze a numeratore e primo membro hanno segno, e N è positiva se di trazione, mentre tutte le grandezze a denominatore e a primo membro non hanno segno. Le grandezze a secondo membro, ovviamente, sono positive.

Nelle formule precedenti, si deve osservare ([5]) che per i moduli di resistenza efficaci a flessione *sono possibili due scelte*.

1. $W_{y,eff} = \min(W_{eff,y,p}, W_{eff,y,m}); W_{z,eff} = \min(W_{eff,z,p}, W_{eff,z,m});$
2.
 - a. $M_y > 0 \rightarrow W_{y,eff} = W_{eff,y,p};$
 - b. $M_y < 0 \rightarrow W_{y,eff} = W_{eff,y,m};$
 - c. $M_z > 0 \rightarrow W_{z,eff} = W_{eff,z,p};$
 - d. $M_z < 0 \rightarrow W_{z,eff} = W_{eff,z,m};$

La prima scelta è a favore di sicurezza, e semplifica le cose. La seconda scelta è più logica e coerente, e può portare a risparmiare peso, ma è più laboriosa.

Come si vede, tutti e 7 i valori tabellati in questo lavoro sono necessari.

Va sottolineato che i momenti flettenti M_y e M_z sono riferiti agli assi y e z, vale a dire agli assi principali della sezione lorda, *non a quelli della sezione efficace*. Infatti, i calcoli (di solito agli elementi finiti), sono fatti con i dati lordi e le sollecitazioni sono riferite alle sezioni lorde. *Sarebbe quindi errato utilizzare i W efficaci delle sezioni efficaci rispetto a uno degli assi principali della sezione efficace*. Si devono calcolare, per la appropriata sezione efficace, i moduli di resistenza della sezione efficace rispetto a un asse *che non è, in generale, principale per la sezione efficace*.

I valori tabellati tengono correttamente conto di questo fatto.

2.4 Ulteriori approfondimenti, riferimenti bibliografici

Si consiglia di cominciare dalla guida di CLASS4, [6]. I testi [1] e [2] hanno delle sezioni dedicate ai profili formati a freddo, che è utile studiare e conoscere per avvicinarsi al problema. Un approccio più legato agli aspetti pratici si può trovare in [5].

Non esiste al momento – certamente non in italiano ma si ritiene neppure in inglese – alcuna pubblicazione che entri davvero nel dettaglio dei calcoli necessari alla valutazione delle caratteristiche efficaci, né che discuta le varie possibili opzioni. Qualcosa ha fatto l'autore di questa pubblicazione in [6].

Questa, del resto, è una delle ragioni per le quali una pubblicazione come questa ha senso.

3 I materiali

Ai fini del calcolo delle caratteristiche efficaci, contano principalmente:

Paolo Rugarli - Valori Efficaci secondo NTC 2018 e EN 1993-1-3. Volume 1: profili a Ce U Semplici
 Copyright © Ing. Paolo Rugarli

Parte I: spiegazioni

- La tensione di snervamento f_y .
- Il valore del coefficiente parziale γ_{M0} .

La tensione di rottura è utile per determinare un incremento di resistenza causato dalle pieghe, ma questo dato non è utilizzato ai fini del calcolo delle caratteristiche efficaci. In pratica si è autorizzati a usare una tensione di snervamento incrementata f_{ya} .

Il volume copre di fatto i materiali presenti nella seguente tabella, nella quale sono anche indicate le tensioni di snervamento e rottura in MPa (N/mm²).

MATERIALE	f_y MPa	f_u MPa
S235	235	360
S275	275	430
S355	355	510
S275N	275	370
S355N	355	470
S420N	420	520
S460N	460	550
S275M	275	360
S355M	355	450
S420M	420	500
S460M	460	530
S250GD-Z	250	330
S280GD-Z	280	360
S320GD-Z	320	390
S350GD-Z	350	420
S390GD-Z	390	460
S420GD-Z	420	480
S450GD-Z	450	510
S550GD-Z	550	560
S315MC	315	390
S355MC	355	430
S420MC	420	480
S460MC	460	520
S500MC	500	550
S550MC	550	600
S260NC	260	370
S315NC	315	430
S355NC	355	470
S420NC	420	530

Tuttavia, alcuni materiali sono accorpati, nel senso che vengono indicati con una sigla mista. Ciò perché una certa tensione di snervamento è valida per più materiali, aventi sigle diverse. Tutto ciò al fine di limitare le ripetizioni inutili (limitando il volume di dati).

Per la esattezza, nel volume sono enumerati i seguenti materiali, in questo ordine, per i quali sono dedicati capitoli a sé stanti:

- S235
- S275 (dati validi per S275N, S275M)

- S355 (dati validi per S355N, S355M, S355MC, S355NC)
- S420N/M (dati validi per S420N, S420M, S420MC, S420NC)
- S460N/M (dati validi per S460N, S460M, S460MC)
- S250GD-Z
- S280GD-Z
- S320GD-Z
- S350GD-Z
- S390GD-Z
- S420GD-Z
- S450GD-Z
- S550GD-Z
- S315MC/NC (dati validi per S315MC, S15NC)
- S500MC
- S550MC
- S260NC

4 Le sezioni tabellate

I profili sono topologicamente C o U senza pieghe.

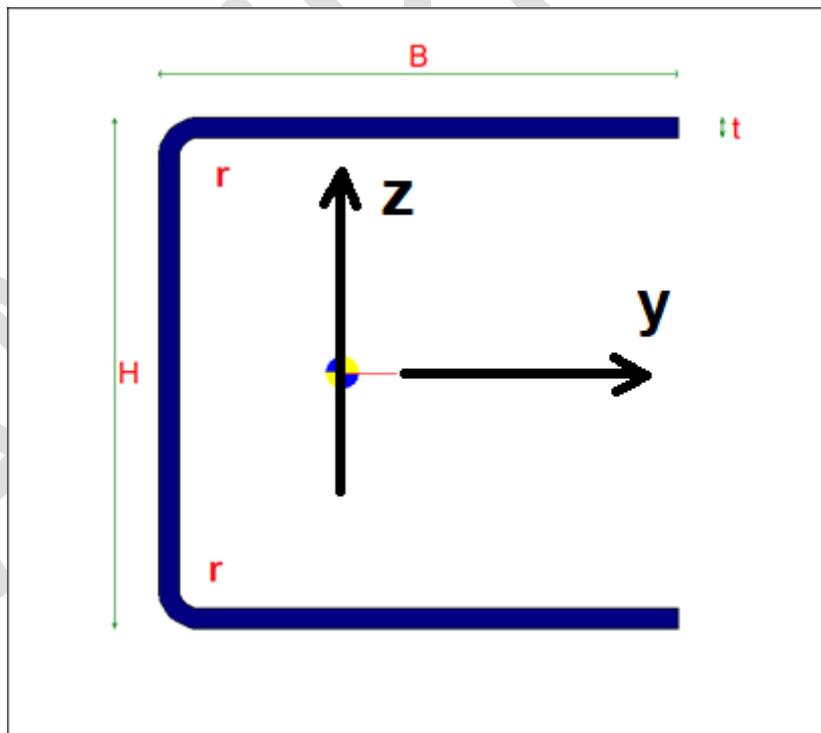


Figura 4-1. Sezioni a C, dimensioni e assi di riferimento.

Sebbene si possano chiamare U i profili per i quali $B > H$, e C i profili per i quali $B < H$, la nomenclatura adottata è sempre C H x B x t x r, dove (Figura 4-1):

Parte I: spiegazioni

- H è la altezza dell'anima fuori tutto (ovvero includendo il raggio di piega e lo spessore dell'ala).
- B è la larghezza delle ali, fuori tutto.
- t è lo spessore
- r è il raggio interno di piega, pari a t , o $1.5t$ a seconda dei casi e delle prescrizioni di norma.

L'asse principale della sezione lorda parallelo alle ali è denominato "y".

L'asse principale della sezione lorda parallelo all'anima è denominato "z".

La sezione è dunque orientata non come una U, ma come una C, indipendentemente dai valori di B e H.

Il volume dà i valori efficaci per tutte le sezioni a C o a U con tutte le permutazioni dei seguenti valori di altezza, larghezza e spessore, e con le seguenti limitazioni:

- Valori di H (mm): 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20, 22, 25, 28, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150, 160, 180, 200, 220, 250, 300, 350, 400.
- Valori di B (mm): 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20, 22, 25, 28, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150, 160, 180, 200, 220, 250, 300, 350, 400.
- Valori di t (mm): 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0.
- Deve sempre essere $h/t \geq 10$, $b/t \geq 10$.
- Deve sempre essere $h/t \leq 100$, $b/t \leq 50$.
- L'area efficace deve essere almeno pari al 40% dell'area lorda. Profili che abbiano una area efficace inferiore al 40% della area lorda non sono tabellati (anche se soddisfano le clausole precedenti).

La Tabellazione avviene in questo ordine:

- Un capitolo per ogni materiale.
- All'interno di ciascun capitolo, le sezioni sono ordinate per:
 - H crescente. A parità di H
 - B crescente. A parità di B
 - t crescente.

5 Come leggere le tabelle

La tipica tabella si presenta in questo modo.

NOME	CL4	A_g mm ²	A_{eff} mm ²	e_y mm	e_z mm	$W_{y,eff,p}$ mm ³	$W_{y,eff,m}$ mm ³	$W_{z,eff,p}$ mm ³	$W_{z,eff,m}$ mm ³
C 20 x 20 x 0.8 x 0.8	*	45	35	-2.6	0.0	189	189	110	151
C 20 x 20 x 1.0 x 1.0	*	56	49	-1.5	0.0	290	290	174	186

Tutte le grandezze sono in mm e unità derivate e sono troncate all'intero, ad eccezione dei dati nelle colonne "e_y", "e_z".

- La colonna **NOME** dà il nome assegnato al profilo, dal quale è facile ricostruire tutte le sue dimensioni. Il primo numero dopo la C è H, altezza totale fuori tutto; il secondo numero è B, larghezza totale fuori tutto; il terzo è t, lo spessore; il quarto è il raggio interno di curvatura. Tutte le grandezze in mm.
- La colonna **CL4** può riportare o meno un asterisco. Se l'asterisco c'è, la sezione per compressione semplice è in classe 4 (area efficace minore della lorda). Se l'asterisco non c'è, la sezione è in classe 3 o inferiore, sia per la compressione che per la flessione.
- La colonna **A_g** indica la area lorda (senza considerare le rettificazioni dei lati) in mm².
- La colonna **A_{eff}** indica la area efficace in mm².
- La colonna **e_y**, indica la coordinata y del baricentro della sezione efficace per la sola compressione. In pratica è la distanza tra il baricentro della sezione efficace per pura compressione, e il baricentro della sezione lorda. Il valore è negativo se questo baricentro si trova a sinistra del baricentro della sezione lorda.
- La colonna **e_z**, indica la coordinata z del baricentro della sezione efficace per la sola compressione. In pratica per le sezioni a C e U orientate come spiegato, il valore è sempre pari a 0 (la sezione ha infatti un asse di simmetria orizzontale).
- La colonna **W_{y,eff,p}** (mm³) dà il modulo efficace di resistenza della sezione per flessioni attorno all'asse principale della sezione lorda y, e con verso positivo. In pratica questo momento:
 - Tende la flangia superiore e comprime quella inferiore.
 - Inflette l'anima.
- La colonna **W_{y,eff,m}** (mm³) dà il modulo efficace di resistenza della sezione per flessioni attorno all'asse principale della sezione lorda y, e con verso negativo. In pratica questo momento:
 - Tende la flangia inferiore e comprime quella superiore.
 - Inflette l'anima.
- La colonna **W_{z,eff,p}** (mm³) dà il modulo efficace di resistenza della sezione per flessioni attorno all'asse principale della sezione lorda z, e con verso positivo. In pratica questo momento:
 - Tende l'anima uniformemente e comprime l'estremo libero delle flange.
- La colonna **W_{z,eff,m}** (mm³) dà il modulo efficace di resistenza della sezione per flessioni attorno all'asse principale della sezione lorda z, e con verso negativo. In pratica questo momento:
 - Comprime l'anima uniformemente e tende l'estremo libero delle flange.

I moduli di resistenza sono sempre numeri positivi. In segno della tensione dipende dal punto e dal segno del momento in modo ovvio.

Per rendere immediatamente facile capire il materiale al quale si riferiscono i dati, in ogni pagina la intestazione riporta i dati del materiale utilizzato per le sezioni elencate in quella pagina.

Sempre nella intestazione è riportato un promemoria sulla nomenclatura delle sezioni, che consente di ricostruire dal nome quali siano le dimensioni.

Avendo una sezione e volendola trovare nel volume si procede nel seguente modo:

1. Si determina il capitolo appropriato per il materiale di cui è fatta la sezione, principalmente esaminando la tensione di snervamento.

Parte I: spiegazioni

2. Scorrendo le pagine dall'inizio del capitolo si cerca quella dove c'è la altezza corrispondente alla altezza H del profilo di interesse. Le altezze, sfogliando le pagine, sono in ordine crescente.
3. Trovato il primo profilo con la *altezza* desiderata, si scorrono le righe cercando la *larghezza* desiderata. Le larghezze sono in ordine crescente, e sono il secondo numero dopo la C.
4. Trovata la prima larghezza eguale alla larghezza desiderata, si scorrono le righe alla ricerca dello spessore desiderato. Gli spessori sono in ordine crescente, e sono il terzo numero dopo la C.
5. Se non si trova il profilo, esso non soddisfa i requisiti indicati (cfr. *limitazioni*).

Una tipica parte di tabella che si incontra, cercando ad esempio un profilo $H=70$, $B=120$, $t=3$, potrebbe essere come segue.

C 70 x 100 x 6.0 x 6.0	*	1501	1430	-1.8	0.0	34049	34049	25562	25562
C 70 x 120 x 2.5 x 2.5	*	754	387	-33.2	0.0	7238	7238	4998	15833
C 70 x 120 x 3.0 x 3.0	*	900	509	-29.6	0.0	9598	9598	7888	18858
C 70 x 120 x 4.0 x 4.0	*	1187	792	-22.5	0.0	15429	15429	15375	24769
C 70 x 120 x 5.0 x 5.0	*	1467	1118	-15.7	0.0	23007	23007	24559	30490
C 70 x 120 x 6.0 x 6.0	*	1741	1482	-9.3	0.0	32612	32612	34732	36022
C 70 x 150 x 3.0 x 3.0	*	1080	516	-43.5	0.0	10161	10161	8830	28534

6 Riferimenti

- [1] Ballio G, Mazzolani FM, Bernuzzi C, Landolfo R, 2020, Strutture di Acciaio, 2^{ed}, Hoepli
- [2] Bernuzzi C, 2018, Progetto e Verifica di Strutture in Acciaio, 2^{ed}, Hoepli
- [3] Eurocodice 3 Parte 1.3, EN 1993.1.1, CEN
- [4] NTC 2018, Rugarli P, 2019, (a cura di), Norme Tecniche per le Costruzioni integrate con la Circolare Applicativa, EPC Libri, 2019.
- [5] Rugarli P, 2008, Calcolo di Strutture in Acciaio, EPC Libri
- [6] Rugarli P, 2011, Guida al Programma CLASS4, Castalia srl
<https://www.castaliaweb.com/ita/P/CL4/HTML/index.html>
- [7] Rugarli P, 2011, CLASS4, Calcolo Caratteristiche Efficaci, Castalia srl
<https://www.castaliaweb.com/ita/P/CL4/home.asp>

S235 $f_y=235$ MPa - $\gamma_M=1.05$
C H x B x t x r

7 S235

NOME	CL4	A _g mm ²	A _{eff} mm ²	e _y mm	e _z mm	W _{y,eff,p} mm ³	W _{y,eff,m} mm ³	W _{z,eff,p} mm ³	W _{z,eff,m} mm ³
C 20 x 20 x 0.8 x 0.8	*	45	35	-2.6	0.0	189	189	110	151
C 20 x 20 x 1.0 x 1.0	*	56	49	-1.5	0.0	290	290	174	186
C 20 x 20 x 1.2 x 1.2	*	67	64	-0.4	0.0	420	420	220	220
C 20 x 20 x 1.5 x 1.5		82	82	0.0	0.0	548	548	270	270
C 20 x 20 x 2.0 x 2.0		106	106	0.0	0.0	671	671	348	348
C 20 x 22 x 0.8 x 0.8	*	49	36	-3.4	0.0	189	189	118	180
C 20 x 22 x 1.0 x 1.0	*	60	50	-2.2	0.0	285	285	190	222
C 20 x 22 x 1.2 x 1.2	*	72	65	-1.0	0.0	409	409	263	263
C 20 x 22 x 1.5 x 1.5		88	88	0.0	0.0	600	600	324	324
C 20 x 22 x 2.0 x 2.0		114	114	0.0	0.0	736	736	418	418
.....
OMISSIS									
OMISSIS									
.....									
C 400 x 160 x 4.0 x 4.0	*	2827	1382	-20.3	0.1	154247	154247	17688	56659
C 400 x 160 x 5.0 x 5.0	*	3517	2086	-16.8	0.1	213964	213964	31884	70754
C 400 x 160 x 6.0 x 6.0	*	4201	2899	-13.5	0.1	287451	287451	50292	84349
C 400 x 180 x 4.0 x 4.0	*	2987	1389	-27.1	0.1	157396	157396	18401	70427
C 400 x 180 x 5.0 x 5.0	*	3717	2099	-23.5	0.1	215578	215578	33583	88527
C 400 x 180 x 6.0 x 6.0	*	4441	2922	-20.0	0.1	285871	285871	53632	105598
C 400 x 200 x 4.0 x 4.0	*	3147	1395	-34.3	0.1	161028	161028	18997	85423
C 400 x 200 x 5.0 x 5.0	*	3917	2110	-30.6	0.1	218507	218507	35026	108063
C 400 x 200 x 6.0 x 6.0	*	4681	2940	-26.9	0.1	286779	286779	56506	128960
C 400 x 220 x 5.0 x 5.0	*	4117	2119	-37.9	0.1	222231	222231	36266	129320
C 400 x 220 x 6.0 x 6.0	*	4921	2955	-34.2	0.1	289317	289317	59005	154386
C 400 x 250 x 5.0 x 5.0	*	4417	2130	-49.4	0.1	228630	228630	37833	164350
C 400 x 250 x 6.0 x 6.0	*	5281	2973	-45.5	0.1	295021	295021	62204	196294
C 400 x 300 x 6.0 x 6.0	*	5881	2996	-65.6	0.1	307072	307072	66440	275894

..... ALTRI MATERIALI

Prima edizione

Ottobre 2024

ANTEPRIMA

ANTEPRIMA