

1) Pesì specifici dei materiali da costruzione

MATERIALI	PESO UNITÀ DI VOLUME [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>Calcestruzzi cementizi e malte</b>	
Calcestruzzo ordinario	24,0
Calcestruzzo armato (e/o precompresso)	25,0
Calcestruzzi "leggeri": da determinarsi caso per caso	14,0 ÷ 20,0
Calcestruzzi "pesanti": da determinarsi caso per caso	28,0 ÷ 50,0
Malta di calce	18,0
Malta di cemento	21,0
Calce in polvere	10,0
Cemento in polvere	14,0
Sabbia	17,0
<b>Metalli e leghe</b>	
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0
<b>Materiale lapideo</b>	
Tufo vulcanico	17,0
Calcere compatto	26,0
Calcere tenero	22,0
Gesso	13,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
<b>Legnami</b>	
Conifere e pioppo	4,0 ÷ 6,0
Latifoglie (escluso pioppo)	6,0 ÷ 8,0
<b>Sostanze varie</b>	
Acqua dolce (chiara)	9,81
Acqua di mare (chiara)	10,1
Carta	10,0
Vetro	25,0
Per materiali non compresi nella tabella si potrà far riferimento a specifiche indagini sperimentali o a normative di comprovata validità assumendo i valori nominali come valori caratteristici.	

2)

## 2) Sovraccarichi accidentali da normativa tecnica

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 —	1,20 —	1,00 —
secondo categoria di appartenenza				
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

#### 4.1.2.1.1 *Resistenze di calcolo dei materiali*

In accordo con il Cap. 11, le resistenze di calcolo  $f_d$  indicano le resistenze dei materiali, calcestruzzo ed acciaio, ottenute mediante l'espressione:

$$f_d = f_k / \gamma_M \quad (4.1.3)$$

dove:

$f_k$  sono le resistenze caratteristiche del materiale;

$\gamma_M$  sono i coefficienti parziali per le resistenze, comprensivi delle incertezze del modello e della geometria, che possono variare in funzione del materiale, della situazione di progetto e della particolare verifica in esame.

##### 4.1.2.1.1.1 *Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo*

Per il calcestruzzo la resistenza di calcolo a compressione,  $f_{cd}$ , è:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C \quad (4.1.4)$$

dove:

$\alpha_{cc}$  è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;

$\gamma_C$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;

$f_{ck}$  è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

Il coefficiente  $\gamma_C$  è pari ad 1,5.

Il coefficiente  $\alpha_{cc}$  è pari a 0,85.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di calcolo a compressione va ridotta a  $0,80f_{cd}$ .

Il coefficiente  $\gamma_C$  può essere ridotto da 1,5 a 1,4 per produzioni continuative di elementi o strutture, soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valor medio) della resistenza non superiore al 10%. Le suddette produzioni devono essere inserite in un sistema di qualità di cui al § 11.8.3.

##### 4.1.2.1.1.2 *Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo*

La resistenza di calcolo a trazione,  $f_{ctd}$ , vale:

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C \quad (4.1.5)$$

dove:

$\gamma_C$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo già definito al § 4.1.2.1.1.1;

$f_{ctk}$  è la resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo (§ 11.2.10.2).

Il coefficiente  $\gamma_C$  assume il valore 1,5.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di calcolo a trazione va ridotta a  $0,80f_{ctd}$ .

Il coefficiente  $\gamma_C$  può essere ridotto, da 1,5 a 1,4 nei casi specificati al § 4.1.2.1.1.1.

#### 4.1.2.1.1.3 Resistenza di calcolo dell'acciaio

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \quad (4.1.6)$$

dove:

$\gamma_s$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio;

$f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (v. § 11.3.2), per armature da precompressione è la tensione convenzionale caratteristica di snervamento data, a seconda del tipo di prodotto, da  $f_{pyk}$  (barre),  $f_{p(0,1)k}$  (fili),  $f_{p(1)k}$  (trefoli e trecce); si veda in proposito la Tab. 11.3.VII.

Il coefficiente  $\gamma_s$  assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore 1,15.

### 3) Classi di resistenza del calcestruzzo

CLASSE DI RESISTENZA	CATEGORIA CALCESTRUZZO	PRESCRIZIONI PARTICOLARI
C 8/10	Non strutturale	Nessuna
C 12/15		
C 16/20	Ordinario	Obbligo Certificazione FPC se prodotto all'esterno del cantiere
C 20/25		
C 25/30		
C 28/35		
C 32/40		
C 35/45		
C 40/50		
C 45/55		
C 50/60	Alte prestazioni	Obbligo sperimentazione preventiva + Certificazione FPC
C 55/67		
C 60/75		
C 70/85	Alta resistenza	Obbligo di sperimentazione e autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
C 80/95		
C 90/105		

### 4) Classi di resistenza dell'acciaio da armatura

PROPRIETA'	B450A	B450C
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 3\%$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t / f_y$	$\geq 1,05\%$	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,35$

Quindi l'acciaio B450C è più duttile ed ha un limite di incrudimento superiore.

## 5) Classi di servizio, di durata e fattori di sicurezza per il legno

**Tabella 4.4.II** -Classi di servizio

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

I valori di calcolo per le proprietà del materiale a partire dai valori caratteristici si assegnano quindi con riferimento combinato alle classi di servizio e alle classi di durata del carico.

Il valore di calcolo  $X_d$  di una proprietà del materiale (o della resistenza di un collegamento) viene calcolato mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{mod} \cdot X_k}{\gamma_M} \quad (4.4.1)$$

dove:

$X_k$  è il valore caratteristico della proprietà del materiale, come specificato al § 11.7, o della resistenza del collegamento. Il valore caratteristico  $X_k$  può anche essere determinato mediante prove sperimentali sulla base di prove svolte in condizioni definite dalle norme europee applicabili;

$\gamma_M$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, i cui valori sono riportati nella Tab. 4.4.III;

$k_{mod}$  è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità della struttura. I valori di  $k_{mod}$  sono forniti nella Tab. 4.4.IV. Se una combinazione di carico comprende azioni appartenenti a differenti classi di durata del carico si dovrà scegliere un valore di  $k_{mod}$  che corrisponde all'azione di minor durata.

**Tabella 4.4.III** -Coefficienti parziali  $\gamma_M$  per le proprietà dei materiali

Stati limite ultimi	$\gamma_M$
<b>- combinazioni fondamentali</b>	
legno massiccio	1,50
legno lamellare incollato	1,45
pannelli di particelle o di fibre	1,50
compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40
unioni	1,50
<b>- combinazioni eccezionali</b>	1,00

Materiale	Riferimento		Classe di servizio	Classe di durata del carico				
				Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio Legno lamellare incollato	EN 14081-1 EN 14080		1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
			2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
			3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Compensato	EN 636	Parti 1, 2, 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		Parti 2, 3	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		Parte 3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Pannello di scaglie orientate (OSB)	EN 300	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		OSB/3 - OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,00
			2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di particelle (truciolare)	EN 312	Parti 4, 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		Parte 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Parti 6, 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,00
		Parte 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di fibre, alta densità	EN 622-2	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Pannello di fibre, media densità (MDF)	EN 622-3	MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
			2	-	-	-	0,45	0,80
	EN 622-5	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

## 6) Classi di resistenza del legno lamellare

### Classi di resistenza per il lamellare di conifera

Valori caratteristici per le proprietà di resistenza in N/mm <sup>2</sup>		LEGNO LAMELLARE (UNI EN 1194)					
		GL 24c	GL 24h	GL 28c	GL 28h	GL 32c	GL 36c
resistenza a flessione	$f_{m,k}$	24	24	28	28	32	36
resistenza a trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	14	16,5	16,5	19,5	19,5	22,5
resistenza a trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0,35	0,4	0,4	0,45	0,45	0,5
resistenza a compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	21	24	24	26,5	26,5	29
resistenza a compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2,4	2,7	2,7	3,0	3,0	3,3
resistenza a taglio	$f_{v,k}$	2,2	2,7	2,7	3,2	3,2	3,8

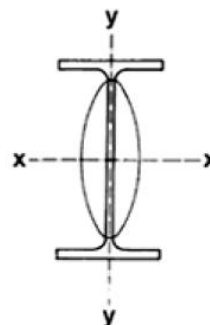
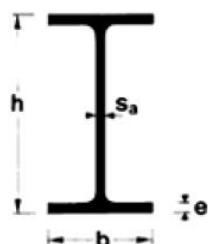
Valori caratteristici per le proprietà di massa volumica in kg/m <sup>3</sup>		LEGNO LAMELLARE (UNI EN 1194)					
		GL 24c	GL 24h	GL 28c	GL 28h	GL 32c	GL 36c
modulo di elasticità medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	11.600	11.600	12.600	12.600	13.700	14.700
modulo di elasticità parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	9.400	9.400	10.200	10.200	11.100	11.900
modulo di elasticità medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	320	390	390	420	420	460
modulo di taglio medio	$G_{mean}$	590	720	720	780	780	850
massa volumica	$\rho_k$	350	380	380	410	410	430



Con l'entrata in vigore del D.M. del 14 gennaio 2008 gli acciai da carpenteria (laminati a caldo con profili a sezione aperta) devono appartenere al grado da S 235 a S 460 secondo le UNI EN 10025 - 95 (il numero alla destra della S indica la tensione caratteristica di snervamento espressa in MPa). Nel caso di laminati a caldo con profili a sezione cava l'acciaio viene indicato come nel caso precedente con l'aggiunta finale di H: es. S235H. Qui di seguito è riportata una tabella comparativa degli acciai:

Classe	Tensione di <a href="#">snervamento</a> caratteristica	Tensione a rottura caratteristica
Fe 360/S235	235 <a href="#">MPa</a>	360 MPa
Fe 430/S275	275 MPa	430 MPa
Fe 510/S355	355 MPa	510 MPa

La resistenza di calcolo da utilizzare nei dimensionamenti delle strutture metalliche è ottenuta dividendo la resistenza caratteristica per opportuni coefficienti di sicurezza del materiale e di modello.



Designazione profilo h mm	b mm	s <sub>a</sub> mm	e mm	Sezione cm <sup>2</sup>	Peso kg/m	Valori statici relativi agli assi xx-yy					
						J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	i <sub>y</sub> cm
<b>IPE 80</b>	46	3,8*	5,2	7,64	6,0	80,1	8,49	20,0	3,69	3,24	1,05
<b>IPE 100</b>	55	4,1	5,7	10,30	8,1	171,0	15,90	34,2	5,79	4,07	1,24
<b>IPE 120</b>	64	4,4	6,3	13,20	10,4	318,0	27,70	53,0	8,65	4,90	1,45
<b>IPE 140</b>	73	4,7	6,9	16,40	12,9	541,0	44,90	77,3	12,30	5,74	1,65
<b>IPE 160</b>	82	5,0	7,4	20,10	15,8	869,0	68,30	109,0	16,70	6,58	1,84
<b>IPE 180</b>	91	5,3	8,0	23,90	18,8	1317,0	101,00	146,0	22,20	7,42	2,05
<b>IPE 200</b>	100	5,6	8,5	28,50	22,4	1943,0	142,00	194,0	28,50	8,26	2,24
<b>IPE 220</b>	110	5,9	9,2	33,40	26,2	2772,0	205,00	252,0	37,30	9,11	2,48
<b>IPE 240</b>	120	6,2	9,8	39,10	30,7	3892,0	284,00	324,0	47,30	9,97	2,69
<b>IPE 270</b>	135	6,6	10,2	45,90	36,1	5790,0	420,00	429,0	62,20	11,20	3,02
<b>IPE 300</b>	150	7,1	10,7	53,80	42,2	8356,0	604,00	557,0	80,50	12,50	3,35
<b>IPE 330</b>	160	7,5	11,5	62,60	49,1	11770,0	788,00	713,0	98,50	13,70	3,55
<b>IPE 360</b>	170	8,0	12,7	72,70	57,1	16270,0	1043,00	904,0	123,00	15,00	3,79
<b>IPE 400</b>	180	8,6	13,5	84,50	66,3	23130,0	1318,00	1160,0	146,00	16,50	3,95
<b>IPE 450</b>	190	9,4	14,6	98,80	77,6	33740,0	1676,00	1500,0	176,00	18,50	4,12
<b>IPE 500</b>	200	10,2	16,0	116,00	90,7	48200,0	2142,00	1930,0	214,00	20,40	4,31
<b>IPE 550</b>	210	11,1	17,2	134,00	106,0	67120,0	2668,00	2440,0	254,00	22,30	4,45
<b>IPE 600</b>	220	12,0	19,0	156,00	122,0	92080,0	3387,00	3070,0	308,00	24,30	4,66