

## I carichi

- Carichi permanenti

Peso proprio

$G_1$

Altri carichi permanenti

~~$G_2$~~

- comp. definiti

$G_1$

- non comp. definiti

$G_2$

- Carichi variabili

$Q_i$

- Carichi eccezionali

- Sisma

**Tab. 3.1.I - Pesì dell'unità di volume dei principali materiali**

MATERIALI	PESO UNITÀ DI VOLUME [kN/m³]
<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
Calcare compatto	26,0
Calcare 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

Carichi permanenti

$$\left| \Rightarrow \begin{matrix} G_{k1} \\ G_{k2} \end{matrix} \right.$$

$$G_{d1} = \gamma_{G1} G_{k1}$$

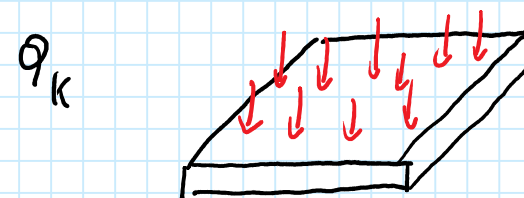
$$G_{d2} = \gamma_{G2} G_{k2}$$

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

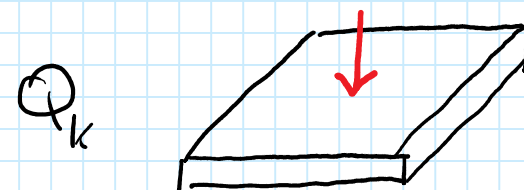
Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad attri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

Carichi variabili

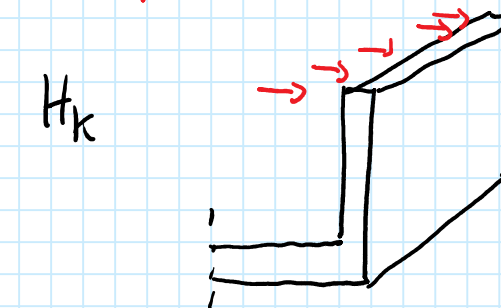
Carico distribuito



Carico concentrato

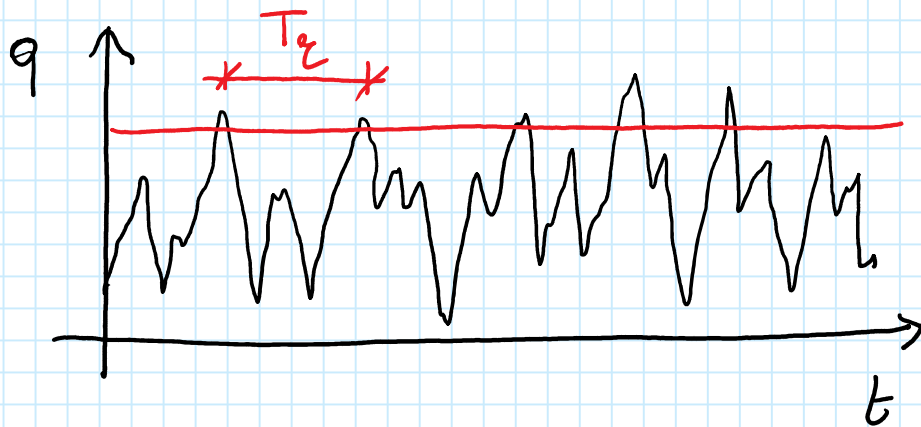


Spinte orizzontali



Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

# Valore caratteristico del carico variabile



$T_z$  = tempo di ritorno

$T_z = 50 \text{ anni} \rightarrow q_k$  oppure

Probabilità di superamento del 2% in un anno

Sono definizioni equivalenti

$$T_z = \frac{1}{P} = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ anni}$$

## Valori dei carichi variabili

$q_k$  valore caratteristico

In aggiunta al valore caratteristico si utilizzano anche altri valori, i "valori di combinazione"

$\psi_0 q_k$  valore azzer

$\psi_1 q_k$  = frequente

$\psi_2 q_k$  = quasi permanente

$\psi_0$ ,  $\psi_1$  e  $\psi_2$  sono sempre minori di 1 e si chiamano coefficienti di combinazione.

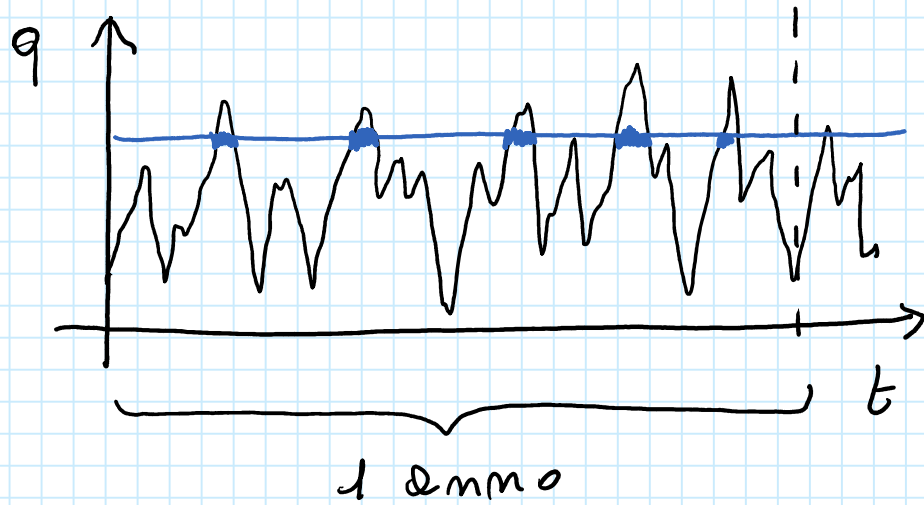


**Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

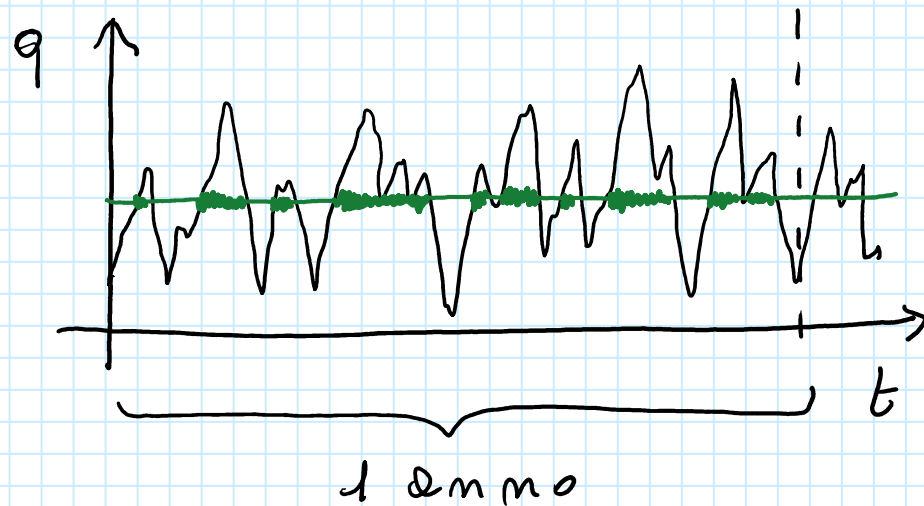
Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

*Tabelle tratte  
dalla NTC18*

Definizione dei carichi  $\psi_0 q_k$ ,  $\psi_1 q_k$  e  $\psi_2 q_k$



$\psi_1 q_k$  viene superato per un tempo pari al 5% del periodo di riferimento (1 anno)



$\psi_2 q_k$  viene superato per un tempo pari al 50% del periodo di riferimento (1 anno)

$\psi_0 q_k$  è un valore intermedio tra  $q_k$  e  $\psi_1 q_k$



# Valori di progetto dei carichi

$$P_d = \gamma_F P_k$$

$$G_1 \quad G_{d1} = \gamma_{G1} G_{k1}$$

$$\gamma_{G1} = 1 \div 1,3$$

$$G_2 \quad G_{d2} = \gamma_{G2} G_{k2}$$

$$\gamma_{G2} = 0,8 \div 1,5$$

$$Q_i \quad Q_{di} = \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

$$\gamma_{Qi} = 0 \div 1,5$$

## Combinazioni di carte

SLU

$$F_d = \gamma_{G_1} G_{K1} + \gamma_{G_2} G_{K2} + \gamma_{Q_1} Q_{K1} + \sum \psi_{0i} \gamma_{Q_i} Q_{Ki}$$

$$| G_{d1} + G_{d2} + Q_{d1} + \sum \psi_{0i} Q_{di}$$

SLE

$$F_d = G_{K1} + G_{K2} + Q_{K1} + \sum \psi_{0i} Q_{Ki}$$

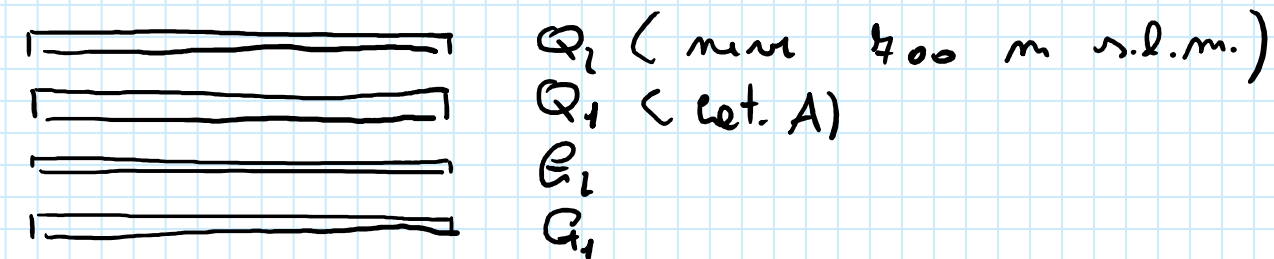
comb.  
rare

$$F_d = G_{K1} + G_{K2} + \psi_{11} Q_{K1} + \sum \psi_{2i} Q_{Ki}$$

frequente

$$F_d = G_{K1} + G_{K2} + \sum \psi_{2i} Q_{Ki}$$

quest' perm.



$$Q_{k2} = 15 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k1} = 30 \text{ kN/m}$$

$$G_{k2} = 5 \text{ kN/m}$$

$$G_{k1} = 10 \text{ kN/m}$$

Verifica a flessione alla SLU

$$G_{d1} = \gamma_{G1} G_{k1} = 1,3 \times 10 = 13,0 \text{ kN/m}$$

$$G_{d2} = \gamma_{G2} G_{k2} = 1,5 \times 5 = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$Q_{d1} = \gamma_{Q1} Q_{k1} = 1,5 \times 30 = 45,0 \text{ kN/m}$$

$$Q_{d2} = \gamma_{Q2} Q_{k2} = 1,5 \times 15 = 22,5 \text{ kN/m}$$

**Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Corre principal  $Q_1$

$$Q_{d1} + \psi_{o2} Q_{d2} = 45,0 + 0,5 \times 22,5 = \underline{\underline{56,3}} \text{ kN/m}$$

Corre principal  $Q_2$

$$\psi_{o1} Q_{d1} + Q_{d2} = 0,7 \times 45,0 + 22,5 = 54,0 \text{ kN/m}$$

$$G_{d1} + G_{d2} + \overbrace{Q_{d1} + \psi_{o2} Q_{d2}} = 13,0 + 7,5 + 56,3 \text{ kN/m}$$
$$= 76,8 \text{ kN/m}$$

# Verifica degli spostamenti (SLE)

Comb. 2e

$$G_{K1} = 10,0 \text{ KN/m} \quad G_{K2} = 5,0 \text{ KN/m}$$

$$Q_{K1} + \psi_{02} Q_{K2} = 30 + 0,5 \times 15 = \underline{\underline{37,5}} \text{ KN/m}$$

$$\psi_{01} Q_{K1} + Q_{K2} = 0,7 \times 30 + 15 = 36,0 \text{ KN/m}$$

$$G_{K1} + G_{K2} + Q_{K1} + \psi_{02} Q_{K2} = 10,0 + 5,0 + 37,5 = 52,5 \text{ KN/m}$$



Comb. frequente

$$G_{K1} = 10,0 \text{ kN/m} \quad G_{K2} = 5,0 \text{ kN/m}$$

$$\psi_{11} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} = 0,5 \times 30,0 + 0,0 \times 15,0 = \underline{15,0 \text{ kN/m}}$$

$$\psi_{21} Q_{K1} + \psi_{12} Q_{K2} = 0,3 \times 30,0 + 0,2 \times 15,0 = 12,0 \text{ kN/m}$$

$$G_{K1} + G_{K2} + \psi_{11} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} = 10,0 + 5,0 + 15,0 = 30 \text{ kN/m}$$

Comb. quasi perm.

$$G_{K1} + G_{K2} + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} = 10,0 + 5,0 + 0,3 \times 30,0 + 0,0 \times 15,0 =$$
$$= 24,0 \text{ kN/m}$$

**Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0