



Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

Ing. Roberto Lapiello:
www.robortolapiello.it
info@robortolapiello.it

Le Azioni della neve sulle costruzioni

Il carico da neve è un carico di natura gravitazionale, agisce in direzione verticale e si esercita sulle coperture degli edifici e in generali su quelle superfici che presentano una significativa proiezione sul piano orizzontale. Le norme tecniche delle costruzioni (DM 2008 – rev 2016) valutano il carico da neve mediante la seguente espressione:

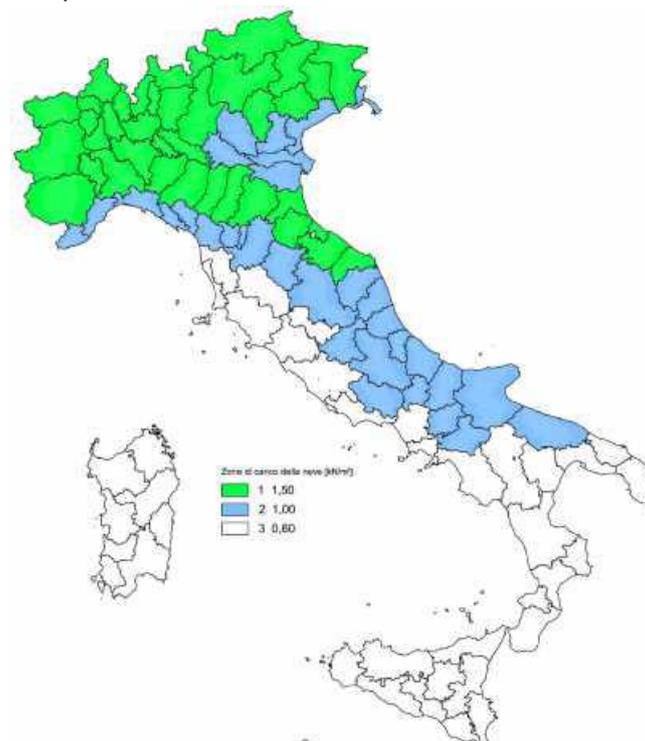
$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

Dove:

- q_{sk} È valore di riferimento del carico da neve al suolo;
- μ_i È il coefficiente di forma della copertura;
- C_E È il coefficiente di esposizione;
- C_t È il coefficiente termico.

Il valore di riferimento al suolo

Il valore di riferimento al suolo dipende dalle condizioni locali di clima ed esposizione. Per l'individuazione del valore di riferimento al suolo, le norme tecniche suddividono il territorio nazionale in tre zone, di cui la prima a sua volta suddivisa in due "sottozone climatiche". Per ognuna di queste zone, in funzione della quota sul livello del mare, sono fornite le relazioni che consentono di determinare il valore del carico di riferimento al suolo con periodo di ritorno pari a 50 anni.



- **Zona I – Alpina** – (Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza):

$$q_{sk} = 1,50 \frac{KN}{m^2} \quad \text{per} \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,39 \left[1 + \left(\frac{a_s}{728} \right)^2 \right] \frac{KN}{m^2} \quad \text{per} \quad 200 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

- **Zona I – Mediterranea** – (Alessandria, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese):

$$q_{sk} = 1,50 \frac{KN}{m^2} \quad \text{per} \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,35 \left[1 + \left(\frac{a_s}{602} \right)^2 \right] \frac{KN}{m^2} \quad \text{per} \quad 200 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

- **Zona II** (Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo,): Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona):

$$q_{sk} = 1,00 \frac{KN}{m^2} \quad \text{per} \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,85 \left[1 + \left(\frac{a_s}{481} \right)^2 \right] \frac{KN}{m^2} \quad \text{per} \quad 200 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

- **Zona III** (Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotona, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo):

$$q_{sk} = 0,60 \frac{KN}{m^2} \quad \text{per} \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,51 \left[1 + \left(\frac{a_s}{481} \right)^2 \right] \frac{KN}{m^2} \quad \text{per} \quad 200 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

Per altitudine dei luoghi superiore ai 1500 m ci si deve riferire alle condizioni locali del clima e di esposizione, utilizzando comunque valori del carico non inferiori a quelli previsti dalle formule per quote di 1500 m.

Coefficiente di forma

Il Coefficiente di forma μ_1 relativo a coperture ad una o, due falde che non determinino condizioni di accumulo, assume i seguenti valori in funzione dell'angolo di inclinazione della falda:

$$\text{per } 0 \leq \alpha \leq 30^\circ \quad \mu_1 = 0,8$$

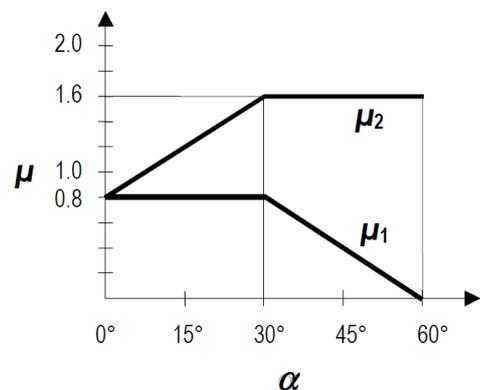
$$\text{per } 30 < \alpha < 60^\circ \quad \mu_1 = 0,8 \cdot \frac{60 - \alpha}{30}$$

$$\text{per } \alpha \geq 60^\circ \quad \mu_1 = 0$$

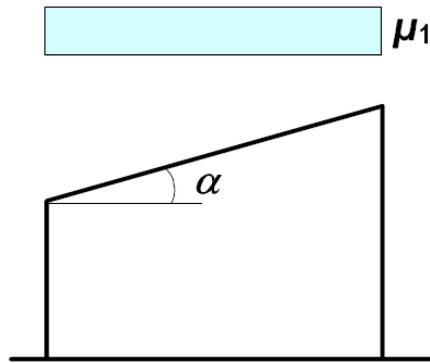
Per coperture a più falde che possono determinare condizioni di accumulo di neve va utilizzato anche un secondo coefficiente di forma μ_2 che è fornito dalle seguenti relazioni:

$$\text{per } 0 \leq \alpha \leq 30^\circ \quad \mu_2 = 0,8 + 0,8 \cdot \frac{\alpha}{30}$$

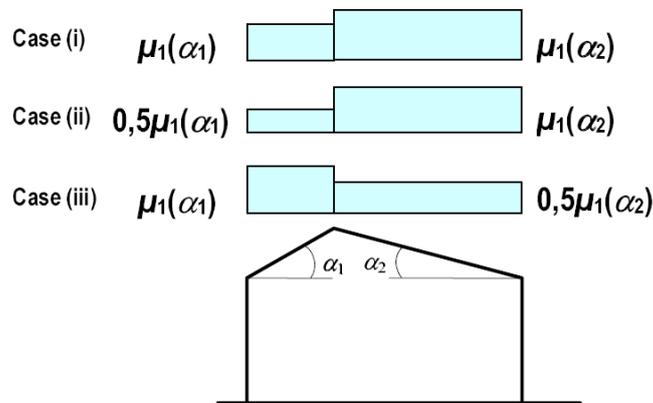
$$\text{per } 30 < \alpha < 60^\circ \quad \mu_2 = 1,6$$



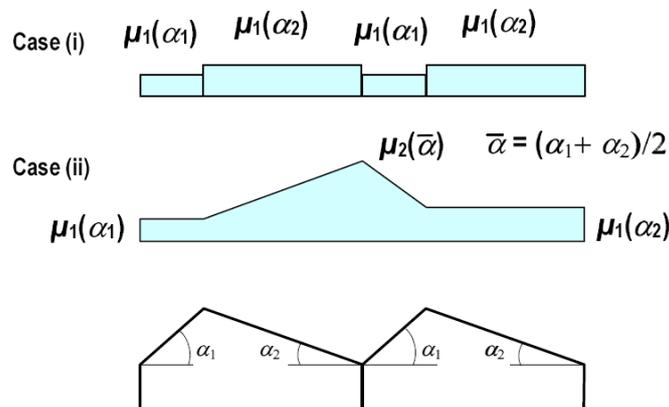
Nelle coperture ad una falda si deve considerare la seguente condizione di carico:



Nelle coperture a due falde che non determinano accumuli di neve devono essere considerati i seguenti tre casi di carico:



Per le coperture a più falde si deve tener conto della possibilità di accumulo della neve e sono da considerare i seguenti due casi di carico:



Altre configurazioni di forma e condizioni che determinino accumuli, sono analizzati nella circolare applicativa delle norme tecniche e nell'eurocodice 1 parte 1-3, a cui si rimanda per gli approfondimenti sull'argomento.

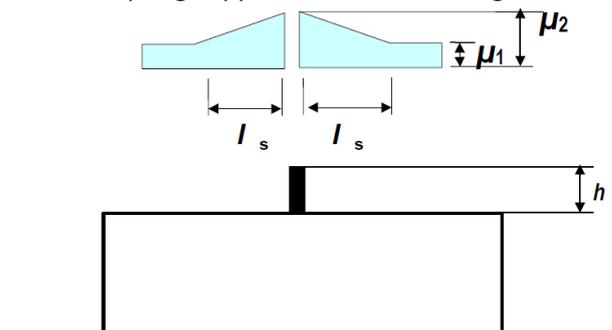
Per le coperture che presentano ostacoli o sporgenze, la circolare applicativa delle norme tecniche consigliano il seguente approccio per la determinazione del carico da neve in presenza di vento:

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = \frac{\gamma \cdot h}{q_{sk}} \quad \text{con} \quad 0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$$

Dove:

γ è il peso specifico della neve che, in questo caso, si assume pari a 2KN/m³.



$$l_s = 2h \text{ con la limitazione } 5 \leq l_s \leq 15 \text{ m.}$$

Altro caso abbastanza frequente è quello di coperture in adiacenza a costruzioni più alte. In presenza di vento si generano degli accumuli crescenti in prossimità della parete della costruzione più alta.

In presenza di vento il carico da neve assume la configurazione del caso di carico (ii) in cui i coefficienti di forma assumono i seguenti valori:

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

Dove:

μ_s è il coefficiente di forma dovuto allo scivolamento della neve dalla copertura a quota superiore e vale:

$$\text{per } \alpha \leq 15^\circ \quad \mu_s = 0$$

per $\alpha > 15^\circ$ μ_s è calcolato in ragione del 50% del carico totale massimo insistente sulla falda della copertura superiore, valutato con riferimento al valore del coefficiente di forma appropriato per detta falda.

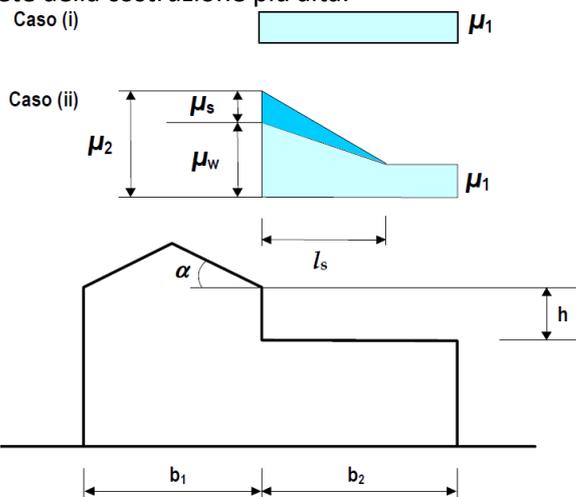
μ_w è il coefficiente di forma per il carico da neve dovuto alla redistribuzione operata dal vento.

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} \leq \frac{\gamma h}{q_{sk}}$$

μ_w deve comunque rispettare le seguenti limitazioni: $0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$

$$l_s = 2h \text{ con la limitazione } 5 \leq l_s \leq 15 \text{ m.}$$

Nel caso in cui $b_2 < l_s$ il valore del coefficiente di forma al livello della fine della copertura posta a quota inferiore dovrà essere valutato per interpolazione lineare tra i valori di μ_1 e μ_2 .



Il coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione C_E tiene conto delle caratteristiche specifiche dell'area su cui insiste la costruzione. Valori consigliati da assegnare al coefficiente sono forniti dalle seguenti descrizioni che fanno riferimento a diverse topografie:

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Il Coefficiente termico

Il coefficiente termico tiene conto della riduzione del carico da neve per lo scioglimento della stessa, causata dalle perdite di calore della costruzione. Tale coefficiente dipende quindi dalle proprietà di isolamento termico della copertura del fabbricato. In assenza di uno specifico e documentato studio deve essere posto $C_t=1$.

Un primo semplice esempio

Si determini il carico da neve che agisce sulla copertura a due falde di una costruzione realizzata nel comune di Roccamonfina (CE) a quota 630 m sul livello del mare. Le due falde della copertura presentano un angolo di inclinazione sull'orizzontale di 22° .

Il comune di Roccamonfina ricade nella zona III della mappa Italiana. Poiché la quota di altitudine del luogo è maggiore di 200 m, il valore di riferimento del carico al suolo è fornito dalla seguente relazione:

$$q_{sk} = 0,51 \times \left[1 + \left(\frac{a_s}{481} \right)^2 \right] = 0,51 \times \left[1 + \left(\frac{630}{481} \right)^2 \right] = 1,385 \frac{KN}{m^2}$$

Il coefficiente di forma $\mu_1 = 0,8$, essendo l'inclinazione della falda inferiore a 30° .

Considerando che la costruzione ricade in una conformazione topografica "normale", si assume per il coefficiente di esposizione il valore unitario $C_E=1$, così come unitario si assume il coefficiente termico $C_t=1$.

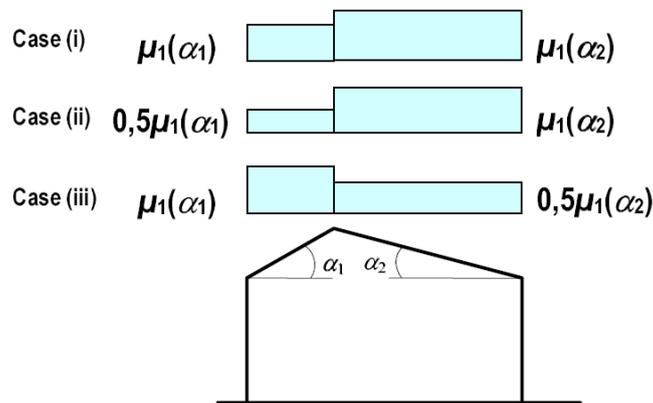
Il carico caratteristico provocato dalla neve sulle coperture è dato da:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_1 \cdot C_E \cdot C_t = 1,385 \times 0,8 \times 1 \times 1 = 1,108 \text{ KN/m}^2$$

Si ricorda che il carico distribuito da neve ora calcolato agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della copertura.

Nel caso di carico (i) dovrà essere considerato il valore di riferimento appena calcolato su entrambe le falde. Per i casi di carico (ii) e (iii), che si verificano in presenza della redistribuzione dovuta al vento, alternativamente, su una delle due falde, dovrà applicarsi un carico ridotto al 50%

$$0,5 \times q_s = 0,5 \times 1,108 = 0,554 \text{ KN/m}^2$$



Un secondo Esempio

Si vuole determinare il carico da neve agente su una copertura piana aderente ad una costruzione più alta. Assumiamo che la costruzione oggetto di calcolo sia situata in provincia di Bergamo ad una altitudine di 280 m s.l.m. Assumiamo nei calcoli i seguenti dati geometrici:

$$b_1 = 12 \text{ m}; \quad b_2 = 9 \text{ m}; \quad h = 3 \text{ m}; \quad \alpha = 25^\circ$$

La provincia di Bergamo ricade nella Zona I – Alpina.

$$q_{sk} = 1,39 \times \left[1 + \left(\frac{a_s}{728} \right)^2 \right] =$$

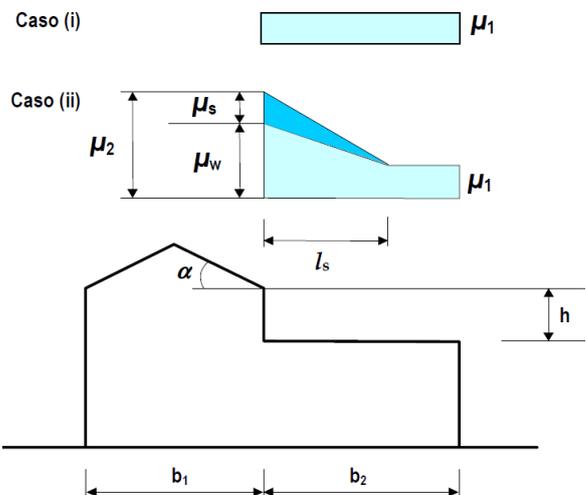
$$q_{sk} = 1,39 \times \left[1 + \left(\frac{280}{728} \right)^2 \right] = 1,596 \frac{KN}{m^2}$$

Considerando una condizione topografica normale si assume $C_E=1$.

Anche il coefficiente termico C_t è assunto pari a 1.

Sulla copertura piana, essendo $\alpha=0$, il coefficiente di forma assume il valore $\mu_1 = 0,8$.

Il tetto della costruzione più alta presenta un angolo di inclinazione $\alpha=25^\circ$ cui corrisponde un coefficiente di forma $\mu_1 = 0,8$.



Il coefficiente di forma μ_s dovuto allo scivolamento della neve da copertura a quota superiore si assume, in questo caso, pari al 50% del coefficiente μ_1 della copertura a quota superiore:

$$\mu_s = \frac{\mu_1}{2} = \frac{0,8}{2} = 0,4$$

Il coefficiente di forma μ_w dovuto al carico da neve ridistribuito dal vento è:

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} = \frac{12 + 9}{2 \times 3} = 3,5 \leq \frac{\gamma h}{q_{sk}} = \frac{2 \times 3}{1,596} = 3,75$$

Il coefficiente μ_w calcolato rientra nei limiti definiti nella circolare applicativa del D 2008:

$$0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$$

Il coefficiente di forma μ_2 sulla copertura a quota più bassa è:

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,4 + 3,5 = 3,9$$

La lunghezza della zona di accumulo è pari a:

$$l_s = 2h = 2 \times 3 = 6 \text{ m}$$

Il carico da neve sulla copertura piana, nella zona di accumulo in aderenza alla parete della costruzione più alta è:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_2 \cdot C_E \cdot C_t = 1,596 \times 3,9 \times 1 \times 1 = 6,224 \text{ KN/m}^2$$

Il valore del carico da neve decresce linearmente allontanandosi dalla parete della costruzione più alta fino alla distanza $l_s=6$ m, oltre la quale il carico rimane costante sulla restante lunghezza della copertura piana assumendo il valore calcolato con il coefficiente di forma μ_1 .

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_1 \cdot C_E \cdot C_t = 1,596 \times 0,8 \times 1 \times 1 = 1,277 \text{ KN/m}^2$$



Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

Ing. Roberto Lapiello:
www.robortolapiello.it
info@robortolapiello.it