

CORSO DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI

AZIONI SULLE COSTRUZIONI

Prof. Carlo Pellegrino

Ing. Paolo Zampieri (paolo.zampieri@unipd.it)

**Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale ICEA,
Università degli Studi di Padova**



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**



**AGGIORNAMENTO DELLE «NORME
TECNICHE PER LE COSTRUZIONI»**

DM 17/01/18

2.5.1. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI (DM 17/01/2018)

Classificazione delle azioni in base al modo di esplicarsi

a) dirette: forze concentrate, carichi distribuiti, fissi o mobili;

b) indirette: spostamenti impressi, variazioni di temperatura e di umidità, ritiro, precompressione, cedimenti di vincolo, ecc.

c) degrado:

- endogeno: alterazione naturale del materiale di cui è composta l'opera strutturale;*
- esogeno: alterazione delle caratteristiche dei materiali costituenti l'opera strutturale, a seguito di agenti esterni.*

2.5.1.2. *Classificazione delle azioni secondo la risposta strutturale*

a) statiche: azioni applicate alla struttura che non provocano accelerazioni significative della stessa o di alcune sue parti;

b) pseudo statiche: azioni dinamiche rappresentabili mediante un'azione statica equivalente;

c) dinamiche: azioni che causano significative accelerazioni della struttura o dei suoi componenti.

2.5.1. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI (DM 17/01/2018)

2.5.1.3. *Classificazione delle azioni secondo la variazione della loro intensità nel tempo*

- a) *permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità:*
- *peso proprio di tutti gli elementi strutturali (G1); peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione della acqua (quando si configurino costanti nel tempo);*
 - *peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G2);*
 - *spostamenti e deformazioni impressi, incluso il ritiro;*
 - *presollecitazione (P);*

2.5.1. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI (DM 17/01/2018)

2.5.1.3. *Classificazione delle azioni secondo la variazione della loro intensità nel tempo*

b) variabili (Q): azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel corso della vita nominale della struttura:

- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;*
- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;*

c) eccezionali (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura;

- incendi;*
- esplosioni;*
- urti ed impatti;*

d) sismiche (E): azioni derivanti dai terremoti.

2.5.2. CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI ELEMENTARI (DM 17/01/2018)

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini Q_{kj} rappresentano le *azioni variabili della combinazione*, con Q_{k1} *azione variabile dominante* e Q_{k2}, Q_{k3}, \dots *azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante*.

Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i *coefficienti di combinazione* Ψ_{0j} , Ψ_{1j} e Ψ_{2j} .

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{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 Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 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

Con riferimento alla durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione variabile, si definiscono:

- valore quasi permanente $\psi_{2j} \times Q_{kj}$: la media della distribuzione temporale dell'intensità;

- valore frequente $\psi_{1j} \times Q_{kj}$: il valore corrispondente al frattile 95 % della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento;

- valore raro (o di combinazione) $\psi_{0j} \times Q_{kj}$: il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili.

Il valore quasi permanente è utilizzato per le verifiche agli stati limite ultimi che coinvolgono azioni accidentali e agli stati limite di esercizio reversibili. I valori quasi permanenti sono utilizzati anche per il calcolo degli effetti a lungo termine.

Il valore frequente è utilizzato per le verifiche agli stati limite ultimi che coinvolgono azioni accidentali e agli stati limite di esercizio reversibili.

Il valore di combinazione, rappresentato da un prodotto, è utilizzato per le verifiche agli stati limite ultimi e agli stati limite di esercizio irreversibili.

2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI (DM 17/01/2018)

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_P \times P + \gamma_{Q1} \times Q_{k1} + \gamma_{Q2} \times \psi_{02} \times Q_{k2} + \gamma_{Q3} \times \psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

Coefficiente γ_F	A1
γ_{G1}	1,0
	1,3
γ_{G2}	0,8
	1,5
γ_{Q1}	0,0
	1,5

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{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 Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 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

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni.

STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU*
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR*
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO*

2.6.1. STATI LIMITE ULTIMI

La Tabella fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche di resistenza agli stati limite ultimi

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI (DM 17/01/2018)

- *Combinazione caratteristica (rara)*, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \times Q_{k2} + \psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione frequente*, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \psi_{23} \times Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione quasi permanente* (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \psi_{23} \times Q_{k3} + \dots$$

2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI (DM 17/01/2018)

- *Combinazione sismica*, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E :

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \dots$$

- *Combinazione eccezionale*, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d :

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \dots$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

3. AZIONI SULLE COSTRUZIONI (DM 17/01/2018)

Vengono definiti i carichi, nominali e/ o caratteristici, relativi a costruzioni per uso civile o industriale. La descrizione e la definizione dei carichi devono essere espressamente indicate negli elaborati progettuali.

- PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI
- CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI
- SOVRACCARICHI VARIABILI
- AZIONE SISMICA
- VENTO
- NEVE
- AZIONI DELLA TEMPERATURA
- AZIONI ECCEZIONALI

3.1.3.1. PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI

MATERIALI	PESO UNITÀ DI VOLUME [kN/m ³]
Calcestruzzi cementizi e malte	
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
Metalli e leghe	
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0
Materiale lapideo	
Tufo vulcanico	17,0
Calcere compatto	26,0
Calcere tenero	22,0
Gesso	13,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
Legnami	
Conifere e pioppo	4,0 ÷ 6,0
Latifoglie (escluso pioppo)	6,0 ÷ 8,0
Sostanze varie	
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.	

3.1.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, quali quelli relativi a tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti del piano di calpestio, intonaci, controsoffitti, impianti ed altro.

Essi devono essere valutati sulla base delle dimensioni effettive delle opere e dei pesi dell'unità di volume dei materiali costituenti.

*In linea di massima, in presenza di orizzontamenti anche con orditura unidirezionale ma con capacità di ripartizione trasversale, i carichi permanenti portati ed i carichi variabili potranno assumersi, per la verifica d'insieme, come **uniformemente ripartiti**. In caso contrario, occorre valutarne le effettive distribuzioni.*

I tramezzi e gli impianti leggeri di edifici per abitazioni e uffici possono assumersi, in genere, come carichi equivalenti distribuiti, purché i solai abbiano adeguata capacità di ripartizione trasversale.

3.1.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Per gli orizzontamenti degli edifici per abitazioni e uffici, il peso proprio di elementi divisori interni potrà essere ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito g_{2k} , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito g_{2k} ora definito dipende dal peso proprio per unità di lunghezza G_{2k} delle partizioni nel modo seguente:

- per elementi divisori con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisori con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$.

Elementi divisori interni con peso proprio maggiore devono essere considerati in fase di progettazione, tenendo conto del loro effettivo posizionamento sul solaio.

3.1.4 CARICHI VARIABILI

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- *carichi verticali uniformemente distribuiti* q_k [kN/m²],
- *carichi verticali concentrati* Q_k [kN].
- *carichi orizzontali lineari* H_k [kN/m]

3.1.4 CARICHI VARIABILI

*I carichi verticali concentrati Q_k formano oggetto di verifiche locali distinte e non vanno sovrapposti ai corrispondenti carichi verticali ripartiti; essi devono essere **applicati su impronte di carico appropriate** all'utilizzo ed alla forma dell'orizzontamento; in assenza di precise indicazioni può essere considerata una forma dell'impronta di carico quadrata pari a $50 \times 50 \text{ mm}$, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si applicano su due impronte di $200 \times 200 \text{ mm}$, distanti assialmente di $1,80 \text{ m}$.*

*I carichi variabili orizzontali (lineari) devono essere utilizzati per verifiche locali e non si sommano ai carichi utilizzati nelle verifiche dell'edificio nel suo insieme. I carichi orizzontali lineari H_k devono essere **applicati a pareti - alla quota di $1,20 \text{ m}$ dal rispettivo piano di calpestio - ed a parapetti o mancorrenti - alla quota del bordo superiore**. In proposito deve essere precisato che tali verifiche locali riguardano, in relazione alle condizioni d'uso, gli elementi verticali bidimensionali quali tramezzi, pareti, tamponamenti esterni, comunque realizzati, con esclusione di divisori mobili (che comunque devono garantire sufficiente stabilità in esercizio).*

3.1.4 CARICHI VARIABILI

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. 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	Uffici. 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	Ambienti suscettibili di affollamento 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	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00

3.1.4 CARICHI VARIABILI

E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.			
	Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	$\geq 6,00$	6,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	—	—	—
F-G	Rimesse e parcheggi.			
	Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	—	—	—
H	Coperture e sottotetti			
	Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 Coperture praticabili	secondo categoria di appartenenza		
	Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	—	—	—
* 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				

VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

La velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$$\begin{aligned} v_b &= v_{b,0} && \text{per } a_s \leq a_0 \\ v_b &= v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) && \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m} \end{aligned}$$

dove:

$v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri forniti nella tabella che segue e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame, in funzione delle zone definite in seguito; a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

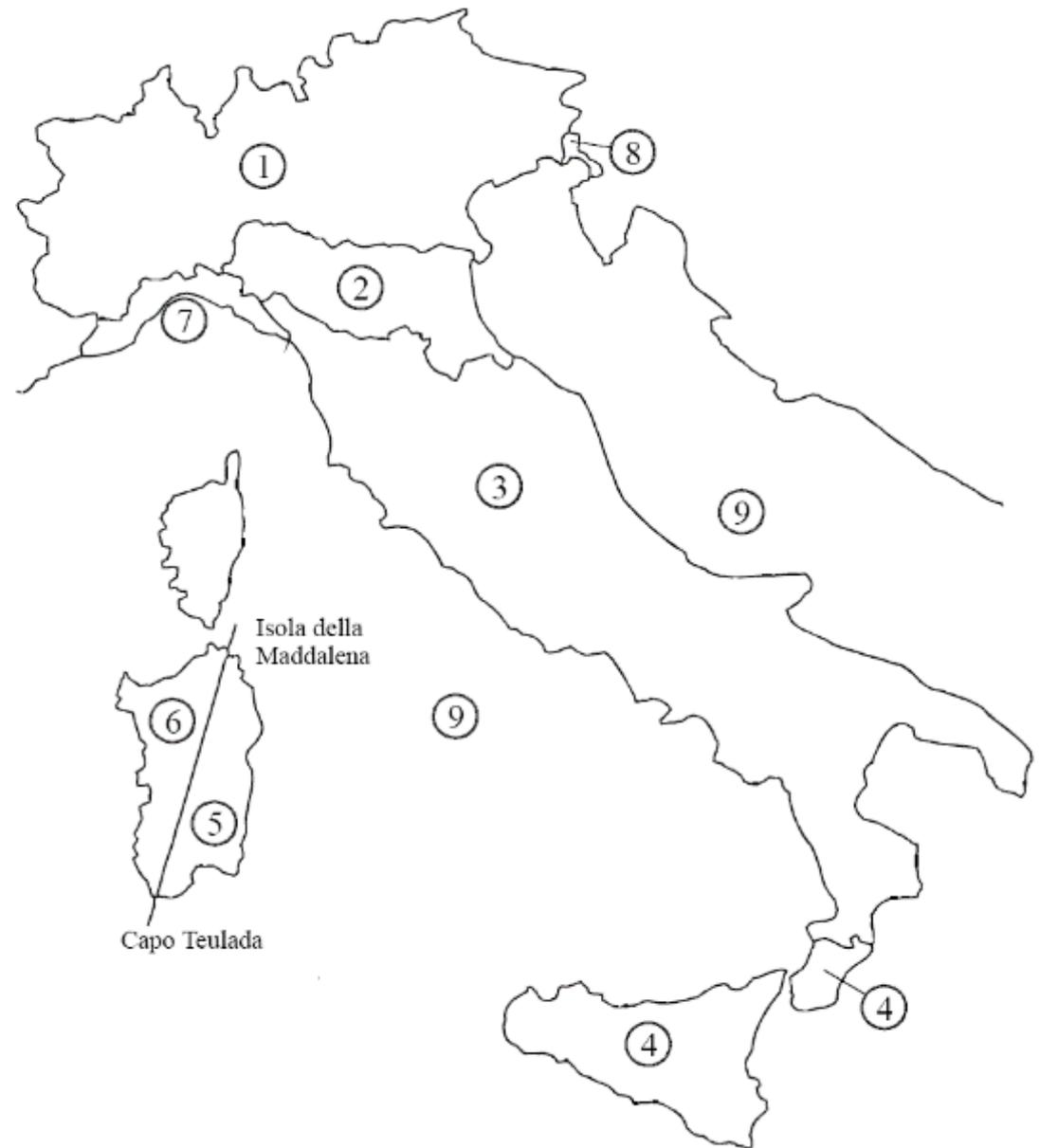
3.3 AZIONI DEL VENTO (DM 17/01/2018)

VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

3.3 AZIONI DEL VENTO (DM 17/01/2018)

*Mappa delle zone in cui è
suddiviso il territorio
italiano*



PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

dove

*q_b è la **pressione cinetica di riferimento**;*

*c_e è il **coefficiente di esposizione**;*

*c_p è il **coefficiente di forma** (o **coefficiente aerodinamico**), *funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;**

*c_d è il **coefficiente dinamico** con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.*

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento q_b (in N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_b = \rho v_b^2 / 2$$

dove

v_b è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1,25 \text{ kg}/\text{m}^3$.

COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

3.3 AZIONI DEL VENTO (DM 17/01/2018)

COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

*Definizione delle
categorie di
esposizione*

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

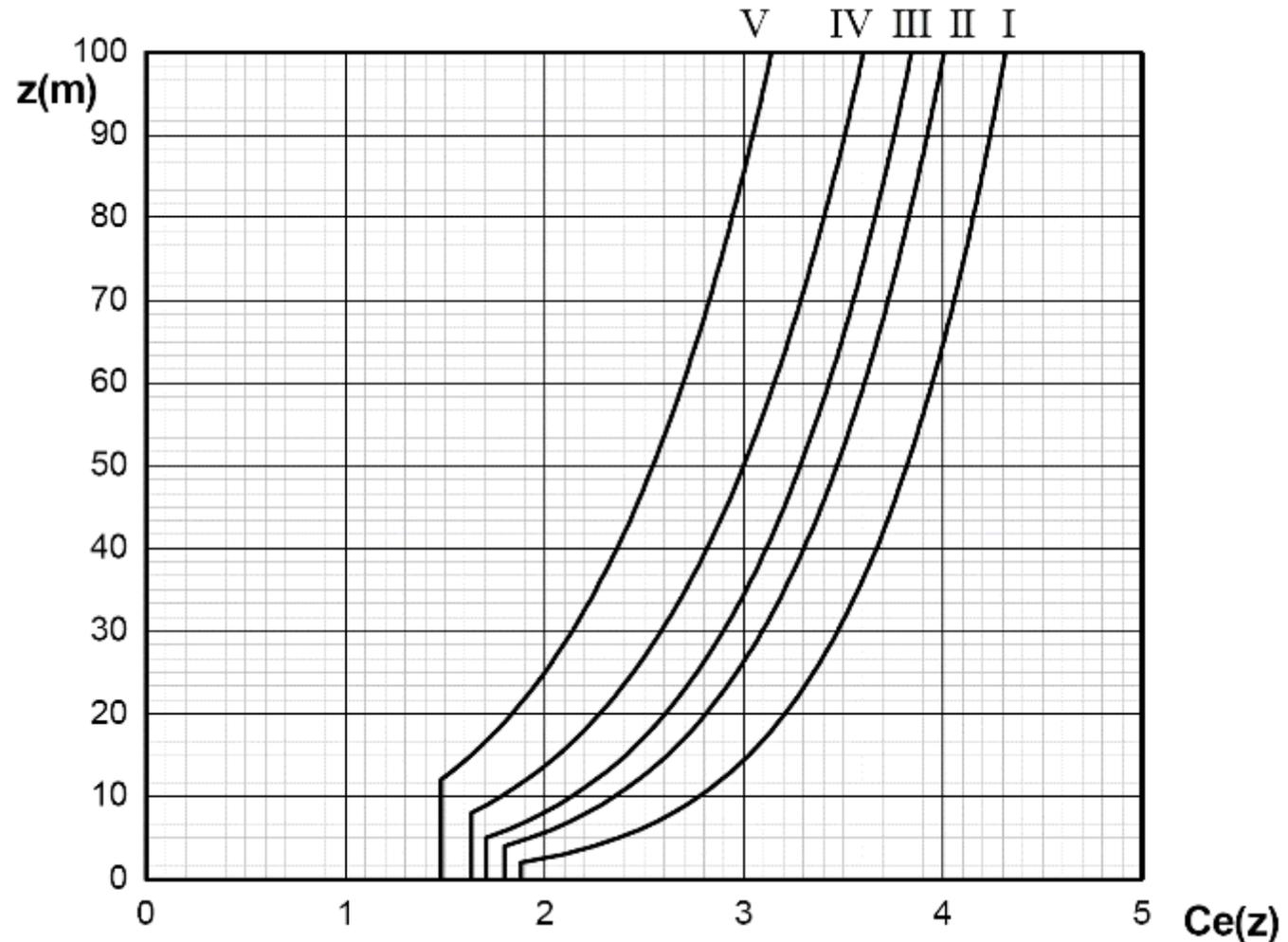
ZONA 9		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

*Variazione del
coefficiente di
esposizione con
la quota*



3.3 AZIONI DELLA NEVE (DM 17/01/2018)

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

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

q_s è il carico neve sulla copertura;

*μ_i è il **coefficiente di forma della copertura**;*

*q_{sk} è il **valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo** [kN/m^2], **per un periodo di ritorno di 50 anni**;*

*C_E è il **coefficiente di esposizione**;*

*C_t è il **coefficiente termico**.*

*Si ipotizza che il carico agisca **in direzione verticale** e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.*

Zone di carico da neve

Zona I Alpina

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{sk} = 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s \leq 200 \text{ m}$$
$$a_s > 200 \text{ m}$$

Zona I Mediterranea

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{sk} = 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s \leq 200 \text{ m}$$
$$a_s > 200 \text{ m}$$

Zona II

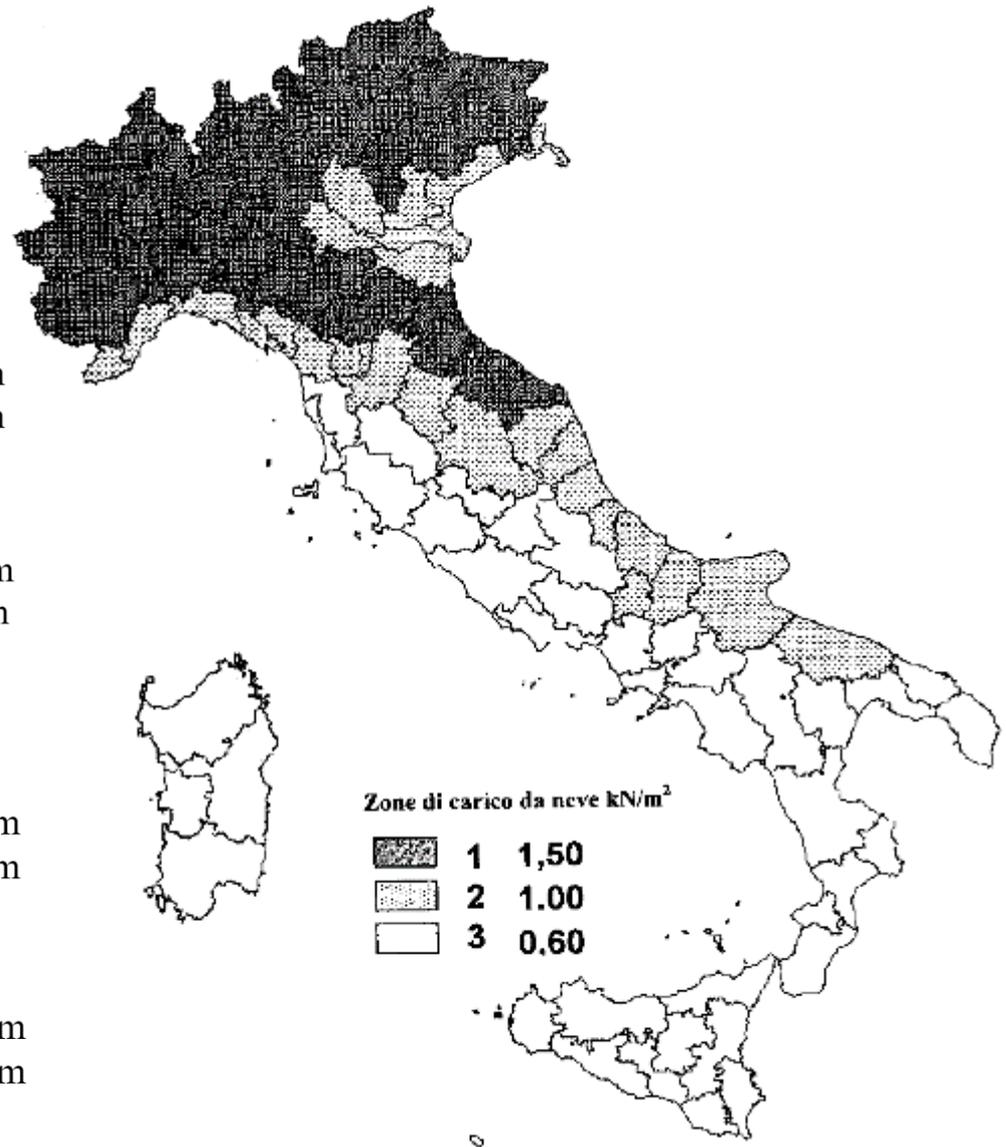
$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s \leq 200 \text{ m}$$
$$a_s > 200 \text{ m}$$

Zona III

$$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$$

$$a_s \leq 200 \text{ m}$$
$$a_s > 200 \text{ m}$$



Coefficiente di esposizione C_E

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

Coefficiente termico C_t

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato

$$C_t = 1.$$

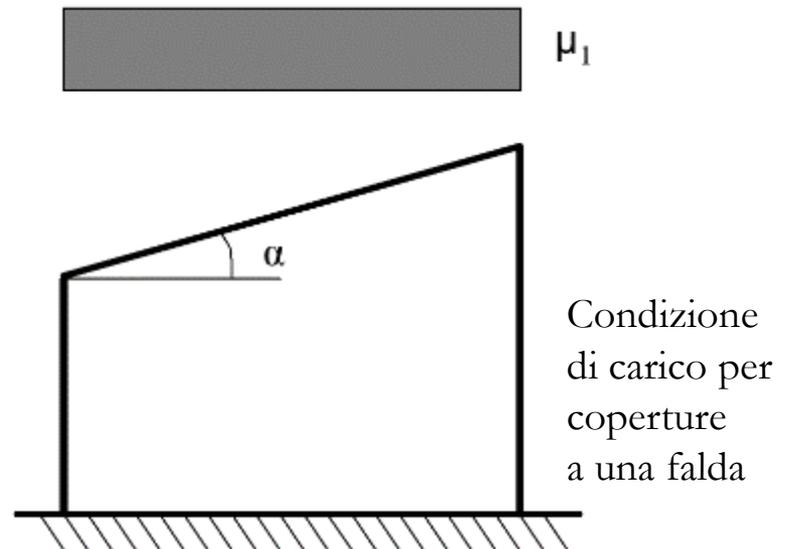
Coefficiente di forma μ_i

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

α , espresso in gradi sessagesimali, è l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

Copertura ad una falda

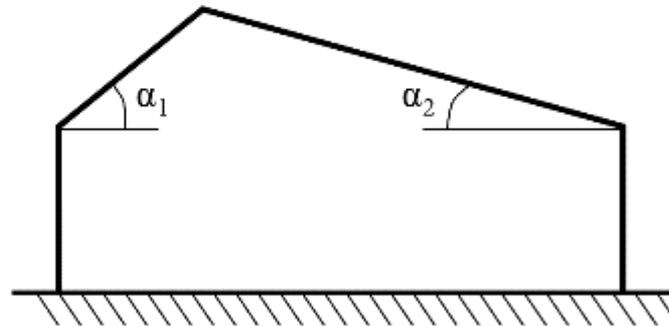
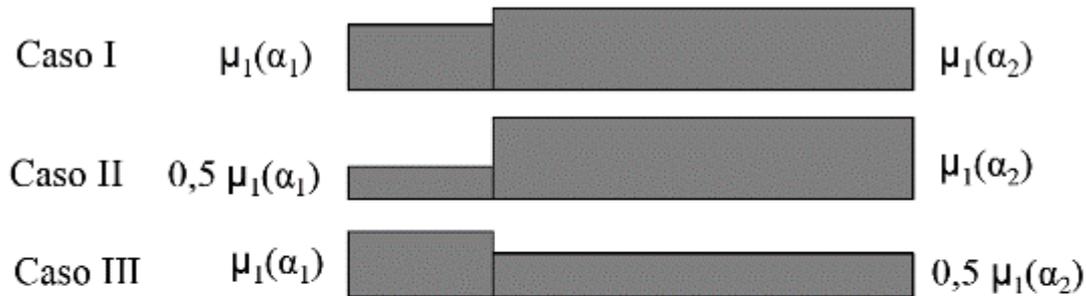
Si assume che la neve non sia impedita di scivolare. Se l'estremità più bassa della falda termina con un parapetto, una barriera od altre ostruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0,8 indipendentemente dall'angolo α .



Copertura ad due falde

Per il caso di carico da *neve senza vento* si deve considerare la condizione denominata Caso I riportata in Figura.

Per il caso di carico da *neve con vento* si deve considerare la peggiore tra le condizioni denominate Caso II e Caso III riportate in Figura.



Condizione
di carico per
coperture
a due falde

3.3 AZIONI DELLA NEVE (DM 17/01/2018)

COEFFICIENTE DI FORMA

*Variazione de coefficiente
di forma con la pendenza
della copertura*

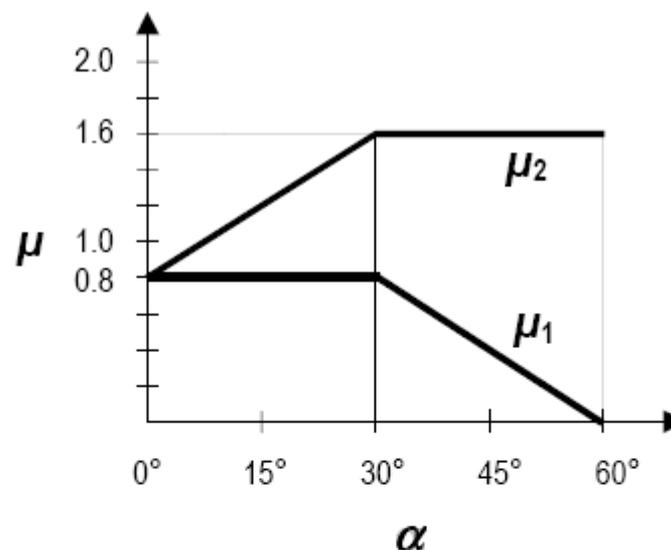


Figura C3.4.I: Coefficienti di forma per il carico neve

Tabella C3.4.I Coefficienti di forma per il carico neve

Angolo di inclinazione della falda α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	--

COEFFICIENTE DI FORMA

Coperture multiple

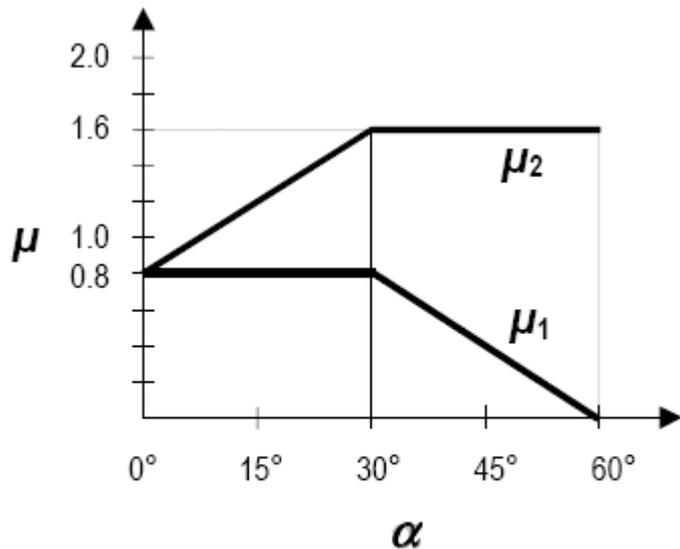


Figura C3.4.1: Coefficienti di forma per il carico neve

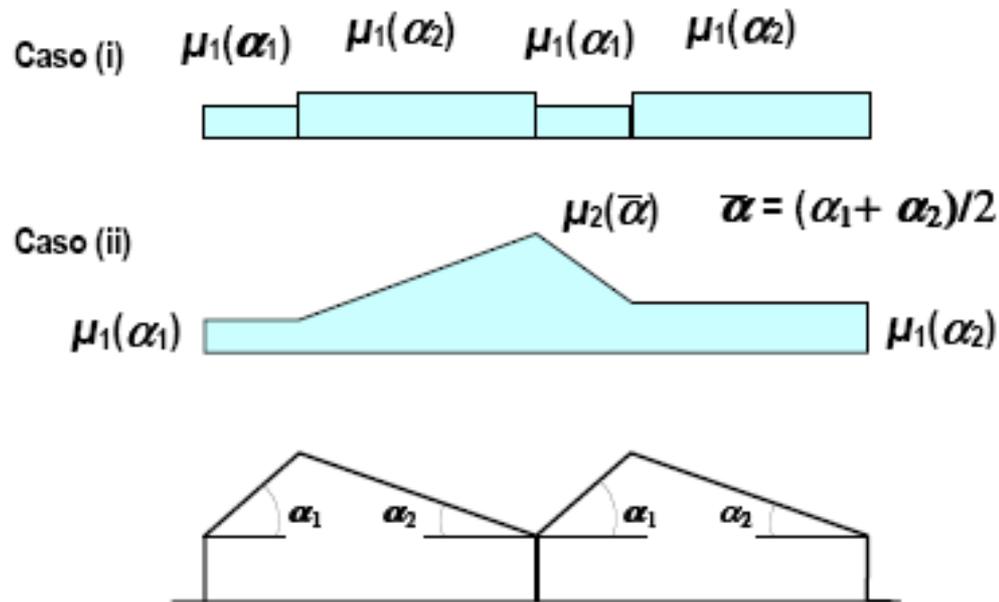


Figura C3.4.2 Coefficiente di forma per il carico neve – coperture a più falde