

Le azioni sulle costruzioni

Modelli e normativa

Classificazione delle azioni

Classifica per tipo di azione:

- **Forze** (*Peso, pressione del vento, spinta della terra o di un liquido, ecc.*)
- **Spostamenti impressi** (*Cedimenti delle fondazioni, moto di trascinamento*)
- **Deformazioni dei materiali** dovute a fattori esterni (variazione di temperatura) o interni (ritiro del calcestruzzo)
- **Azioni chimiche** (*Carbonatazione del cls, corrosione dell'acciaio*)
- **Fuoco**

Classificazione delle azioni

Classifica in base al tipo di risposta della struttura

- **Azioni statiche** (*Sono azioni che variano lentamente nel tempo in modo da rendere trascurabili gli effetti dinamici*)
- **Azioni dinamiche**

Classificazione delle azioni

Classifica in base alla evoluzione nel tempo

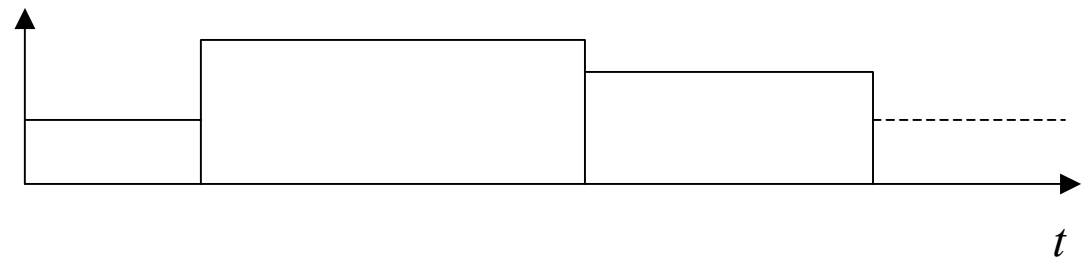
- **Azioni permanenti** (non variano – o variano molto lentamente – durante la vita della struttura)
- **Azioni variabili** (variano più o meno rapidamente nel tempo, ma sono quasi sempre presenti)
- **Azioni accidentali o eccezionali** (solo raramente sono presenti, ma i loro effetti possono avere gravi conseguenze)

Modelli delle azioni

Permanenti:
(Peso proprio,
Sovraccarichi fissi)



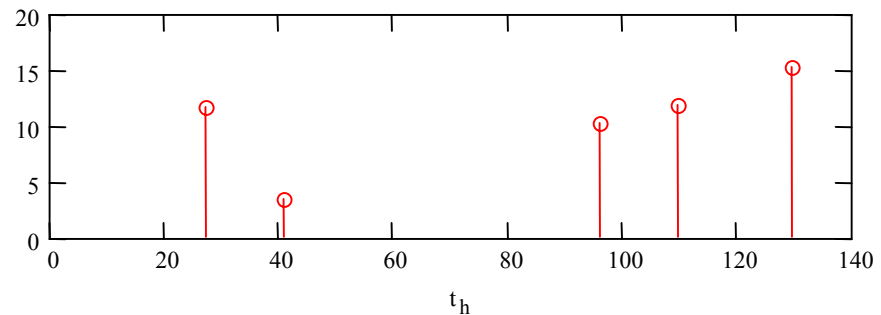
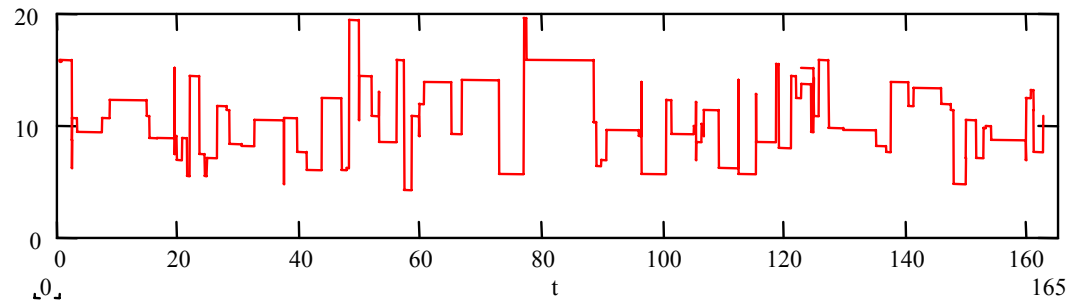
Variabili:
Quasi perm.
(Carico d'uso
- arredi -)



Modelli delle azioni (2)

Rapidamente
variabili:
(persone
occupanti,
vento, neve)

Azioni accidentali o
eccezionali:
(esplosioni, urti,
sisma)



Norme italiane

D.M.LL.PP. del 16/01/1996

Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

Circ.M.LL.PP. del 04/07/96 n.156

Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

D.M.LL.PP. del 16/01/96

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

D. Min. LL.PP. 4 maggio 1990

Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.

Carichi permanenti

Peso proprio della struttura:

Dipende dalle dimensioni e dal peso specifico dei materiali

Sovraccarichi permanenti: tamponature, pavimenti, intonaci, ecc.

Pesi specifici

<i>Pesi per unità di volume dei principali materiali strutturali</i>	KN/m³
Conglomerato cementizio ordinario	24,0
Conglomerato cementizio ordinario armato (e/o precompresso)	25,0
Conglomerati «leggeri»: da determinarsi caso per caso	(14,0 ÷ 20,0)
Conglomerati «pesanti»: da determinarsi caso per caso	(28,0 ÷ 50,0)
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0
Legname:	
Abete, Castagno	6,0
Quercia, Noce	8,0
Pietrame	
Tufo vulcanico	17,0
Calcare compatto	26,0
Calcare tenero	22,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
Malta di calce	18,0
Malta di cemento	21,0

Pesi di elementi costruttivi

<i>A) Malte</i>	
Malta bastarda (di calce o cemento)	19,00 kN/m ³
Malta di gesso	12,00 »
Intonaco (spessore 1,5 cm)	0,30 kN/m ²
<i>B) Manti di copertura</i>	
Manto impermeabilizzante di asfalto o simile	0,30 »
Manto impermeabilizzante prefabbricato con strati bituminosi di feltro, di vetro o simili	0,10 »
Tegole maritate (embrici e coppi)	0,60 »
Sottotegole di tavelloni (spessore 3-4 cm)	0,35 »
Lamiere di acciaio ondulate o nervate	0,12 »
Lamiere di alluminio ondulate o nervate	0,05 »
Lastre traslucide di resina artificiale, ondulate o nervate	0,10 »
<i>C) Muratura</i>	
Muratura di mattoni pieni	18,00 kN/m ³
Muratura di mattoni semipieni	16,00 »
Muratura di mattoni forati	11,00 »
Muratura di pietrame e malta	22,00 »
Muratura di pietrame listato	21,00 »
Muratura di blocchi forati di calcestruzzo	12,00 »
<i>D) Pavimenti (escluso sottofondo)</i>	
Gomma, linoleum o simili	0,10 kN/m ²
Legno	0,25 »
Laterizio o ceramica o grès o graniglia (spessore 2 cm)	0,40 »
Marmo (spessore 3 cm)	0,80 »
<i>E) Vetri</i>	
Normale (3 mm)	0,075 »
Forte (4 mm)	0,10 »
Spesso (5 mm)	0,125 »
Spesso (6 mm)	0,15 »
Retinato (8 mm)	0,20 »

Sovraccarichi variabili

A questa categoria si assegnano i carichi prodotti dall'uso corrente della costruzione:

1. Peso di persone, arredi, veicoli, merci conservate
2. Alcune azioni prodotte da eventi atmosferici (neve e vento)

Le intensità da assumere per i sovraccarichi variabili verticali ed orizzontali ripartiti e per le corrispondenti azioni locali concentrate - tutte comprensive degli effetti dinamici ordinari – sono riportate nel prospetto seguente

Sovraccarichi variabili per edifici

Cat	TIPO DI LOCALE	Verticali ripartiti kN/m ²	Verticali concentrati kN	Orizzontali lineari kN/m
1	Ambienti non suscettibili di affollamento (locali abitazione e relativi servizi, alberghi, uffici non aperti al pubblico) e relativi terrazzi a livello praticabili	2,00	2,00	1,00
2	Ambienti suscettibili di affollamento (ristoranti, caffè, banche, ospedali, uffici aperti al pubblico caserme) e relativi terrazzi a livello praticabili	3,00	2,00	1,00
3	Ambienti suscettibili di grande affollamento (sale convegni, cinema, teatri, chiese, negozi, tribune con posti fissi) e relativi terrazzi a livello praticabili	4,00	3,00	1,50
4	Sale da ballo, palestre, tribune libere, aree di vendita con esposizione diffusa (mercati, grandi magazzini, librerie, ecc.), e relativi terrazzi a livello praticabili, balconi e scale	5,00	4,00	3,00
5	Balconi, ballatoi e scale comuni (esclusi quelli pertinenti alla Cat. 4)	4,00	2,00	1,50
6	Sottotetti accessibili (per sola manutenzione) 1,00 2,00 1,00			
7	Coperture:			
	— non accessibili	0,50	1,20	
	— accessibili: secondo categoria di appartenenza (da 1 a 4)	—	—	—
	— speciali (impianti, eliporti, altri): secondo il caso	—	—	—
8	Rimesse e parcheggi:			
	— per autovetture di peso a pieno carico fino a 30 kN	2,50	2 x 10,0	1,00
	— per transito di automezzi di peso superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso			
9	Archivi, biblioteche, magazzini, depositi, laboratori, officine e simili: da valutarsi secondo il caso ma comunque \geq	6,00	6,00	1,00

Sovraccarichi per edifici

Note

I sovraccarichi verticali concentrati formano oggetto di verifiche locali distinte e non vanno sovrapposti ai corrispondenti ripartiti; essi vanno applicati su un'impronta di 50 x 50 mm, salvo che per la Cat. n. 8, per la quale si applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti 1,60 m.

I sovraccarichi orizzontali lineari vanno applicati a pareti — alla quota di m 1,20 dal rispettivo piano di calpestio - ed a parapetti o mancorrenti — alla quota del bordo superiore. Essi vanno considerati sui singoli elementi ma non sull'edificio nel suo insieme.

I valori riportati nel prospetto sono da considerare come minimi, per condizioni di uso corrente delle rispettive categorie. Altri regolamenti potranno imporre valori superiori, in relazione ad esigenze specifiche.

I sovraccarichi indicati nel presente paragrafo non vanno cumulati, sulle medesime superfici, con quelli relativi alla neve.

Carico da neve

Il carico neve sulle coperture sarà valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i q_{sk}$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore di riferimento del carico neve al suolo.

Carico di neve al suolo

$q_{sk} \text{ (kN/m}^2\text{)}$	
Regione I	
1.60	$a_s < 200 \text{ m}$
$1,60 + 3 a_s - 200 / 1000$	$200 \text{ m} < a_s \leq 750 \text{ m}$
$3,25 + 8,5 a_s - 750 / 1000$	$a_s > 750 \text{ m}$
Regione 2	
1.15	$a_s < 200 \text{ m}$
$1,15 + 2,6(a_s - 200) / 1000$	$200 \text{ m} < a_s \leq 750 \text{ m}$
$2,58 + 8,5 (a_s - 750) / 1000$	$a_s > 750 \text{ m}$
Regione 3	
0.75	$a_s < 200 \text{ m}$
$0,75 + 2,2(a_s - 200) / 1000$	$200 \text{ m} < a_s \leq 750 \text{ m}$
$1,96 + 8,5 (a_s - 750) / 1000$	$a_s > 750 \text{ m}$



Fig. 8.1 - Mappa per carico neve al suolo.

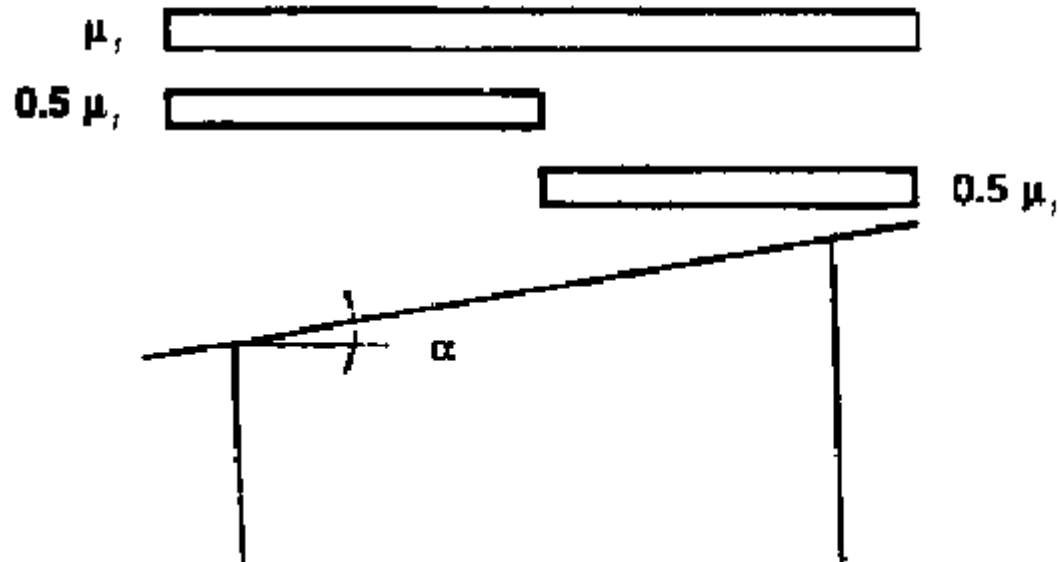
Coperture ad una falda

Coefficiente di forma

a) Coperture ad una falda.

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare. Se l'estremità più bassa della falda mina 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 .

Si deve considerare la più gravosa delle tre condizioni di carico sottoriportate.



Coperture a due falde

b) Coperture a due falde.

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 .

Si deve considerare la più gravosa delle quattro condizioni di carico sottoriportate.

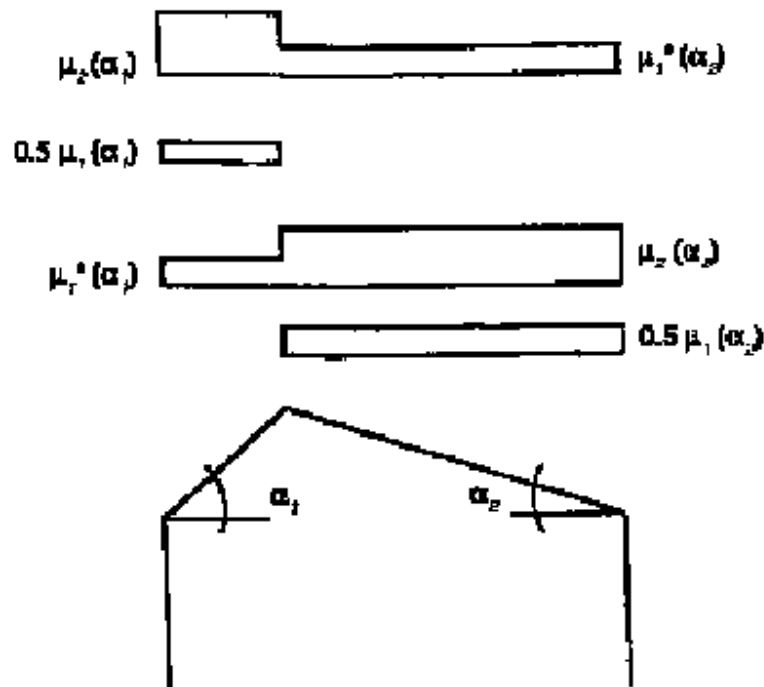


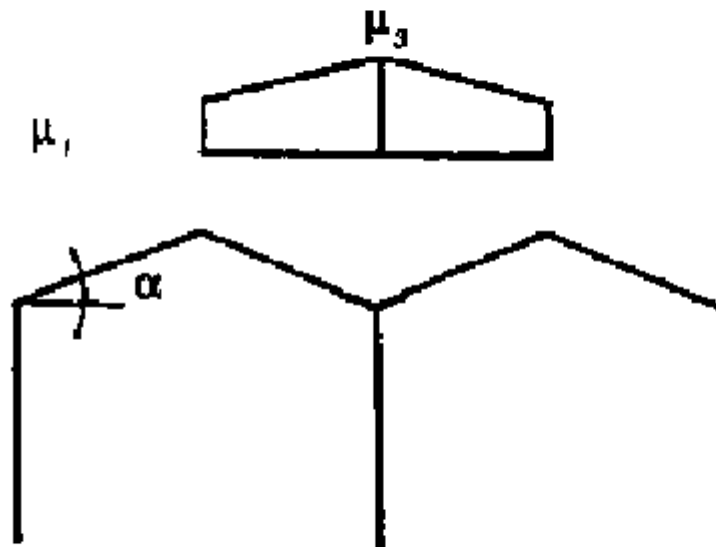
Fig. 6.4.

Coperture a più falde

c) Coperture a più falde.

Si dovranno considerare le distribuzioni di carico indicate al punto b), applicate sulle falde delle campate.

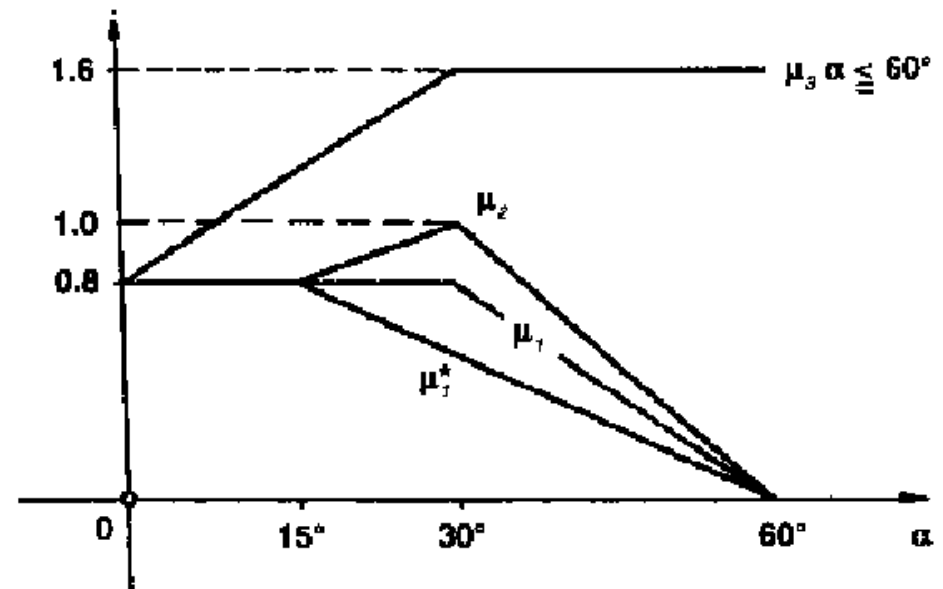
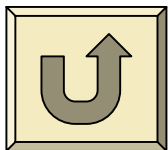
Inoltre dovrà essere considerata anche la distribuzione di carico sottoriportata.



Particolare attenzione dovrà essere prestata per la scelta del coefficiente di forma μ_3 quando una o entrambe le falde hanno inclinazione superiore a 60° .

Coefficienti di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$	$15^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha > 60^\circ$
μ_1	0,8	0,8	$0,8(60 - \alpha) / 30$	0,0
μ_2	0,8	$0,8 + 0,4(\alpha - 15) / 30$	$(60 - \alpha) / 30$	0,0
μ_3	$0,8 + 0,8\alpha / 30$	$0,8 + 0,8\alpha / 30$	1,6	—
μ_{1^*}	0,8	$0,8(60 - \alpha) / 45$		0



Esempio

Tetto a 2 falde sito in L'Aquila
(700 m slm) angolo di falda 35°

Zona I

$$q_{sk} = 1,60 + 3(a_s - 200) / 1000 \quad \text{kN/m}^2 \quad 200 \text{ m} < a_s \leq 750 \text{ m}$$

Carico di neve al suolo:

$$q_{sk} = 1.6 + 3(700 - 200) / 1000 = 3.1 \text{ KPa}$$



Fig. 6.1 - Mappa per carico neve al suolo.

Esempio (cnt)

Coefficienti di forma	$00 \leq \alpha \leq 150$	$150 < \alpha \leq 300$	$300 < \alpha \leq 600$	$\alpha > 600$
μ_1	0,8	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60-\alpha)}{30}$	0,0
μ_2	0,8	$0,8 + 0,4 \cdot \frac{(\alpha-15)}{30}$	$\frac{(60-\alpha)}{30}$	0,0
μ_3	$0,8 + \frac{0,80 \cdot \alpha}{30}$	$0,8 + \frac{0,8 \cdot \alpha}{30}$	1,6	da valutare
μ_1^*	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60-\alpha)}{45}$	$0,8 \cdot \frac{(60-\alpha)}{45}$	0,0

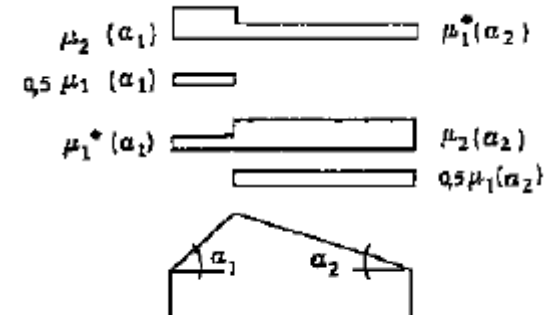


Fig. 6.4 - Coefficienti di carico per coperture a due falde.

$$\mu_2 = \frac{60 - 35}{30} = .833 \quad \mu_1 = 0.8 \frac{60 - \alpha}{30} = .667 \quad \mu_1^* = 0.8 \frac{60 - 35}{45} = 0.444$$

Carichi

$$3.1 \cdot 0.833 = 2.58 \text{ kPa}$$

$$3.1 \cdot 0.667 \cdot 0.5 = 1.034 \text{ kPa}$$

$$3.1 \cdot 0.444 = 1.376 \text{ kPa}$$

L'azione del vento

Tacoma Narrow bridge
(1940)

Pressione del vento

$$p = \frac{1}{2} C_p \rho v^2$$

ρ è la densità dell'aria

v è la velocità del vento (ortogonale)

C_p è un coefficiente di forma



Pressione del vento

7.2. PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_{\text{ref}} \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

q_{ref} è la pressione cinetica di riferimento di cui al punto 7.4.;

c_e è il coefficiente di esposizione di cui al punto 7.5.;

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 di riferimento

7.4. *PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO*

La pressione cinetica di riferimento q_{ref} (in N/m^2) è data dall'espressione

$$q_{ref} = \frac{v_{ref}^2}{1,6}$$

nella quale v_{ref} è la velocità di riferimento del vento (in m/s).

La velocità di riferimento V_{ref} è il valore massimo, riferito ad un intervallo di ritorno di 50 anni, della velocità del vento misurata a 10 m dal suolo su un terreno di II categoria (vedi tabella 7.2.) e mediata su 10 minuti. In mancanza di adeguate indagini statistiche è data dall'espressione:

$$v_{ref} = v_{ref,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_{ref} = v_{ref,0} + k_a \cdot (a_s - a_0) \quad \text{per } a_s > a_0$$

dove:

$v_{ref,0}$, a_0 , k_a sono dati dalla Tabella 7.1. in funzione della zona, definita in Figura 7.1., ove sorge la costruzione;

a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

Pressione di rif. (tabella)

Zona	Descrizione	$v_{ref,0}$ (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	0,012
2	Emilia Romagna	25	750	0,024
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,030
4	Sicilia, e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,030
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,024
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,030
7	Liguria	29	1000	0,024
8	Provincia di Trieste	31	1500	0,012
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,030

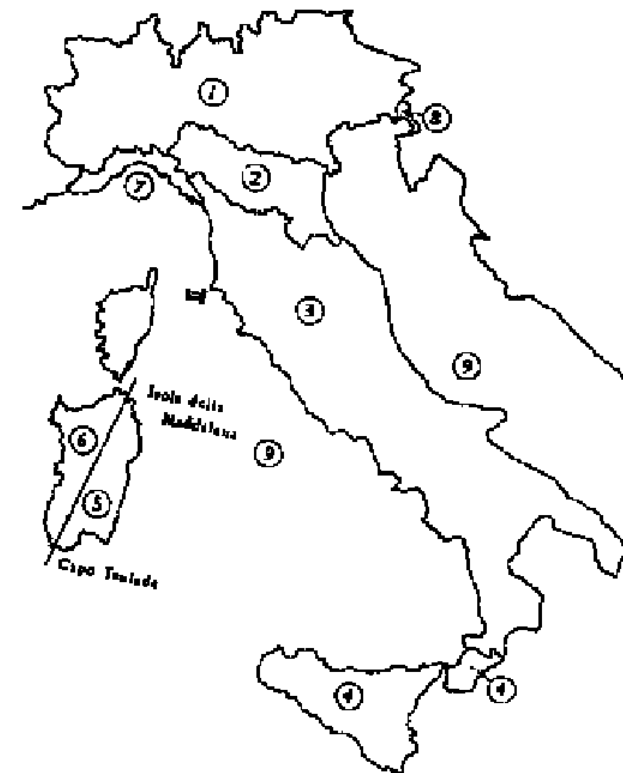


Fig. 7.1.

Coefficiente di esposizione

7.5. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza della costruzione z sul suolo, dalla rugosità e dalla topografia del terreno, dall'esposizione del sito ove sorge la costruzione. È dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right]$$

per $z > z_{min}$

$$c_e(z) = c_e(z_{min})$$

per $z < z_{min}$

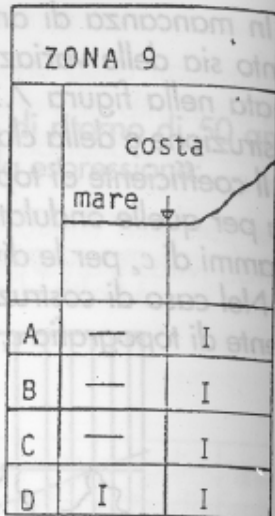
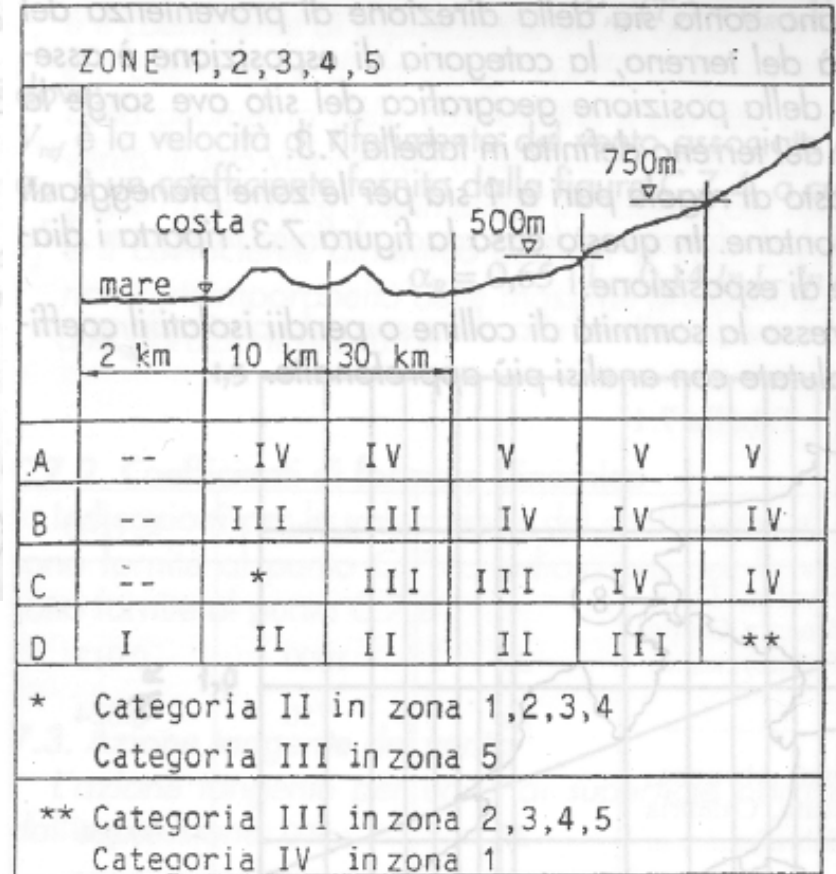
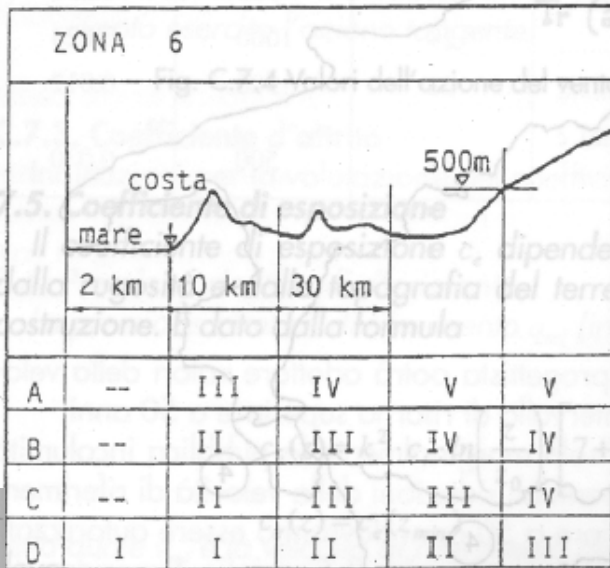
dove:

k_r , z_0 , z_{min} sono assegnati in Tabella 7.2. in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

c_t è il coefficiente di topografia.

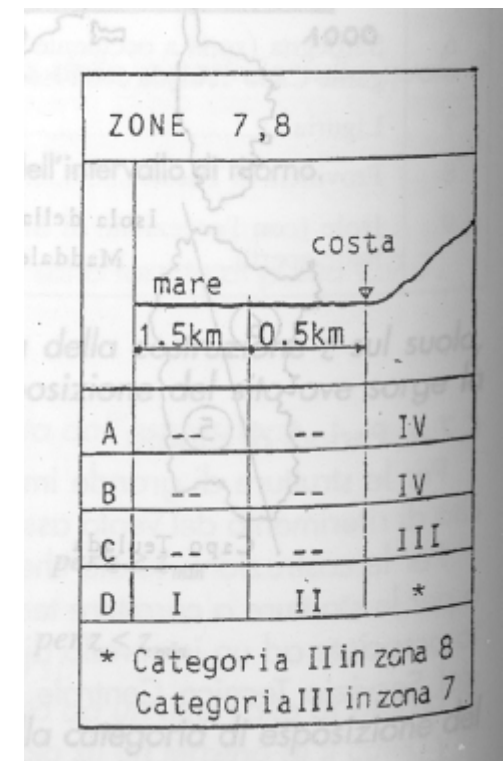
Il coefficiente di topografia c_t è posto di regola pari a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose, montane. In questo caso la Figura 7.3. riporta i diagrammi di c_e per le diverse categorie di esposizione.

Zone



Classi di rugosità

Classi 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 15 m
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 o con al più rari ostacoli isolati (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 di rugosità 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.

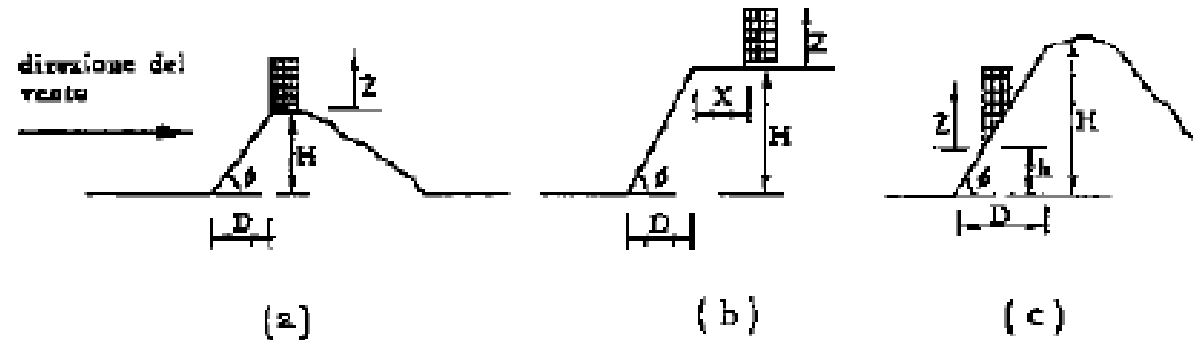
Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi rigorose, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Categorie

Categorie di esposizione del sito	k_t	Z_0 (m)	z_{min} (m)
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Nelle fasce entro i 40 km dalla costa delle zone 1, 2, 3, 4, 5, e 6, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

Coefficiente di topografia



Detta H l'altezza della collina o del dislivello, e $H/D = \tan \phi$ la sua pendenza media (Fig. C.7.5), il coefficiente c_t fornito dai capoversi a), b), c) varia lungo l'altezza z della costruzione secondo un coefficiente β dato da:

$$\beta = 0,5 \quad \text{per} \quad \frac{z}{H} \leq 0,75$$

$$\beta = 0,8 - 0,4 \frac{z}{H} \quad \text{per} \quad 0,75 < \frac{z}{H} \leq 2$$

$$\beta = 0 \quad \text{per} \quad \frac{z}{H} > 2$$

Coefficiente di topografia

$\gamma = 0$	per	$H/D \leq 0,10$
$\gamma = 1/0,20$ ($H/D > 0,10$)	per	$0,10 < H/D \leq 0,30$
$\gamma = 1$	per	$H/D > 0,30$

a) Costruzioni ubicate sulla cresta di una collina (fig. C.7.5a):

$$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma$$

b) Costruzioni sul livello superiore di un dislivello (fig. C.7.5b)

$$c_t = 1 + \beta \gamma \left(1 - 0,1 \frac{x}{H} \right) \geq 1$$

c) Costruzioni su di un pendio (fig. C.7.5c)

$$c_t = 1 + \beta \gamma \frac{h}{H}$$

Coefficiente di forma

C.7.6.1. EDIFICI A PIANTA RETTANGOLARE CON COPERTURE PIANE, A FALDE INCLINATE O CURVE

Per la valutazione della pressione esterna si assumerà (vedere figura C.7.6):

— per elementi sopravvento (cioè direttamente investiti dal vento) con inclinazione sull'orizzontale $\alpha \geq 60^\circ$:

$$c_{pe} = +0,8$$

— per elementi sopravvento, con inclinazione sull'orizzontale $20^\circ < \alpha < 60^\circ$:

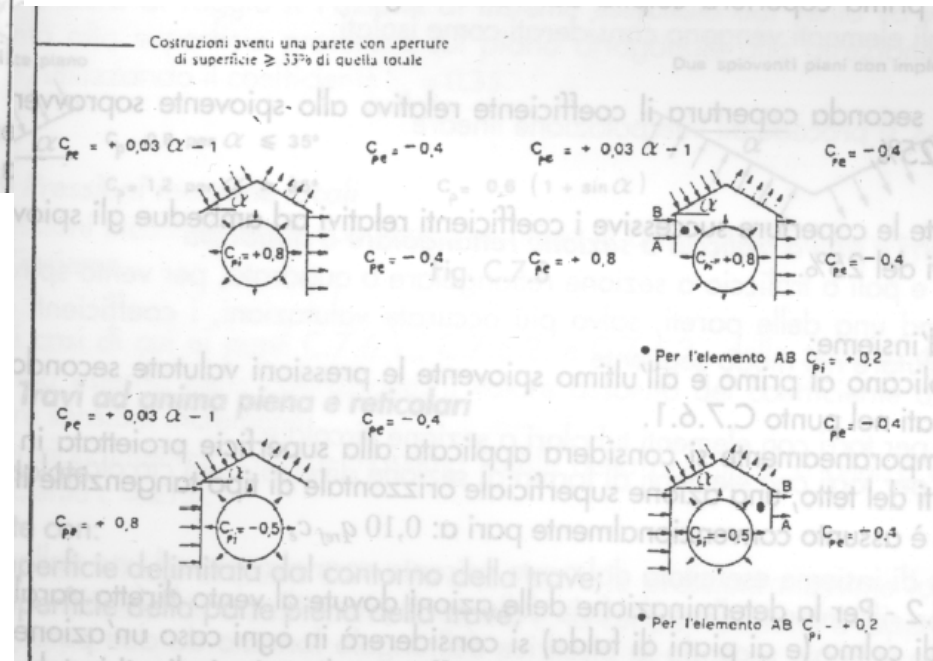
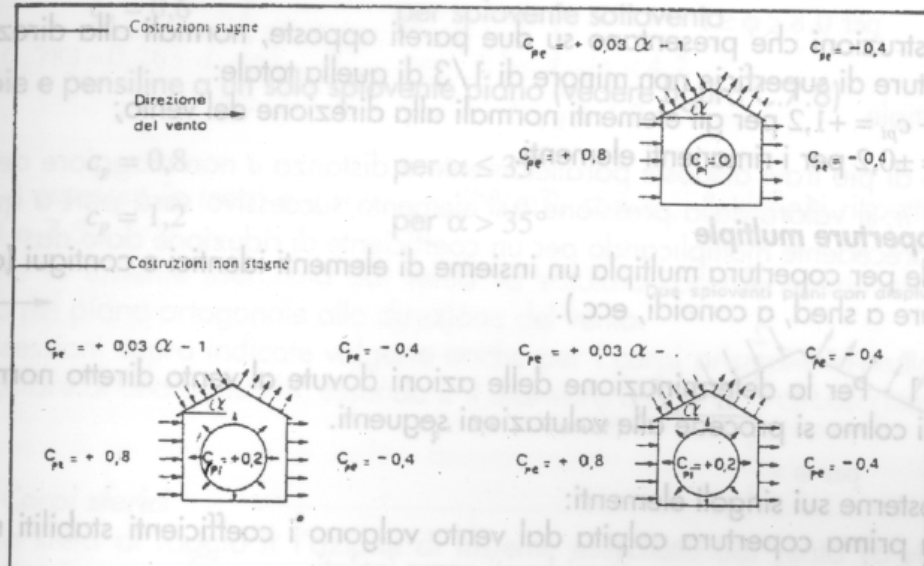
$$c_{pe} = +0,03 \cdot \alpha - 1 \quad (\alpha \text{ in gradi})$$

— per elementi sopravvento, con inclinazione sull'orizzontale $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ e per elementi

sottovento (intendendo come tali quelli non direttamente investiti dal vento o quelli investiti da vento radente):

$$c_{pe} = -0,4$$

Coefficiente di forma



Esempio 1

Calcolo della spinta del vento su di un edificio altezza 30 m, posto nel centro di Roma ($a_s \cong 100$ m slm)

Zona 3

3 Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

27 500 0,030

$$v_{ref0} := 27 \cdot \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad a_0 := 500 \cdot \text{m} \quad k_a := 0.03 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Per $a_s < a_0$ $v_{ref} := v_{ref0}$

Pressione cinetica di riferimento

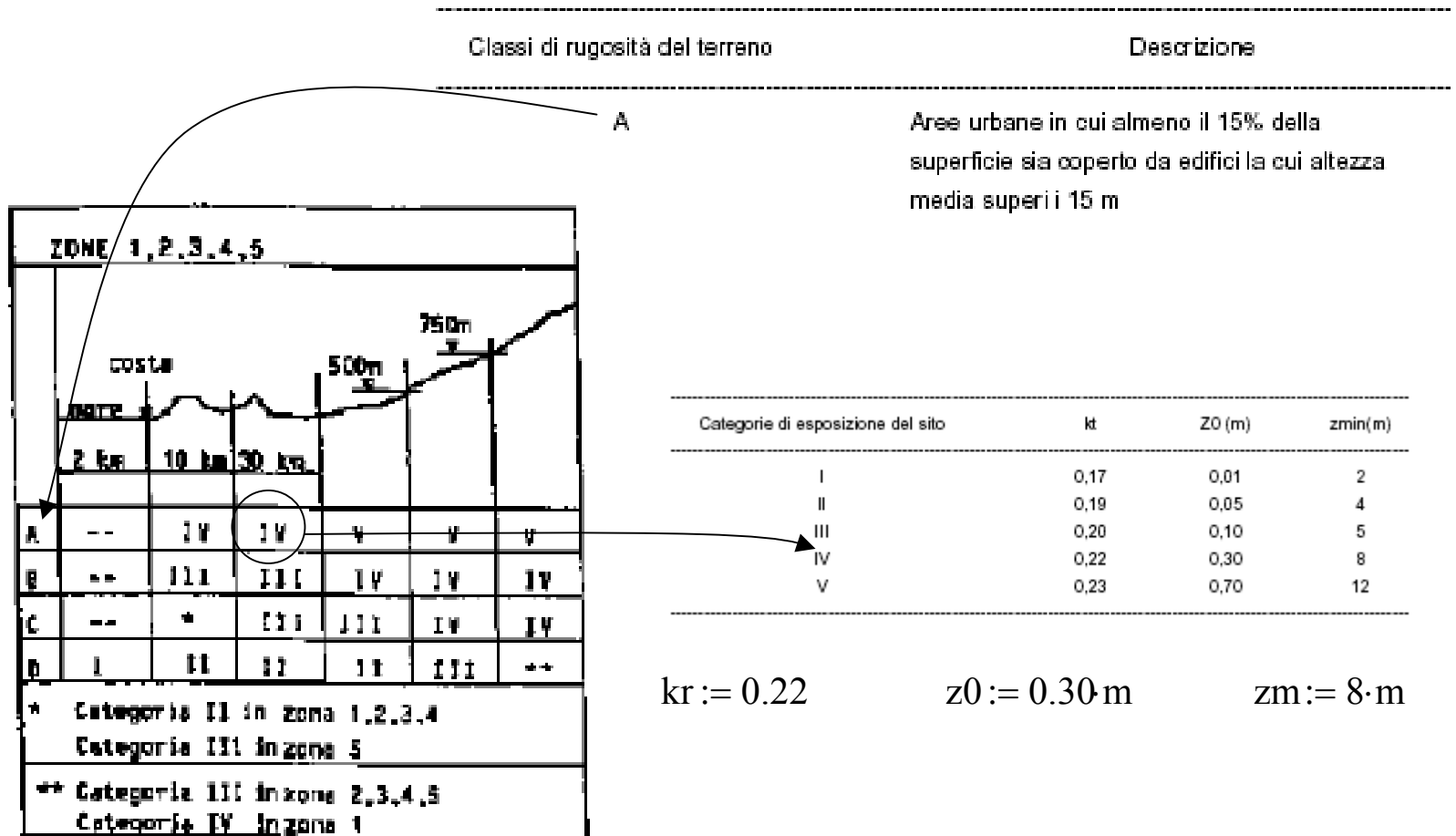
$$q_{ref} := \frac{v_{ref}^2}{1.6 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \quad q_{ref} = 455.625 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$



Fig. 7.4.

Esempio 1 (cnt)

Coefficiente di esposizione



Esempio 1 (cnt)

Coefficiente di topografia $ct := 1$

Coefficiente di esposizione

$$ce1(z) := kr^2 \cdot ct \cdot \ln\left(\frac{z}{z0}\right) \cdot \left(7 + ct \cdot \ln\left(\frac{z}{z0}\right)\right)$$

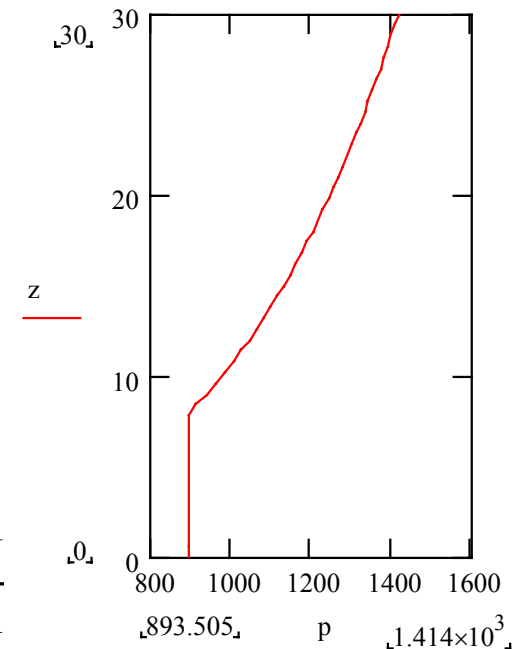
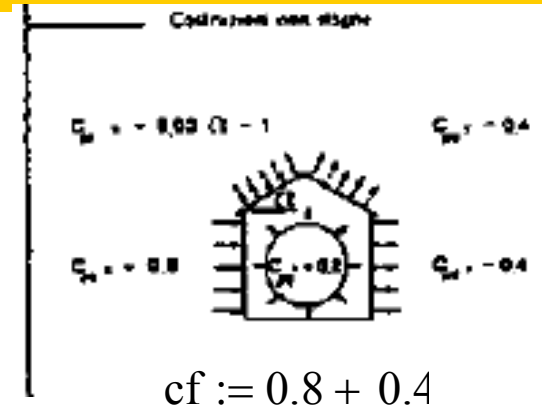
$$ce(z) := \text{if}(z < z_m, ce1(z_m), ce1(z))$$

Coefficiente di forma: $cf=1.2$

Pressione del vento

$$p_j := q_{ref} \cdot cf \cdot ce(z_j)$$

Spinta compressiva $S = 3.36 \times 10^4 \frac{N}{m}$



Esempio 2

Edificio analogo a quello dell'esempio 1, ma posto nei Colli Albani ad un'altitudine di 700 m slm, sul pendio di una collina di 300 m con una pendenza del 20% a 100 m dalla base della collina

$$H=300\text{m} \quad h=100\text{ m}$$

$$H/D=0.2$$

Zona 3

$$v_{\text{ref}0} := 27 \cdot \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

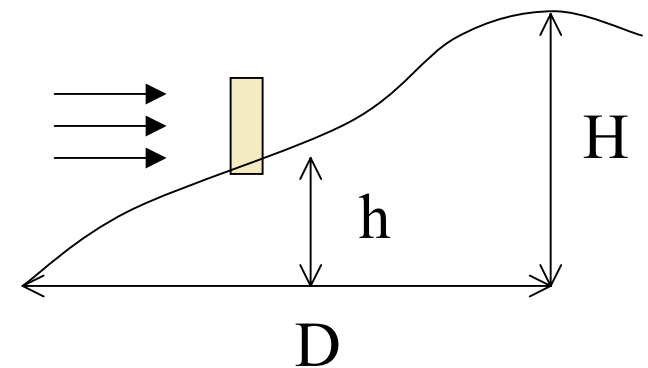
$$a_0 := 500 \cdot \text{m}$$

$$k_a := 0.03 \cdot \text{sec}^{-1}$$

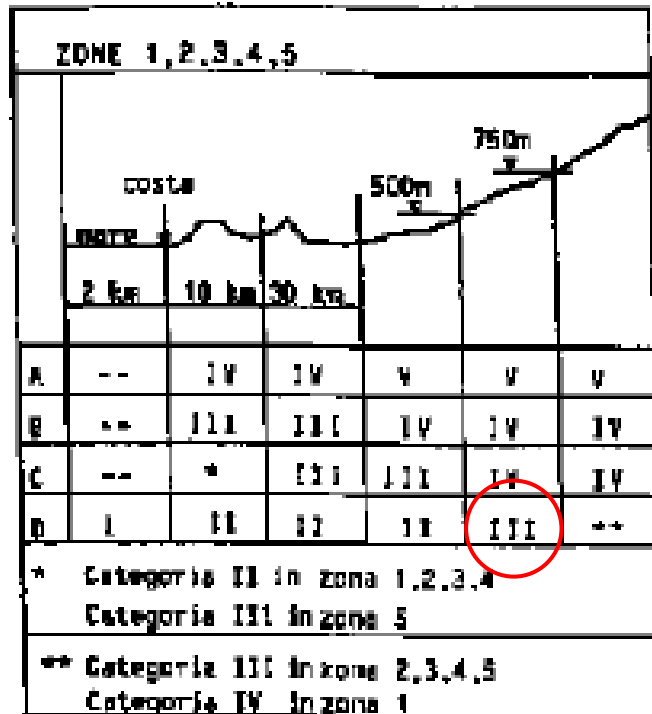
$$v_{\text{ref}} := v_{\text{ref}0} + k_a \cdot (a_s - a_0)$$

$$q_{\text{ref}} := \frac{v_{\text{ref}}^2}{1.6 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}}$$

$$q_{\text{ref}} = 680.625 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$



Esempio 2 (cnt)



Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi, ...)

II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
..	---	---	..

$kr := 0.20$

$z0 := 0.10 \text{ m}$

$zm := 5 \cdot \text{m}$

Esempio 2 (cnt)

Coefficiente di topografia

$$\beta = 0,5 \quad \text{per} \quad \frac{z}{H} \leq 0,75 \quad \frac{z_{\max}}{H} = 0,1 \blacksquare$$

$$\gamma = 0 \quad \text{per} \quad H/D \leq 0,10$$

$$\gamma = 1/0,20 \text{ (H/D } 0,10) \quad \text{per} \quad 0,10 < H/D \leq 0,30$$

$$\gamma = 1 \quad \text{per} \quad H/D > 0,30$$

$$\gamma := \frac{(\phi - .1)}{0.2} \quad \gamma = 0.5$$

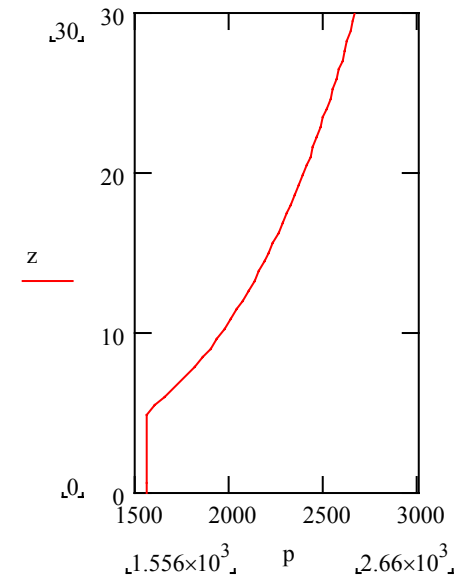
$$\phi = H/D = 0.2$$

c) Costruzioni su di un pendio (fig. C.7.5c)

$$c_t = 1 + \beta \gamma \frac{h}{H}$$

$$c_t = 1.083 \blacksquare$$

$$S = 6.392 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$



Variazioni di temperatura

8. VARIAZIONI TERMICHE

Si considerano le variazioni di temperatura rispetto a quella iniziale di riferimento, assunta quale convenzionale zero termico.

Per gli edifici la variazione termica massima nell'arco dell'anno, nel singolo elemento strutturale è assunta convenzionalmente pari a:

— *Strutture in c.a. e c.a.p.:*

esposte $\pm 15^{\circ}\text{C}$;

protette $\pm 10^{\circ}\text{C}$;

— *Strutture in acciaio:*

esposte $\pm 25^{\circ}\text{C}$;

protette $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

Di regola, per le strutture monodimensionali, la variazione termica si può considerare uniforme sulla sezione e costante su ogni elemento strutturale.

In casi particolari può essere necessario considerare, oltre alla variazione uniforme, anche una seconda distinta condizione di più breve durata con variazione lineare della temperatura nella sezione.

Va inoltre tenuto presente che possono aversi differenze di temperatura tra struttura ed elementi non strutturali ad essa collegati.

Coefficienti di sicurezza e combinazione

C.3.2. COMBINAZIONI DI CARICO

Indipendentemente dal metodo di verifica adottato, le azioni debbono essere cumulate secondo condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della ridotta probabilità di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli.

C.3.2.1. STATI LIMITE ULTIMI

Le formule di combinazione qui indicate hanno carattere orientativo e possono applicarsi a costruzioni civili o industriali di tipo corrente per le quali non esistono regolamentazioni specifiche.

Si adotteranno le combinazioni espresse simbolicamente come segue:

$$F_d = \gamma_g G_k + \gamma_p P_k + \gamma_q Q_{ik} + \sum_{i=2}^n \gamma_q (\psi_{0i} Q_{ik})$$

dove i segni + e Σ significano l'applicazione concomitante dei rispettivi addendi ed il coefficiente γ

Verifica slu

Si assumono i coefficienti γ_f :

$\gamma_g = 1,4$ (1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);

$\gamma_p = 0,9$ (1,2 se il suo contributo diminuisce la sicurezza);

$\gamma_q = 1,5$ (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);

ed essendo:

G_k il valore caratteristico delle azioni permanenti;

P_k il valore caratteristico della forza di precompressione;

Q_{ik} il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione;

Q_{ik} i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

Ψ_{0i} coefficiente di combinazione allo stato limite ultimo, da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche; in assenza di queste si assume Ψ_{0i} non inferiore a 0,7 per i carichi variabili di esercizio nei fabbricati per abitazione e uffici e/o non inferiori a 0,7 per neve e vento.

Azioni eccezionali

C.3.2.1.1 AZIONI ECCEZIONALI

Le azioni eccezionali (uragani, urti, esplosioni, etc.), da considerare solo quando prescritte, si combinano solo con i carichi di carattere permanente. In tal caso alle verifiche di cui alla espressione di F_d sopra riportata, si aggiunge la seguente:

$$F_d = G_k + Q_{dk} + \gamma_{ex} Q_{ex}$$

espressione in cui Q_{dk} corrisponde alla frazione dei carichi variabili caratteristici avente una durata di applicazione superiore a 30 giorni all'anno e Q_{ex} è il valore nominale dell'azione eccezionale considerata. I valori del fattore γ_{ex} nell'applicazione della espressione precedente vengono fissati nell'intervallo 1,0 ÷ 1,5 in relazione alla importanza dei danni cui potrebbe dar luogo il raggiungimento dello stato limite considerato.

Stati limite di esercizio

C.3.2.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Le formule di combinazione qui indicate hanno carattere orientativo e possono applicarsi a costruzioni civili o industriali di tipo comune e per le quali non esistano regolamentazioni specifiche. Si prenderanno in esame le seguenti combinazioni:

rare

$$F_d = G_k + P_k + Q_{ik} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} Q_{ik})$$

frequenti:

$$F_d = G_k + P_k + \Psi_d Q_{ik} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} Q_{ik})$$

quasi permanenti:

$$F_d = G_k + P_k + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} Q_{ik})$$

Coefficienti di combinazione

Ψ_{11} :coefficiente atto a definire i valori delle azioni variabili assimilabili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;

Ψ_{21} :coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni variabili assimilabili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

In mancanza di informazioni adeguate si potranno attribuire ai coefficienti Ψ_{01} , Ψ_{11} e Ψ_{21} i valori minimi seguenti:

Azione	Ψ_{01}	Ψ_{11}	Ψ_{21}
Carichi variabili nei fabbricati per abitazione	0,7	0,5	0,2
Uffici e negozi	0,7	0,6	0,3
Autorimesse	0,7	0,7	0,6
Vento e neve	0,7	0,2	0