

Prova scritta del 31/07/2024

Tema: Ingegneria Sanitaria Ambientale

Il candidato sviluppi la tematica della disinfezione delle acque reflue discutendone le tecniche in termini di applicabilità alle grandi portate urbane e indicandone i criteri progettuali generali. Nel caso di tecnica di disinfezione mediante biossido di cloro (Dose pari a 60 mg/l min) , si stimi volume e superficie del reattore di contatto per un impianto della potenzialità di 500.000 AE in centro Italia con E.Coli medio dopo secondario pari a 100.000 UFC a servizio di rete fognaria di tipo separato.

Tema: Georisorse

Si vuole trattare un conglomerato carbonatico proveniente da una cava di monte per la produzione di aggregati destinati alla costruzione di strade e massicciate ferroviarie (dimensione massime di 5 cm).

Il materiale si presenta sotto forma di blocchi inferiori ai 50 cm.

Il candidato/la candidata analizzi un possibile impianto di trattamento descrivendo in particolare

1. il layout generale dell'impianto
2. le singole macchine prescelte
3. il ciclo delle acque di lavaggio e il trattamento fanghi
4. gli impatti ambientali e le relative soluzioni di mitigazione

Nella figura 1 allegata è rappresentata una sezione in rilevato di una strada di nuova costruzione di tipo A “Autostrada Urbana” ai sensi del DM 5/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”. La strada è caratterizzata da due carreggiate separate, ciascuna con due corsie da 3,75 m per senso di marcia, banchine laterali di emergenza di 3,00 m e spartitraffico centrale da 3,60 m. Il TGM previsto per questo nuovo asse viario è superiore a 10.000 veicoli/giorno, con una presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg pari al 20% del totale.

Al candidato viene richiesto quanto segue:

1. Descrizione delle fasi costruttive del rilevato, specificando le prove da eseguire in sito durante la realizzazione.

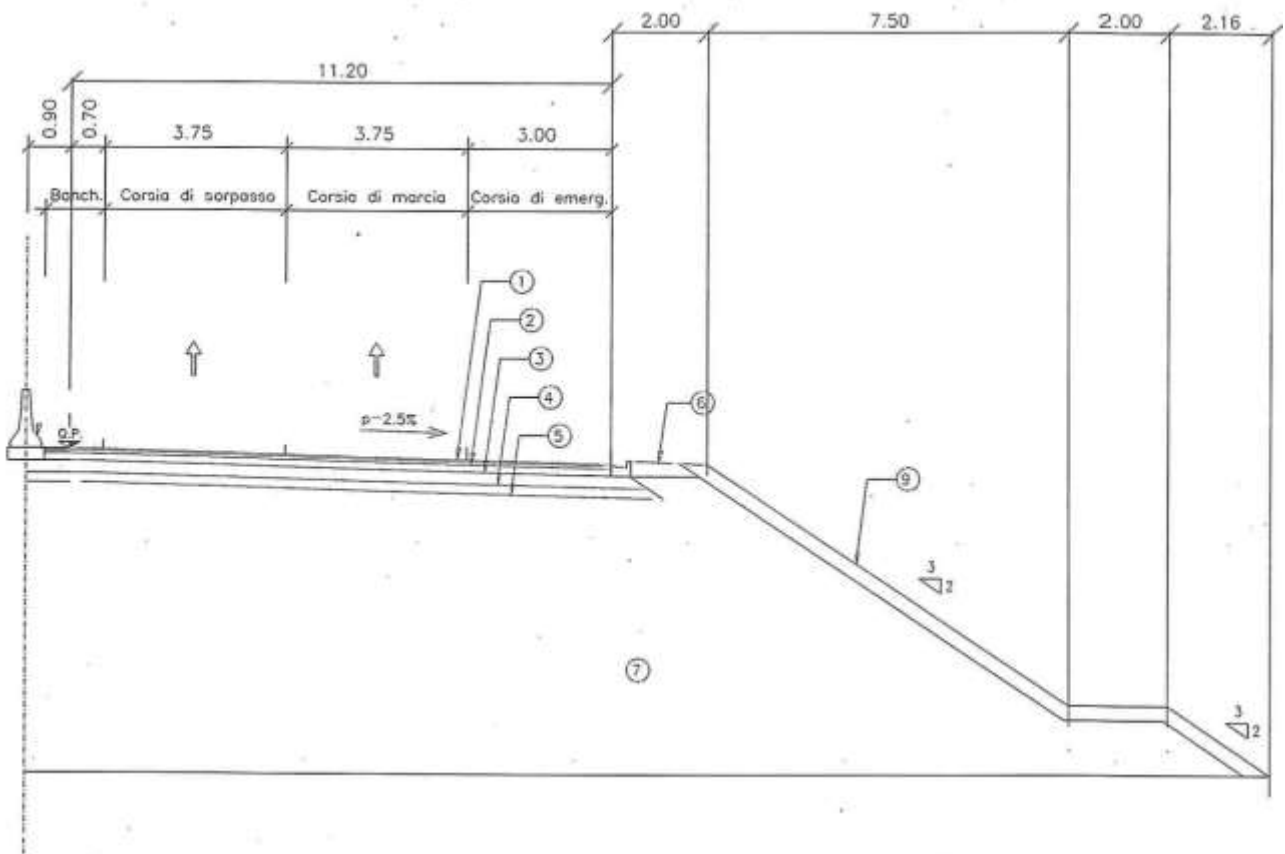


Figura 1: sezione in rilevato

A causa della presenza di una serie di fabbricati si rende necessario la realizzazione di un muro sottoscarpa sul lato destro del rilevato. Il candidato progetti il muro di sostegno, considerando che il terreno presente in quella determinata sezione del tracciato è caratterizzato dai parametri geotecnici riportati in Tabella 1.

Sono richieste le verifiche a SCORRIMENTO e RIBALTAMENTO dell'opera di sostegno in Figura 2 (profondità unitaria), utilizzando l'approccio 2 - Combinazione Unica previsto dalle NTC 2018.

In particolare:

1. Calcolare i pesi propri e le forze agenti sul muro;
1. Eseguire la verifica a SCORRIMENTO, tenendo conto della spinta passiva ( $S_p$ ) sull'intera altezza di rinterro ( $H_{tv}$ )
2. Eseguire la verifica al RIBALTAMENTO.

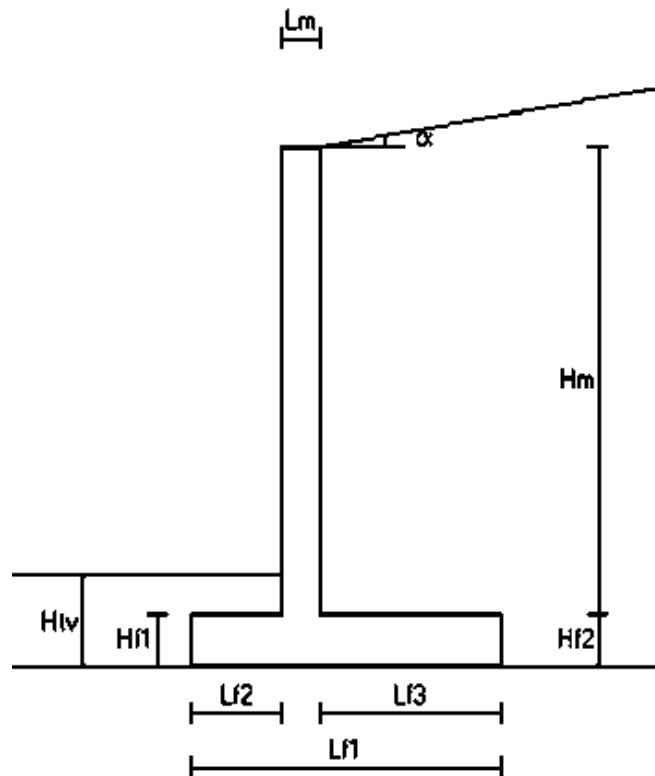


Figura 2: muro sottoscarpa

Tabella 1. Caratteristiche generali

<b>Caratteristiche geometriche</b>	Altezza mensola a valle	Hf1	0.50 m
	Altezza mensola a monte	Hf2	0.50 m
	Altezza rinterro a valle	Htv	1.00 m
	Altezza paramento	Hm	4.40 m
	Lunghezza fondazione	Lf1	2.90 m
	Lunghezza mensola a valle	Lf2	0.90 m
	Inclinazione dell'estradosso del terreno a monte	$\alpha$	12°
	Spessore paramento	Lm	0.40 m
<b>Caratteristiche del terreno</b>	Angolo attrito terreno	$\phi_t$	34°
	Angolo di attrito fondazione- terreno	$\delta$	$\frac{3}{4} \phi_t$
	Coesione drenata	$c'$	0
<b>Pesi di volume dei materiali</b>	Peso specifico del muro	$\gamma_{cls}$	25 kN/m <sup>3</sup>
	Peso specifico del terreno	$\gamma_t$	20 kN/m <sup>3</sup>

Tabella 2: Formule coefficienti di spinta

$K_a = \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi_t}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi_t}}$	$K_p = \frac{1 + \sin\phi_t}{1 - \sin\phi_t}$
---	---

Tabella 3: Coefficienti parziali per le azioni (NTC 2018)

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 4: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_Y$	$\gamma_Y$	1,0	1,0

Tabella 5: Coefficienti parziali per la verifica agli SLU

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

**Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di  
Ingegnere Junior  
Prima Sessione dell'anno 2024  
Sezione B Settore Civile Ambientale**

**Tema di Costruzioni Idrauliche e Difesa del Suolo**

Il Candidato predisponga una relazione tecnica finalizzata alla progettazione di un sistema fognario per la raccolta delle acque meteoriche di una nuova lottizzazione a destinazione residenziale.

L'area sarà caratterizzata da una superficie complessiva di 5 ettari, di cui circa 3 ettari di superfici impermeabili e la rimanente parte costituita da prati e giardini. Le acque meteoriche saranno veicolate ad un corso d'acqua vicino all'area.

Il Candidato descriva i criteri progettuali per la progettazione del sistema fognario evidenziando le scelte effettuate anche in relazione ai materiali e ai manufatti necessari.

Il Candidato esegua un calcolo di massima per individuare il diametro della tubazione necessario, nel tratto terminale della rete. Si adotti una pendenza della tubazione pari allo 0.3%, una lunghezza massima del percorso di 350 m, una scabrezza della tubazione, secondo Gauckler-Strickler, di  $80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , i coefficienti di deflusso pari a 0.8 per le aree impermeabili e pari a 0.2 per le aree permeabili.

La curva di possibilità pluviometrica da adottarsi è la seguente:

$$h=55.5 t^{0.62} \text{ [} h \text{ in mm, } t \text{ in ore]}$$

Per valutare il grado di riempimento dei collettori può essere utilizzata la seguente scala di deflusso:

Scala di deflusso per una sezione Circolare					
Q/Qr	h/D	V/Vr	Q/Qr	h/D	V/Vr
0.003	0.025	0.129	0.543	0.525	1.020
0.005	0.050	0.257	0.586	0.550	1.039
0.013	0.075	0.329	0.629	0.575	1.056
0.021	0.100	0.401	0.672	0.600	1.072
0.035	0.125	0.459	0.714	0.625	1.086
0.049	0.150	0.517	0.756	0.650	1.099
0.069	0.175	0.566	0.797	0.675	1.110
0.088	0.200	0.615	0.837	0.700	1.120
0.113	0.225	0.658	0.875	0.725	1.127
0.137	0.250	0.701	0.912	0.750	1.133
0.167	0.275	0.739	0.945	0.775	1.137
0.196	0.300	0.776	0.977	0.800	1.140
0.230	0.325	0.810	1.004	0.825	1.139
0.263	0.350	0.843	1.030	0.850	1.137
0.300	0.375	0.873	1.048	0.875	1.131
0.337	0.400	0.902	1.066	0.900	1.124
0.377	0.425	0.928	1.070	0.925	1.110
0.416	0.450	0.954	1.074	0.950	1.095
0.458	0.475	0.977	1.037	0.975	1.048
0.500	0.500	1.000	1.000	1.000	1.000

Eventuali parametri necessari ai calcoli non specificati dovranno essere ragionevolmente assunti dal Candidato.

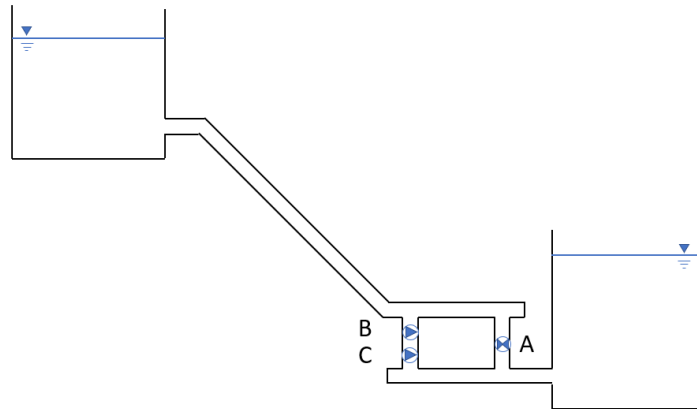
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

**ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO  
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

1<sup>a</sup> SESSIONE 2024 - 2<sup>a</sup> COMMISSIONE  
SEZIONE INGEGNERIA CIVILE-EDILE/ARCHITETTURA-AMBIENTALE  
SEZIONE B

**PRIMA PROVA: IDRAULICA**

Si consideri un impianto costituito da due serbatoi contenenti acqua, collegati da una condotta di lunghezza 200 m, diametro 0.15 m e caratterizzata da un coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a  $100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . La condotta è connessa ai due serbatoi con un imbocco a spigolo vivo e presenta lungo il suo sviluppo due curve a  $90^\circ$  e due curve a  $45^\circ$ . Il dislivello geodetico fra le superfici libere del fluido nei due serbatoi è pari a 30 m. Il sistema è dotato di due pompe in serie (B e C in figura), aventi analoga curva caratteristica  $\Delta H_p = -7500Q^2 + 100Q + 23$ , che consentono il sollevamento della portata dal secondo serbatoio al primo. Qualora queste vengano spente una valvola di ritegno protegge le pompe dall'inversione del flusso, dirottando la portata su un secondo ramo di condotta in cui è posizionata una saracinesca (A in figura) utile alla regolazione del flusso. Durante il sollevamento (pompe attive) alla valvola di ritegno è associato un coefficiente di perdita localizzata pari a 2.7.



Si chiede di:

- 1) Calcolare la portata che circola all'interno dell'impianto, dal secondo serbatoio al primo, nel caso di funzionamento contemporaneo di entrambe le pompe e la prevalenza complessiva fornita da quest'ultime.
- 2) Determinare la portata di ritorno nel caso in cui la valvola di ritegno venga chiusa e la saracinesca sia mantenuta completamente aperta.
- 3) Illustrare e quantificare opportunamente le perdite di carico distribuite e concentrate che si verificano in ciascuno dei due scenari.

## **Esame di stato 2024 – sezione B – prima sessione**

### **Prova di Urbanistica e Pianificazione Territoriale**

Nella prima periferia di una città italiana di medie dimensioni è localizzata un'area industriale dismessa pianeggiante di circa 50.000 mq di Superficie Territoriale (circa 200mx250m).

L'area si colloca in un tessuto pianificato realizzato nel secondo dopoguerra. Nel dettaglio, il lotto confina a sud con un quartiere di edilizia economica popolare degli anni '70 con altezza massima degli edifici di 4 piani, a est con un polo d'interesse che ospita funzioni pubbliche (biblioteca, centro sociale e uffici comunali), a nord è adiacente alla linea ferroviaria del servizio ferroviario metropolitano. Lotti residenziali sono collocati anche a ovest dell'area di interesse con altezza massima di 3 piani. L'area è circondata sui lati est, ovest e sud da strade urbane esistenti.

L'ente proprietario dell'area intende avanzare una proposta di riconversione che dia la possibilità di riorganizzare l'area con un disegno organico, che possa riconnettere l'area di intervento con il resto della città. In particolare, il progetto di rigenerazione intende prevedere la realizzazione di housing sociale (co-housing), di residenza libera, la creazione di dotazioni territoriali appropriate a soddisfare le esigenze del nuovo comparto e dell'intorno e ulteriori funzioni compatibili con quelle previste.

Si richiede al candidato/a di redigere una relazione tecnica riguardante lo studio di fattibilità dell'intervento dal punto di vista urbanistico:

- descrivendo come si intendono condurre le necessarie verifiche in relazione alla compatibilità dell'intervento proposto con gli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale e i possibili vincoli insistenti sull'area, delineando anche attraverso quale strumento attuativo ci si immagina di dover dar seguito all'intervento
- ipotizzando indirizzi progettuali per la corretta organizzazione spaziale del comparto e per la disposizione delle nuove funzioni proposte, al fine di garantire una maggiore integrazione con il contesto.



## ESAME DI STATO ARCHITETTURA E ARCHITETTURA TECNICA (junior sez B)

In un Comune della pianura emiliana, si chiede di ipotizzare una proposta progettuale di un semplice edificio residenziale monopiano di nuova costruzione, rispettando le dimensioni indicate nella planimetria rappresentata in Figura 1.

Si richiede al candidato di elaborare, sulla base delle informazioni fornite, una relazione tecnico-descrittiva che, tramite testi, schemi grafici e diagrammi, includa i seguenti contenuti:

1. la caratterizzazione del tipo edilizio assegnato, specificando gli aspetti morfologici e funzionali, e indicando i caratteri distributivi degli spazi interni atti ad ospitare un nucleo familiare composto tre componenti, anche in funzione dell'orientamento geografico. E' ammessa la presenza di garage e altre superfici accessorie
2. le scelte tecnologiche più appropriate per l'intervento, sulla base della struttura portante e dei requisiti prestazionali dell'involucro in conformità con la normativa edilizia;
3. il calcolo delle quantità dei materiali e dei componenti presenti nelle sole strutture portanti. Si produca il computo metrico analitico con l'esplicitazione dei relativi calcoli.

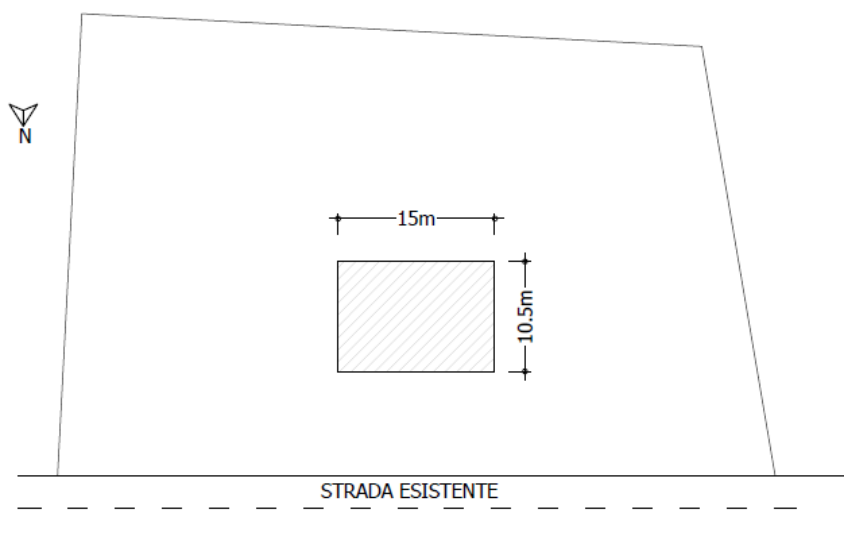


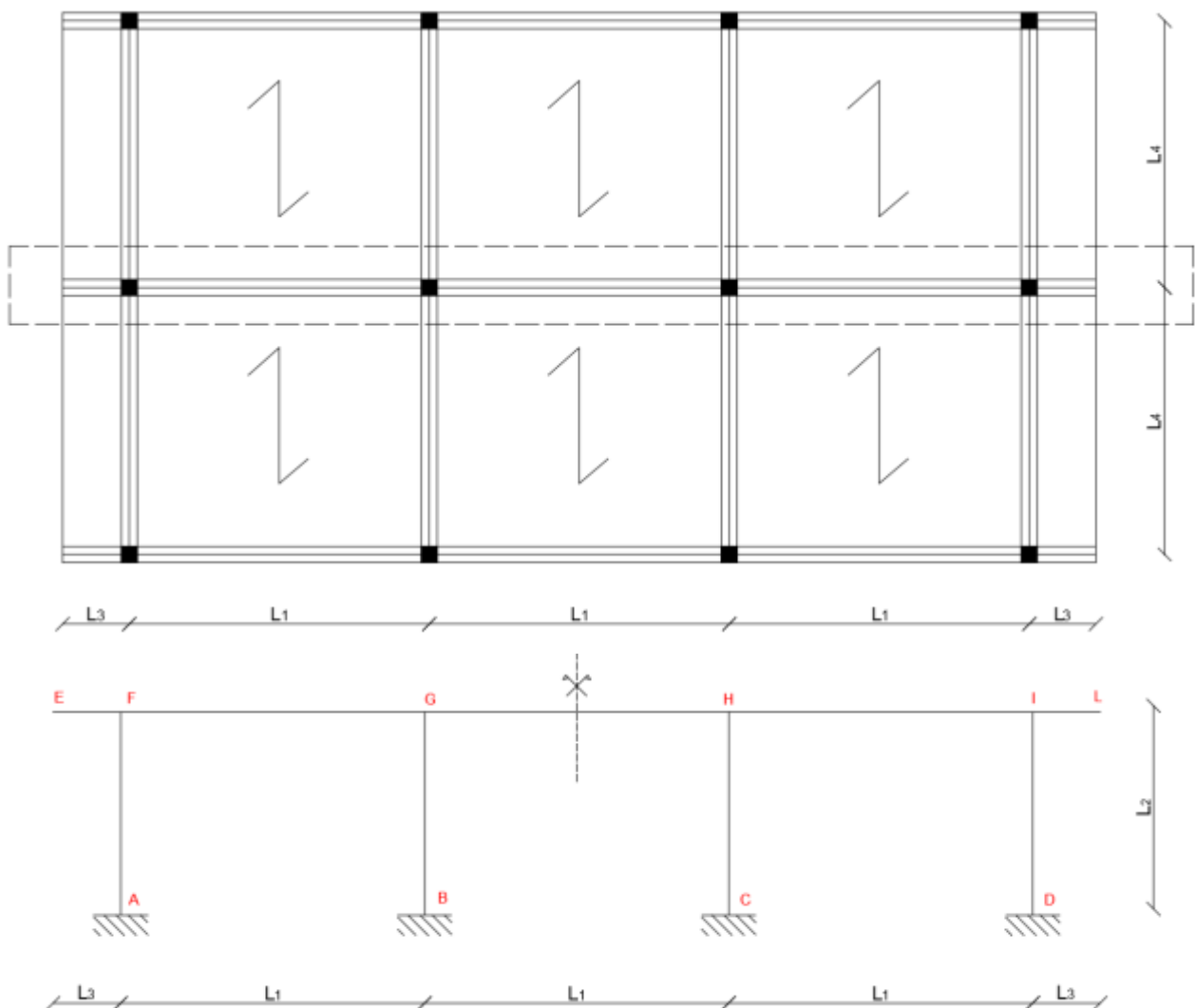
Figura 1: Planimetria lotto intervento.

**Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della  
professione di INGEGNERE - SETTORE CIVILE AMBIENTALE**

Sessione I - Anno 2024 - Sezione B

**Prova scritta di Strutture**

In figura sono rappresentati la pianta ed il telaio interno (evidenziato attraverso un rettangolo tratteggiato in pianta) di una tettoia da costruirsi nella provincia di Milano. La copertura risulta non praticabile.



**Geometria**

$L_1=4.5$  m

$L_2=3.3$  m

$L_3=1.0$  m

$L_4=5.0$  m

Sezione della trave:  $30 \times 50 \text{cm}^2$

Sezione del pilastro:  $30 \times 30 \text{cm}^2$

Con riferimento a tale struttura, trascurando l'azione del vento e l'azione sismica, si richiede al candidato di:

- a) Svolgere il dimensionamento di massima, definire la stratigrafia e condurre l'analisi dei carichi per il solaio di copertura.
- b) Determinare il diagramma del momento flettente agente allo Stato Limite Ultimo sul solaio di copertura e discutere i criteri di progetto e di verifica a flessione del solaio stesso. Inoltre, si richiede di descrivere i criteri per una corretta disposizione delle armature.
- c) Calcolare i diagrammi del momento flettente e del taglio agenti sulla travata (**E-F-G-H-I-L**), con riferimento allo Stato Limite Ultimo.
- d) Determinare l'armatura a flessione per la travata (**E-F-G-H-I-L**), con riferimento agli effetti delle azioni di cui ai punti precedenti, e di rappresentare schematicamente la disposizione delle armature lungo la travata.
- e) Con riferimento alla struttura in esame, descrivere come potrebbe essere affrontato il progetto della fondazione, partendo dalla scelta di una specifica tipologia e discutendone, poi, i criteri di dimensionamento, di progettazione e di verifica.

Le quote e i dati non indicati devono essere ragionevolmente assunti dal candidato.

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

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0f}$	$\Psi_{1f}$	$\Psi_{2f}$
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, ...)	da valutarsi caso per caso		
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

### 2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_F \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi  $Q_{ki}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo "+" vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti  $\psi_{0f}$ ,  $\psi_{1f}$  e  $\psi_{2f}$  sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{G1}$  e  $\gamma_{Q1}$  sono dati nel § 2.6.1.

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

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

<sup>(1)</sup> 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.

### CAP. 3

Per gli orizzontamenti degli edifici per abitazioni e per uffici, il peso proprio di elementi divisorii interni potrà essere ragguagliato ad un carico permanente uniformemente distribuito  $g_2$ , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito  $g_2$  potrà essere correlato al peso proprio per unità di lunghezza  $G_2$  delle partizioni nel modo seguente:

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

Gli elementi divisorii interni con peso proprio maggiore di 5,00 kN/m devono essere considerati in fase di progettazione, tenendo conto del loro effettivo posizionamento sul solaio.

**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

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

Cat.	Ambienti	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>k</sub> [kN]	H <sub>k</sub> [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 atrii 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	
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	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	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
	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	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
	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	<b>Coperture</b>			
	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		

\* 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.

### 3.4.1. CARICO DELLA NEVE SULLE COPERTURE

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

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t \quad [3.4.1]$$

dove:

$q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, di cui al § 3.4.2;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, di cui al § 3.4.3;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4;

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.

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

### 3.4.2. VALORE DI RIFERIMENTO DEL CARICO DELLA NEVE AL SUOLO

Il carico della neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità, il carico di riferimento della neve al suolo, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, non dovrà essere assunto minore di quello calcolato in base alle espressioni riportate nel seguito, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni per le varie zone indicate nella Fig. 3.4.1. Tale zonazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, devono essere definiti singolarmente.

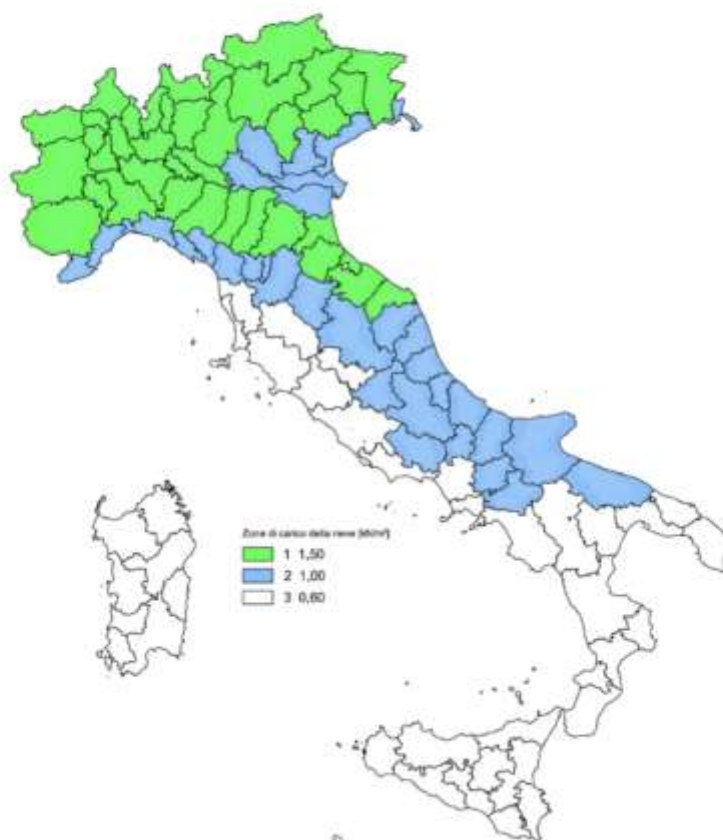


Fig. 3.4.1 – Zone di carico della neve

Nelle espressioni seguenti, l'altitudine di riferimento  $a_s$  (espressa in m) è la quota del suolo sul livello del mare nel sito dove è realizzata la costruzione.

#### Zona I - Alpina

Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbanico-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza:

$$\begin{aligned}
 q_{sk} &= 1,50 \text{ kN/m}^2 & a_s &\leq 200 \text{ m} \\
 q_{sk} &= 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s &> 200 \text{ m}
 \end{aligned}
 \tag{3.4.2}$$

#### Zona I - Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese:

$$\begin{aligned}
 q_{sk} &= 1,50 \text{ kN/m}^2 & a_s &\leq 200 \text{ m} \\
 q_{sk} &= 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s &> 200 \text{ m}
 \end{aligned}
 \tag{3.4.3}$$

### 3.4.3. COEFFICIENTE DI FORMA DELLE COPERTURE

#### 3.4.3.1 GENERALITÀ

I coefficienti di forma delle coperture dipendono dalla forma stessa della copertura e dall'inclinazione sull'orizzontale delle sue parti componenti e dalle condizioni climatiche locali del sito ove sorge la costruzione.

In assenza di dati suffragati da opportuna documentazione, i valori nominali del coefficiente di forma  $\mu_1$  delle coperture ad una o a due falde possono essere ricavati dalla Tab. 3.4.II, essendo  $\alpha$ , espresso in gradi sessagesimali, l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

Tab. 3.4.II - Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Si assume che alla neve non sia impedito 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  $\alpha$ .

Per coperture a più falde, per coperture con forme diverse, così come per coperture contigue a edifici più alti o per accumulo di neve contro parapetti o più in generale per altre situazioni ritenute significative dal progettista si deve fare riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

#### 3.4.3.2 COPERTURA AD UNA FALDA

Nel caso delle coperture ad una falda, si deve considerare la condizione di carico riportata in Fig. 3.4.2.

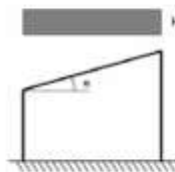


Fig. 3.4.2 - Condizioni di carico per coperture ad una falda



#### 3.4.4. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione  $C_E$  tiene conto delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati di questo coefficiente sono forniti in Tab. 3.4.I per diverse classi di esposizione. Se non diversamente indicato, si assumerà  $C_E = 1$ .

Tab. 3.4.I – Valori di  $C_E$  per diverse classi di esposizione

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

#### 3.4.5. COEFFICIENTE TERMICO

Il coefficiente termico tiene conto della riduzione del carico della neve, a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente dipende dalle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere posto  $C_t = 1$ .