

**Esame di stato per l'abilitazione all'esercizio delle professioni di Ingegnere
presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia**

Sez. B anno 2025 Prima Sessione

Quarta prova – 30 settembre '25

Durata: 6 ore

Settore Civile – Ambientale

Il candidato deve scegliere fra uno dei due temi proposti; si informa che le procedure di risoluzione, la correttezza dei risultati, la capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema 1 Civile – Ambientale

La struttura mostrata in Figura 1 rappresenta un'autorimessa da realizzarsi in adiacenza ad un edificio esistente, nel comune di Modena. La struttura di nuova realizzazione presenta una copertura piana in laterocemento ed è costituita da tre telai piani in cemento armato posti a distanza di 3.95 m e 3.8 m. Le strutture sono realizzate con calcestruzzo C25/30. Uno schema rappresentativo dei telai è riportato in Figura 2, dal quale è possibile notare che il pilastro è vincolato alla base con un vincolo tipo “cerniera” mentre la trave è collegata all'edificio esistente con un vincolo tipo “carrello”. Le dimensioni degli elementi strutturali riportate nella Figura 1 sono puramente indicative, e devono essere valutate/progettate dal candidato.

Si richiede di progettare la struttura in c.a. in conformità con le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018) nei confronti dei carichi verticali e del carico orizzontale dovuto al vento (azione sismica esclusa). Per quanto riguarda il vento, si consideri che esso esercita una pressione orizzontale avente valore caratteristico pari a 1 kN/m^2 .

In particolare, si richiede di:

- Effettuare l'analisi dei carichi del solaio di copertura considerando un pacchetto di solaio idoneo;
- Valutare i carichi verticali q_1 e orizzontali q_2 (legati all'azione del vento) agenti sul telaio centrale (quest'ultimo evidenziato in Figura 1 e schematizzato in Figura 2, costituito dalla Trave 2 e dal Pilastro 2);
- Valutare le sollecitazioni interne sul solaio e sul telaio centrale;
- Effettuare le verifiche di resistenza del travetto di solaio e della trave del telaio centrale;
- Eseguito elaborati grafici schematici che mostrino la posizione delle armature calcolate, specificando i dettagli necessari per rendere quanto progettato conforme alle prescrizioni delle NTC2018.

Le quote delle figure sono in cm. Qualunque dato mancante può essere assunto dal candidato previa opportuna giustificazione.

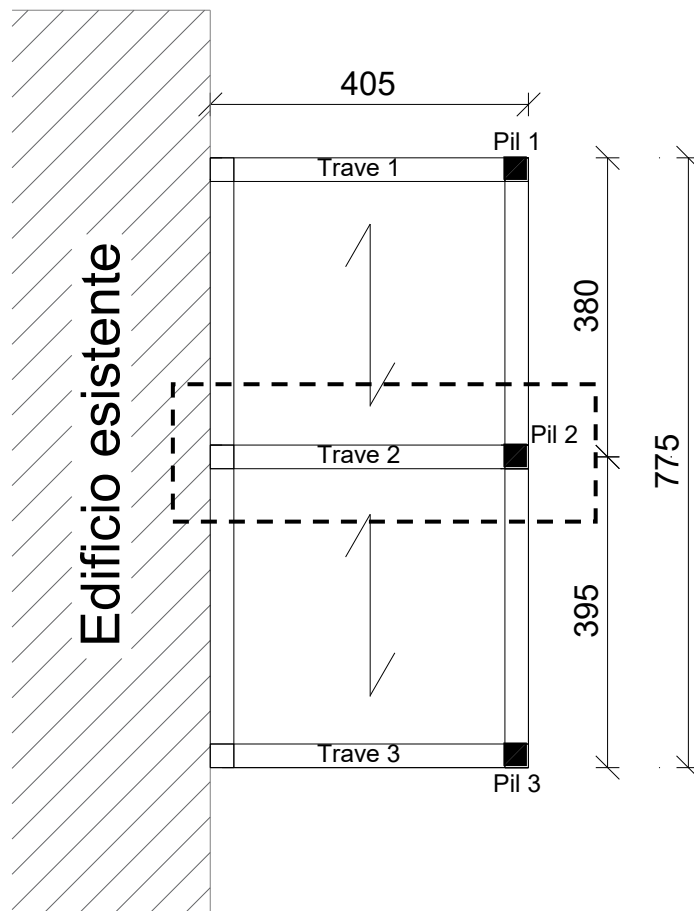


Figura 1. Pianta della struttura con evidenziato il telaio centrale

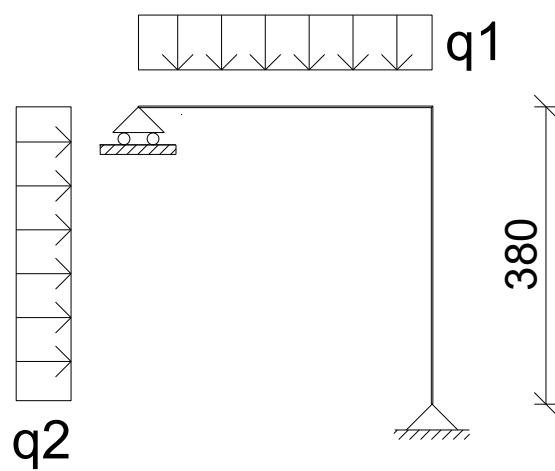
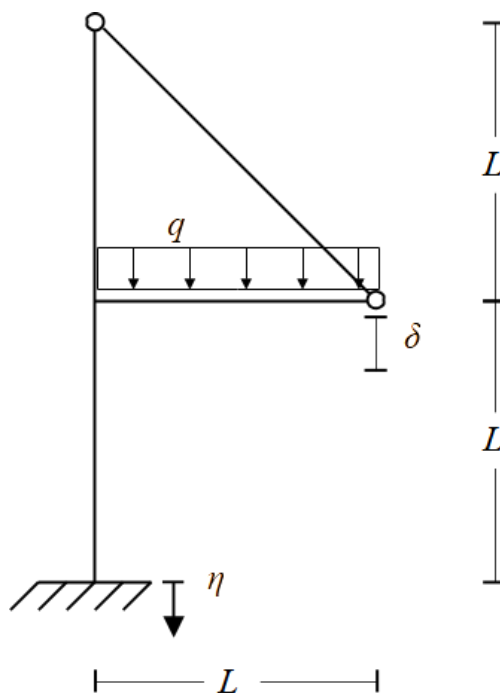


Figura 2. Schema del telaio

Tema 2 Civile – Ambientale

La struttura riportata in Figura 1 è costituita da un elemento continuo a telaio composto da un montante verticale incastrato alla base di altezza pari a 10 m, uno sbalzo orizzontale di lunghezza 5 m e un tirante inclinato che collega il nodo di estremità dello sbalzo con il vertice del montante. Lo sbalzo è soggetto a un carico distribuito q di intensità pari a 5 kN/m. Tale carico costituisce l'unica azione agente sulla struttura.

Tutti gli elementi strutturali sono in acciaio S235. I profili del telaio (montante verticale e sbalzo) sono HEA 120, mentre il tirante è un profilo pieno circolare di diametro 5 cm.



Il candidato è tenuto a rispondere, nell'ordine indicato, ai seguenti quesiti:

1. Determinare le sollecitazioni interne (sforzi normali, tagli, momenti) in tutti gli elementi e rappresentare i relativi diagrammi.
2. Procedere alla verifica di resistenza di tutti gli elementi secondo le prescrizioni di una normativa di comprovata validità (es. Eurocodici o NTC2018). In caso di verifica non soddisfatta, proporre un intervento di adeguamento.
3. Calcolare lo spostamento verticale δ del nodo di estremità dello sbalzo. Verificare se tale spostamento risulta inferiore a $L/300$. In caso di superamento del limite, discutere almeno due proposte di intervento progettuale finalizzate alla riduzione della deformazione, motivandole in modo tecnico.
4. Analizzare e discutere l'effetto sulla struttura di un cedimento verticale η pari a 4 cm agente in corrispondenza dell'incastro di base.

Tema 3 Civile – Ambientale

In una zona industriale in zona di pianura, ai margini dell'area urbana si prevede la costruzione di un impianto di incenerimento di rifiuti solidi urbani. L'impianto prevede un camino per convogliare le emissioni gassose secondo le dimensioni in tabella. È richiesta una valutazione dell'impatto di una sostanza inquinante emessa dal camino dell'impianto presso due recettori: R1 a 1.5 km di distanza dalla sorgente all'interno della zona urbana, e R2 a 2.5 km di distanza dalla sorgente in ambiente rurale. La sostanza inquinante emessa è ipotizzata conservativa e inerte, con concentrazione di fondo trascurabile. Si ipotizza inoltre che non sia presente un'inversione termica in quota e che la riflessione al suolo sia trascurabile.

Descrivere in maniera qualitativa e sintetica le caratteristiche principali dei modelli gaussiani di dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Si calcoli la concentrazione massima, espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, presso R1 e R2, nelle condizioni meteorologiche più sfavorevoli.

Ipotizzando una concentrazione eccessiva di inquinante a uno dei due recettori, discutere i possibili interventi sui dettagli progettuali del camino per ridurre le concentrazioni ai recettori.

Argomentare se le ipotesi di assenza di riflessione al suolo e in quota si traducano in una sovrastima o sottostima delle concentrazioni.

In mancanza di informazioni o dati necessari per la risoluzione del problema, il candidato faccia le assunzioni che ritiene opportune giustificandole.

Nome	Simbolo	Valore	Unità
Concentrazione dell'inquinante	C	15	mg / m^3
Densità dei fumi di emissione	ρ	1.3	kg / m^3
Velocità dei fumi in uscita dal camino	w	25	m / s
Diametro del camino	Φ	1.8	m
Altezza del camino	H	22	m
Innalzamento del pennacchio (plume rise)	ΔH	5	m
Velocità media del vento	v	4	m / s

Categoria di Pasquill	σ_y, m	σ_z, m
Rurale (terreno piatto)		
A	$0,22x(1+0,0001x)^{-1/2}$	0,20x
B	$0,16x(1+0,0001x)^{-1/2}$	0,12x
C	$0,11x(1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,08x(1+0,0002x)^{-1/2}$
D	$0,08x(1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,06x(1+0,0015x)^{-1/2}$
E	$0,06x(1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,03x(1+0,0015x)^{-1}$
F	$0,04x(1+0,0001x)^{-1/2}$	$0,016x(1+0,0003x)^{-1}$
Urbano (terreno, rugoso)		
A-B	$0,32x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,24x(1+0,001x)^{1/2}$
C	$0,22x(1+0,0004x)^{-1/2}$	0,20x
D	$0,16x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,14x(1+0,0003x)^{-1/2}$
E-F	$0,11x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,08x(1+0,00015x)^{-1/2}$

“x” indica la distanza in metri dalla sorgenti