



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere Junior – Sezione B**

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

<b>Settore: Civile e Ambientale</b>
4 o L-17 - Scienze dell'architettura e dell'ingegneria edile L-23 - Scienza e tecnica dell'edilizia 8 e L-7 - Ingegneria civile e ambientale

Tema n. 1

Principi e tecniche per la progettazione degli edifici residenziali ai fini del superamento delle barriere architettoniche. Con riferimento a un edificio residenziale privato con 6 unità immobiliari, avente 2 piani fuori terra e un piano interrato, si descrivano i requisiti necessari perché l'edificio sia dichiarato conforme alla norma.

Tema n. 2

Si sintetizzino i punti fondamentali nella progettazione strutturale di un edificio monofamiliare situato nel comune di Trento (altitudine 190 m s.l.m.). L'edificio ha una pianta di 10 m x 15 m, 1 piano fuori terra e copertura inclinata a due falde. In particolare, si descrivano lo schema strutturale e i materiali adottati, riportando la verifica di almeno un elemento strutturale; si richiede la redazione di semplici elaborati grafici utili alla comprensione del progetto.

Tema n. 3

Si descrivano i requisiti fondamentali necessari alle opere strutturali, illustrando in particolare i principi di base della progettazione strutturale, con riferimento alla sicurezza strutturale secondo la normativa vigente.

Tema n. 4

Si illustri come la scelta dei materiali, la disposizione degli strati nel pacchetto costruttivo, e in generale la progettazione dell'involucro edilizio influenzino le prestazioni termo-igrometriche di un edificio in regime invernale ed estivo. Si approfondiscano gli effetti di tali scelte sul comfort abitativo e sul contenimento dei consumi energetici, evidenziando i principi tecnici alla base di un'efficace gestione del bilancio termico e dell'umidità interna.



Tema n. 5

Si descrivano le caratteristiche e gli scopi del Piano di Sicurezza e di Coordinamento per un edificio residenziale sito a Trento.

Tema n. 6

Nel caso di un rilievo topografico misto che richiede l'uso di una stazione totale e di strumentazione GNSS che sfrutti un servizio di posizionamento in tempo reale si discutano le diverse precisioni delle coordinate che si ottengono con le due strumentazioni.

Si descriva quindi la funzione della trasformazione di Helmert e i vantaggi di operare tale trasformazione dal sistema di riferimento locale della stazione totale a un sistema di riferimento terrestre di tipo continentale (e.g. ETRS89) per gli scopi tipici dell'ingegneria civile.

Tema n. 7

Si descrivano le proprietà meccaniche, il legame costitutivo e i criteri di resistenza dei più comuni materiali da costruzione.

*Handwritten signatures and initials:* A series of cursive signatures and initials, including what appears to be 'G', 'V', 'S', and 'N'.

*Handwritten initials:* RS



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere Junior – Sezione B**

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

<b>Settore: Civile e Ambientale</b>
8 e L-7 - Ingegneria civile e ambientale

Tema n. 1

Due serbatoi di grandi dimensioni presentano una differenza di livello delle rispettive superfici libere pari a 10 m e sono collegati con una tubazione orizzontale di lunghezza 1 km avente scabrezza assoluta pari a 1 mm. Si descriva il procedimento per il dimensionamento del diametro della tubazione e le necessità impiantistiche del sistema nell'ipotesi che la portata transitante risulti pari a 100 l/s e che il flusso d'acqua vada verso il serbatoio a quota maggiore.

Tema n. 2

In una giornata estiva, un ufficio di 130 m<sup>3</sup> viene mantenuto alla temperatura di 26 °C con un'umidità relativa del 50% attraverso un impianto di climatizzazione a tutt'aria. L'impianto immette nell'ufficio una portata d'aria trattata pari a 4 volumi/ora. Di tale portata una parte viene ricircolata e la frazione restante, pari a 1 volumi/ora, viene rinnovata prelevandola dall'esterno.

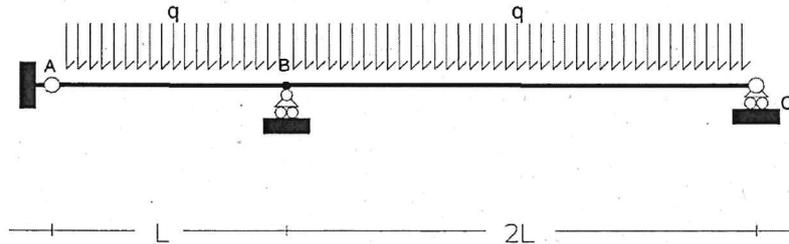
Il carico termico dell'ufficio è quantificabile in 400 W (latenti) e 1.5 kW (sensibili). L'aria all'esterno dell'edificio ha una temperatura di 32 °C e umidità relativa pari a 85%. Si assuma la pressione di saturazione del vapor d'acqua pari a 3363.13 Pa alla temperatura interna dell'ufficio e 4758.53 Pa alla temperatura dell'aria esterna. L'aria umida (miscela aria secca-vapore) ha una pressione totale costante pari a 101325 Pa. Si consideri l'aria secca un gas ideale con calore specifico a pressione costante 1006 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>. La densità media riferita all'aria secca nelle condizioni date è pari a 1.18 kg m<sup>-3</sup>. Il calore specifico a pressione costante del vapor d'acqua è pari a  $c_{pv} = 1.875 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  mentre il calore latente di vaporizzazione dell'acqua è pari a  $r = 2501 \text{ kJ kg}^{-1}$ .

- Si valutino le condizioni di immissione dell'aria in termini di entalpia, temperatura e umidità specifica.
- Considerando inoltre l'unità di trattamento aria (UTA) necessaria per trattare l'aria da immettere nell'ufficio, si valutino le potenze scambiate e le portate d'acqua condensate nei diversi segmenti della UTA. Per questo punto si ipotizzi che l'aria subisca nella batteria di postriscaldamento una variazione di entalpia pari a 1.8 kJ/kg.
- Si disegni lo schema di funzionamento dell'UTA.
- Infine si quantifichi il risparmio energetico legato al ricircolo rispetto ad una soluzione in cui la frazione ricircolata è nulla.



Tema n. 3

Si consideri un solaio realizzato con travi aventi interasse pari a 4 m in base allo schema strutturale rappresentato nella figura sottostante, assumendo  $L=3$  m.



Considerando la trave costituita da uno stesso profilato metallico e sollecitata da un peso proprio e un sovraccarico, la cui somma ammonta complessivamente a  $4.5 \text{ kN/m}^2$ , si richiede di:

1. calcolare la struttura e rappresentarne i diagrammi quotati delle azioni interne;
2. assumendo che la tensione massima non possa eccedere  $240 \text{ MPa}$ , predimensionare la trave in base al solo momento flettente, assumendo un profilo IPE secondo la tabella sottostante;
3. utilizzando il criterio di resistenza di Tresca o von Mises, verificare il profilato adottato per gli stati di sollecitazione più critici previsti.

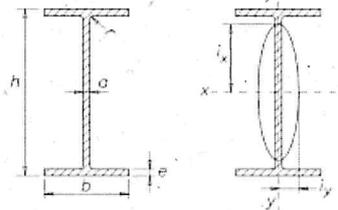


Tabella 3. Travi IPE ad ali strette parallele.

Designazione	h mm	b mm	a mm	e mm	r mm	Area S cm <sup>2</sup>	Massa lineica P kg/m	Asse xx			Asse yy			
								$I_x$ cm <sup>4</sup>	$W_x$ cm <sup>3</sup>	$i_x$ cm	$I_y$ cm <sup>4</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$i_y$ cm	
IPE 80	UNI 5398	80	46	3,8	5,2	5	7,64	6,0	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05
» 100	»	100	55	4,1	5,7	7	10,3	8,1	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24
» 120	»	120	64	4,4	6,3	7	13,2	10,4	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45
» 140	»	140	73	4,7	6,9	7	16,4	12,9	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65
» 160	»	160	82	5,0	7,4	9	20,1	15,8	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84
» 180	»	180	91	5,3	8,0	9	23,9	18,8	1 317	146	7,42	101	22,2	2,05
» 200	»	200	100	5,6	8,5	12	28,5	22,4	1 943	194	8,26	142	28,5	2,24
» 220	»	220	110	5,9	9,2	12	33,4	26,2	2 772	252	9,11	205	37,3	2,48
» 240	»	240	120	6,2	9,8	15	39,1	30,7	3 892	324	9,97	284	47,3	2,69
» 270	»	270	135	6,6	10,2	15	45,9	36,1	5 790	429	11,2	420	62,2	3,02
» 300	»	300	150	7,1	10,7	15	53,8	42,2	8 356	557	12,5	604	80,5	3,35
» 330	»	330	160	7,5	11,5	18	62,6	49,1	11 770	713	13,7	788	98,5	3,55
» 360	»	360	170	8,0	12,7	18	72,7	57,1	16 270	904	15,0	1043	123	3,79
» 400	»	400	180	8,6	13,5	21	84,5	66,3	23 130	1160	16,5	1318	146	3,95
» 450	»	450	190	9,4	14,6	21	98,8	77,6	33 740	1500	18,5	1676	176	4,12
» 500	»	500	200	10,2	16,0	21	116	90,7	48 200	1930	20,4	2142	214	4,31
» 550	»	550	210	11,1	17,2	24	134	106	67 120	2440	22,3	2668	254	4,45
» 600	»	600	220	12,0	19,0	24	156	122	92 080	3070	24,3	3387	308	4,66

Tema n. 4

Si descrivano i riferimenti normativi e gli aspetti tecnici in relazione al comfort termoigrometrico di un edificio monofamiliare a Trento, con grafici esplicativi di alcuni pacchetti degli elementi costruttivi.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere junior – Sezione B**

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

<b>Settore: Industriale</b>
10 e L-9 - Ingegneria industriale

Tema n. 1

Si selezioni una delle tre classi principali di materiali (polimerici, metallici, ceramici) e se ne descrivano le principali tecnologie di trasformazione, fornendo anche la correlazione tra processo tecnologico adottato e proprietà (microstrutturali, termiche, meccaniche, elettriche etc.) risultanti. Per la classe di materiali selezionata, si definiscano inoltre i principali campi di applicazione.

Tema n. 2

Si illustrino le principali tipologie di azionamenti e sensori in ambito robotico.

*[Handwritten signatures and initials]*



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere Junior – Sezione B

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

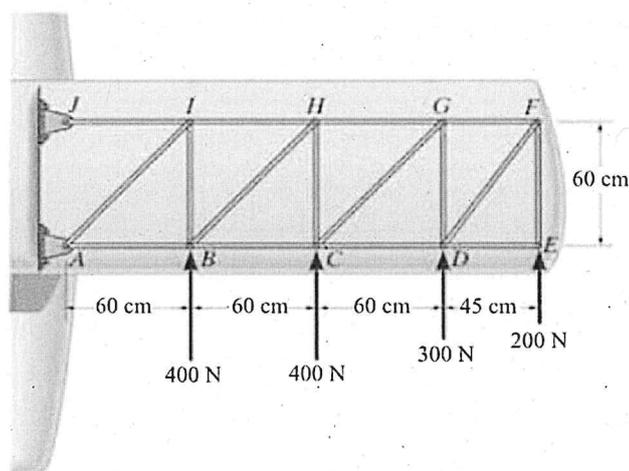
Settore: Industriale

10 e L-9 - Ingegneria industriale

Tema n. 1

L'ala di un velivolo ultraleggero è supportata da una travatura reticolare, mostrata in figura (per semplicità costruttiva, tutte le travi hanno la stessa sezione). A causa delle forze di drag aerodinamico, la travatura è sottoposta a forze massime pari a quelle mostrate in figura.

- (a) Identificare il membro più sollecitato e dimensionare l'area della sezione delle travi in maniera tale da garantire un coefficiente di sicurezza di 1.5 rispetto alla forza normale, supponendo di utilizzare due materiali diversi: acciaio ( $\sigma_{Y,ac} = 350 \text{ MPa}$ ,  $\rho_{ac} = 7800 \text{ kg/m}^3$ ) o alluminio ( $\sigma_{Y,al} = 95 \text{ MPa}$ ,  $\rho_{al} = 2700 \text{ kg/m}^3$ ).
- (b) Con quale delle due soluzioni si ottiene una struttura più leggera?



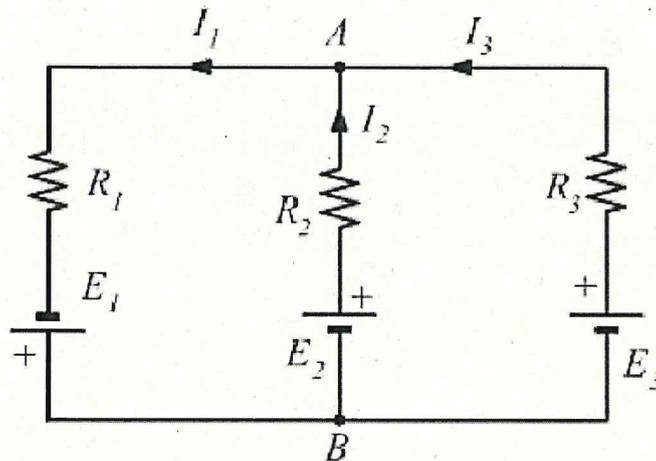
*[Handwritten signatures]*

PS



Si risolvano i seguenti esercizi numerici.

- (a) Una barra di acciaio a sezione circolare, di diametro  $d = 20$  mm, è sollecitata da una forza di trazione  $F = 9.8$  kN. Si valuti lo sforzo nominale di trazione  $\sigma$ , la deformazione subita dalla barra in direzione longitudinale e l'allungamento. Si assuma  $E = 210$  GPa, lunghezza iniziale della barra  $L_0 = 50$  cm, tensione di snervamento  $\sigma_y = 300$  MPa.
- (b) Una barra di policarbonato a sezione circolare, di diametro  $d = 20$  mm, è sollecitata da una forza di trazione  $F = 9.8$  kN. Si valuti lo sforzo nominale di trazione  $\sigma$ , la deformazione subita dalla barra in direzione longitudinale e l'allungamento. Si assuma  $E = 2$  GPa, lunghezza iniziale della barra  $L_0 = 50$  cm, tensione di snervamento  $\sigma_y = 70$  MPa.
- (c) Si confrontino i risultati ottenuti nei punti (a), (b) e si motivino le differenze in maniera critica.
- (d) Una bacchetta di rame ha un diametro di 10 cm e alla temperatura di  $20$  °C si incastra perfettamente, attraverso un foro, in una lamina di ottone. Se la temperatura sia della bacchetta che della lamina viene portata a  $1540$  °C, la bacchetta sarà ancora perfettamente aderente al foro? Altrimenti, valutare l'ampiezza dell'eventuale fessura che si crea tra la bacchetta ed il bordo del foro. Si sappia che  $\alpha_{Cu} = 17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  e  $\alpha_{Ottone} = 19 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .
- (e) Una sfera di ottone ( $\alpha_{Ottone} = 19 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ) aumenta il proprio volume dello 0.1%. Si dica di quanto è variata la temperatura.
- (f) Dato il circuito riportato in figura ed utilizzando le leggi di Kirchoff, trovare le correnti  $I_1, I_2, I_3$ .



$$\begin{aligned} E_1 &= 4 \text{ V} \\ E_2 &= 11 \text{ V} \\ E_3 &= 12 \text{ V} \\ R_1 &= 1 \Omega \\ R_2 &= 2 \Omega \\ R_3 &= 3 \Omega \end{aligned}$$

- (g) Due boiler utilizzati per il riscaldamento dell'acqua sono schematizzabili come due resistenze di 20 Ohm e 40 Ohm connesse alla tensione di rete nazionale di 220 V. Se essi vengono utilizzati per scaldare 50 litri di acqua alla temperatura iniziale di  $25$  °C per 1 ora, quale sarà la temperatura dell'acqua in entrambi i casi? Se ogni kWh di energia ha un costo di 0.10 euro, quale sarà il costo totale legato al funzionamento dei due elettrodomestici? Si sappia che  $c_p(\text{H}_2\text{O}) = 4186 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ .

*[Handwritten signatures and initials]*