

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 2026

Terza prova scritta – 7 settembre '26

Durata: 6 ore

Settore Industriale

Il candidato deve scegliere 1 fra i 5 temi proposti. La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema 1

Si progetti un sistema di irrigazione per terreno agricolo. Esso prevede l'uso di un ugello alimentato da una pompa centrifuga, la quale viene trascinata da un motore a Biometano. Il sistema è schematizzato in Fig. 1.

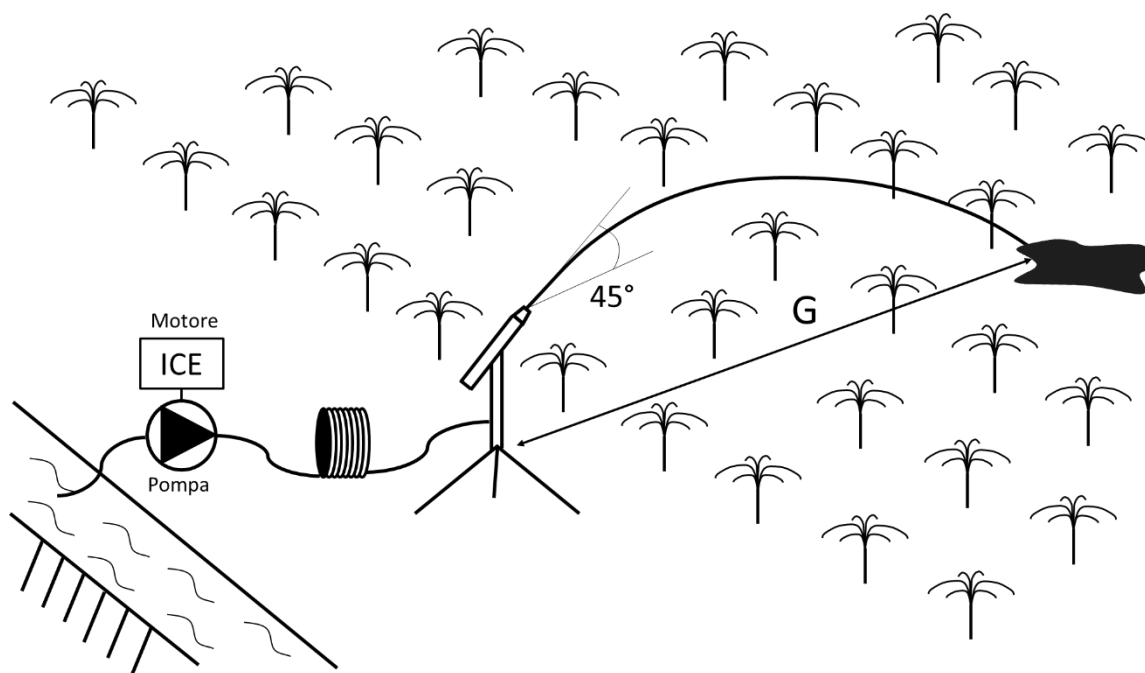


Fig. 1

La pompa pesca acqua da un canale di irrigazione e la invia all'ugello che ha il compito di distribuirla sul campo. Per ipotesi, l'asse dell'ugello è inclinato di 45° rispetto al piano che rappresenta il suolo (pianeggiante), l'interazione getto-aria è trascurabile.

Si richiede di:

1. Calcolare la velocità di uscita dall'ugello per ottenere una gittata di 84.96 m.

2. Calcolare la portata del getto d'acqua supponendo che il diametro di uscita del distributore (D_2) sia 20.09 mm.
3. Si calcoli la velocità di ingresso all'ugello immaginando che il diametro di ingresso (D_1) sia pari a 50 mm (che corrisponde, fra l'altro, al diametro del tubo di gomma che porta l'acqua dalla pompa all'ugello), supponendo di trascurare le perdite dentro al convergente.
4. Calcolare la prevalenza richiesta alla pompa trascurando le perdite dentro al distributore ma considerando quelle distribuite all'interno del tubo che collega pompa ed ugello. Il tubo è lungo 50 m e ha diametro pari a D_1 . L'acqua è caratterizzata da viscosità dinamica (μ) pari a 1.00 mPa·s e densità (ρ) di 1000 kg/m³. Per il coefficiente di attrito si faccia riferimento al diagramma di Moody riportato in Fig. 2, considerando il tubo perfettamente liscio. Inoltre, si trascurino le perdite distribuite nel tubo che collega canale e pompa (che ha sempre diametro 50 mm) ma si consideri la perdita di imbocco quando l'acqua dal canale entra nel tubo.

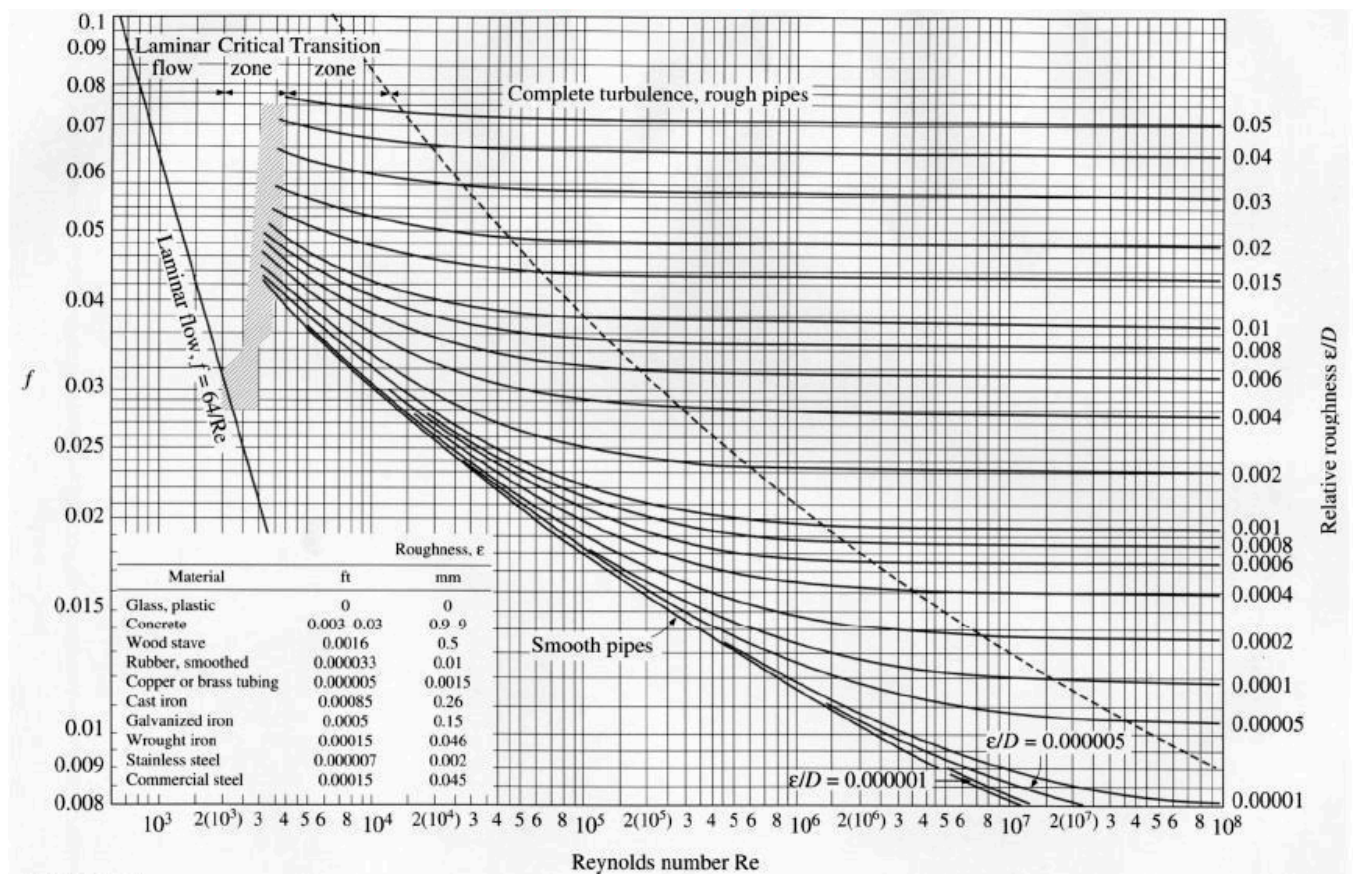


Fig. 2

In Tab. 1 vengono riportati i rendimenti idraulico (η_i), meccanico (η_m) e volumetrico (η_v) della pompa, la velocità di rotazione (n), il rapporto di compressione volumetrico (r), il coefficiente di riempimento (λ_v), l'indice d'aria (λ) e il consumo specifico (C_s) del motore, nonché la dosatura stechiometrica (α_s) e il potere calorifico inferiore (K_i) del combustibile. Si supponga unitario sia il rendimento di combustione (η_c) del motore, sia il rapporto di trasmissione tra motore e pompa.

η_i	0.60	-
η_m	0.95	-
η_v	0.98	-
n	3000	giri/min
r	11	-
λ	1.5	-
α_s	10	-
K_i	22000	kJ/kg
C_s	500.00	g/kWh
λ_v	0.88	-
ρ (aria)	1.18	Kg/m ³
c_v (aria)	1003.62	J/KgK
c_p (aria)	1344.8508	J/KgK
γ (aria)	1.34	
T_1	293	K
p_1	1	bar
R	0.287	KJ/KgK

Tab. 1

Si chiede di calcolare:

5. Potenza, rendimento e cilindrata del motore
6. BMEP del motore;
7. La massa di Biometano per ciclo

Supponendo che il motore funzioni secondo un ciclo Otto con gas ideale, si calcolino:

8. Pressione e temperatura a fine compressione
9. Pressione e temperatura massime nel ciclo
10. Pressione e temperatura a fine espansione
11. Rendimento termodinamico del ciclo

Considerando la pompa di Fig. 1 e le sue condizioni operative di portata e prevalenza, adoperando il diagramma di Baljé di Fig. 3 si stabilisca se, per avere massima efficienza, si debba utilizzare una macchina centrifuga, mista o assiale e quale sarebbe il rendimento idraulico massimo. Inoltre, si calcoli (approssimativamente) qual è la differenza di rendimento idraulico della macchina tra la pompa realmente utilizzata e quella “ottimale” che risulterebbe dal diagramma di Baljé. Infine si calcoli quale sarebbe la dimensione ottimale della macchina.

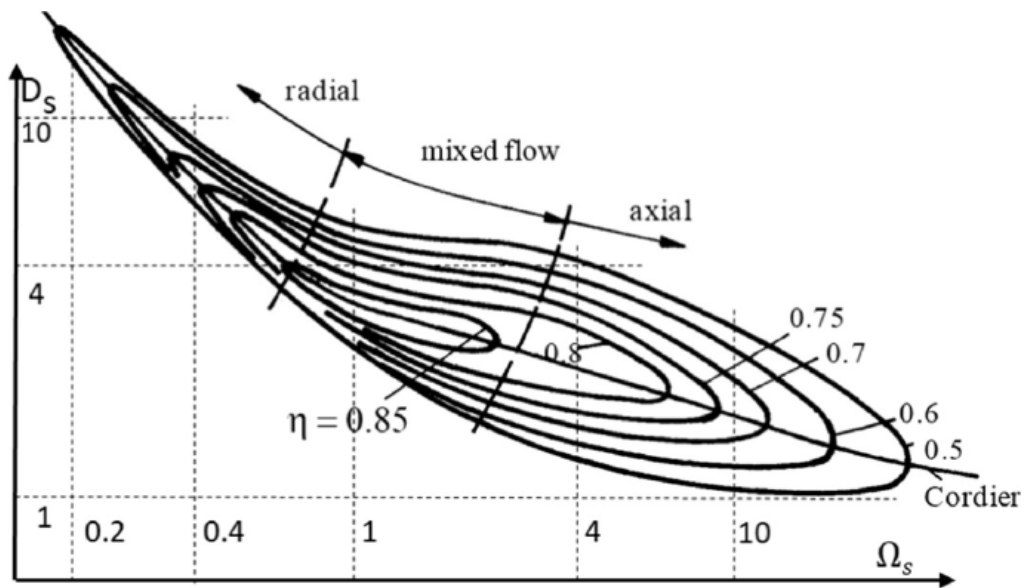


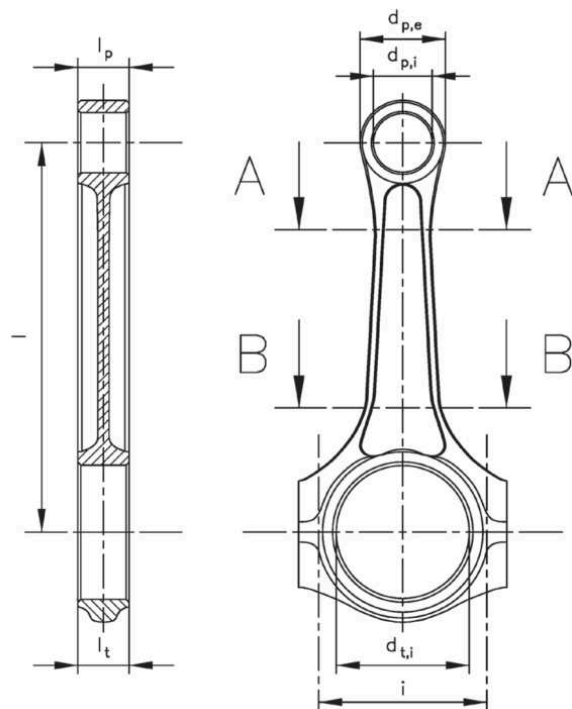
Fig. 3

Tema 2

Si consideri il dimensionamento della biella per un motore a combustione interna a quattro tempi. Sono forniti i dati riportati in basso.

Scegliere opportunamente i materiali con cui realizzare biella e spinotto. Considerare, per un calcolo di primo tentativo, le masse fornite per gli organi del motore. Si richiede inoltre di:

1. Scegliere una forma per la sezione minima del fusto e dimensionare tale sezione affinché resista a fatica alle condizioni specificate
2. Dimensionare opportunamente lo spessore del piede della biella
3. Dimensionare lo spinotto, che va realizzato con sezione circolare cava, scegliendo il diametro interno più adeguato



Lunghezza biella

Diametro interno del piede

Larghezza del piede

Massa preliminare di pistone, spinotto e fasce elastiche

Massa preliminare della biella

l	123	mm
$d_{p,i}$	22	mm
l_p	23	mm
m_{psf}	0.43	kg
m_b	0.74	kg

Pressione massima in camera di combustione
 Massimo numero di giri del motore
 Alesaggio
 Corsa

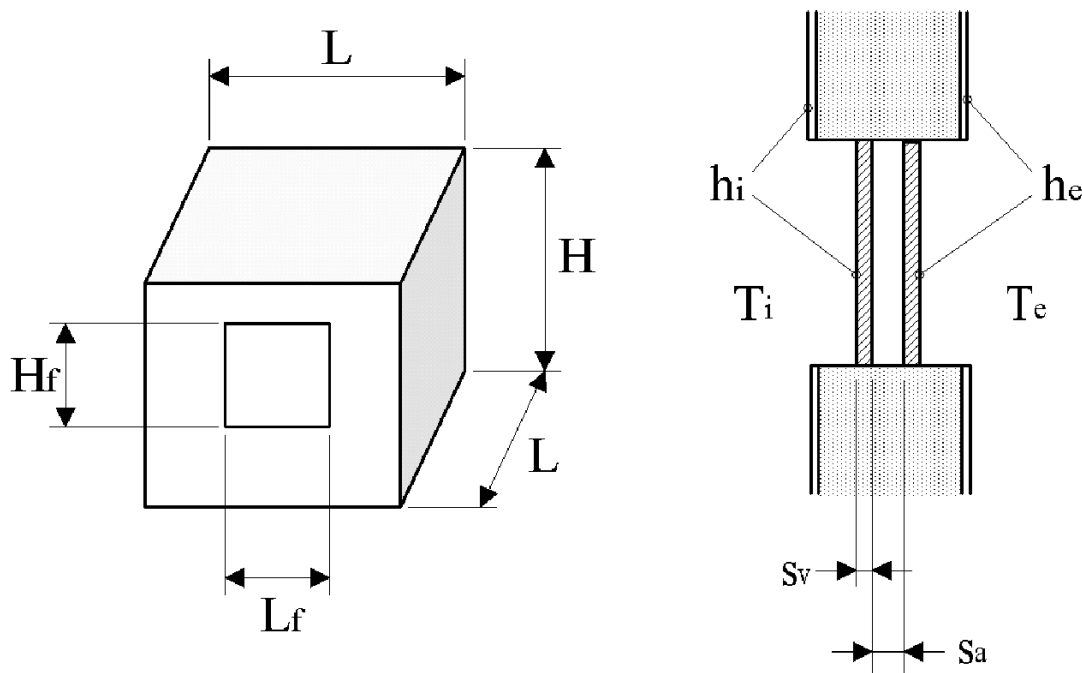
p_{max}	6.5	MPa
n_{max}	5800	giri/min
B	68	mm
S	68	mm

Tema 3

Si consideri una cella frigorifera caratterizzata da dimensioni esterne $2.00 \times 2.00 \times 1.75 \text{ m}^3$ ($L \times L \times H$). Le pareti laterali e quella superiore sono tutte costituite da due lamine in materiale plastico rigido, ognuna con spessore 3 mm e conduttività termica $0.7 \text{ W/(m } ^\circ\text{C)}$, tra le quali è inserito uno strato di isolante termico schiumato con spessore 80 mm e conduttività termica $0.025 \text{ W/(m } ^\circ\text{C)}$. I coefficienti di scambio termico convettivo sulla superficie interna e sulla superficie esterna della parete valgono, rispettivamente, $12 \text{ W/(m}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}$ e $13 \text{ W/(m}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}$. Il pavimento della cella si può considerare adiabatico e la temperatura ambientale esterna può essere considerata pari a $27 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Nella cella è inserita, in una delle pareti verticali, una finestra di ispezione con dimensioni $750 \text{ mm} \times 750 \text{ mm}$, costituita da due lastre di vetro con spessore 3 mm e conduttività termica pari a $1 \text{ W/(m } ^\circ\text{C)}$, tra le quali è interposto uno strato di aria ferma con spessore 15 mm e conduttività termica $0.02 \text{ W/(m } ^\circ\text{C)}$.

Determinare la potenza termica che è necessario estrarre dalla cella frigorifera per mantenere, in condizioni stazionarie, la temperatura interna di $-18 \text{ } ^\circ\text{C}$ e quale percentuale di tale potenza fluisce attraverso la finestra di ispezione. Determinare inoltre le temperature superficiali sulle superfici esposte all'aria.



Tema 4

La trasmissione meccanica mostrata in Figura è formata da un motore elettrico con rotore di momento d'inerzia $J_m = 5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, un rotismo epicicloidale con corona fissa a telaio e numeri di denti $z_1 = 17$, $z_2 = 23$, e un

utilizzatore con rotore di momento di inerzia $J_u = 2.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Il motore eroga una coppia costante $M_m = 20 \text{ Nm}$ e l'utilizzatore oppone una coppia costante $M_u = 10 \text{ Nm}$.

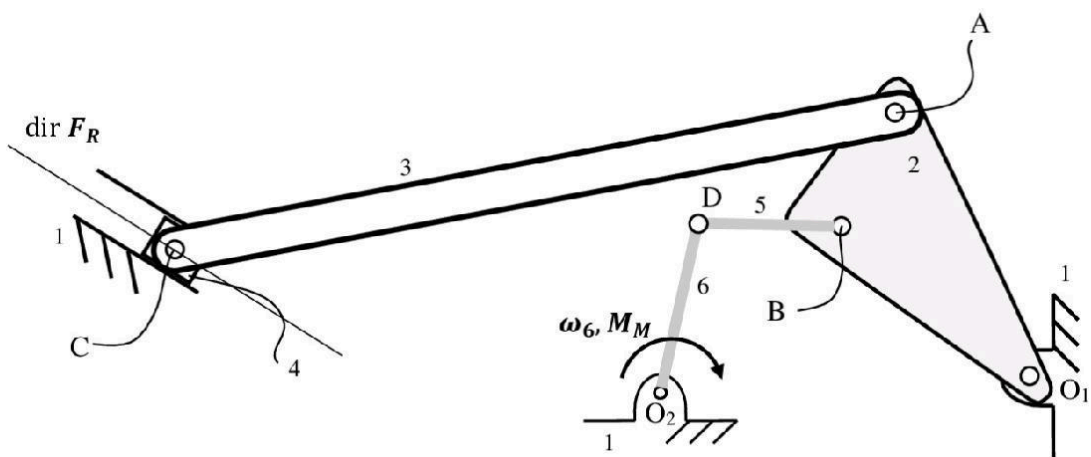
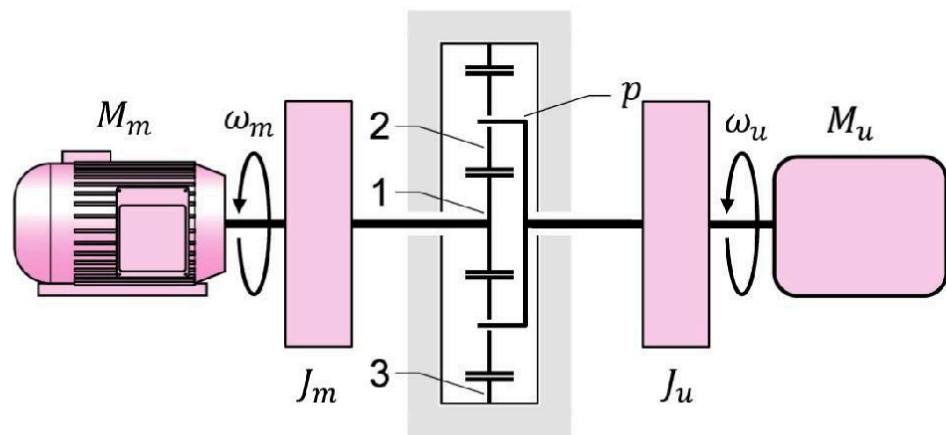
1) Applicando l'equazione di bilancio delle potenze, calcolare l'accelerazione angolare della ruota solare 1 considerando un rendimento del rotismo pari a $\eta = 0.2$.

La trasmissione è accoppiata tramite un sistema di organi meccanici al meccanismo piano in Figura.

2) Nota la velocità angolare ω_6 del membro 6, con $|\omega_6| = 100 \text{ giri/min}$, eseguire l'analisi cinematica grafica del meccanismo piano, determinando la velocità v_C del punto C.

3) Noto il momento motore M_M agente sul membro 6, con $|M_M| = 12 \text{ Nm}$, e trascurando l'attrito, effettuare l'analisi statica grafica del meccanismo piano, determinando la forza resistente F_R applicata al membro 4 nota in direzione.

4) Verificare l'accuratezza dei risultati ottenuti per l'analisi cinematica e per l'analisi statica mediante l'applicazione del principio dei lavori virtuali, vale a dire confrontando tra loro la potenza in ingresso e la potenza in uscita dal meccanismo piano e valutando l'errore relativo percentuale.



Tema 5

1. Premessa

Un reparto industriale è alimentato da una rete ramificata di vapore saturo secco destinato a quattro utenze tecnologiche. Il riduttore principale di pressione non è oggetto di dimensionamento. Il candidato deve dimensionare le tubazioni della rete di mandata e le valvole termoregolatrici delle utenze, verificando che in condizioni di contemporaneità delle richieste siano garantite le portate e le pressioni minime prescritte. È possibile introdurre appropriate assunzioni aggiuntive.

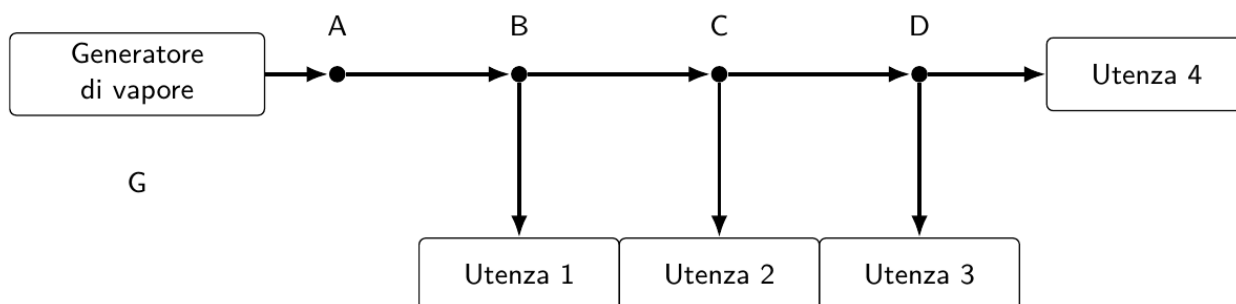


Figura 1. Schema semplificato della rete di distribuzione (non in scala).

2. Dati funzionali

- Pressione assoluta del vapore nel punto G: 5,55 kp/cm² (1 kp = 1 kgf. 1 kp/m² $\approx$ 9,81 Pa $\approx$ 1 mmH₂O).
- Pressione assoluta minima richiesta a valle della valvola termoregolatrice di ciascuna utenza: 5,15 kp/cm².
- Tutte le utenze sono considerate alla stessa quota relativa; il contributo geodetico è trascurabile.
- Si trascurino, ai fini del dimensionamento idraulico, condensazione e variazioni di portata lungo i singoli tratti per dispersioni termiche.
- Coefficiente di contemporaneità delle utenze: 1,00.
- Portata di vapore richiesta dalle utenze:

Utenza	Portata (kg/h)
Utenza 1	350
Utenza 2	500
Utenza 3	300
Utenza 4	450

3. Geometria della rete e accidentalità

Tratto	Accidentalità (ξ)
G-A	18
A-B	8
B-C	7
C-D	6
D-U4	5
B-U1	6
C-U2	4
D-U3	7

Le accidentalità riportate nella tabella seguente non comprendono le valvole termoregolatrici, che devono essere dimensionate separatamente e aggiunte alla verifica delle perdite di carico.

Tratto	Descrizione	Accidentalità (ξ)
G-A	2 curve a gomito ($\xi = 1$ ciascuna)	2,00
A-B	1 curva a gomito ($\xi = 1$)	1,00
B-C	1 passaggio a T diretto ($\xi = 1$)	1,00
C-D	1 passaggio a T diretto ($\xi = 1$)	1,00
D-U4	1 passaggio a T diretto; 2 curve; 1 variazione di sezione ($\xi = 0,36$)	3,36
B-U1	1 passaggio a T deviato ($\xi = 1,5$); 2 curve; 1 variazione di sezione ($\xi = 0,36$)	3,86
C-U2	1 passaggio a T deviato; 2 curve; 1 variazione di sezione	3,86
D-U3	1 passaggio a T deviato; 2 curve; 1 variazione di sezione	3,86

4. Dimensionamento delle valvole termoregolatrici

Ogni utenza è dotata di una valvola termoregolatrice. La valvola deve essere scelta tra le taglie della tabella seguente. I raccordi di adattamento tra tubazione e valvola si considerano già compresi nel coefficiente ξ_v indicato.

25	4,0
32	3,5
40	3,0
50	2,5
65	2,2

5. Richieste

- Determinare le portate che attraversano tutti i tratti della rete e individuare il ramo principale e l'utenza idraulicamente più sfavorita, motivando la scelta.
- Dimensionare il ramo principale e i rami derivati, includendo la verifica delle pressioni.
- Dimensionare le valvole termoregolatrici delle quattro utenze, determinandone il DN e la perdita di carico al punto di progetto.

NOMOGRAMMA PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE DI VAPORE

Vapore saturo secco • Darcy-Weisbach e Colebrook-White • proprietà IAPWS-IF97 / IAPWS 2008 • scabrezza $\epsilon = 0,045 \text{ mm}$

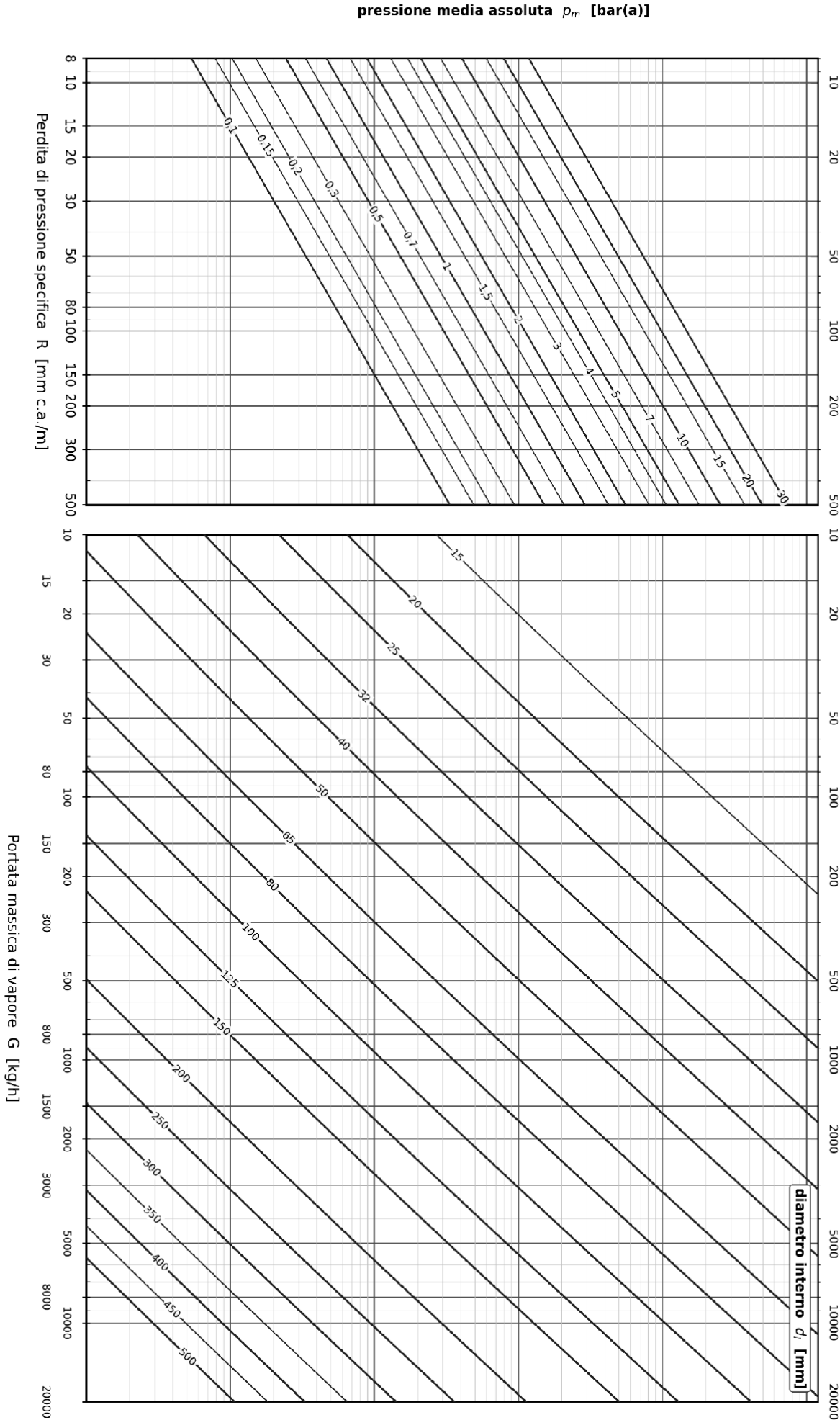


Tabella Vapore Saturo - Saturated Steam Table

Pr	Pressione relativa – gauge pressure	Esen	Entalpia specifica liquido (calore sensibile liquido) – specific enthalpy of liquid
Pa	Pressione assoluta – absolute pressure	Elat	Entalpia specifica di vaporizzazione (calore latente) - specific enthalpy of vap.
T	Temperatura - temperature	Etot	Entalpia specifica del vapore saturo (calore totale) - specific enthalpy of saturated steam
V	Volume specifico – specific volume		

Pr		Pa		T		V	Esen		Elat		Etot	
bar	kg/cm ²	bar	kg/cm ²	°C	°K	m ³ /kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg
0	0	1,013	1,033	100,0	373,2	1,673	419,1	100,1	2258	539,4	2678	639,5
0,10	0,102	1,113	1,135	102,6	375,75	1,533	430,4	102,8	2251,2	537,7	2681,6	640,5
0,20	0,204	1,213	1,237	106,2	379,35	1,414	440,9	105,3	2245,0	536,2	2685,8	641,5
0,30	0,306	1,313	1,339	107,4	380,55	1,312	450,5	107,6	2238,7	534,7	2689,2	642,3
0,40	0,408	1,413	1,441	109,5	382,65	1,225	459,7	109,8	2232,8	533,3	2692,5	643,1
0,50	0,510	1,513	1,543	111,6	384,75	1,149	468,5	111,9	2227,0	531,9	2695,5	643,8
0,60	0,612	1,613	1,645	113,5	386,65	1,038	476,5	113,8	2221,5	530,6	2698,0	644,4
0,80	0,816	1,813	1,849	117,1	390,25	0,971	491,9	117,5	2211,9	528,3	2703,8	645,8
1,00	1,020	2,013	2,053	120,4	393,55	0,881	505,8	120,8	2202,3	526,0	2708,0	646,8
1,20	1,224	2,213	2,257	123,4	396,55	0,806	519,2	124,0	2194,3	524,1	2713,5	648,1
1,40	1,428	2,413	2,461	126,3	399,45	0,743	530,9	126,8	2186,3	522,2	2717,2	649,0
1,60	1,632	2,613	2,664	128,9	402,05	0,689	542,2	129,5	2178,8	520,4	2721,0	649,9
1,80	1,835	2,813	2,868	131,4	404,55	0,643	552,7	132,0	2171,3	518,6	2723,9	650,6
2,00	2,039	3,013	3,072	133,7	406,85	0,603	562,7	134,4	2164,6	517,0	2727,3	651,4
3,00	3,059	4,013	4,092	143,7	416,85	0,461	605,8	144,7	2134,8	509,9	2740,7	654,6
4,00	4,079	5,013	5,112	152,0	425,15	0,374	641,0	153,1	2109,3	503,8	2750,3	656,9
5,00	5,099	6,013	6,131	158,9	432,05	0,315	671,1	160,3	2087,1	498,5	2758,3	658,8
6,00	6,118	7,013	7,151	165,0	438,15	0,272	697,9	166,7	2067,4	493,8	2765,4	660,5
7,00	7,138	8,013	8,171	170,5	443,65	0,240	721,8	172,4	2049,0	489,4	2770,8	661,8
8,00	8,158	9,013	9,191	175,4	448,55	0,215	743,6	177,6	2032,3	485,4	2775,8	663,0
10,00	10,197	11,013	11,230	184,1	457,25	0,177	782,1	186,8	2001,3	478,0	2783,4	664,8
12,00	12,236	13,013	13,269	191,7	464,85	0,151	815,6	194,8	1973,7	471,4	2789,2	666,2
14,00	14,276	15,013	15,309	198,3	471,45	0,132	845,7	202,0	1948,1	465,3	2793,9	667,3
16,00	16,315	17,013	17,348	204,4	477,55	0,117	872,9	208,5	1924,7	459,7	2797,6	668,2
18,00	18,355	19,013	19,388	209,9	483,05	0,105	897,6	214,4	1902,5	454,4	2800,1	668,8
20,00	20,394	21,013	21,427	215,0	488,15	0,095	921,1	220,0	1881,5	449,4	2802,6	669,4
25,00	25,493	26,013	26,525	226,1	499,25	0,077	972,6	232,3	1832,6	437,7	2805,2	670,0
30,00	30,591	31,013	31,624	235,7	508,85	0,0645	1017,1	242,9	1786,2	426,5	2803,3	669,4
35,00	35,690	36,013	36,722	244,2	517,35	0,0555	1057,4	252,5	1744,8	416,6	2802,2	669,1
40,00	40,788	41,013	41,821	252,0	525,05	0,0485	1094,4	261,3	1705,6	407,3	2800,0	668,6
45,00	45,886	46,013	46,919	259,0	532,00	0,0431	1128,6	269,1	1668,3	398,3	2796,9	667,9
50,00	50,985	51,013	52,018	265,2	538,35	0,0386	1160,5	277,1	1632,3	389,8	2792,8	666,9

Settore Civile/Ambientale

Il candidato deve scegliere 1 fra i 4 temi proposti. La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema 1

Progettazione di una struttura in c.a.

Figura 1 e Figura 2 rappresentano, rispettivamente, la pianta e uno schema di massima del telaio A-B-C (evidenziato con un rettangolo tratteggiato in pianta) di un edificio monopiano in calcestruzzo armato da costruirsi nel comune di Modena. La struttura ha dimensioni in pianta di 8 m x 5.5 m e presenta copertura piana, non praticabile. In corrispondenza dei telai perimetrali sono presenti muri di tamponamento. La struttura è da progettare nei confronti dei soli carichi verticali (sisma e vento esclusi).

Le dimensioni di travi e pilastri nella Figura 1 sono indicative e possono essere modificate dal candidato in base al progetto effettuato, senza però modificare la geometria complessiva della struttura.

Si richiede di effettuare la progettazione della struttura in ca, in conformità con le norme tecniche vigenti (Norme Tecniche per le Costruzioni, DM 17.01.2018 - NTC2018). In particolare, si chiede di:

1. Effettuare l'analisi dei carichi sulla copertura ipotizzando un pacchetto di solaio compatibile a tale destinazione d'uso. Per la quantificazione dei carichi variabili, si consideri che la struttura si trova a Modena.
2. Valutare le sollecitazioni interne sul solaio e sul telaio A-B-C (evidenziato con un rettangolo tratteggiato in Figura 1 e mostrato in Figura 2), anche con schemi semplificati purché idonei alla progettazione della struttura.
3. Effettuare le verifiche di resistenza del travetto di solaio e di un pilastro di bordo del telaio A-B-C, in accordo con il metodo degli stati limite.
4. Eseguire elaborati grafici schematici che mostrino la posizione delle armature calcolate, specificando i dettagli necessari per rendere il progetto conforme alle NTC2018.

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

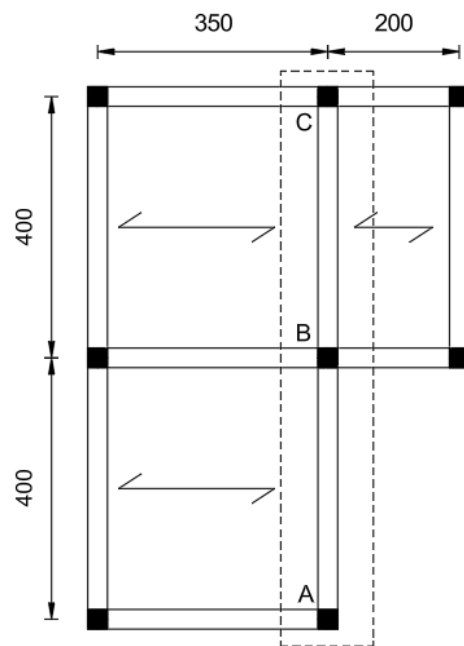


Figura 1 Pianta schematica della struttura oggetto di progettazione

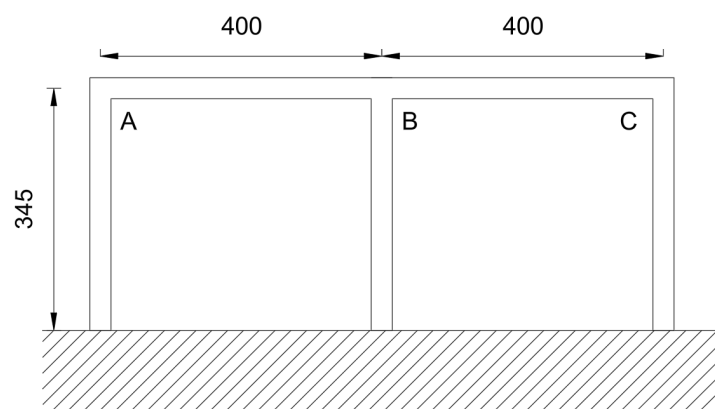


Figura 2 Schema di massima del telaio oggetto di progettazione

Tema 2

Calcolo e verifica di una pensilina

La struttura riportata in Figura 1 rappresenta una pensilina. L'unica azione agente su tale struttura risulta il carico distribuito presente sulla trave orizzontale di intensità pari a 8 kN/m. Si consideri trascurabile l'azione del peso proprio degli elementi. Tutti gli elementi strutturali sono in acciaio S235. Tutti i profili del telaio sono HEA 140.

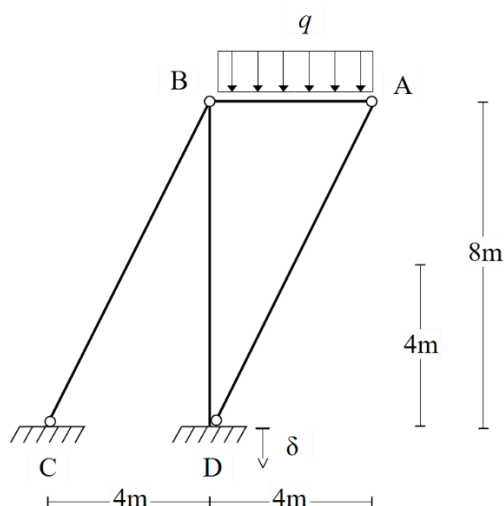


Figura 1: Struttura di riferimento. Si noti che l'asta BD risulta incastrata in D e che la cerniera in D vincola esclusivamente la trave DA.

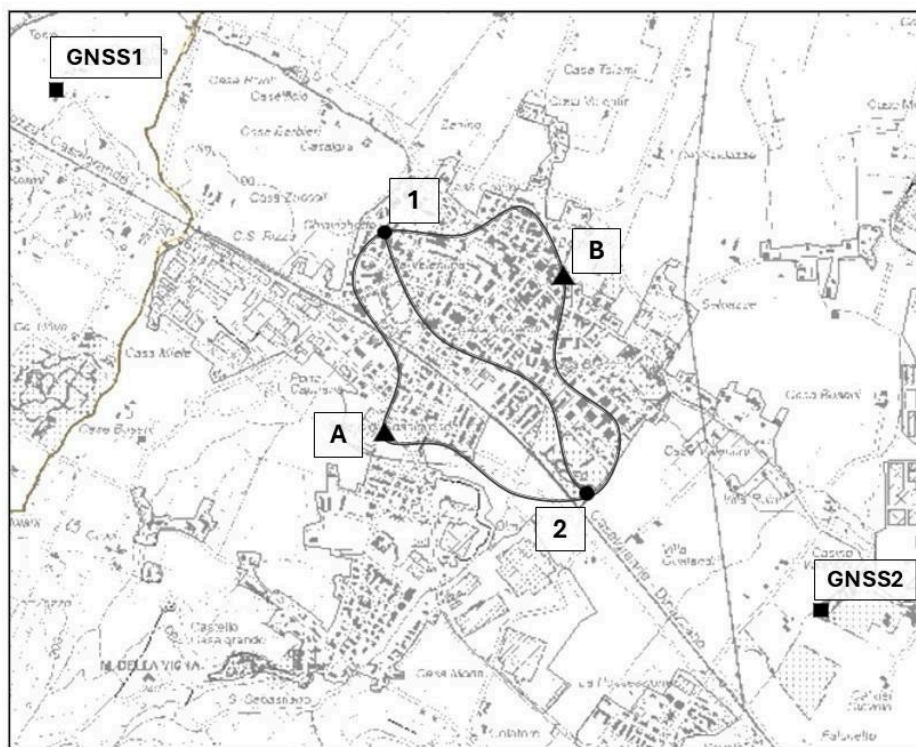
Il candidato è tenuto a rispondere, nell'ordine indicato, ai seguenti quesiti:

1. Determinare le sollecitazioni interne (sforzi normali, tagli, momenti) in tutti gli elementi e rappresentare i relativi diagrammi.
2. Escludendo gli effetti del secondo ordine, procedere alla verifica di resistenza di tutti gli elementi per $q = 8 \text{ kN/m}$, secondo le prescrizioni di una normativa di comprovata validità (ad esempio, Eurocodici o NTC 2018). Determinare quindi il valore q_{LIM} , definito come la massima intensità del carico uniformemente distribuito per la quale risultano soddisfatte tutte le verifiche di resistenza della struttura, e individuare l'elemento e la verifica che ne determinano il valore.
3. Sotto l'azione del carico q_{LIM} , calcolare lo spostamento verticale del nodo A e confrontarlo con il valore limite $L/300$, dove L è la lunghezza della trave orizzontale. Qualora lo spostamento risulti superiore a tale limite, discutere almeno due possibili interventi progettuali finalizzati alla riduzione della deformabilità della struttura, motivandoli tecnicamente senza necessità di svolgere ulteriori calcoli.
4. Analizzare e discutere l'effetto sulla struttura di un cedimento verticale δ , diretto verso il basso, dell'incastro di base.

Tema 3

Compensazione di una rete altimetrica

La mappa inclusa nella presente prova riporta la posizione di quattro caposaldi (definiti attraverso gli identificativi 1, 2, A e B). I dislivelli tra questi caposaldi sono stati misurati tramite il metodo della livellazione geometrica dal mezzo, seguendo lo schema mostrato in mappa. Risulta nota la quota ortometrica dei caposaldi A e B (rispettivamente pari a $H_A=3.451$ m e $H_B=1.326$ m).



NOTA: l'immagine ha il solo scopo di visualizzare le linee di livellazione e localizzare i caposaldi coinvolti. Non deve pertanto essere utilizzata per dedurre informazioni numeriche, geometriche, cartografiche o ai fini del calcolo.

Ai fini del collegamento fra i punti di quota nota (A e B) e i punti 1 e 2, sono state eseguite una serie di linee di livellazione geometrica di precisione che hanno seguito il percorso rappresentato in mappa, con senso di percorrenza identificato nella tabella riassuntiva, di seguito, nella quale sono riportate le osservazioni disponibili (dislivelli tra i caposaldi e le distanze fra di essi). Lo strumento utilizzato ha una precisione dichiarata pari a $\sigma[mm] = 1[mm]\sqrt{d[km]}$.

Linea	Dislivello [m]	Lunghezza approssimativa della linea [m]
Da 1 a 2	-0.6715	1500
Da 1 a A	1.2336	1000
Da 1 a B	-0.8930	1000
Da 2 a A	1.9021	1000
Da 2 a B	-0.2215	1000

Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

- 1) Descrivere la strumentazione e le modalità operative impiegate nella livellazione geometrica di precisione.

- 2) Ipotizzare un metodo utile alla determinazione della quota ortometrica dei caposaldi di livellazione incogniti (1 e 2) con le relative incertezze e procedere con il calcolo.
- 3) Proporre uno schema di rilevamento in grado di fornire le quote ellissoidiche dei punti 1, 2, A e B, a partire dalla conoscenza delle coordinate tridimensionali di due caposaldi GNSS già presenti in prossimità dell'area a facenti parte di una rete più estesa (caposaldi identificati dai codici GNSS1 e GNSS2 in figura). Il punto n. 3 non prevede l'esecuzione di calcoli.

Tema 4

Progettazione di una vasca di aerazione a fanghi attivi

Si rende necessario realizzare una vasca di aerazione a fanghi attivi per trattare acque reflue urbane. Il reattore è a servizio di un centro abitato di 15000 abitanti equivalenti (AE). La portata in ingresso alla vasca è di 2400 m³/giorno. Il candidato può assumere una concentrazione del BOD₅ di 300 mg/l e utilizzare un'età del fango di 5 giorni. Il/La Candidato/a calcoli il volume della vasca per la rimozione del carbonio, la richiesta di ossigeno, e la produzione in massa di fango. Si utilizzi la legge di Monod con i seguenti parametri cinetici:

- Tasso di crescita specifico massimo uguale a 5 giorno⁻¹;
- Costante di semi-saturazione di 50 mg-BOD₅/l;
- Coefficiente di resa cellulare teorico pari a 0.6 kg SSV / kg BOD₅ consumato;
- Coefficiente di decadimento endogeno di 0.1 giorno⁻¹;

In seguito:

- si verifichi il tempo di ritenzione idraulica;
- si calcoli il carico volumetrico,

e si discutano i valori ottenuti.