

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
I SESSIONE 2025 - 15 SETTEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

I COMMISSIONE - SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

SEZIONE A

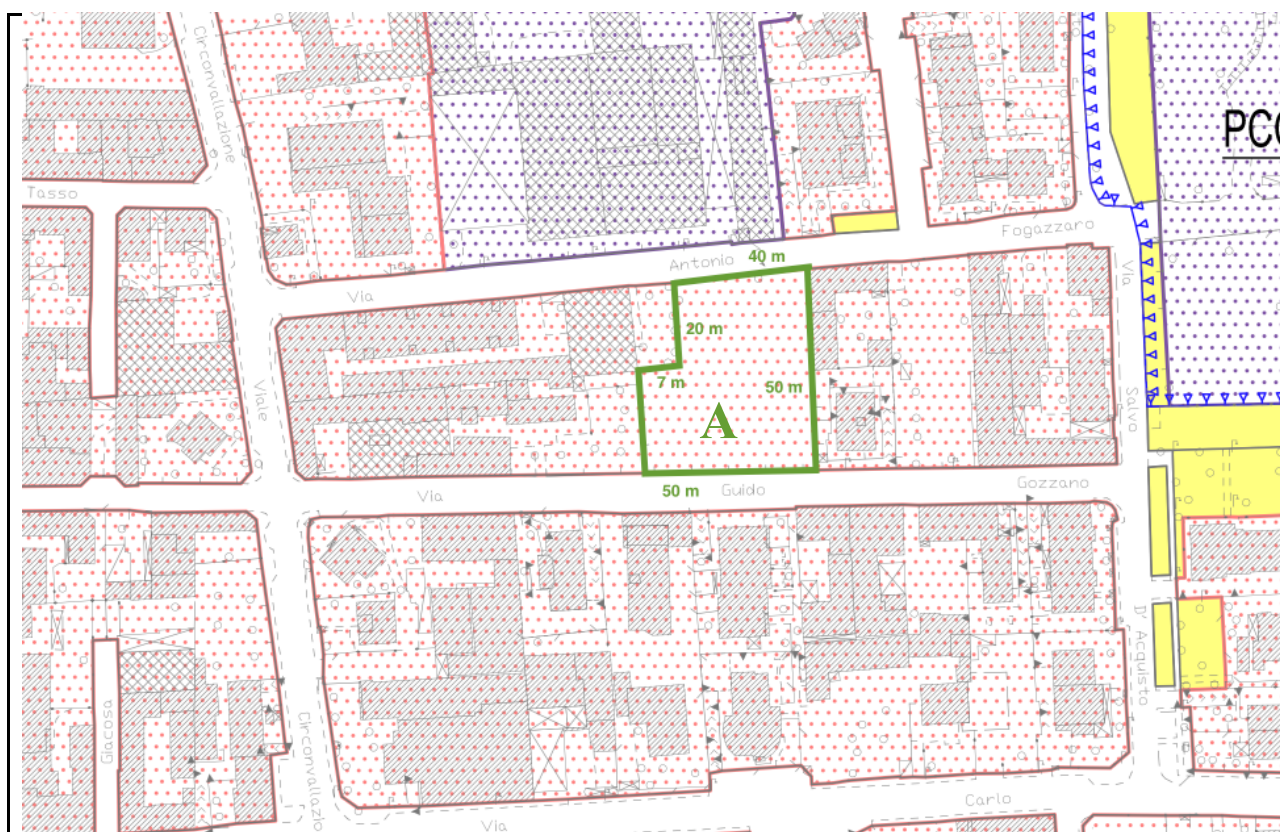
PROVA PRATICA

TEMA N. 1

Dato il lotto di terreno contrassegnato con la lettera "A" nel sottostante estratto di PGT (fuori scala), sito in Milano, si richiede di progettare un edificio per uffici caratterizzato, almeno, dalla suddivisione in uffici open-space, sale riunioni, uffici singoli.

L'insediamento, cercando di massimizzare la Slp, deve rispettare i seguenti vincoli urbanistici:

- If (indice di fabbricabilità territoriale) = $2,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$;
- Rc (rapporto di copertura) = 35%;
- Ro (rapporto di occupazione del sottosuolo) = 80%;
- H (altezza massima edificio) = max 25 m;
- Vp (verde permeabile, ossia con almeno un metro di terreno sottostante) = 20%;
- Parcheggi $1,5 \text{ m}^2$ ogni 5 m^2 di Slp.



Le distanze minime dei fabbricati dalla sede stradale, sia fuori che sotto terra dovranno essere le seguenti:

- mt. 5,00 per strade di larghezza inferiore a mt.7,00;
- mt. 7,50 per strade di larghezza compresa fra mt. 7,00 e mt. 15,00;
- mt. 10,00 per strade di larghezza superiore a mt. 15,00;

Il candidato sviluppi i seguenti elaborati:

- 1) planimetria generale del piano terra con sistemazioni esterne dell'area interessata dalla nuova costruzione (scala 1:100);
- 2) pianta del piano terra (scala 1:100);
- 3) piante di eventuali altri livelli (scala 1:100);

Inoltre, alternativamente, il candidato dovrà sviluppare:

<i>Opzione 1</i>	<i>Opzione 2</i>
4) pianta delle coperture, con indicazione delle pendenze e della posizione degli scarichi delle acque piovane (scala 1:100); 5) almeno una sezione verticale, anche per porzione di edificio, indicativa delle chiusure opache (pareti perimetrali, solai controterra, coperture) e trasparenti, in scala 1:20, con indicazioni delle relative stratigrafie; 6) una relazione tecnica, eventualmente accompagnata da schemi grafici esplicativi, che contenga: a) la descrizione delle scelte architettoniche e funzionali; b) la descrizione delle scelte tecnologico-costruttive; c) indicazioni rispetto alle strategie di contenimento dei consumi energetici;	una relazione tecnica, eventualmente accompagnata da schemi grafici esplicativi, che contenga: 4. la descrizione delle scelte architettoniche e funzionali; 5. la descrizione delle scelte tecnologico-costruttive; 6. un piano economico finanziario dell'intervento ipotizzando: i. investimento iniziale in terreno e costi tecnici: 360 Euro/m² di Slp; ii. costo di costruzione edificato fuori terra: 450 Euro/m³; iii. costo di costruzione edificato entro terra: 200 Euro/m³; iv. tempo di costruzione due anni, pagamenti mensili (si ipotizzi per semplicità un andamento lineare dei pagamenti) v. prezzo del costruito: 3.500 Euro/m² di Slp; vi. due ipotesi di vendita: vendita dell'80% del costruito in un anno dalla fine della costruzione; vendita del 60% del costruito in due anni dalla fine della costruzione; in entrambi i casi il rimanente viene venduto in due anni; vii. un ricorso al credito per il 75% dei costi dell'operazione 7. si ipotizzi di attualizzare i flussi di cassa all'inizio della costruzione e un tasso di attualizzazione di 5%

Tutti i disegni dovranno riportare:

- destinazione d'uso di ogni ambiente;

- spessori degli elementi costruttivi ed esplicita indicazione grafica delle parti opache e trasparenti;
- quote esaustive;
- maglia strutturale con indicazione degli assi principali;
- valore del rapporto aeroilluminante in ogni locale (solo per le piante, nei locali in cui tale rapporto è significativo).

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
I SESSIONE 2025 - 15 SETTEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

I COMMISSIONE - SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 2

Si deve realizzare un edificio multipiano in acciaio ad uso residenziale. L'edificio presenta pianta rettangolare di dimensioni 14.3 m x 28.5 m e altezza pari a 19.4 m. Per la valutazione dell'azione sismica si assuma un'accelerazione di picco al suolo $a_g = 0.23g$. Si preveda la presenza di elementi di controvento opportunamente disposti.

Si richiede:

1. Pianta strutturale di piano con indicazione della posizione e dimensione dei pilastri e degli elementi di controvento, posizione e dimensione delle travi, orditura dei solai e discussione critica delle scelte adottate
2. Analisi dei carichi e delle sollecitazioni, anche sulla base di schemi statici parziali opportunamente definiti
3. Dimensionamento e verifica degli elementi strutturali citati al punto 1 (almeno uno per ogni tipologia) ritenuti più significativi nel contesto della struttura studiata
4. Indicazione e discussione critica delle tipologie di collegamento utilizzate
5. Indicazione e discussione critica di possibili schemi di fondazione, con esempi di dimensionamento
6. Indicazione delle principali differenze a livello di concezione strutturale e di progetto nel caso di realizzazione della struttura in calcestruzzo armato.

Il candidato illustri le ragioni delle scelte progettuali adottate in forma di relazione per il committente dell'opera.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
I SESSIONE 2025 - 15 SETTEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

I COMMISSIONE - SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

SEZIONE A

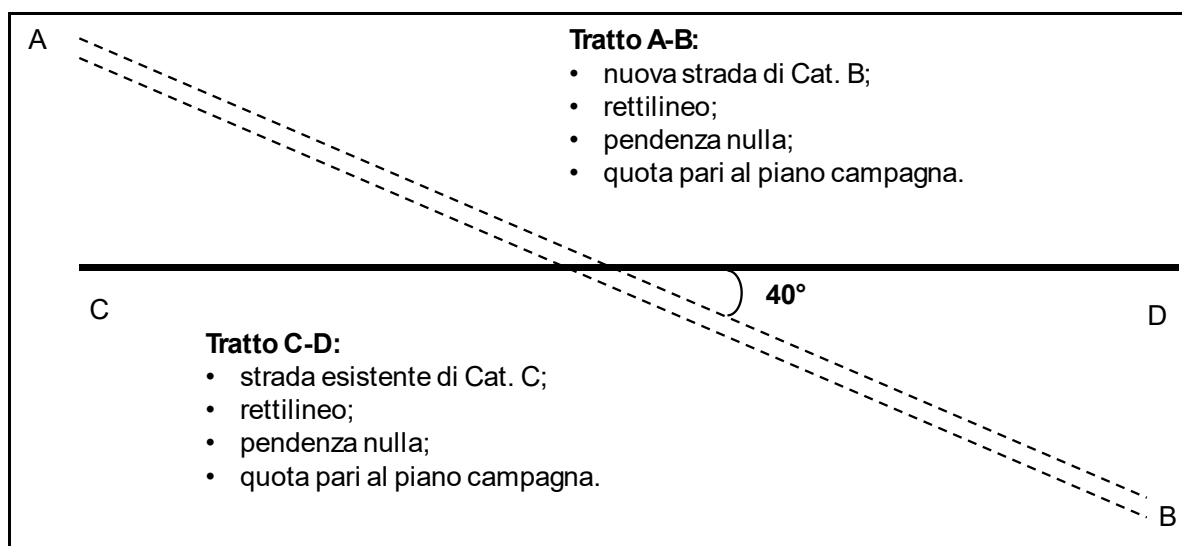
PROVA PRATICA

TEMA N. 3

Con riferimento allo schema allegato (non in scala) sia da progettare un'intersezione (ai sensi del DM 19/4/2006) tra la costruenda strada (AB nello schema seguente) di categoria B (ai sensi DM 6972/2001) e la strada esistente di categoria C (CD nello schema seguente).

Il progetto della strada di categoria B, nel tratto rettilineo in esame, prevede che l'andamento altimetrico abbia pendenza nulla e si trovi sul piano campagna, dove è anche ubicata la porzione di strada esistente di categoria C, anch'essa a pendenza nulla nel tratto di interesse.

L'angolo di incidenza tra le due strade è pari a 40° .



Al candidato si richiede di:

- proporre di almeno due diversi schemi funzionali dell'intersezione, senza effettuare il dimensionamento geometrico degli elementi componenti le singole proposte, argomentando vantaggi e svantaggi delle due alternative, fino a giungere a definirne una ottimale;
- effettuare il dimensionamento planimetrico (ai sensi del DM 19/4/2006) degli elementi componenti la soluzione di intersezione individuata come ottimale;
- redigere la tavola grafica, in opportuna scala di rappresentazione, degli elementi planimetrici componenti la soluzione di intersezione individuata come ottimale;

- proporre il pacchetto di sovrastruttura stradale in conglomerato bituminoso della costruenda strada di categoria B, considerando che, da prove preliminari, è stato verificato che il terreno in sito è di tipo A4, secondo la UNI 11531-1;
- redigere, in forma schematica, le voci di Capitolato Tecnico di uno strato a scelta tra quelli componenti il pacchetto di pavimentazione in conglomerato bituminoso proposto.

Il Candidato assuma eventuali dati mancanti, giustificandone la scelta.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
 I SESSIONE 2025 - 15 SETTEMBRE 2025
 SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

I COMMISSIONE - SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 4

Occorre dimensionare i diametri D_{AN} , D_{NB} e D_{NC} del sistema di condotte di adduzione a gravità schematizzato in figura (non in scala) e caratterizzato dai dati in tabella, composto da tre serbatoi A, B e C e da tre condotte AN, NB ed NC, per portate di progetto pari a rispettivamente:

$$Q_{AN} = 90 \text{ l/s,}$$

$$Q_{NB} = 50 \text{ l/s,}$$

$$Q_{NC} = 40 \text{ l/s.}$$

Lungo il tratto AN vi è un colmo P.

Si consideri una scabrezza a tubi usati pari a $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ mentre a tubi nuovi $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

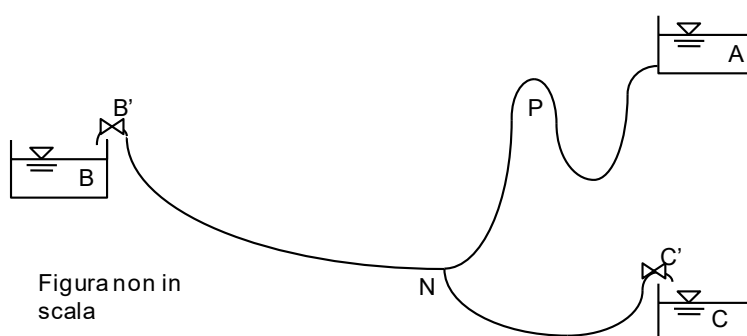
Il tasso d'interesse annuo praticato sul capitale, da ripagare in $n = 25$ anni, è

$i = 0.08$ mentre il costo unitario è $c_i = 1850 + 0.07 \cdot D^{1.1}$ Euro/m (con D espresso in mm), essendo la serie dei diametri commerciali disponibili costituita da: 50, 60, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500 mm).

Occorre inoltre calcolare la massima perdita di carico che dev'essere fornita dalle valvole dissipatrici in B' e in C'.

Siccome si prevede che in futuro non sarà più utilizzabile la sorgente in collina che attualmente alimenta il serbatoio A con la Q_{AN} , occorre inoltre dimensionare, con riferimento a tale portata, il diametro commerciale ottimale della condotta di mandata che dovrà alimentare il serbatoio mediante il sollevamento da pozzo che sostituirà l'alimentazione da tale sorgente. A tale scopo si considerino i seguenti dati: lunghezza della condotta di mandata $L = 400 \text{ m}$ con coefficiente di scabrezza di Chézy-Strickler a tubi usati $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, perdite concentrate pari a $K = 10$ volte l'altezza cinetica, funzionamento di tale impianto per 24 ore al giorno per 365 giorni all'anno, con dislivello geodetico $\Delta H_{\text{geod}} = 85 \text{ m}$. Il costo energetico unitario stimato è $c_e = 0.15$ Euro/KWattora. Per la pompa si assuma, in prima approssimazione, un rendimento $\eta = 0.75$ e un costo $C_p = 3500$ Euro, indipendentemente dalla prevalenza che essa fornisce.

Infine si determini il minimo volume di compenso giornaliero necessario per il serbatoio C, nell'ipotesi che le portate richieste dalle utenze a valle di esso abbiano l'andamento riportato nella tabella qui a lato, in termini di rapporto $Q_{u,C} / Q_{NC}$ tra la portata uscente $Q_{u,C}$, variabile lungo le ore del giorno, e la portata media entrante Q_{NC} .



Nodo	Quota [m s.m.]
A	673
B'	629
C'	618
P	645
N	494

Lato	Lungh. [m]
A-P	1000
P-N	900
N-B	1800
NC	1200

Ore	$Q_{u,C} / Q_{NC}$
0÷6	25%
6÷14	135%
14÷19	100%
19÷22	200%
22÷24	35%

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
I SESSIONE 2025 - 15 SETTEMBRE 2025
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

I COMMISSIONE - SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 5

Il candidato deve predisporre il dimensionamento delle principali sezioni di un impianto di trattamento congiunto di acque reflue che provengono:

- a) da un insediamento civile con 150.000 abitanti;
- b) da un'industria agroalimentare.

I due flussi hanno le seguenti caratteristiche:

Fonte del refluo	A.E.	Q	TSS	bsCOD	NH ₄ ⁺ -N
	-	(m ³ /d)	(g/m ³)	(g/m ³)	(g/m ³)
Civile	150.000	da calcolare	da calcolare	350	da calcolare
industriale	-	4500	380	6000	20

Si tenga inoltre conto che:

- la dotazione idrica giornaliera per l'insediamento civile sia di 200 litri/persona · giorno;
- il flusso proveniente da fonte industriale non necessita di trattamenti preliminari;
- il carico di solidi sospesi totali (TSS) del refluo civile sia di 90 g TSS/persona · giorno + 30 g TSS/persona · giorno sotto forma di solidi grossolani / sabbie;
- i TSS residui, dopo la miscelazione dei due flussi e la sedimentazione primaria, siano per il 50% rbVSS (rbVSS, solidi sospesi volatili rapidamente biodegradabili), per il 20% nbVSS (nbVSS, solidi sospesi volatili non biodegradabili) e per il 30% inerti;
- la sostanza organica da trattare nella vasca biologica, rimanente dopo la sedimentazione primaria, sia in parte solubile (bsCOD) ed in parte particolata (bpCOD) e che per i rbVSS possa essere assunta l'equivalenza 1 g rbVSS = 1.5 g bpCOD. Vale inoltre l'equivalenza 1 g bCOD = 1.6 g BOD₅ ed il carico di azoto (esclusivamente in forma solubile come azoto ammoniacale) nell'effluente di origine civile sia di 8 g N/persona · giorno.

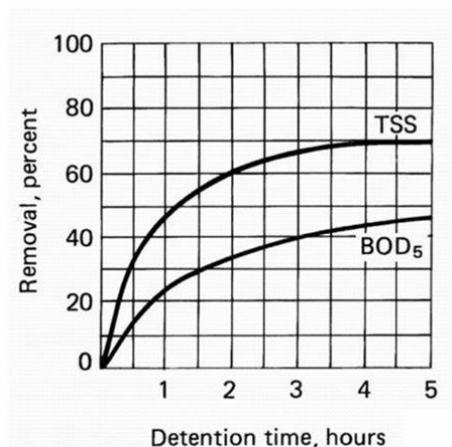
L'impianto deve rispettare i limiti previsti dalla normativa vigente per lo scarico in corpo idrico superficiale.

Il candidato deve effettuare:

- il dimensionamento dei trattamenti preliminari (grigliatura, dissabbiatura);

- il dimensionamento della sezione di sedimentazione primaria;
- il dimensionamento della sezione di trattamento biologico - comprensiva dei trattamenti di pre-denitrificazione, ossidazione, sedimentazione secondaria. Fornisca il candidato delle indicazioni circa il consumo di ossigeno per il trattamento aerobico;
- la stima dei volumi di fanghi prodotti e si propongano soluzioni per una loro ottimale gestione.

Per la stima dell'efficacia del sedimentatore primario nell'abbattimento dei solidi sospesi e del BOD₅ in forma particolata, si faccia riferimento al diagramma seguente:



Le costanti cinetiche per i processi di ossidazione del carbonio e dell'azoto necessarie per il dimensionamento dei processi biologici sono riportate nella tabella seguente:

Microrganismi carbonio-ossidanti			
velocità massima di crescita dei microrganismi carbonio ossidanti	μ_m	(g VSS/g VSS · d)	8
costante di semi-saturazione per i microrganismi carbonio ossidanti	Ks	(g bCOD/m ³)	15
coefficiente di decadimento endogeno per i microrganismi carbonio ossidanti	kd	(g VSS/g VSS · d)	0,12
Rendimento di crescita batterica per i microrganismi carbonio ossidanti	Y	(g VSS/g bCOD)	0,4
frazione residua di membrane cellulari dopo la biodegradazione (microrganismi carbonio ossidanti)	fd		0,15
Microrganismi azoto-ossidanti			
velocità massima di crescita dei microrganismi azoto ossidanti	μ_{mn}	(g VSS/g VSS · d)	0,8
costante di semi-saturazione per i microrganismi azoto ossidanti	Ksn	(g NH ₄ +-N/m ³)	1,2
coefficiente di decadimento endogeno per i microrganismi azoto ossidanti	kdn	(g VSS/g VSS · d)	0,13
rendimento di crescita batterica per i microrganismi azoto ossidanti	Yn	(g VSS/g N-NH ₄ +-N)	0,2
costante di semi-saturazione per l'ossigeno disciolto	Ko	(g/m ³)	0,6