



ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Seconda sessione 2024

PROVA SCRITTA DEL 14 NOVEMBRE 2024

SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

Classi di laurea appartenenti al settore:

LM/4 c.u. - Architettura e Ingegneria Edile

LM/23 - Ingegneria Civile

LM/24 - Ingegneria dei Sistemi Edilizi

LM/35 - Ingegneria per l'ambiente e per il territorio

Tema n. 1 (Tema valido per le classi di laurea: LM/35 - Ingegneria per l'ambiente e per il territorio; LM/24 – Ingegneria dei sistemi edilizi)

PARTE A

Si descrivano le caratteristiche di un'acqua ad uso potabile, e si discutano le sfide che gli ingegneri si trovano ad affrontare nell'approvvigionamento, anche in relazione ai cambiamenti climatici, e le possibili strategie e soluzioni.

PARTE B

Considerando un impianto di trattamento dell'acqua potabile a servizio di una popolazione di 85.000 abitanti, e una dotazione idrica 300 L/ab:

- si descrivano le fasi del trattamento, le materie prime e /o i reagenti impiegati, i sottoprodotti generati, i consumi energetici;
- si espongano i criteri progettuali delle varie fasi di trattamento dell'impianto di potabilizzazione;
- si disegni e si faccia un dimensionamento di massima del comparto di disinfezione finale (bacini di flash mixing e di contatto), assumendo i valori delle variabili non indicate nel testo.

Tema n. 2 (Tema valido per le classi di laurea: LM/23 - Ingegneria Civile; LM/35 - Ingegneria per l'ambiente e per il territorio; LM/24 – Ingegneria dei sistemi edilizi)

PARTE A

La crescente impermeabilizzazione dei centri urbani ha determinato l'accentuarsi del rischio idraulico. Si discuta tale problematica soffermandosi sulla descrizione dei fattori determinanti e degli interventi strutturali e non che possono essere messi in atto al fine di una riduzione del rischio. A supporto di quanto argomentato, si faccia riferimento ove possibile a considerazioni quantitative di carattere idrologico.

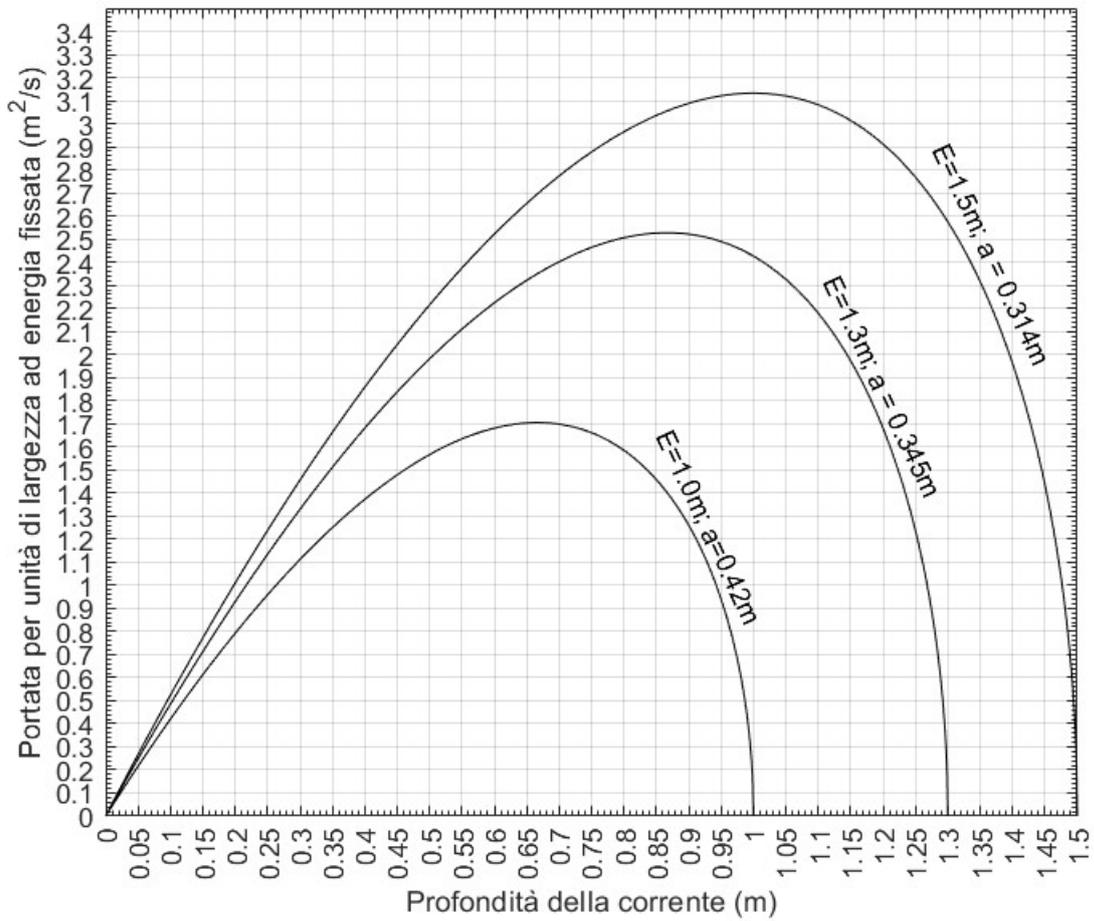
PARTE B

Si consideri un sistema di drenaggio misto asservito ad un centro urbano in Provincia di Brescia dove si voglia progettare uno sfioratore laterale all'interno di un collettore fognario prismatico di sezione rettangolare in calcestruzzo in buone condizioni, di larghezza $B = 0.7$ m, pendenza pari al 0.3%, e coefficiente di Gauckler-Strickler $K_s = 75 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$. Lo sfioratore è finalizzato a limitare la massima portata recapitata ad una vasca di depurazione posta a valle. Si chiede di:

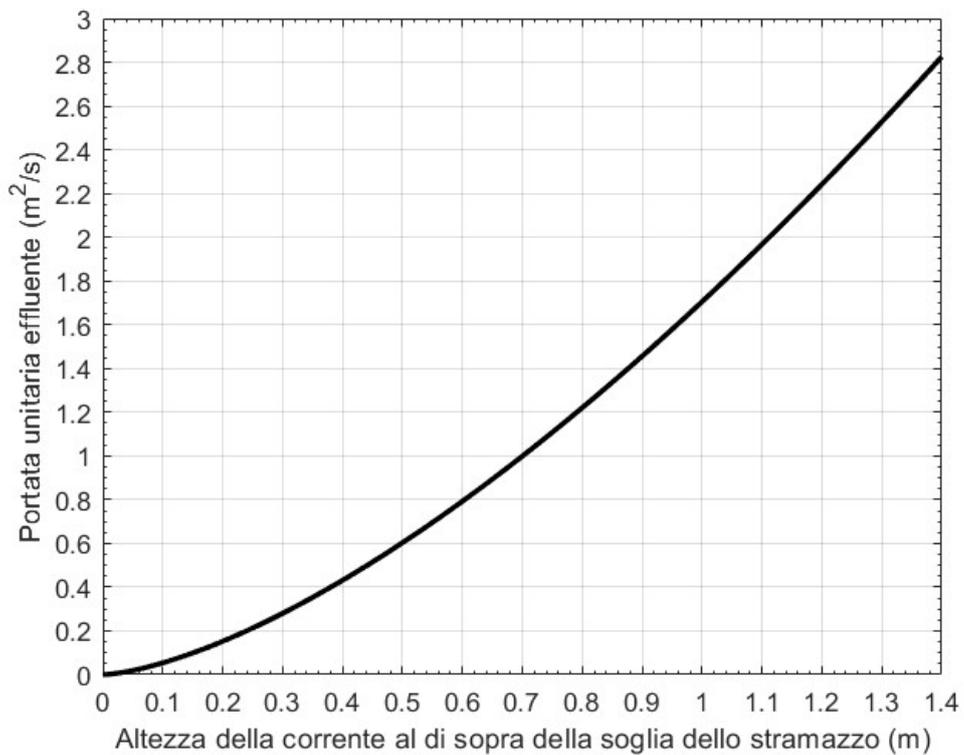
- presentare un possibile schema progettuale dello sfioratore, in pianta e in sezione, giustificando le scelte operate;
- illustrare i criteri generali che presiedono al dimensionamento dei manufatti previsti;
- determinare l'altezza del petto dello stramazzo, assumendo una portata di soglia pari a $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ che si assume fluisca in condizioni di moto uniforme nel tratto considerato;
- illustrare e svolgere la procedura per la determinazione della lunghezza della soglia sfiorante, ipotizzando di voler garantire una massima portata a valle di $0.68 \text{ m}^3/\text{s}$ in corrispondenza di una portata di progetto proveniente da monte pari a $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$. A tale scopo, si suggerisce l'inserimento di una paratoia a valle dello sfioratore. Per lo svolgimento dei calcoli è possibile avvalersi dei valori numerici desumibili dai grafici allegati;
- tracciare il profilo qualitativo della corrente in corrispondenza della portata massima di progetto nel tratto di canale in esame;
- commentare le implicazioni di un potenziale aumento del grado di impermeabilizzazione dell'area drenata, mostrando qualitativamente la variazione attesa del profilo della corrente e della ripartizione delle portate.

Per il dimensionamento della soglia sfiorante è possibile fare riferimento ai seguenti grafici:

- Portata per unità di larghezza del canale ad energia specifica (E) fissata, corrispondente ad un'assegnata apertura (a) della paratoia posta a valle dello sfioratore nella condizione idraulica in esame.



- Portata effluente dallo stramazzo per unità di lunghezza:



Tema n. 3 (Tema valido per le classi di laurea: LM/23 - Ingegneria Civile; LM/35 - Ingegneria per l'ambiente e per il territorio; LM/24 – Ingegneria dei sistemi edilizi)

PARTE A

Le infrastrutture stradali sono cruciali per lo sviluppo economico e sociale di un territorio, poiché agevolano la mobilità di persone e merci, migliorano l'accesso ai servizi essenziali e supportano la crescita delle comunità. Tuttavia, per garantire sicurezza ed efficienza, è imprescindibile un opportuno coordinamento plano-altimetrico di ogni tracciato stradale. Un'attenta progettazione stradale può infatti contribuire significativamente alla diminuzione degli incidenti stradali e dei relativi costi sociali. In riferimento a quanto stabilito dal DM 6792 del 05/11/2001, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", il candidato/la candidata descriva, anche con l'ausilio di schemi grafici, quali siano i principali elementi geometrici che definiscono l'andamento planimetrico e altimetrico dell'asse stradale, nonché quali siano le principali resistenze che un veicolo su gomma incontra durante il suo moto lungo una strada.

PARTE B

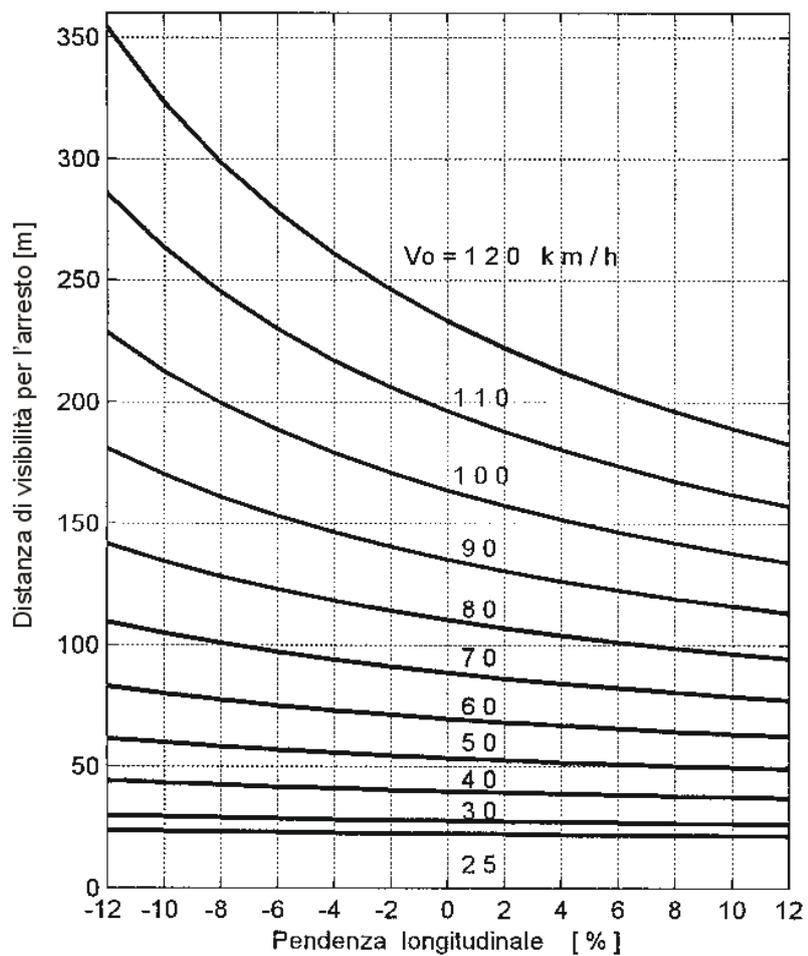
Successivamente, il candidato/la candidata, anche con l'ausilio di schemi grafici, proceda a:

- Illustrare qual è il principale parametro che si adotta nel progetto degli elementi lineari planimetrici e quello che caratterizza l'andamento altimetrico.
- Illustrare quali tipologie di curve devono essere utilizzate per raccordare gli elementi lineari planimetrici ed altimetrici.
- Illustrare quale elemento geometrico si deve inserire tra il rettilineo e la curva circolare e descrivere brevemente le sue finalità.
- Illustrare quali sono le tre principali tipologie di sezioni stradali.
- Calcolare la distanza di visibilità per l'arresto da garantire lungo una strada di tipo C (extraurbana secondaria), considerando una velocità di progetto di 100 km/h ed una livelletta con una pendenza del 2%.
- Dimensionare una curva di raccordo verticale tra due livellette consecutive, aventi pendenza rispettivamente pari 2% e -3%¹, considerando la medesima classe funzionale e la medesima velocità di progetto di cui al punto precedente, e facendo riferimento alla distanza di visibilità per l'arresto.

¹ Per convenzione, si è assunta come positiva la pendenza nel verso crescente dell'ascissa.

Per le ultime due richieste, il candidato/la candidata potrà servirsi dei seguenti riferimenti, estratti del DM 6792 del 05/11/2001, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”:

PER LE ALTRE STRADE



5.3.2 Raccordi verticali

Devono essere eseguiti con archi di parabola quadratica ad asse verticale, il cui sviluppo viene calcolato con l'espressione

$$L = R_v \times \frac{\Delta i}{100} \quad [m]$$

dove Δi è la variazione di pendenza in percento delle livellette da raccordare (Fig. 5.3.2.a) ed R_v è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola, determinato come ai paragrafi seguenti.

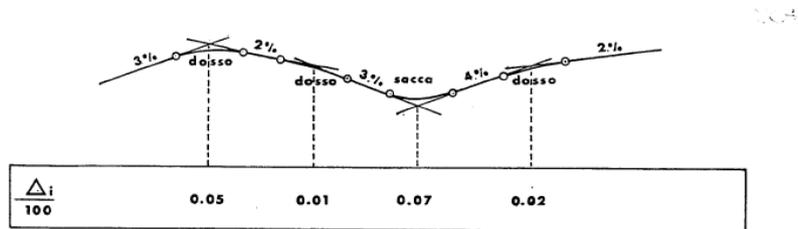


Fig. 5.3.2.a

L'arco di parabola da inserire tra due livellette ha, rispetto al riferimento cartesiano indicato nella figura 5.3.2.b, la seguente equazione

$$y = bx - ax^2$$

dove:

$$a = \text{parametro della parabola} = \frac{\Delta i}{100 \times 2L} = \frac{1}{2R_v} \quad [m^{-1}]$$

$$b = \frac{i_1}{100}$$

$$R_v = \frac{1}{2a} = \text{raggio del cerchio osculatore nel vertice A della parabola} \quad [\text{m}]$$

$$L = \frac{\Delta i}{100 \times 2A} = R_v \frac{\Delta i}{100} = \text{lunghezza dell'arco di parabola} \quad [\text{m}]$$

$$x_a = \frac{i_1}{\Delta_i} \times L = \frac{i_1}{100} \times R_v = \text{ascissa del punto a tangente orizzontale (punto pi\u00f9 alto del dosso o pi\u00f9 basso della sacca)} \quad [\text{m}]$$

$$y_a = \frac{i_1}{100} \times x_a - ax_a^2 \quad [\text{m}]$$

$$f = \frac{R_v}{8} \left(\frac{\Delta i}{100} \right)^2 \quad [\text{m}]$$

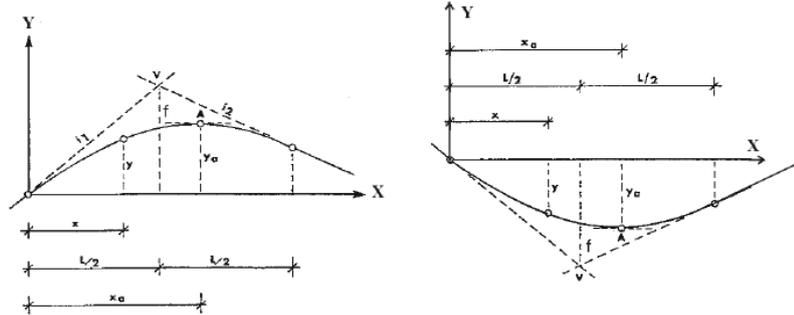


Fig. 5.3.2.b

Il valore minimo del raggio R_v , che definisce la lunghezza del raccordo, deve essere determinato in modo da garantire:

- che nessuna parte del veicolo (eccetto le ruote) abbia contatti con la superficie stradale; ci\u00f2 comporta:

$$R_v \geq R_v \text{ min} = 20 \text{ m} \quad \text{nei dossi}$$

$$R_v \geq R_v \text{ min} = 40 \text{ m} \quad \text{nelle sacche}$$

- che per il comfort dell'utenza l'accelerazione verticale a_v non superi il valore a_{lim} ; si ha

$$a_v = \frac{v_p^2}{R_v} \leq a_{lim}$$

dove:

v_p = velocità di progetto della curva [m/s], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (par. 5.4)

R_v = raggio del raccordo verticale [m]

a_{lim} = 0,6 m/s²

- che vengano garantite le visuali libere di cui al par. 5.1 con i criteri di cui ai paragrafi seguenti

In ogni caso, al di là delle verifiche secondo i criteri sopraesposti e che conducono alla determinazione di raggi da intendersi come minimi, è opportuno adottare valori anche sensibilmente maggiori, al fine di garantire una corretta percezione ottica del tracciato, in particolare nei casi di piccole variazioni di pendenza delle livellette e nei casi di sovrapposizione di curve verticali con curve orizzontali (torsione dell'asse).

5.3.3 Raccordi verticali convessi (dossi)

Con riferimento alle distanze di visibilità da verificare in relazione alle situazioni progettuali assunte, e specificate al par. 5.1.5, il raggio minimo del raccordo viene determinato come di seguito.

Siano:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

D = distanza di visibilità da realizzare [m]

Δ_i = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si distinguono due casi:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2})}$$

- se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta_i} \left[D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta_i} \right]$$

Si pone di norma $h_1 = 1,10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0,10$ m. In caso di visibilità necessaria per il sorpasso si pone $h_2 = 1,10$ m.

La fig. 5.3.3.a fornisce, per diversi valori di D , le lunghezze di R_v quando $h_1 = 1,10$ m e $h_2 = 0,10$ m.

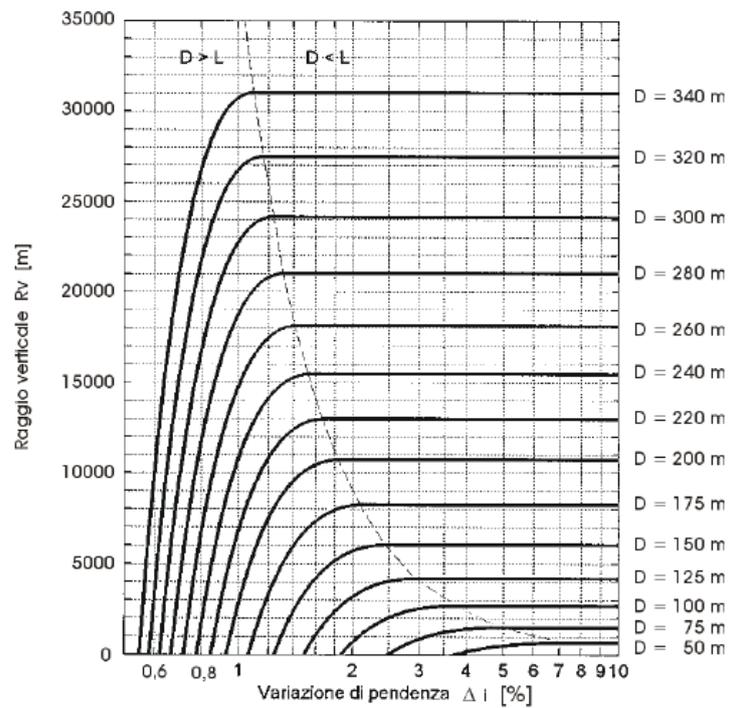


Fig. 5.3.3.a

Tema n. 4 (Tema valido per le classi di laurea: LM-4 – Architetture e Ingegneria edile architettura; LM-35 – Ingegneria per l'ambiente ed il territorio; LM -24 – Ingegneria dei sistemi edilizi)

PARTE A

Lo sviluppo sostenibile rappresenta una sfida cruciale per le città e il territorio. L'ingegnere deve essere in grado di declinare questo principio in base alle proprie attività. Si chiede al candidato/alla candidata di trattare il tema in termini generali definendo anche cos'è lo sviluppo sostenibile e poi di rispondere alle domande seguenti di natura più specialistica.

PARTE B

Nel campo della pianificazione urbanistica vi possono essere molti programmi, strumenti e procedure tesi ad ottenere lo sviluppo sostenibile. All'interno di questo ambito:

- Quali sono i principali riferimenti nazionali e internazionali che si occupano di sviluppo sostenibile?
- Quale strumento di livello locale individua gli obiettivi di sviluppo, miglioramento e conservazione del territorio comunale, indicando i limiti e le condizioni in ragione dei quali tali obiettivi siano ambientalmente sostenibili? Com'è articolato tale strumento?
- Quali strumenti possono contribuire a valutare se le trasformazioni umane sono sostenibili da parte dell'ambiente?
- Nel caso di un ambito di trasformazione di tipo prevalentemente residenziale di 84.000 mq con un indice di edificabilità di 1,4 mc/mq sito in Regione Lombardia, quali standard urbanistici minimi sono richiesti e quali standard prestazionali (anche un'ottica di sostenibilità) proporrebbe, sia in termini qualitativi, sia in termini quantitativi? Si prevedano ulteriori ipotesi sulle caratteristiche del comune per motivare le scelte effettuate.

Tema n. 5 (Tema valido per tutte le classi del settore)

PARTE A

Il candidato/La candidata descriva le opere strutturali da eseguire per la formazione di un'area di parcheggio a servizio di un edificio residenziale esistente. Il manufatto, realizzato previa la demolizione del muro di sostegno esistente e lo sbancamento del terreno retrostante per la profondità necessaria alla formazione dei parcheggi, è costituito da un nuovo muro in c.a. controterra che sostiene la copertura dei parcheggi. In particolare, il candidato/la candidata illustri:

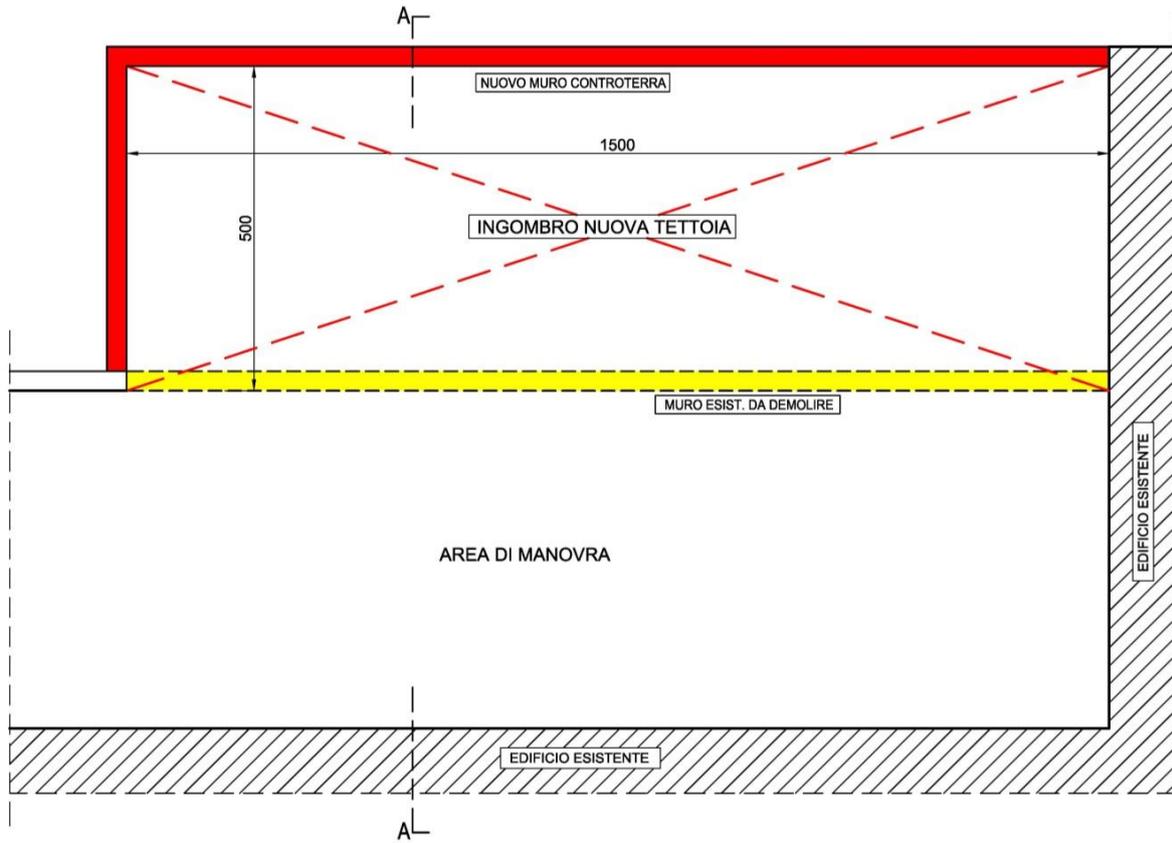
- le eventuali opere di presidio da predisporre per l'esecuzione in sicurezza dello scavo di sbancamento del terreno a valle del nuovo muro di sostegno;
- lo schema dei carichi agenti sul muro di sostegno e i conseguenti criteri di progettazione strutturale della parete verticale e della relativa fondazione tenendo conto che questa non può sporgere nella proprietà a monte e considerando un sovraccarico sul terreno pari a 6.00 kN/m^2 ; il candidato/la candidata descriva le prove di caratterizzazione del terreno necessarie alla stima delle azioni;
- gli accorgimenti tecnici per evitare l'interferenza dal punto di vista sismico tra il nuovo manufatto e l'edificio esistente.

PARTE B

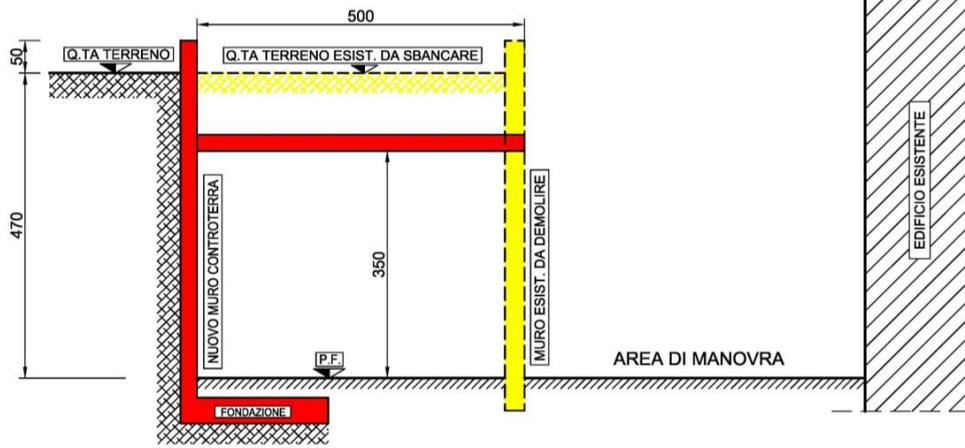
Il candidato/La candidata descriva l'organizzazione strutturale della copertura (in acciaio e/o in calcestruzzo armato, incluse le eventuali opere da prevedere per l'irrigidimento nel piano della copertura) dimensionando gli elementi strutturali e verificando una trave principale a scelta. Si ipotizzi una copertura accessibile per sola manutenzione e con un sovraccarico da neve, ipotizzando che il fabbricato sia ubicato a Brescia (ad una altitudine s.l.m. di 146 m).

Di seguito sono allegati gli elaborati grafici di inquadramento delle dimensioni del manufatto oggetto della prova.

PIANTA



SEZ. A-A



Tema n. 6 (Tema valido per le classi di laurea: LM-4 – Architetture e Ingegneria edile architettura; LM/24 – Ingegneria dei sistemi edilizi)

Dato un lotto urbano costituito da una piazza pedonale, n. 3 edifici esistenti con altezza pari a 3 livelli, e una maglia strutturale a forma di “L” (6,50 m x 5,50 m) collocata sull’angolo sud-est del lotto (v. figura), si chiede al candidato/alla candidata di redigere una relazione tecnica descrittiva del progetto di massima di un edificio residenziale di n. 3 livelli complessivi fuori terra (compreso il piano alla quota della strada) all’interno della maglia a “L”.

Lo schema distributivo riguarda il seguente programma funzionale:

- piano terra con portineria, scale, ascensore e n. 3 negozi;
- primo e secondo livello con n. 4 trivani, 4 bivani e 6 monovani complessivi;
- copertura con tetto-giardino.

PARTE A

Il candidato/La candidata illustri lo schema distributivo utilizzando anche schizzi e/o disegni in scala adeguata di:

- piante del piano terra, piano tipo e copertura;
- sezioni lungo la rampa delle scale.

PARTE B

Il candidato/La candidata descriva le scelte progettuali più appropriate per la realizzazione di un manufatto ad alta efficienza energetica, con particolare attenzione all’integrazione di sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Il candidato/La candidata sviluppi il dimensionamento e l’organizzazione di un impalcato tipo verificando una trave a scelta anche con metodi approssimati (si possono adottare soluzioni in acciaio e/o in calcestruzzo o in legno).

