

POLITECNICO DI TORINO
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE CIVILE-AMBIENTALE

I Sessione 2016 - Sezione A
Settore Civile-Ambientale

PROVA PRATICA del 22 luglio 2016

Il candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti:

Tema n. 1

Il candidato esegua il calcolo preliminare della fondazione in calcestruzzo armato di una torre aerogeneratore per un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Il modello scelto ha una potenza fino a 3 MW, diametro delle eliche fino a 100 m, altezza del mozzo 95 metri e diametro alla base pari a 3,2 m

Il criterio di progettazione da adottare sarà quello degli stati limite, assumendo le condizioni più gravose di seguito riportate, fornite dal produttore dell'aeromobile, che corrispondono a macchina ferma o funzionante a vuoto (raffica vento periodo ritorno 50 anni, $V=45$ m/s, direzione 180°).

Tali sollecitazioni, riferite alla base del mozzo, dovranno essere utilizzate per il dimensionamento della piastra e delle fondazioni:

- assi orizzontali x,y, positivi dal centro verso esterno
- asse verticale z centrale positivo verso alto e coincidente con asse fusto
- $F_{xy} = 1.250$ kN (carico orizzontale risultante alla base)
- $F_z = -35.000$ kN (carico verticale del sistema pale, rotore e mozzo, senza plinto)
- $M_{xy} = 110.000$ kNm (momento risultante alla base)
- $M_z = 8.200$ kNm (momento torcente agente intorno all'asse z)

Il mozzo dell'aeromobile è rigidamente collegato ad una piastra circolare in c.a. vincolata al terreno mediante fondazioni profonde (pali di grande diametro), poste su una circonferenza prossima al perimetro esterno.

Si assuma una quota d'imposta della piastra a -3,0 m da p.c.

La stratigrafia dei terreni è la seguente:

<u>strato 1</u> costituito da terreno agrario sabbioso-limoso, scarsamente addensato	<u>strato 2</u> costituito da sabbie e sabbie limose poco addensate	<u>strato 3</u> costituito da materiale argilloso consistente
spessore = 1 m	spessore = 8 m	spessore > 30 m
$\gamma_1 = 17$ kN/m ³	$\gamma_2 = 19$ kN/m ³	$\gamma_3 = 20$ kN/m ³
$c_1' = 0$	$c_2' = 50$ kPa	$c_3' = 200$ kPa
$\phi_1' = 25^\circ$	$\phi_2' = 27^\circ$	$\phi_3' = 25^\circ$

Il candidato esegua il dimensionamento delle strutture e delle armature sia della piastra che delle fondazioni, produca una relazione nella quale oltre alle verifiche indichi la normativa di riferimento, le caratteristiche dei materiali da adottare:

per i cls la classe di resistenza, di esposizione, la consistenza, f_{ck} , f_{cd} , f_{ctd} , γ_{cls} ,

per gli acciai la classe, f_R e f_s

NB: La condizione di carico sismica nella definizione dello stato limite ultimo, non sarà mai concomitante con quella per vento estremo; quest'ultima è molto più gravosa e quindi non è verosimile e non previsto dalle norme la combinazione di carico Vento + Sisma.

Si richiede chiarezza e comprensione nell'esposizione del testo.

Tema n. 2

In un comune collinare della Provincia di Torino scorre un modesto corso d'acqua che presenta un tratto del suo percorso intubato. A seguito di eventi pluviometrici anche non particolarmente intensi tale tratto ha dimostrato l'insufficienza al deflusso delle portate causando allagamenti e conseguenti danni agli adiacenti impianti sportivi (cfr. planimetria allegata). Si sceglie pertanto di procedere alla sostituzione del tratto in esame con un adeguato canale in calcestruzzo.

Considerato che le caratteristiche del bacino in esame risultano:

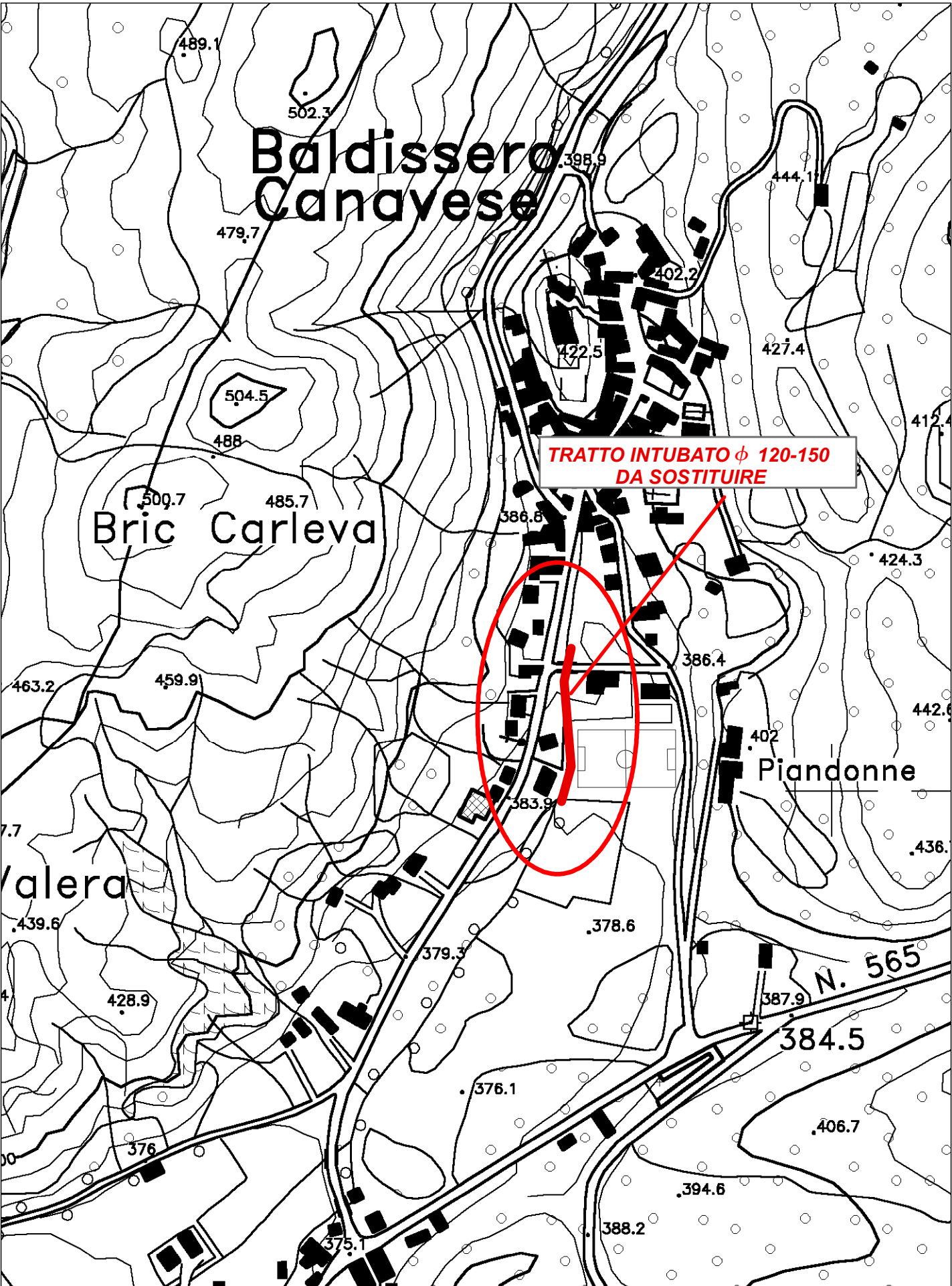
- superficie: 1,02 km²
- lunghezza dell'asta 1,80 km
- tipologia prevalente superficie (oltre 90%): terreno coltivato
- pendenza media dell'asta: 3,87%
- H quota max: 594 m s.l.m.;
- H quota media: 447 m s.l.m.;
- H sezione chiusura: 380 m s.l.m.;

e che i coefficienti delle curve di massima possibilità pluviometrica, $h = a \cdot t^n$ risultano:

T _R anni	20	100	200	500
a	54,18	69,95	76,69	85,58
n	0,330	0,324	0,322	0,321

Il Candidato:

1. valuti le portate liquide con i diversi tempi di ritorno adottando un valore del coefficiente di deflusso idoneo per la tipologia di superficie prevalente di cui è costituito il bacino ed effettui la stima delle portate solide, ad esse associate, sulla base delle metodologie di propria conoscenza e ritenute idonee ad essere applicate al caso in esame;
2. assunto lo schema progettuale del canale in calcestruzzo a sezione rettangolare con base pari a 4,0 m ed altezza pari a 2,0 m, costruisca la scala delle portate in moto uniforme della sezione trasversale di progetto (assumendo un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler del calcestruzzo pari a 70 m^{1/3} s⁻¹ ed una pendenza costante del fondo dello scatolare in progetto pari a 1,0 %) indicando, infine, se l'altezza del canale risulta sufficiente a far defluire la portata calcolata con T_R 200 anni con un franco libero che rispetti quanto previsto dalla Direttiva per la verifica dei ponti dell'Autorità di Bacino del Fiume Po;
3. sulla base delle proprie conoscenze normative elenchi quali sono gli elaborati necessari a predisporre il progetto a carattere almeno definitivo delle opere e degli interventi di cui sopra considerato il committente un ente pubblico.



Baldissero
Canavese

Bric Carleva

Piandonne

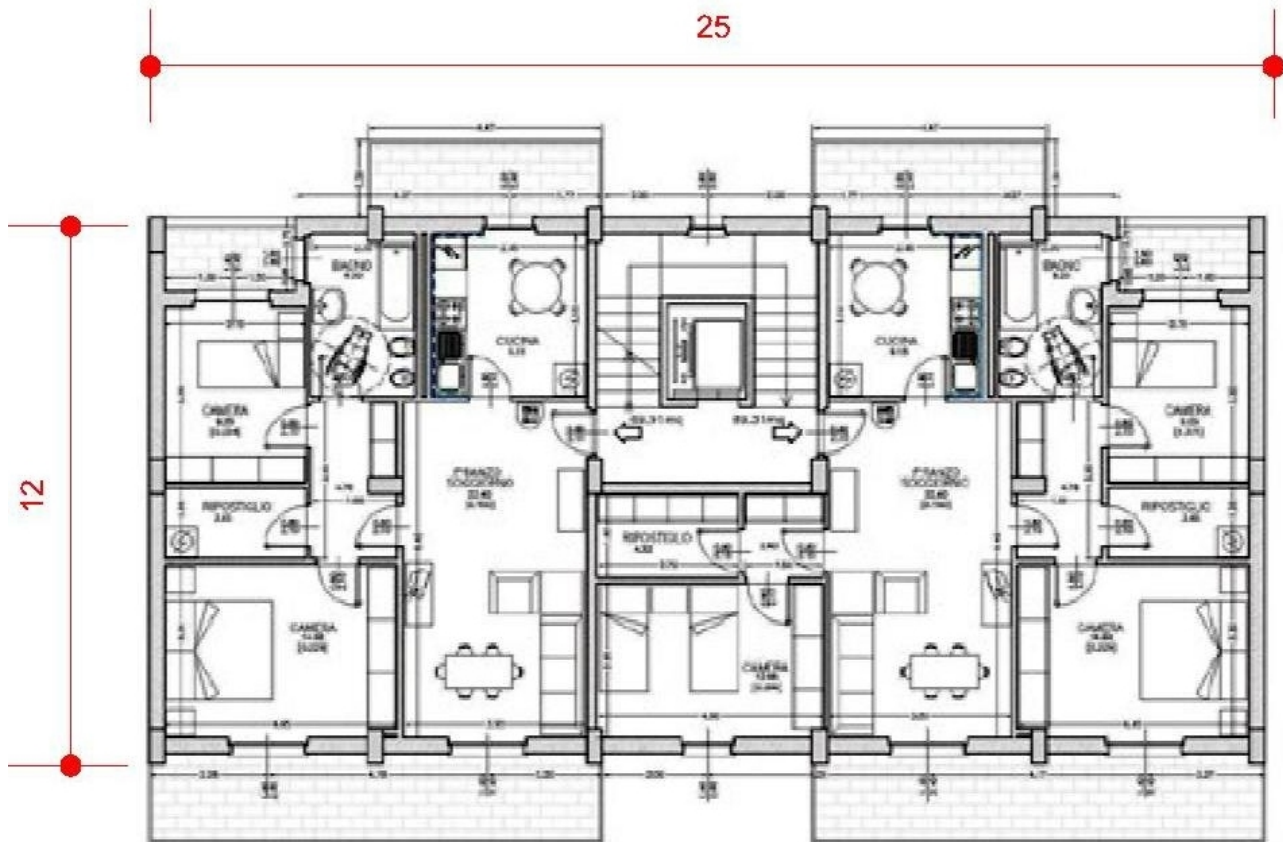
Valera

TRATTO INTUBATO ϕ 120-150
DA SOSTITUIRE

N. 565

Tema n. 3

Al candidato è affidata la progettazione strutturale di un nuovo edificio per civile abitazione da realizzare in Comune di Ancona, classificato in zona sismica 2, con struttura portante in conglomerato cementizio armato e tipologia costruttiva a telaio tridimensionale. L'ingombro planimetrico dell'edificio è il seguente:



Il fabbricato dovrà essere composto da due piani fuori terra con altezza d'interpiano di m 3,00 e due unità immobiliari per piano.

Il sito interessato dalla costruzione (lat. 43,61583 N, long. 13,51891 E) è completamente pianeggiante ed è stato oggetto di indagine geofisica eseguita con prova MASW, che ha fornito ai fini della caratterizzazione sismica del suolo un valore della $V_{S,30} = 300$ m/s.

I solai della costruzione in conglomerato-cementizio armato gettato in opera e laterizi dovranno avere caratteristiche tali da poter essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano.

Il candidato, nell'ipotesi semplificativa di costruzione regolare sia in pianta sia in elevazione, dovrà:

- impostare graficamente la carpenteria del piano tipo;
- calcolare i carichi unitari (analisi dei carichi);
- calcolare e verificare la sezione di un solaio a scelta e disegnare le armature dei travetti;
- calcolare le masse sismiche di piano;
- disegnare lo spettro di progetto della componente orizzontale dell'accelerazione allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) nell'ipotesi di progettazione in classe di duttilità bassa (B);
- calcolare il periodo principale della costruzione T_1 considerando applicabile l'analisi sismica statica lineare;
- calcolare le forze sismiche di piano utilizzando l'analisi sismica statica lineare;
- disegnare qualitativamente i dettagli costruttivi delle armature in un nodo trave-pilastro.

Dati assegnati:

Vita nominale $V_N = 50$ anni;

Classe d'uso II

Materiali

Calcestruzzo di classe C 25/30

Acciaio B450C

Parametri spettrali allo (SLV)

$g/g = 0,1728$

$F_0 = 2,45$

$T^*C = 0,29$ s

Tema n. 4

Il candidato, assegnato lo spazio inedificato di quartiere, localizzato a Torino, avente dimensione 47,5mx45m confinante a nord con un fabbricato esistente e compreso fra le strade di viabilità pubblica come riportato in planimetria, progetti un parcheggio pubblico interrato di un piano.

Il parcheggio dovrà prevedere non meno di 55 posti auto ed essere provvisto di due rampe di accesso (una di ingresso e una di uscita) così da consentirne la fruibilità in condizione di sicurezza e compatibilità con la viabilità esistente.

Il candidato dovrà prevedere l'esatta localizzazione dei percorsi di esodo in sicurezza così come previsto dalla vigente normativa.

Si ricorda che il parcheggio dovrà essere accessibile ai disabili e che occorrerà prevedere la sistemazione della parte sovrastante a giardino pubblico.

A tale riguardo occorrerà che il progetto indichi lo spessore del pacchetto di ricoprimento sopra l'estradosso della soletta.

Il candidato dovrà indicare l'impianto strutturale del manufatto e le relative caratteristiche costruttive avendo cura di dare indicazioni circa la tecnologia realizzativa.

In relazione alla presenza del fabbricato localizzato sul lato nord il candidato indichi eventuali accorgimenti costruttivi/realizzativi per il parcheggio in relazione al fatto che il fabbricato stesso sia provvisto di un piano cantinato o meno.

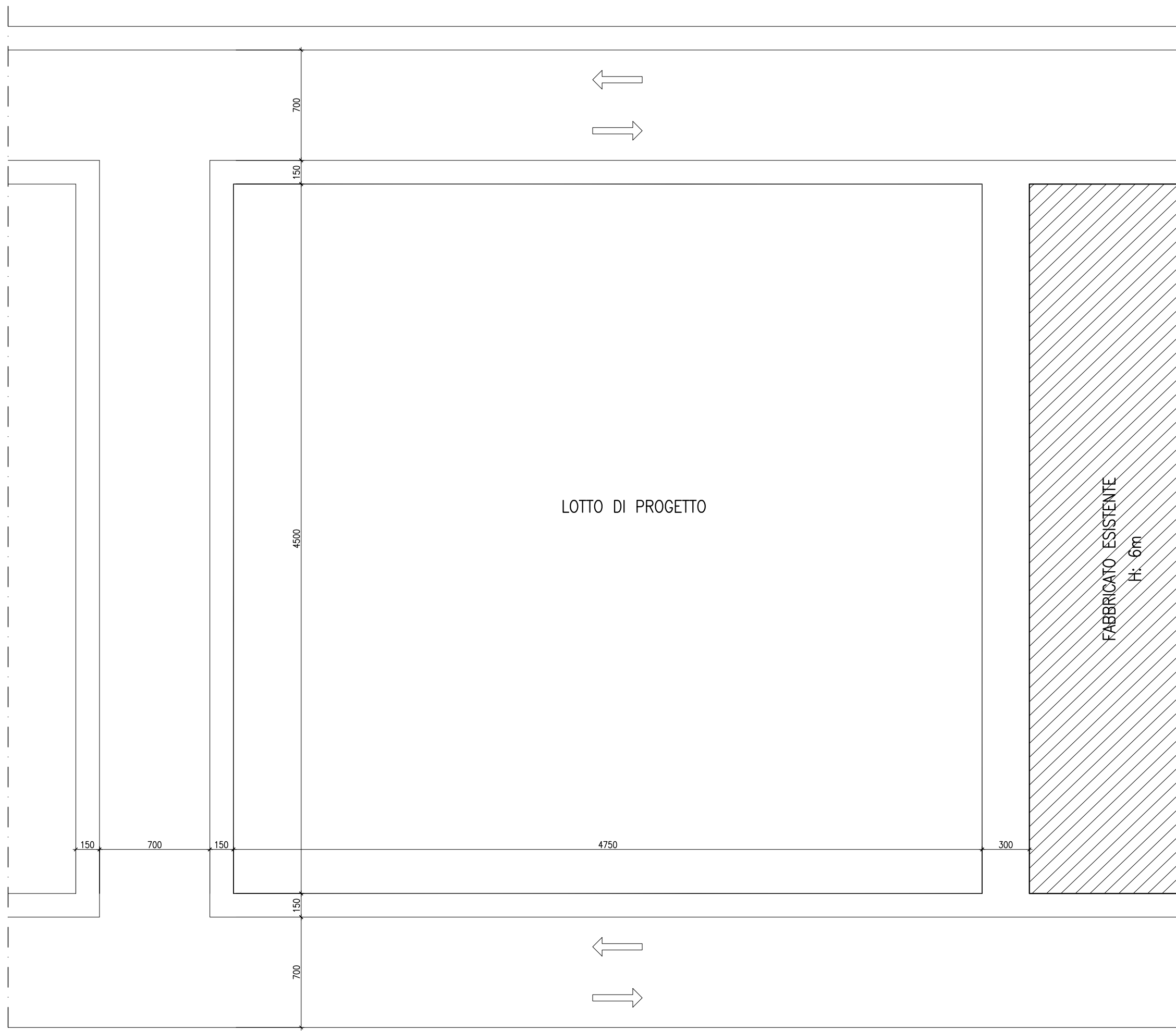
Inoltre, in relazione alle strade di viabilità pubblica adiacenti, si dovranno indicare accorgimenti atti ad evitare di bloccare il traffico in fase di cantiere e di realizzazione delle rampe di accesso al parcheggio.

Elaborati richiesti:

- Pianta interrato, scala 1:100/1:200
- Pianta piano terra, scala 1:100/1:200
- Sezioni su rampa, scala 1:100/1:200 (almeno due trasversali e una longitudinale)
- Nodo percorsi di esodo, scala 1:50
- Particolari costruttivi, scala 1:20
- Relazione tecnico-illustrativa
- Relazione circa il rispetto della normativa vigente in materia di prevenzione incendi (dispositivi antincendio, verifica percorsi sfollamento ecc.)
- Computo metrico

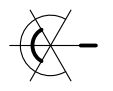
La valutazione delle prove terrà conto:

- dell'organizzazione degli elaborati;
- delle soluzioni funzionali compositive adottate;
- della rappresentazione chiara, corretta ed espressiva.



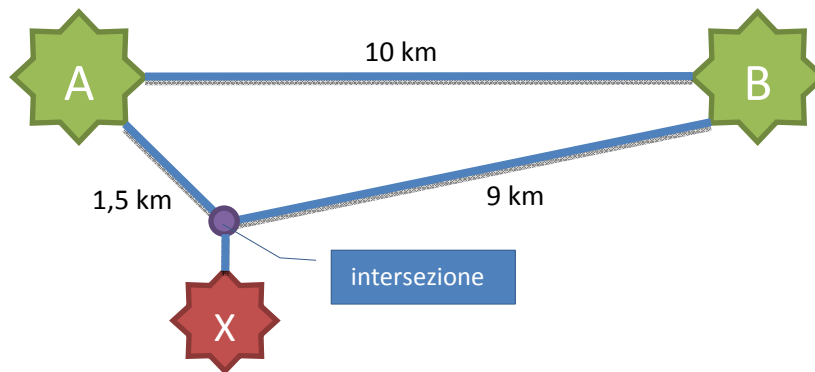
LOTTO DI PROGETTO

FABBRICATO ESISTENTE
H: 6m



Tema n. 5

Due località A e B, aventi medesime caratteristiche demografiche e socio-economiche, sono collegate da una strada extraurbana secondaria cat. C2 ad una corsia per senso di marcia lunga 10 km con tracciato prevalentemente rettilineo in zona pianeggiante. Allo stato attuale il flusso di traffico totale bidirezionale sulla strada risulta mediamente pari a 1900 V/h nelle ore di massima punta, con un fattore dell'ora di punta pari al 9% ed una percentuale di veicoli pesanti pari al 3%.



A circa 1,5 km da A si intende realizzare un nuovo intervento residenziale X per un totale di 800 nuovi appartamenti la cui dimensione media è pari a 100 mq.

Sulla base di criteri ed ipotesi cautelative, dimensionare una nuova strada AXB, in aggiunta a quella attuale, che possa garantire un Livello di Servizio pari almeno a C. La tratta AX dovrà avere caratteristiche di strada urbana di quartiere (cat. E) con pista ciclabile, mentre la tratta XB sarà di tipo extraurbano.

Nell'ipotesi che il Candidato sia il progettista incaricato della progettazione preliminare della nuova strada AXB e dell'intersezione tra la strada in progetto e la viabilità interna del nuovo intervento residenziale, dovrà fornire una soluzione progettuale per le tratte stradali AX e XB e per l'intersezione ed elencare e sviluppare brevemente tutti gli elaborati della progettazione preliminare indicati dalla vigente normativa sui lavori pubblici.

Si precisa che tutti i dati di sviluppo del tema non forniti potranno essere assunti ed evidenziati dal Candidato con ipotesi motivate nel capitolo iniziale di PREMESSA AL TEMA.

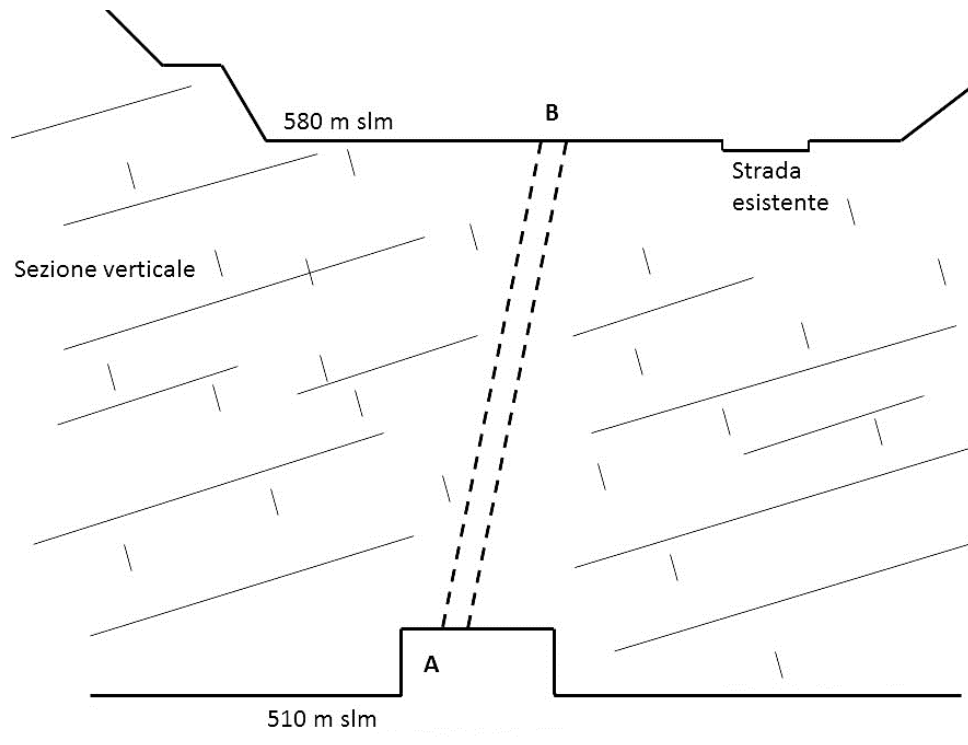
Tema n. 6

Per migliorare il sistema di aerazione di una galleria stradale, già in esercizio, occorre collegare i punti A (in sotterraneo) e B (all'esterno), indicati nello schema allegato, mediante un condotto; il diametro utile del condotto sarà di 3,0 m ed il diametro di scavo sarà di 3,6 m, per consentire la messa in opera di un rivestimento dello spessore di 0,3 m.

Nel punto A è necessario realizzare una camera, comunicante con la galleria, di dimensioni adeguate a consentire agevolmente lo scavo del condotto (larghezza circa 12 m, altezza 6 m e lunghezza 15 m).

Il punto B è facilmente accessibile da una strada.

La roccia da attraversare è una dolomia in grossi banchi, compatta e praticamente esente da fratture, con resistenza a compressione semplice compresa fra 80 e 100 MPa; la giacitura dei banchi è indicata nello schema.



In superficie, nella zona del punto B, è presente una copertura terrosa di 2-3 m.

Non sono presenti significativi fenomeni carsici nella zona.

I requisiti particolari del caso, a parte quello ovvio del contenimento del costo, sono:

- ridurre, per quanto possibile, il tempo totale di esecuzione del lavoro;
- ridurre, per quanto possibile, la durata ed il numero delle interruzioni e limitazioni a singola corsia del transito nella galleria.

Il rivestimento del condotto verrà messo in opera a scavo ultimato.

Sono, in linea di principio, proposti i seguenti procedimenti:

1- Per la realizzazione della camera:

- scavo con esplosivo
- scavo con martello demolitore

2- Per la realizzazione del condotto:

- Scavo con esplosivo, in approfondimento (partendo da B)
- Scavo con esplosivo in rimonta, partendo da A, con il metodo della piattaforma autosollevante (ALIMAK)
- Scavo meccanico con Raise Borer, con una o più alesature del foro pilota
- Scavo meccanico in rimonta, a fondo cieco (senza foro pilota)

QUESITI

Tenendo presenti le caratteristiche e le particolari esigenze del lavoro da eseguire prima indicate:

- I. Analizzare sinteticamente, con specifico riferimento ai casi 1 e 2, ciascuno dei procedimenti prospettati;
- II. Descrivere, anche con l'ausilio di schizzi esplicativi, le modalità di attuazione di ciascuno di essi;
- III. Per il procedimento considerato più confacente al caso, indicare tipi e quantità dei macchinari, materiali e personale occorrenti, separatamente per le operazioni preparatorie, per lo scavo e per lo sgombero e descrivere una plausibile organizzazione del cantiere e delle operazioni.
- IV. Redigere un cronoprogramma di massima dell'intervento e stimare il tempo necessario alla sua esecuzione.

Tema n. 7

Valutare la realizzazione di un sistema di trattamento congiunto di due reflui, uno di origine civile ed uno di origine industriale.

Il refluo di origine civile è generato in un comprensorio che vede la presenza di 120.000 a.e., mentre il refluo industriale è caratterizzato da una portata costante, sull'arco delle 24 ore, pari a 60 m³/h.

Le caratteristiche del refluo civile, in termini di carico (g/ab*d) sono illustrate nella seguente tabella:

Parametro di contaminazione	Carico (g/ab*d)
Solidi sospesi totali (TSS)	65
Solidi sospesi sedimentabili	32
COD	110
TKN (Azoto Kjeldahl)	7

L'indice di biodegradabilità (ovvero il rapporto BOD/COD) del refluo di origine civile può essere assunto pari a 0,65.

Il refluo industriale è caratterizzato da una concentrazione di COD pari a 30.000 mg/l, pH = 4,5, indice di biodegradabilità di 0,4, presenza di solidi sospesi ed azoto trascurabili.

E' richiesto:

- a) Individuazione delle fasi principali di trattamento e schema a blocchi dell'impianto
- b) Dimensionamento di massima delle fasi principali di trattamento
- c) Consumo di ossigeno, aria e produzione di fanghi di supero
- d) Scelta e dimensionamento di massima della linea di trattamento fanghi

Lo scarico finale deve essere conforme alle concentrazioni limite del D.Lgs 152/06.