

POLITECNICO DI TORINO
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE CIVILE-AMBIENTALE
I Sessione 2024 - Sezione A
Prova Scritta del 31 luglio 2024

Tema 1

All'interno di un'area residenziale di un comune della provincia di Torino classificato in zona sismica 4, all'interno di un sito completamente pianeggiante, redigere il progetto edilizio di una palazzina plurifamiliare a tre piani fuori terra.

REQUISITI GENERALI E RICHIESTE FUNZIONALI

La palazzina sorgerà in un lotto rettangolare di 70 metri x 40 metri con il lato lungo confinante con una strada comunale e orientato nella direzione nord-sud e senza significative variazioni di livello.

La palazzina dovrà contenere 6 unità immobiliari distribuite sui tre piani fuori terra (con in aggiunta un piano interrato o seminterrato adibito a cantinato), con altezza massima in gronda 12 m, distanza dai confini 5 m, distanza da strada 5 metri.

Le unità immobiliari dovranno avere una superficie indicativamente pari a circa 110-130 m² (superficie al lordo murature) per ospitare famiglie di almeno 4 persone (si dovranno prevedere in linea di massima i seguenti ambienti:

ingresso, salone con sala pranzo, cucina abitabile, 2 servizi igienici, camera letto doppia, camere letto singole o camera letto doppia, ripostiglio, studio, ecc...

A servizio di ogni unità immobiliare dovrà essere posizionato in esterno un box auto (in blocco separato dalla palazzina), un'area a giardino e 6 posti auto all'aperto.

Attenzioni particolari:

- *L'impianto progettuale, prendendo a riferimento criteri di eco-sostenibilità, dovrà proporre un'architettura con un buon impatto ambientale;*

ELABORATI di PROGETTO richiesti:

- **Planimetria generale in scala 1:500:** completa della sistemazione del lotto, comprensiva di edificio, box auto, percorsi, verde, arredo urbano
- **Pianta del “piano tipo” e del “piano terra/rialzato” in scala 1:100** che dovranno contenere le informazioni necessarie sia in riferimento al processo di autorizzazione edilizia, sia in riferimento all'ottenimento del parere di conformità degli Enti preposti al controllo (ASL, ...) e dovranno essere:
 - quotate in modo essenziale

- con verifica dei rapporti aero/illuminanti
 - con in evidenza i criteri adottati per il superamento delle “barriere architettoniche”
 - complete delle indicazioni delle funzioni e dei principali arredi funzionali;
 - con l’indicazione dei materiali e finiture impiegate;
-
- **Schemi strutturali** che evidenzino le scelte progettuali eseguite (definizione e posizione degli elementi portanti verticali, orditura degli orizzontamenti, ecc...)

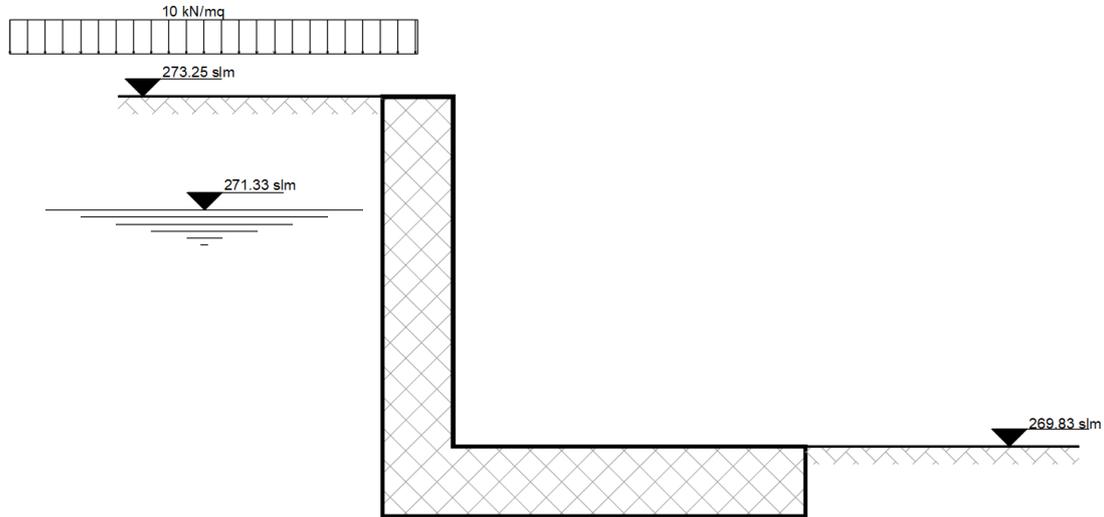
 - **Schemi per la definizione delle stratigrafie dell’involucro:** calcolo della trasmittanza di almeno una stratigrafia dell’involucro (verticale o orizzontale) e dettagli costruttivi in scala adeguata per evidenziare le scelte tecnologiche e architettoniche effettuate anche in relazione al controllo dei “ponti termici”;

 - **Indicazione delle scelte impiantistiche** sia per la climatizzazione degli ambienti che per la produzione di acqua calda sanitaria, in rispetto all’obbligo di utilizzo di fonte energetiche rinnovabili.

Tema 2: Geotecnica

DOMANDA 1.

Il candidato progetti muro di sostegno per la costruzione di una strada a quota 269.83 slm. La quota originale del terreno è 273.25 slm con carico variabile distribuito di $q = 10 \text{ kN/m}^2$, la falda è a quota 271.33 slm. L'area su cui sorgerà il muro non è in zona sismica.



I terreni sottostanti sono stati indagati e sono risultati composti da:

strato profondo costituito da ghiaie. I parametri del terreno sono desunti da prove di laboratorio e di seguito riportati:

U.G.	g [kN/m ³]	Φ' [°]	C' [kPa]	E [MPa]
ghiaie	19	32	0	35

Dove:

g peso di volume.

Φ' angolo di attrito efficace.

C' coesione efficace.

E modulo elastico

Caratteristiche dei materiali.

- Armatura

Acciaio B450C

- Calcestruzzo

Classe di resistenza: C25/30

Classe di esposizione: XC2

Classe di consistenza: S4

Rapporto a/c < 0.5

Richieste

1A) Dimensionare il muro di sostegno e rappresentare graficamente i risultati.

1B) Gestione falda.

DOMANDA 2.

Richiesto

2A) Approccio metodologico per il collaudo di palo Φ 600 mm e L 16.00 m.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **Decreto Ministero infrastrutture 17 gennaio 2018.**

Aggiornamento delle “Norme Tecniche le Costruzioni”.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tema 3: Idraulica

Nell'ambito di un procedimento tecnico-amministrativo per il mantenimento di un manufatto di attraversamento (ponte) si rende necessario effettuare la verifica idraulica dello stesso secondo i disposti della vigente normativa. Il ponte oggetto di verifica è in calcestruzzo armato con luce netta tra le spalle pari a 20,0 m ed altezza dell'impalcato rispetto al fondo scorrevole del corso d'acqua sulla sezione trasversale interessata pari a 5,0 m. Considerato che le caratteristiche morfometriche del bacino in esame, alla sezione di chiusura, risultano le seguenti:

- superficie: 32 km²
- lunghezza dell'asta: 10,5 km
- tipologia prevalente superficie: terreno coltivato e bosco in parti uguali con morfologia collinare/pianeggiante;
- pendenza media bacino: 2,7 %
- quota sezione chiusura: 180 m s.l.m.;
- altitudine media bacino: 311,50 m s.l.m.;
- dislivello massimo asta principale: 450 m;

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

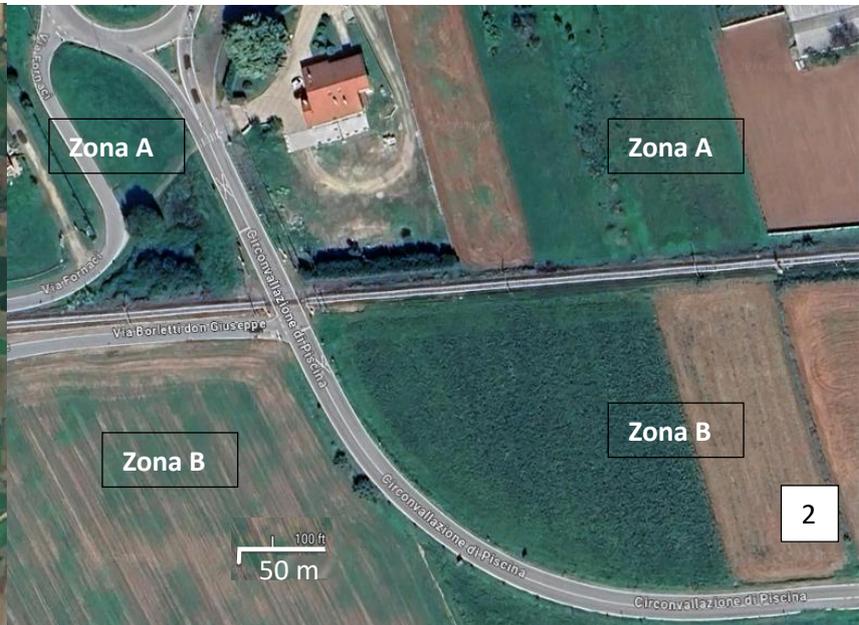
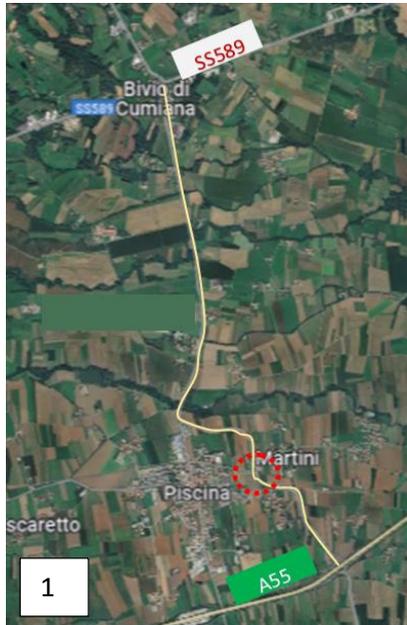
Tempo ritorno	a	n
100 anni	149,90	0,38
200 anni	164,98	0,39
500 anni	184,91	0,40

Il Candidato sviluppi i seguenti punti:

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. costruisca la scala delle portate in moto uniforme della sezione dove insiste il manufatto oggetto di verifica assumendo un idoneo coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler considerato che, nella medesima sezione, il corso d'acqua si presenta regolare con pochi massi e ciottoli e che presenta pendenza costante del fondo pari a 1,0 %;
3. indichi se il manufatto risulta sufficiente a far defluire la portata calcolata con T_R 200 anni con un franco libero che rispetti quanto previsto D.M. 17/01/2018 - Norme Tecniche per le costruzioni § 5.1.2.3., e considerato che trattasi del progetto di un'opera pubblica indichi gli elaborati minimi da produrre al committente per il progetto di fattibilità tecnico-economica.

Tema 4: infrastrutture e sistemi di trasporto

In seguito alla necessità di aumentare la sicurezza della linea ferroviaria locale e contestualmente ridurre i tempi di percorrenza della viabilità in ambito extra-urbano (connessione A55 - SS589, foto 1), si rende necessario la soppressione del passaggio a livello (foto 3 e 4) con un sovrappasso ferroviario.



Si

- Le strade presenti nella vista planimetrica (foto 2) e la linea ferroviaria (in particolare il piano del ferro) si sviluppano in piano a quota relativa coincidente con la quota del piano campagna pari a 0,00 m;
- La quota altimetrica dell'area verde dalla linea ferrovia verso la rotatoria (Zona A) è pari a quella del piano campagna;
- La quota altimetrica dell'area verde dalla ferrovia verso la parte opposta alla rotatoria (zona B) è pari -0,50m rispetto al piano campagna;
- La strada "circolazione di Piscina" corrisponde ad una strada tipo F1;
- La strada "don Borletti" corrisponde ad una strada tipo F2;
- la sagoma limite del convoglio ferroviario semplice binario, (figura 1);
- la sezione della sovrastruttura ferroviaria (figura 2).

Il Candidato deve sviluppare il progetto della variante della strada "circonvallazione di Piscina", che prevede:

- il calcolo e verifica degli elementi planimetrici e altimetrici
- la descrizione dei manufatti e delle opere d'arte necessarie

L'intero progetto deve essere coerente con le norme vigenti di progettazione geometrica e funzionale delle strade.

La strada "don Borletti" al termine dei lavori di sistemazione viaria verrà chiusa e destinata a strada di servizio per accesso ai fondi privati e per la manutenzione della linea ferroviaria.

Il Candidato deve inoltre sintetizzare graficamente quanto sopra sviluppato:

- un elaborato planimetrico dello stato di fatto e di progetto
- un profilo altimetrico
- le sezioni tipo

Si richiede infine di:

- calcolare la superficie da espropriare sapendo che tutte le aree a verde (limitrofe alla strada) sono di proprietà privata
- elencare le fasi di cantierizzazione (pianificazioni delle lavorazioni principali)

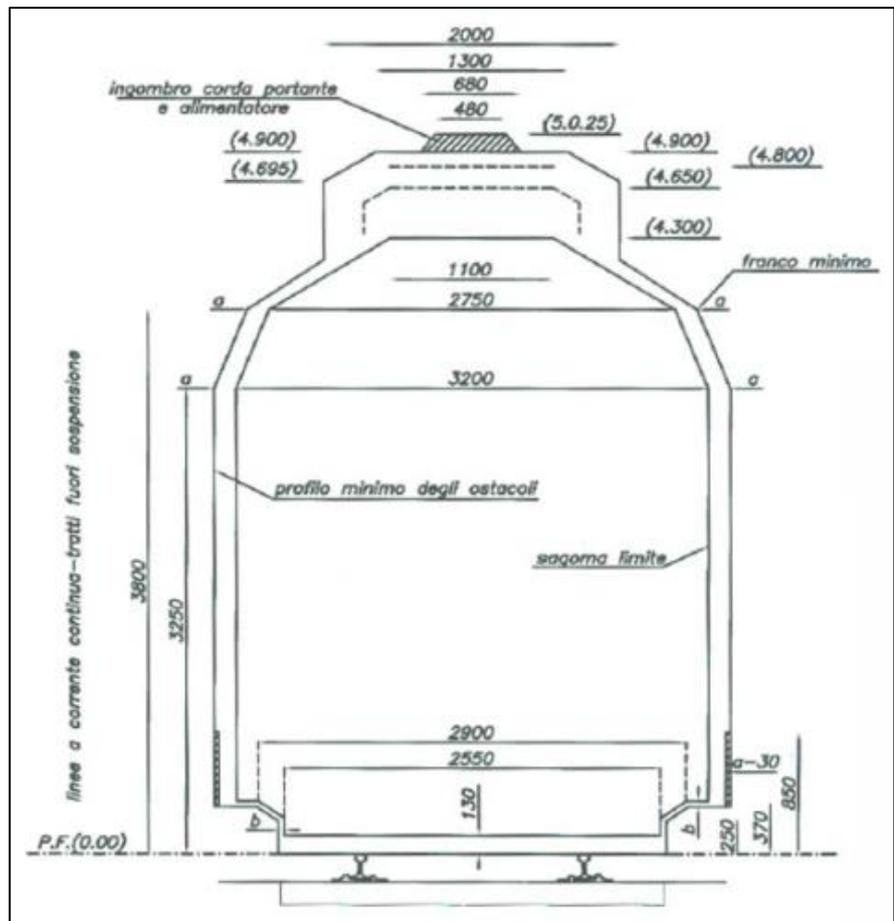


Fig.1

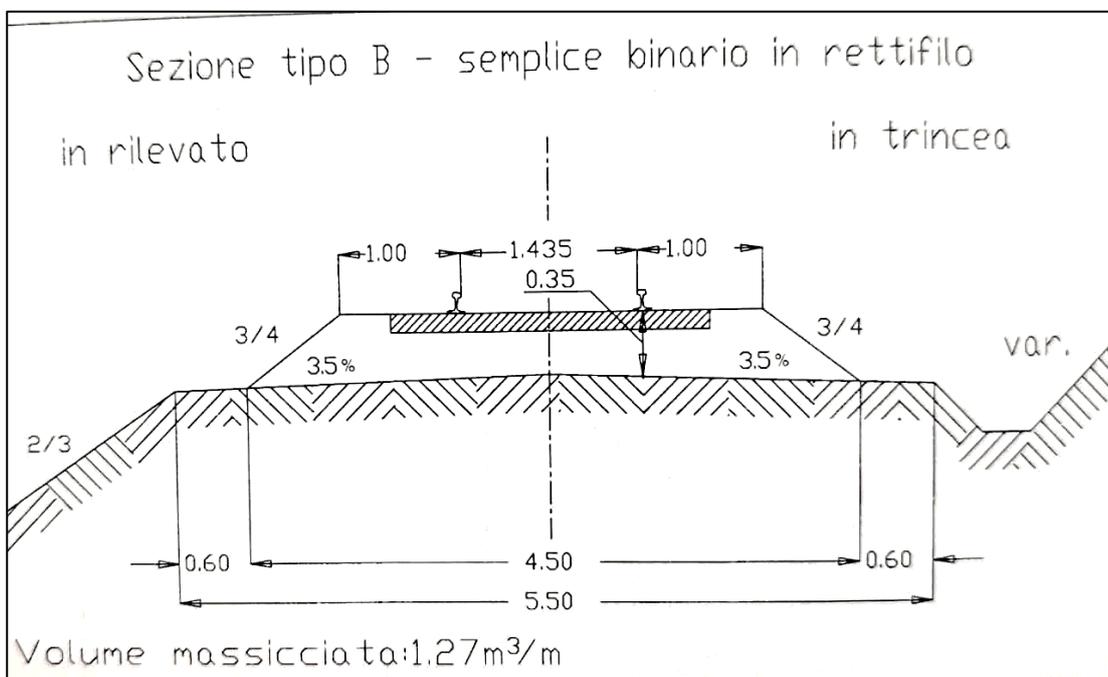


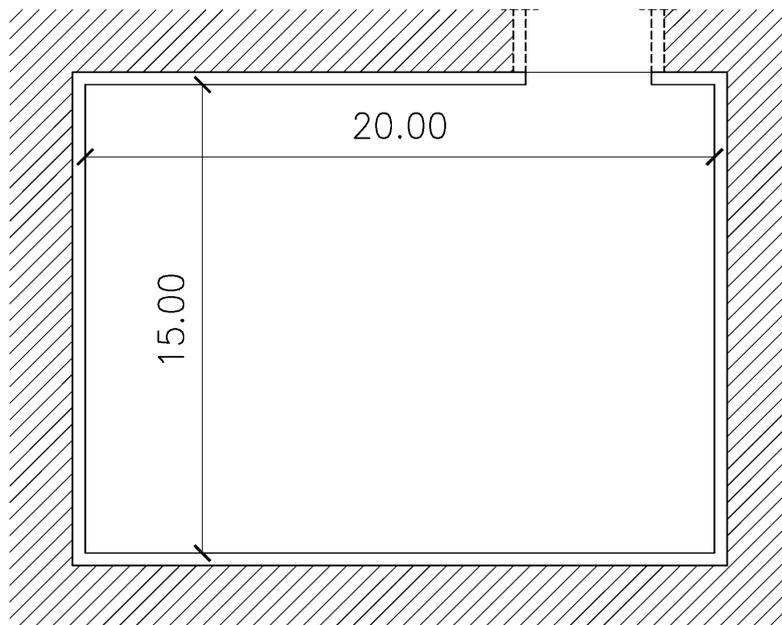
Fig.2

Tema 5: Strutture

Dato lo schema architettonico indicato in figura (quote in metri), relativo a un'autorimessa interrata, con altezza netta interna di 3,00 m e copertura piana destinata al parcheggio di autovetture ($q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$), si richiede di:

- progettare le strutture di fondazione ed elevazione, con le relative armature, adottando i materiali e le tipologie strutturali che si ritengono idonei;
- predisporre la relazione di calcolo delle strutture;
- predisporre gli elaborati grafici del progetto esecutivo.

Assumere valori appropriati per i parametri di progetto del terreno di fondazione.



Tema 6:

In un tratto della Dora Riparia a sezione rettangolare si è verificato un rigurgito della fognatura quando il livello dell'acqua ha raggiunto nel fiume il tirante idrico pari a 5 m. E' necessario, quindi, calcolare il tempo di ritorno della portata che ha causato tale danno per capire la frequenza di tali episodi.

Nel tratto in esame, le acque della Dora Riparia defluiscono in condizioni di moto uniforme, la pendenza media è pari a 0,002 ed il coefficiente di Gauckler-Strickler è $48 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. L'area del bacino sotteso è pari a 1321 km^2 , il coefficiente pluviale orario della curva di possibilità pluviometrica è $16,5 \text{ mm/ora}^n$. La sezione è rettangolare con base pari a 40 m e altezza pari a 8 m, caratteristiche che si mantengono costanti a monte e a valle della sezione in esame.

Il candidato tracci la scala di deflusso in moto uniforme per la sezione data (tabella e grafico) e calcoli il valore di portata che si è raggiunto quando il tirante idrico era pari a 5 m. Inoltre sulla base dei dati forniti e del materiale a disposizione (estratto VAPI), attraverso la metodologia che ritiene adeguata, calcoli il tempo di ritorno della portata che si è verificata con tirante idrico pari a 5 m e rediga una relazione che supporti i calcoli idraulici ed idrologici.

Nella Tabella sottostante sono riportati i valori di portata al colmo massimi annui registrati in una sezione prossima a quella in esame.

Q (m^3/s)
151
396
270
297
207
189
207
243
716
297
711

Di seguito si riportano alcune tabelle e grafici dall'estratto VAPI, per il testo completo consultare il materiale a disposizione



Fig. 4.4. Regioni omogenee dell'Italia Nord-Occidentale in relazione al regime di piena.

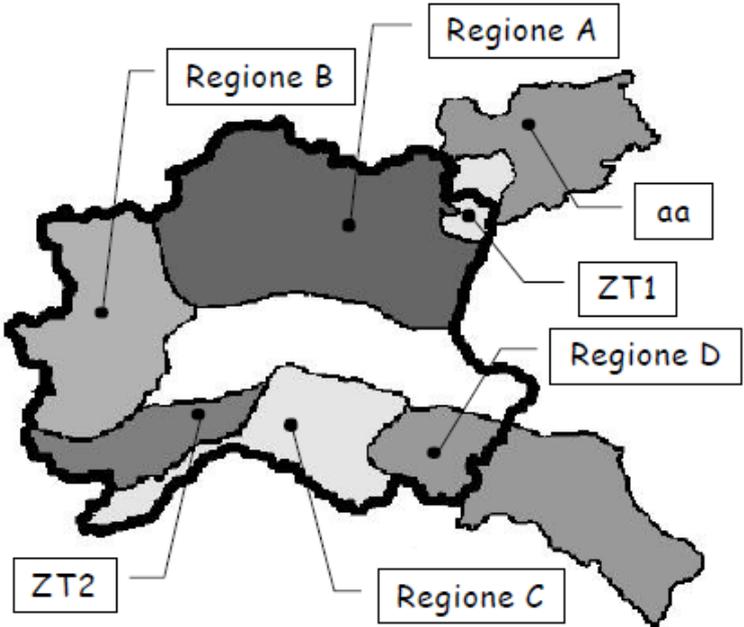
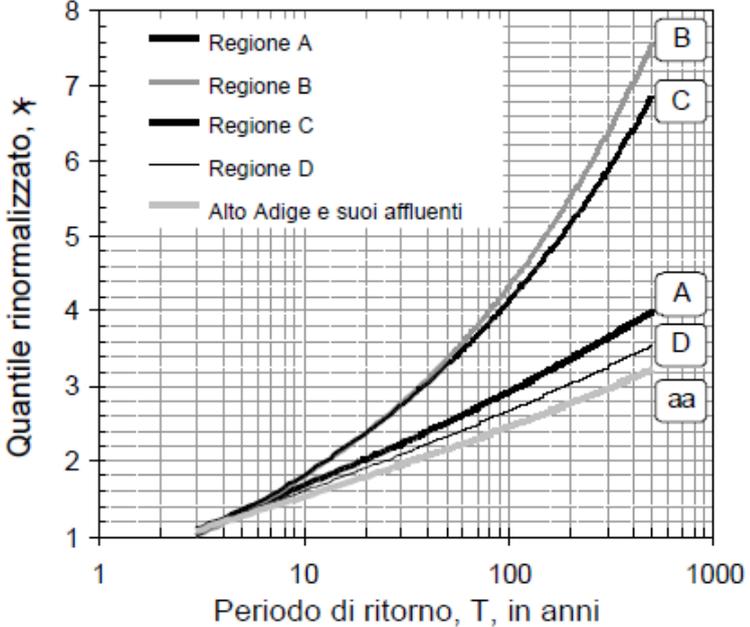


Fig. 4.5. Curve di crescita GEV regionali dell'Italia Nord-Occidentale.



4.3. Leggi di variazione dei coefficienti di crescita con il periodo di ritorno

4.3.1. Pluviometria

4.3.1.1. Piogge di breve durata e forte intensità

Non si è ritenuto identificare sottozone pluviometriche omogenee in relazione alla distribuzione di probabilità cumulata (DPC) delle piogge da 1 a 24 ore consecutive e, in alternativa, si è provveduto alla valutazione della DPC per ogni stazione in base all'ipotesi di invarianza di scala [Burlando & Rosso, 1996] utilizzando la distribuzione generalizzata del valore estremo (GEV). Stimati i parametri di forma, k , di scala, α , e di posizione, ε , della DPC/GEV per la stazione in esame (vedi Tab. 4A.1 in Appendice) resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita K_T :

$$T = \frac{1}{1 - F_K(K)} = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K - \varepsilon)\right]^{1/k}\right\}} \quad (4.1)$$

valida per piogge massime annuali di durata da 1 a 24 ore consecutive.

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della (4.1), per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno in anni, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita K_T :

$$K_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left(1 - e^{-ky_T}\right) \quad (4.2)$$

dove y_T indica la variabile ridotta di Gumbel, pari a $y_T = -\ln\left(\ln\frac{T}{T-1}\right)$ e i valori dei parametri k , α e ε sono riportati in Tab. 4A.1 per i siti dove sono localizzate le stazioni pluviometriche. Per gli altri siti, si riportano nelle Figg. 4.1-3 le mappe dei parametri k , α e ε per l'intero territorio, che sono state ricavate per interpolazione con metodi di kriging secondo la procedura illustrata da Rosso et al. [1997].

L'altezza di pioggia cumulata con periodo di ritorno T -ennale va quindi valutata come

$$h_T(d) = m(d)K_T \quad (4.3)$$

dove $m(d)$ è il valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale caduta in d ore consecutive (v. paragrafo 4.4.1.1).

Si riportano di seguito, nella Tab. 4.3, i valori di K_T ottenuti numericamente dalla (4.2) per alcuni valori del periodo di ritorno.

Tab. 4.3: Valori del coefficiente di crescita K_T del massimo annuale delle portate al colmo di piena per alcuni valori salienti del periodo di ritorno T .

Zona	Periodo di Ritorno, anni										
	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
A Alpi e Prealpi Centrali	0.88	1.34	1.68	2.03	2.14	2.40	2.52	2.93	3.37	4.00	4.52
B Alpi e Prealpi Occidentali	0.77	1.31	1.80	2.38	2.60	3.10	3.37	4.33	5.52	7.57	9.57
C Appennino NW e B. Tirrenici	0.79	1.34	1.82	2.38	2.58	3.04	3.29	4.14	5.17	6.87	8.47
D Appennino NE	0.90	1.31	1.61	1.91	2.01	2.23	2.33	2.67	3.03	3.55	3.96
aa Alto Adige e suoi affluenti	0.91	1.27	1.53	1.80	1.88	2.07	2.16	2.46	2.77	3.22	3.58

Si può anche fare riferimento all'espressione inversa (4.2) che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione GEV nelle ZO esaminate, diventa:

- Alpi e Prealpi Centrali: $K_T = 0.745 - (0.365/0.110) \times [1 - \exp(0.110 \times y_T)]$ (4.4a)
- Alpi e Prealpi Occidentali: $K_T = 0.635 - (0.352/0.320) \times [1 - \exp(0.320 \times y_T)]$ (4.4b)
- Appennino NW - Bacini Tirrenici: $K_T = 0.643 - (0.377/0.276) \times [1 - \exp(0.276 \times y_T)]$ (4.4c)
- Appennino NE: $K_T = 0.775 - (0.334/0.089) \times [1 - \exp(0.089 \times y_T)]$ (4.4d)
- Alto Adige e suoi affluenti: $K_T = 0.804 - (0.292/0.088) \times [1 - \exp(0.088 \times y_T)]$ (4.4e)

dove il valore di y_T è calcolato in base al prefissato valore di T in anni.

Per valutare le piene nei corsi d'acqua della zona disomogenea ZT2 si prevede la parametrizzazione della curva di crescita GEV sito per sito, pesando i parametri della legge GEV in base alle distanze minime del sito stesso dai confini delle limitrofe zone B e C. Le stesse considerazioni si applicano alla zona disomogenea ZT1, che rappresenta la transizione tra Zona A e Alto Adige (aa).

Tab. 4.5: Parametri della formula empirica per la stima della portata indice (in m^3/s) nella forma

$$q_{indice} = c_0 \times X_1^{c_1} \times X_2^{c_2} \times X_3^{c_3} \times X_4^{c_4} \times X_5^{c_5} \times X_6^{c_6}$$

Regione	c_0	Esponente della Variabile Esplicativa						R^2_{LOG}	R^2	Bias
		c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6			
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6			
		Area del bacino sotteso, A	Coefficiente pluviiale orario, $a_1 = E[H_1]^2$	Esponente di invarianza di scala di scala pluviiale, n	Quota media del bacino sotteso	Parametro di ritenzione, $S_{III}/100$	Fattore di forma del bacino, A/L_{sp}^2			
		[Km ²]	[mm/ore ⁿ]	[-]	[Km]	[mm]	[-]			
A	2.1	0.799						0.61	0.29	30
A	1.8×10^{-3}	1.090	1.700					0.71	0.59	23
A	9.3×10^{-4}	1.124	2.630	3.162				0.91	0.81	7.4
A	1.9×10^{-4}	1.145	2.596	2.246		-0.849		0.93	0.93	5.5
B	0.5	0.901						0.76	0.29	10
B	7.3×10^{-3}	0.920	1.523					0.89	0.75	7.6
B	1.6×10^{-2}	0.800	1.408		1.170			0.91	0.82	6.2
B	7.8×10^{-3}	0.839	1.736		1.042		0.349	0.93	0.86	4.9
C	5.2	0.750						0.75	0.63	12
C	2.62	0.807			-0.626			0.87	0.65	5.6
C	2.51	0.874			-0.717		0.265	0.88	0.71	5.2
C	0.21	0.897	0.678		-0.686		0.285	0.89	0.78	4.6
D	2.49	0.772						0.89	0.77	10
D	2.80×10^{-5}	1.235	3.513				-0.720		0.92	

[‡] $E[H_1]$: valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale per una durata unitaria.

Tema 7:

Il 10 Aprile 2024 il Parlamento Europeo ha approvato in prima lettura il testo della nuova Direttiva sulle acque reflue urbane. Tra le altre cose, la nuova Direttiva prevede:

- All'articolo 6, che tutti gli impianti di depurazione che servono agglomerati tra 1000 e 2000 a.e devono applicare almeno un trattamento secondario entro il 31 dicembre 2035;
- All'articolo 6, che tutti gli impianti che trattano acque reflue nelle quali deve essere applicato almeno un trattamento secondario la concentrazione massima di BOD₅ allo scarico deve essere inferiore a 25 mg/l mentre quella del COD totale deve essere inferiore a 125 mg/l;
- All'articolo 7, che entro il 31 Dicembre 2045, il 100 % degli impianti con carico ≥ 10.000 ae e < 150.000 a.e devono rispettare allo scarico oltre ai limiti per il BOD ed il COD anche i seguenti limiti P-tot = 0.7 mg/l e N-tot = 8 mg/l (oppure 87.5% e 80% abbattimento);

In attesa dell'ultimo passaggio di approvazione della Direttiva prima della pubblicazione in Gazzetta Ufficiale dell'UE e del successivo recepimento a livello nazionale, l'Amministratore Delegato di una Utility dell'acqua italiana ha commissionato uno studio di fattibilità che prevede:

- la totale dismissione di un impianto di depurazione (impianto A) a servizio di un agglomerato di 18.000 a.e ed il collettamento delle relative acque reflue ad un alto depuratore (impianto B);
- il collettamento di 4 reti fognarie ciascuna a servizio di 4 agglomerati (Agglomerati 1,2,3,4) attualmente serviti da impianti di depurazione muniti di solo trattamento primario, che saranno dismessi, all'impianto B;

Tabella 1 Numero a.e. per Agglomerato

Agglomerato 1	1.700 a.e.
Agglomerato 2	1.000 a.e.
Agglomerato 3	1.900 a.e.
Agglomerato 4	1.100 a.e.

- il revamping e l'aumento della capacità di trattamento di un vecchio impianto di depurazione (impianto B) attualmente a servizio di un agglomerato di 15.000 a.e.. L'impianto B è attualmente dotato in linea acque, oltre alle unità di pre-trattamento, di due reattori biologici aerobici e di due sedimentatori secondari; la linea di trattamento fanghi consiste in un post-ispessitore statico a gravità;

Tabella 2 Caratteristiche geometriche dei reattori biologici e sei sedimentatori secondari attualmente presenti nell'impianto B

Volume totale reattori aerobici	1.500 m ³
Superficie totale dei reattori biologici	375 m ²
Superficie totale dei sedimentatori secondari	200 m ²
Altezza dei sedimentatori secondari	3,2 m

- la costruzione di fangodotto. L'impianto di depurazione C, non dotato di linea di trattamento fanghi, sarà collegato all'impianto B tramite fangodotto. Pertanto, anche i fanghi prodotti nell'impianto C saranno trattati della linea di trattamento fanghi dell'impianto B;

Tabella 3 Caratteristiche del fango prodotto nell'impianto C

Abitanti Equivalenti Serviti	27.000	ae
Produzione di fango	12	kg TS/(a.e x anno)
Percentuale di Sostanza Secca nel fango (TS)	1,0	%
VS/TS	0,70	-
tCOD/VS	1,50	.
Biodegradabilità del fango bCOD/tCOD	0,45	-
$k_{hyd, 38^{\circ}C}$	0,35	1/d

- la nuova linea di trattamento fanghi dell'impianto B prevederà:
 1. la stabilizzazione anaerobica dei fanghi e la produzione di biogas;
 2. la produzione di energia elettrica rinnovabile dalla combustione del biogas in un motore endotermico cogenerativo ;
 3. un sistema di disidratazione dei fanghi tale da garantire una concentrazione minima di secco nel fango disidratato pari al 22%.

La produzione di biogas/biometano può essere modellata secondo una cinetica del primo ordine. Le costanti cinetiche e stechiometriche delle due tipologie di fango prodotte nell'impianto B sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 4 – fango prodotto nell'impianto B

Fango di supero		
$k_{hyd,38^{\circ}C}$	0,2	1/d
Biodegradabilità del fango bCOD/tCOD	0,35	
Fango primario		
$k_{hyd,38^{\circ}C}$	0,45	1/d
Biodegradabilità del fango bCOD/tCOD	0,5	

Al candidato è richiesto:

- il dimensionamento di massima:
 1. delle **unità di trattamento presenti nella linea di acque** ad accezione dei trattamenti preliminari. Inoltre, è noto che la portata di picco in tempo asciutto è pari a 1,4 la portata media nera. Il candidato deve valutare la possibilità riutilizzare i reattori biologici ed i sedimentatori secondari già presenti nell'impianto B;
 2. delle **unità di trattamento presenti linea di trattamento fanghi**. Il candidato deve dimensionare il comparto biologico ed anaerobico in modo da garantire che almeno il

- 95 % del bCOD avviato a digestione anaerobica deve essere rimosso e trasformato in biogas;
3. il calcolo della **potenza elettrica delle soffianti** utilizzate nel comparto biologico aerobico e **l'energia elettrica annua consumata**;
 4. dell'energia elettrica rinnovabile prodotta annualmente;
 5. il **costo annuo di smaltimento dei fanghi stabilizzati** noto che il costo unitario di smaltimento è pari a 120 €/ ton TQ;

Il dimensionamento dell'impianto B deve garantire i futuri possibili limiti allo scarico che saranno introdotti dalla nuova Direttiva non ancora pubblicata in Gazzetta al 31 dicembre 2045. La tabella 5 riporta caratteristiche dell'acqua reflua da trattare nell'impianto B.

Tabella 5 Caratteristiche dell'acqua reflua da trattare nell'impianto B.

Domanda Biochimica di Ossigeno (5 giorni)	BOD ₅	200	mg/l
Domanda chimica di ossigeno (totale)	tCOD	420	mg/l
Domanda chimica di ossigeno (solubile)	sCOD	170	mg/l
Domanda chimica di ossigeno (rapidamente biodegradabile)	rbCOD	80	mg/l
Solidi sospesi totali	TSS	220	mg/l
Solidi sospesi biodegradabili	VSS	200	mg/l
Azoto Kjeldahl totale	TKN	40	mg/l
Azoto ammoniacale	N-NH ₄ ⁺	40	mg/l

Infine, ai fini del dimensionamento dell'impianto si può assumere che

$$bCOD = 1.6 \times BOD_5$$

$$N-tot/P-tot = 5$$

Tutti le ipotesi per il dimensionamento dell'impianto e i calcoli svolti devono essere commentati.

Tema 8:

In un'ottica di ammodernamento e implementazione della rete elettrica cittadina, su una strada con caratteristiche sub-urbane ad una corsia per senso di marcia e limite di velocità 50 km/h, sono previsti lavori di scavo che comportano l'occupazione di una delle due corsie di marcia con un cantiere avente lunghezza pari a 300 metri (planimetria allegata).

Il traffico nell'ora di massima punta è pari a 600 veicoli/ora per senso di marcia.



Il candidato descriva le varie fasi di progettazione, programmazione ed esecuzione del lavoro in cui si vadano ad individuare e descrivere l'apertura del cantiere stradale, supportato da elaborati grafici di progetto (planimetria del cantiere, tavola del posizionamento della segnaletica, tavola grafica relativa all'apprestamento di cantiere, con descrizione degli apprestamenti, impianti, macchine e mezzi e servizi di protezione collettiva) e descrivere la soluzione ottimale per la regolamentazione del traffico, individuando e calcolando quale impatto produce la presenza del cantiere stradale sui flussi veicolari.

Elencare e dettagliare la documentazione amministrativa e della sicurezza necessaria per l'avvio dei lavori, con indicazione delle figure della sicurezza ed esplicitandone i compiti e i profili di responsabilità descritti nella normativa vigente, con realizzazione dell'organigramma di cantiere.

Descrivere infine come occorre procedere per predisporre la verifica di impatto acustico del cantiere durante le fasi di lavoro e l'utilizzo dei mezzi, indicando la metodologia e gli algoritmi da utilizzare per il calcolo delle emissioni acustiche, le eventuali misurazioni da effettuare per la definizione del clima acustico, quali verifiche siano necessarie, i parametri di soglia da rispettare e le normative di riferimento da seguire per la relazione specialistica ambientale.

Qualsiasi altra informazione sui luoghi e sul progetto qui esposto dovesse risultare utile al fine di rispondere in modo esaustivo alle richieste sopra riportate potrà essere richiesto ai referenti della Commissione di Esame.

Tema 9:

Un lavoro di scavo a giorno comporta l'asportazione di materiale roccioso (calcare compatto avente spessore medio di circa 16 m) e della copertura sterile sovrastante (avente spessore medio di circa 3 m), su un'area di 16 ha; il materiale deve essere trasportato ad un sito distante circa 800 m dal cantiere di scavo, dove sono collocati gli impianti di trattamento.

Lo scavo in terra dev'essere eseguito con macchine, lo scavo in roccia mediante esplosivo.

La massa volumica della roccia in posto è di 2.65 t/m^3 , quella della terra è di 2.1 t/m^3 .

Lo sgombero e il trasporto saranno effettuati mediante escavatori/pale cariatrici + dumper.

Il lavoro è organizzato su un turno lavorativo/giorno avente durata di 7 ore effettive (8 ore nominali); è consentita una sola volata/giorno, per 3 giorni settimanali, da brillare a fine turno. Sono previsti 260 giorni lavorativi/anno.

Data la notevole estensione del cantiere, il caricamento dell'esplosivo può essere effettuato senza sospendere altre operazioni.

La massima carica di esplosivo autorizzata è pari a 400 kg/volata.

Il parco macchine disponibile (scavo, sgombero e trasporto) consta di:

- 2 perforatrici idrauliche cingolate (in grado di eseguire fori con diametro 76 mm e 89 mm), inclinazione 0-90°
- 1 retro-escavatore con benna da 2.5 m^3
- 2 pale cariatrici gommate con benna da 4 m^3
- 2 escavatori frontali con benna da 4.5 m^3
- 4 dumper con capacità di 20 m^3

Dopo avere stabilito modalità e sequenza delle operazioni da svolgere:

- fornire una rappresentazione schematica del cantiere nelle successive fasi, dopo avere illustrato il procedimento che si intende adottare per la rimozione del materiale di copertura;
- predisporre un idoneo schema di volata, rappresentandolo con uno schizzo quotato in pianta e sezione verticale (indicare posizione e lunghezza dei fori, maglia di tiro, esplosivo/i impiegato/i, carica/foro, carica totale, sistema di innesco, tempi di brillamento, consumi specifici di esplosivo, fori da mina e detonatori)
- calcolare la produttività di scavo (m^3 in posto/turno lavorativo) del cantiere
- stilare un cronoprogramma giornaliero delle operazioni (cantiere a regime)
- fornire una stima dei tempi necessari per il completamento del lavoro.