

# ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

## Sez. A – ANNO 2017 PROVA DI PROGETTAZIONE

### TEMA: Strade

Nella figura allegata è rappresentata la sezione trasversale n. 54 di una strada di nuova costruzione, caratterizzata da una sovrastruttura stradale flessibile il cui ingombro è riportato in figura.

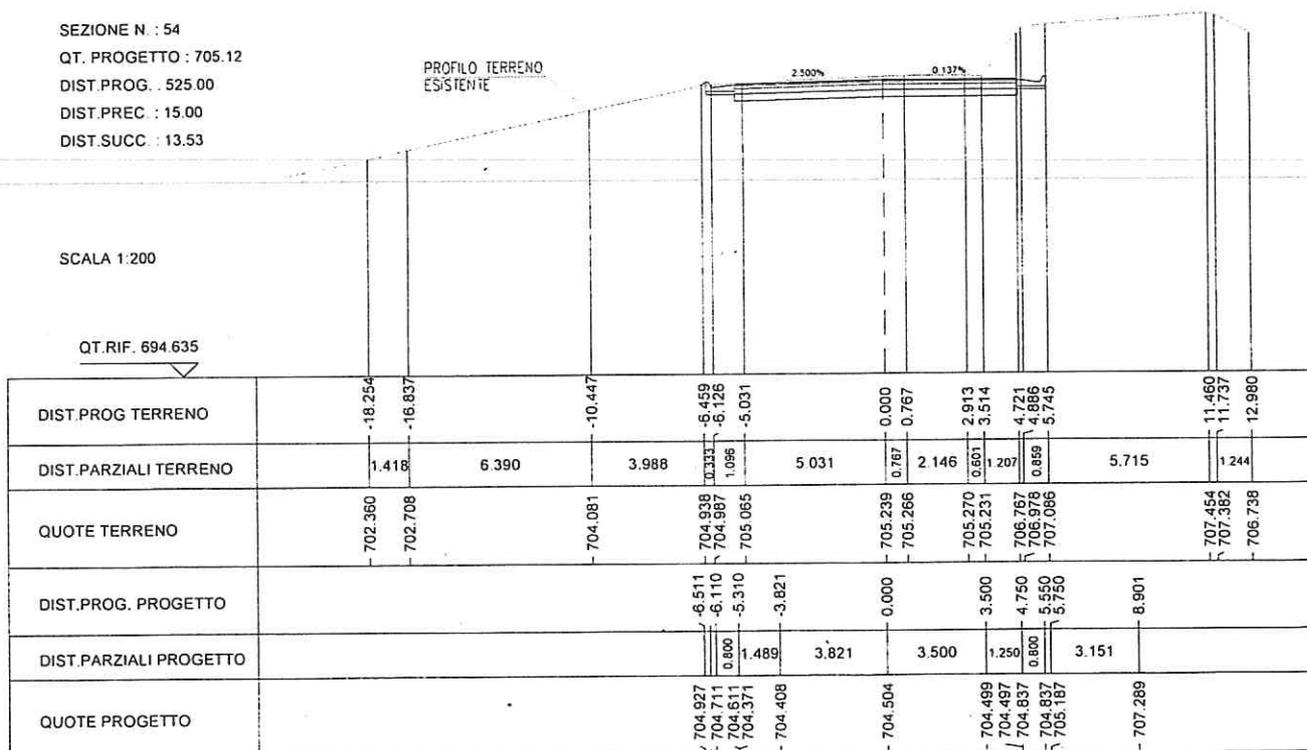
Ai fini della costruzione si rende necessaria la realizzazione di un muro di controripa sul lato destro della strada.

Il candidato progetti il muro, in modo da limitare al massimo il limite di esproprio, considerando che il terreno presente in quella determinata sezione del tracciato è caratterizzato dai seguenti parametri geotecnici:  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ ;  $\phi = 35^\circ$ ,  $c = 10 \text{ kPa}$ .

La falda si trova ad una profondità pari a 2 m rispetto al piano viabile della strada.

Si richiedono i seguenti elaborati:

- le verifiche di stabilità del muro di controripa;
- il dimensionamento delle principali sezioni in c.a. dell'opera di sostegno;
- il disegno della sezione di progetto, compreso il muro di controripa, con la definizione delle più opportune barriere di sicurezza laterali.



Handwritten signatures and marks at the bottom of the page.

ESAME DI ABILITAZIONE PER L'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
**Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

II Sessione 2017      **NUOVO ORDINAMENTO**      Sez. A      Prova Progettazione

**Tema: Ambiente Sanitaria**

Progettare linea acque di un impianto di trattamento acque reflue del Nord Italia a servizio di una città di 110.000 abitanti. La fognatura è di tipo separato e la dotazione idrica è pari a 250 l/ab/g. L'impianto riceve anche i reflui di uno stabilimento caseario aventi le caratteristiche sottoindicate. Si richiede il rispetto della vigente disciplina nazionale sugli scarichi in acque superficiali per aree sensibili (Tab1,Tab2,Tab.3 All.5 Parte III DLgs 152/2006).

Caratteristiche delle acque di origine casearia in ingresso all'opera di presa:

PORTATA (l/s) = 10      BOD5 (mg/l) = 1500      TKN (mg/l) = 70      P tot (mg/l) = 10

ESAME DI ABILITAZIONE PER L'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
**Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

II Sessione 2017      **NUOVO ORDINAMENTO**      Sez. A      Prova Progettazione

**Tema: Georisorse**

In un Comune della fascia pedemontana appenninica si procede alla riqualificazione del comparto adiacente ad uno scalo ferroviario, con la dismissione e demolizione di alcuni magazzini abbandonati.

A valle del processo di demolizione selettiva, è necessario programmare e progettare le modalità di gestione dei rifiuti prodotti. In particolare, i rifiuti inerti presentano una volumetria stimata di 2.750.000 m<sup>3</sup> e, da un'analisi preliminare, caratteristiche idonee alla produzione di inerte per costruzioni di almeno tre classi granulometriche e misto stabilizzato da destinare alla realizzazione di sottofondo stradale. Grazie ad un Accordo di Programma ex L.R. 20/2000, è stata individuata un'area posta a 12 km di distanza dallo scalo ferroviario per l'installazione di eventuali impianti al servizio dell'opera.

Si rediga una relazione tecnica riportante:

- Inquadramento
- Descrizione e dimensionamento dell'impianto trattamento inerti funzionale alla completa gestione del materiale a disposizione, con motivazione delle scelte progettuali
- Valutazione delle potenze installate alle macchine, considerando per i frantoi un work index pari a 15
- Valutazione degli aspetti ambientali, gli impatti generali e le eventuali misure di mitigazione da implementare.

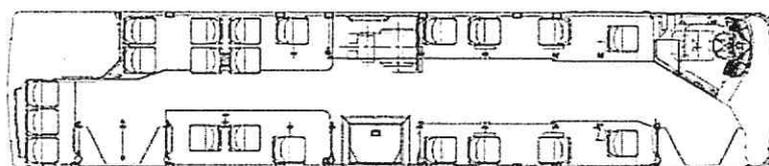
# ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

## PROVA DI PROGETTAZIONE – Sez. A – II sessione ANNO 2017

### TEMA: TRASPORTI

Si deve progettare un servizio di collegamento tra la stazione centrale di una città di medie dimensioni ed un polo fieristico-espositivo-congressuale di recente realizzazione. Per effettuare il servizio si decide di avvalersi di navette costituite da autobus alimentati a gas naturale, le cui caratteristiche principali sono riportate nel prospetto sottostante:

Lunghezza (m)	12,1
Larghezza (m)	2,55
Altezza (m)	3,38
Pendenza max	6%
Decelerazione in frenatura	1,2 m/s <sup>2</sup>
Tara	12 t
N. di posti totali	107
N. di porte	3
Alimentazione	Metano, potenza max 243 kW
Trasmissione	Cambio automatico ZF a 6 marce con convertitore



La domanda di utenti che giungono in stazione in ora di punta e che si recano al polo fieristico è stimata in 1600 utenti/h, di cui l'80% si prevede che utilizzerà questo servizio.

Il candidato risponda ad entrambi i quesiti sotto riportati.

#### *Quesito 1:*

I binari della stazione sono sotterranei e gli utenti, per raggiungere la fermata del servizio-navetta, devono utilizzare una scala mobile.

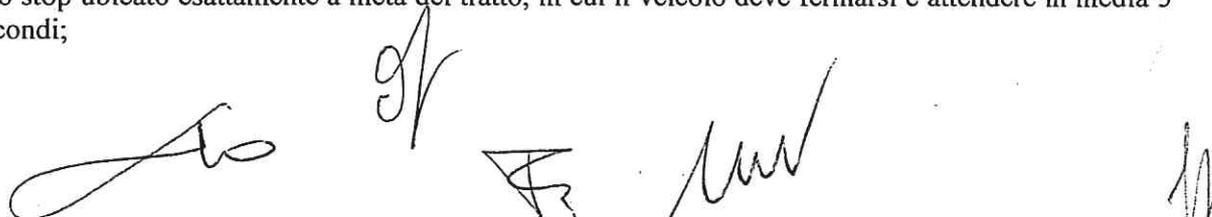
La velocità di salita della scala, costante, è pari a 0,5 m/sec. I gradini hanno larghezza pari ad 1 metro e profondità pari a 40 cm; sono presenti 50 gradini sulla rampa (la cui lunghezza è quindi di 20 metri) e mediamente viene utilizzato il 60% dei gradini, con una occupazione di una persona per gradino.

Nell'ipotesi che il flusso di passeggeri che si recano alla fermata segua un processo di Poisson (intertempi distribuiti secondo una v.a. esponenziale negativa), calcolare gli indicatori medi di servizio del sistema a coda così generato (capacità della scala mobile; numero medio di utenti in coda; tempo medio di attesa in coda).

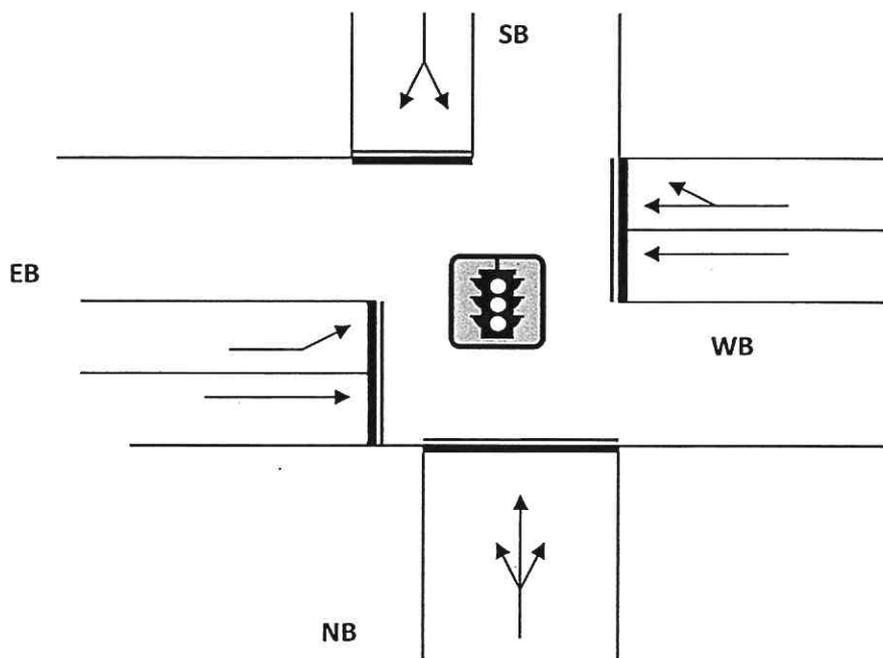
#### *Quesito 2:*

Il percorso che deve compiere la navetta ha una lunghezza di 4 km, non prevede fermate intermedie di servizio e può considerarsi diviso in tre parti:

- **primo tratto**, di lunghezza pari ad 1 km, pianeggiante, con velocità massima pari a 40 km/h e con uno stop ubicato esattamente a metà del tratto, in cui il veicolo deve fermarsi e attendere in media 5 secondi;



- **secondo tratto**, di lunghezza pari a 1,5 km, pianeggiante, con velocità massima pari a 45 km/h. A metà esatta di questo tratto è presente una intersezione semaforizzata che l'autobus deve attraversare secondo la direttrice E-W (e W-E in ritorno), come da layout sottostante:



Le caratteristiche geometriche e di traffico dell'intersezione sono riassunte nella tabella sottostante:

	EB			WB			NB			SB		
	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
N° corsie	1	1	0	0	2	0	0	1	0	1		
Manovre permesse	L	T			TR			LTR		LR		
flusso (veic/h)	70	400			440	90	50	160	80	40		210
PHF	0.95	0.95			0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		0.95
% HV	4	4			4	4	4	4	4	4		4
Larghezza (m)	3.6	3.6			3.6	3.6	4.0			3.0		
Parcheggi/h	N	N			N	N	N	N	N	N		N
Bus stops/h	N	N			N	N	20			15		

Il ciclo ha durata complessiva pari a 80 secondi ed è suddiviso in due fasi così strutturate:

Fase 1: E-W → G = 42", Y = 3"

Fase 2: N-S → G = 32", Y = 3"

Si consideri un perditempo L pari a 5 secondi per fase. Per il calcolo del flusso di saturazione si faccia riferimento a quanto previsto dal manuale HCM. Per comodità, i coefficienti necessari sono riassunti nelle seguenti tabelle:

Factor	Formula	Definition of Variables	Notes
Lane width	$f_w = 1 + \frac{(W - 3.6)}{g}$	W = lane width (m)	W ≥ 2.4 If W > 4.8, a two-lane analysis may be considered
Heavy vehicles	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \% HV(E_T - 1)}$	% HV = % heavy vehicles for lane group volume	E <sub>T</sub> = 2.0 pc/HV
Grade	$f_g = 1 - \frac{\% G}{200}$	% G = % grade on a lane group approach	-6 ≤ % G ≤ +10 Negative is downhill
Parking	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$	N = number of lanes in lane group N <sub>m</sub> = number of parking maneuvers/h	0 ≤ N <sub>m</sub> ≤ 180 f <sub>p</sub> ≥ 0.050 f <sub>p</sub> = 1.000 for no parking
Bus blockage	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$	N = number of lanes in lane group N <sub>b</sub> = number of buses stopping/h	0 ≤ N <sub>b</sub> ≤ 250 f <sub>bb</sub> ≥ 0.050
Type of area	f <sub>s</sub> = 0.900 in CBD f <sub>s</sub> = 1.000 in all other areas		

Fattore correttivo per svolta a destra:

- Corsia protetta  $f_{rt} = 0,85$
- Corsia condivisa  $f_{rt} = 1 - 0,15P_{rt}$

Fattore correttivo per svolta a sinistra:

Opposing Volume v <sub>o</sub> '	Proportion of Left Turns, P <sub>LT</sub>					
	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
0	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.86
200	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.78
400	1.00	0.92	0.85	0.80	0.75	0.70
600	1.00	0.88	0.79	0.72	0.66	0.61
800	1.00	0.83	0.71	0.62	0.55	0.49
1,000	1.00	0.74	0.58	0.48	0.41	0.36
1,200	1.00	0.55	0.38	0.29	0.24	0.20
≥1,220	1.00	0.52	0.36	0.27	0.22	0.18

- **terzo tratto**, ancora di lunghezza pari a 1,5 km, con pendenza in salita mediamente pari a 1,5% dalla stazione verso il polo fieristico, senza alcuna interruzione e con velocità massima pari a 40 km/h.

Il candidato, scelto opportunamente ogni dato, parametro, coefficiente o attributo non esplicitamente indicato nel testo, progetti il servizio al fine di soddisfare la domanda data in ora di punta, effettuando lo studio meccanico del veicolo e determinando frequenze di progetto e numero di veicoli necessari, considerando 2 ore continuative di punta (10-12) e due di morbida (12-14) con domanda di morbida pari al 70% di quella di punta, realizzando i seguenti elaborati grafici:

- caratteristica meccanica ideale di trazione;
- tutti i diagrammi di trazione necessari per le differenti situazioni di moto;
- orario grafico di una singola corsa andata/ritorno in ora di punta;
- orario grafico per due ore continuative di servizio, di cui una di punta e una di morbida (11-13)

**Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere**  
**Seconda sessione dell'anno 2017**  
**Sezione A**

**Tema di Costruzioni Idrauliche**

Nell'area urbana di tipo residenziale, rappresentata in figura, occorre progettare la rete fognaria di tipo misto seguendo lo schema indicato. L'area ha un'estensione complessiva di circa 70 ettari e si trova ad una quota altimetrica costante pari a 40.00 m s.l.m..

Per il progetto del sistema fognario si assumano le seguenti curve di possibilità pluviometrica:

$$h = 43 \cdot t^{0,58} \quad [h \text{ in mm, } t \text{ in ore}] \text{ - per durate inferiori o uguali all'ora}$$

$$h = 43 \cdot t^{0,27} \quad [h \text{ in mm, } t \text{ in ore}] \text{ - per durate superiori all'ora}$$

Per valutare il contributo relativo alle acque reflue si consideri che nell'area sono presenti circa 15'000 abitanti equivalenti uniformemente distribuiti.

Le acque meteoriche e reflue raccolte dal sistema fognario misto arrivano ad uno scolmatore di piena, in corrispondenza del punto A, dove le acque reflue vengono inviate al depuratore, localizzato nell'area indicata dalla lettera B. In tempo di pioggia le acque scolmate vengono indirizzate verso l'area C, dove sono presenti una vasca di prima pioggia e una vasca di laminazione, prima dell'immissione delle acque nel corpo idrico ricettore adiacente.

Viene richiesto di:

1. Definire il diametro dei collettori fognari nelle 8 sezioni rappresentate in figura. Si esegua anche una verifica delle velocità delle acque reflue in tempo secco nei medesimi punti. Per valutare le pendenze delle tubazioni si tenga conto che il corpo idrico ricettore si caratterizza per un livello di massima piena pari a 32 m s.l.m..
2. Progettare lo scaricatore di piena, presente nel punto A, definendone la tipologia e disegnandone uno schema di funzionamento.
3. Determinare il volume della vasca di prima pioggia da collocare nell'area indicata con la lettera C della figura.
4. Progettare la vasca di laminazione, da collocare nell'area indicata con la lettera C della figura, considerando che al recapito non dovrà essere inviata una portata superiore a 15 litri/s per ogni ettaro di superficie drenata.
5. Disegnare il layout dell'area C rappresentando la disposizione della vasca di laminazione e della vasca di prima pioggia con le tubazioni di collegamento e le quote altimetriche corrispondenti sia ai condotti sia alle vasche.

N.B. Tutti i dati non specificati eventualmente necessari per lo sviluppo del progetto devono essere ragionevolmente assunti.



0 50 100 150 200m

— Rete fognaria mista

Corpo idrico ricettore



*Handwritten signature*

*Handwritten signatures*

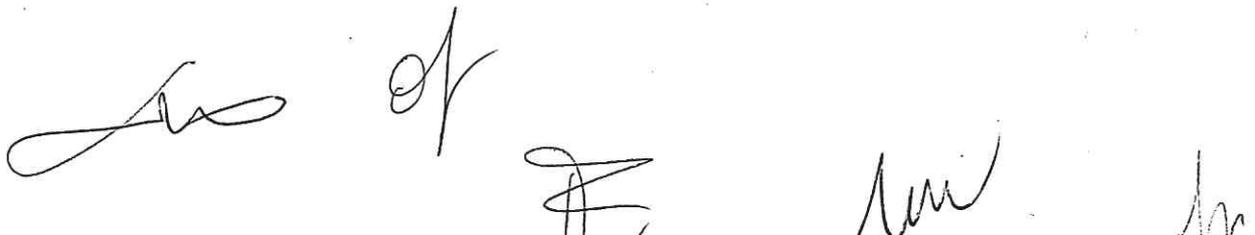
**Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere**  
**II Sessione - 2017**  
**Sezione A, Settore Civile Ambientale – Prova di Progettazione**

**TEMA DI DIFESA DEL SUOLO**

Per la sistemazione di un torrente si prevede la realizzazione di una serie di briglie di consolidamento. Il tratto di torrente di interesse ha una lunghezza di 2 km, una pendenza media pari a 2.3%, sezione trasversale approssimabile ad una forma rettangolare di larghezza pari a 18 m (ai fini dei calcoli ipotizzabile a sezione rettangolare larghissima), con coefficiente di scabrezza  $k_s=35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  omogeneo in tutta la sezione. Il materiale costituente il fondo alveo si consideri avente un peso specifico  $\gamma_s=26000 \text{ N/m}^3$  e  $d_{50}=30 \text{ mm}$ , porosità  $n=25\%$  e angolo di attrito  $\delta = 30^\circ$

Considerando le grandezze sopra elencate, il candidato affronti i seguenti punti:

- a) Calcolare la pendenza di correzione del tratto fluviale affinché il materiale del fondo alveo non venga eroso, adottando la portata di modellamento pari a  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- b) Ipotizzando la realizzazione di un sistema di briglie aventi al massimo altezza circa uguale a 3 m, dimensionare il sistema di briglie che assicurano il raggiungimento della nuova pendenza di equilibrio considerando una portata di piena di progetto pari a  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ . Nel dimensionare la briglia si consideri l'adozione di una gàveta avente forma trapezia, con base minore pari a 5 m e inclinazione delle sponde  $45^\circ$ .
- c) Si dimensioni il bacino di dissipazione di una briglia "tipo" nella configurazione "in scavo", definendo la profondità e la lunghezza della vasca e riportando uno schema di funzionamento.
- d) Rappresentare in maniera qualitativa, e quantitativa, il profilo di moto permanente tra due manufatti tipo nel solo caso pre-interrimento, ed adottando opportune scale verticali ed orizzontali.
- e) Si dimensioni una scogliera per la protezione spondale nel tratto in prossimità dei manufatti. Considerando scarpate aventi pendenza  $\theta$  pari a 1:1 e l'angolo di riposo del materiale che si intende adottare  $\zeta$  pari a circa  $55^\circ$ , si proceda, adottando una delle formule previste in letterature, alla stima del diametro  $d$  dei massi da utilizzare per prevenire l'erosione spondale nel caso della portata di progetto.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA

ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA  
PROFESSIONE DI INGEGNERE

2<sup>a</sup> SESSIONE 2017 - 2<sup>a</sup> COMMISSIONE  
SEZIONE DI INGEGNERIA CIVILE-EDILE/ARCHITETTURA-AMBIENTALE  
SEZIONE A

PROVA DI PROGETTAZIONE: IDRAULICA

Si chiede di progettare l'impianto di sollevamento schematizzato in Figura, in cui il dislivello geodetico tra le superfici libere nei serbatoi di monte e valle è pari a 70 m.

La lunghezza della condotta di aspirazione può essere assunta trascurabile, mentre la condotta di mandata deve avere una lunghezza minima di 550 m. Per quanto riguarda la scabrezza della tubazione si consideri il coefficiente di Gauckler-Strickler pari a  $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e  $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  in condizione di tubo nuovo e usato, rispettivamente.

Le perdite concentrate possono ritenersi complessivamente pari a 10 volte l'altezza cinetica.

L'impianto deve garantire un funzionamento continuo per 200 giorni/anno, e deve provvedere al sollevamento di una portata di 70 l/s. Si consideri il rendimento della pompa pari 0.8.

Sulla base delle precedenti informazioni, si chiede al candidato di ipotizzare il dimensionamento della condotta di mandata nel rispetto dei seguenti vincoli:

- (1) fra i diametri commerciali disponibili si considerino soltanto quelli associati a valori di velocità idonei in condotta;
- (2) considerando un costo energetico per kWh pari a 0.12 €/kWh, il costo annuale dell'energia non superi i 40000 €;
- (3) il costo della tubazione sia inferiore a 300000 €, essendo per unità di lunghezza pari a  $120 + 0.05 D^{1.5}$  €/m;
- (4) la sollecitazione massima di colpo d'ariete in caso di arresto istantaneo non superi i 120 m, ipotizzando una celerità delle perturbazioni pari a 1200 m/s.

Una volta individuata la scelta progettuale, si richiede al candidato di descrivere l'andamento delle sovrappressioni in condotta per fenomeni di colpo d'ariete generati da manovre rapide e lente.

