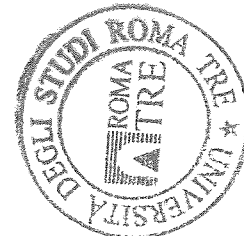


ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE SPECIALISTA – SEZIONE A
SESSIONE LUGLIO 2018
TERZA PROVA

Roma, li 18 luglio 2018



Ingegneria dell'Informazione

Tema n. 1

Si progetti un sistema di rieducazione motoria basato sulla visualizzazione a schermo in modalità tipo "biofeedback" del centro di pressione di un soggetto in postura eretta e la registrazione dei segnali elettromiografici di superficie (sEMG) da almeno 2 coppie di elettrodi per ognuno degli arti inferiori.

Si dettagli una possibile soluzione realizzativa del sistema di misura delle forze basandosi su tecnologia estensimetrica e del sistema di prelievo dei segnali sEMG.

Valutando opportunamente le caratteristiche dei segnali in gioco e sulla base della tecnologia di trasmissione adottata, il candidato dimensiona opportunamente l'interfaccia A/D, nonché ipotizzando una gestione centrale basata su microcontrollore si delinea lo schema logico di funzionamento, anche mediante l'ausilio di un diagramma a blocchi, del sistema di controllo dell'apparecchiatura e del sistema di elaborazione dati, valutando opportunamente anche la memoria necessaria per il salvataggio complessivo dei dati per ogni ora di acquisizione.

Tema n. 2

Il candidato progetti un'applicazione mobile per smartphone che permetta all'utente di interagire con altri utenti dell'applicazione che si trovano all'interno di uno specifico raggio r dalla sua attuale posizione (es. 1 km). Gli utenti in qualsiasi momento possono abilitare o disabilitare la condivisione della propria posizione. Al momento della registrazione l'utente fornisce, oltre alle informazioni demografiche, nickname e foto che verranno impiegate per visualizzare l'utente su una mappa. Inoltre l'utente potrà fornire una bio testuale (es. "Ragazzo romano, amante del calcio, musica e dei pub con amici.") e un insieme di eventuali tags (es. "soccer outdoor gym gaming") che possono rappresentare il profilo dei suoi interessi. Oltre alla geolocalizzazione degli altri utenti, l'utente potrà: (1) scattare una fotografia che verrà associata alla posizione corrente dell'utente, (2) inviare messaggi istantanei agli utenti nel proprio raggio r . L'interfaccia grafica dell'app fornirà all'utente la possibilità di: (1) visualizzare gli altri utenti a distanza $< r$ da u , (2) visualizzare le foto scattate dagli

altri utenti a distanza $<r$ da u , (3) inviare un messaggio ad uno o più utenti che si trovano correntemente a distanza $<r$, ovvero visualizzare i messaggi scambiati con un utente a distanza $<r$. In particolare, al candidato si chiede di:

1. Fornire una specifica delle funzioni e dei requisiti dell'applicazione in linguaggio naturale e attraverso diagrammi UML;
2. Fornire una progettazione architeturale del sistema descrivendo le strutture dati utilizzate per rendere possibile la ricerca rapida degli utenti e delle foto in base alla locazione; e dei messaggi scambiati con uno specifico utente (impiegare notazioni standard quali E-R o UML);
3. Definire un algoritmo di raccomandazione che tenga conto dei profili dei singoli utenti e di tutte le altre informazioni disponibili di modo che, dato un utente u , la mappa sarà popolata dagli utenti che condividono maggiori interessi con u . Impiegare un formalismo con pseudocodice per la definizione dell'algoritmo.
4. Indicare e giustificare scelte tecnologiche per la realizzazione del sistema e mostrare i dettagli realizzativi di un caso d'uso a scelta tra quelli ritenuti più significativi per il sistema, indicando anche eventuali servizi esterni ed API che possano supportare l'implementazione.
5. Considerare il caso in cui il sistema software progettato venga impiegato da un numero crescente di utenti. Valutare se le architetture e tecnologie proposte possano supportare il carico richiesto. In caso contrario, fornire indicazioni su soluzioni adeguate per la scalabilità del servizio.

Tema n. 3

Sia dato un processo $P(s)$ descrivibile mediante la funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{30 \left(\frac{s}{30} + 1 \right)}{\left(\frac{s}{10} + 1 \right) \left(\frac{s}{90} + 1 \right)}$$

Per tale sistema si vuole progettare un controllore a controreazione in modo tale che

- il guadagno a ciclo chiuso $K_d = 3$
- l'errore a regime e_r per un ingresso a rampa unitaria $u(t) = 5t$ sia minore o uguale a $e_r \leq 0.05$
- la pulsazione di attraversamento sia $\omega_T < 10 \text{ rad/s}$
- il margine di fase sia $m_\phi > 30^\circ$

Dopo la sintesi, con la funzione compensata, si verifichi:

- l'effetto in uscita di un disturbo a gradino unitario $d_1(t) = \delta_{-1}(t)$ iniettato a valle del processo
- l'effetto in uscita di un disturbo sinusoidale $d_2(t) = \sin(\omega t)$ iniettato a valle del controllore, in particolare si valuti fino a quale frequenza risulti $|y_{d2}(t)| < 0.1$

Volendo procedere all'implementazione del compensatore mediante elaboratore digitale, considerando come convertitore digitale-analogico il ricostruttore di ordine zero (ZOH):

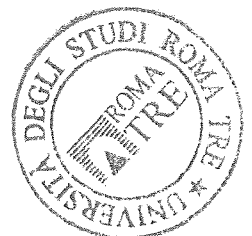
- si scelga un opportuno tempo di campionamento T_c
- si mostrino i dettagli dell'algoritmo di controllo.

Tema n. 4

Il candidato progetti un sistema elettronico per il controllo di un motore elettrico in corrente continua (DC), programmabile attraverso l'uso di un microcontrollore. Il candidato consideri un sistema comprendente un microcontrollore a scelta, i circuiti di alimentazione e i circuiti di pilotaggio del motore DC.

Il sistema deve prevedere:

- 1) L'avvio e l'arresto del motore attraverso l'uso di un pulsante;



- 2) La variazione del verso di rotazione del motore attraverso l'uso di un pulsante;
- 3) La regolazione della velocità di rotazione del motore nell'intervallo [1000, 5000] giri al minuto (RPM) attraverso l'uso di un potenziometro lineare.

La progettazione deve comprendere:

- 1) La scelta delle modalità di programmazione dell'avvio, dell'arresto, della regolazione di velocità, della variazione del verso e dei relativi componenti e metodi per l'interfacciamento;
- 2) La scelta della tipologia di microcontrollore in relazione alle periferiche necessarie per l'implementazione del sistema;
- 3) Il dimensionamento accurato del circuito di alimentazione.

L'elaborato deve includere:

- 1) Lo schema a blocchi dell'hardware del sistema completo e il dettaglio delle alimentazioni e delle connessioni elettriche maggiormente significative tra blocchi;
- 2) Gli schemi elettrici dettagliati del circuito di interfacciamento e di pilotaggio del motore DC;
- 3) Gli schemi elettrici dettagliati del circuito di alimentazione del sistema;
- 4) Il diagramma di flusso del firmware del microcontrollore e una sua implementazione in un linguaggio di programmazione a scelta.

Per lo sviluppo dell'elaborato, si consideri l'uso di:

- 1) un motore DC dalle seguenti caratteristiche:
 - Tensione di alimentazione: 1 – 5 V
 - Corrente di lavoro: 110 - 800 mA
 - Velocità massima: 6600 RPM
- 2) un driver integrato SN754410 di cui si allega il datasheet.

Per le scelte progettuali non esplicitamente riportate nel testo, il candidato ricorra a opportune e motivate ipotesi.



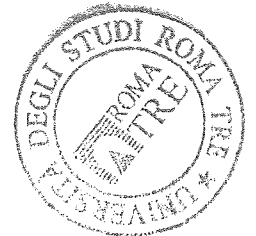
Handwritten signature/initials

Handwritten signature/initials

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE SPECIALISTA – SEZIONE A
SESSIONE LUGLIO 2018
TERZA PROVA

Roma, li 18 luglio 2018

Ingegneria Industriale



Tema n. 5

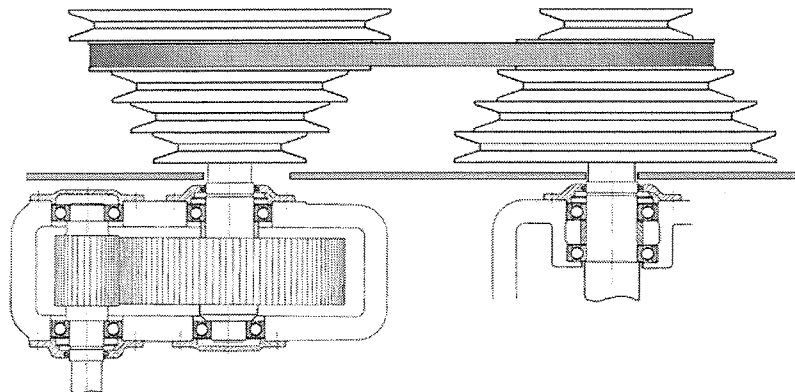
Dimensionare la trasmissione a cinghia di un trapano a colonna di precisione. La trasmissione a cinghia trapezoidale con 5 differenti rapporti di trasmissione è azionata da un riduttore realizzato con una coppia di ruote dentate a denti dritti con rapporto di riduzione $\frac{1}{2}$. Le velocità di rotazione del mandrino portapunta corrispondono, per i differenti rapporti, ai valori approssimativi di: 250 giri/min, 690 giri/min, 1060 giri/min, 1240 giri/min e 1500 giri/min.

Ogni rapporto viene ottenuto con una coppia differente di pulegge, mentre la cinghia di trasmissione è unica e viene spostata sulle diverse pulegge a seconda del rapporto desiderato (il gruppo motore è spostabile per poter posizionare la cinghia sulla coppia di pulegge prescelta). La lunghezza della cinghia è ovviamente costante e l'interasse fra i 2 treni di pulegge è di circa 250 mm. Considerare inoltre che la puleggia motrice più piccola ha un diametro di 75mm.

Il motore elettrico, alimentato con corrente alternata monofase a 220 V e 50 hz , ha una potenza di 450 W e una velocità di 1460 giri/min. Il funzionamento del trapano è intermittente e l'ambiente è polveroso.

Dimensionare altresì l'albero di ingresso della trasmissione a cinghia e scegliere i relativi cuscinetti. Scegliere un materiale adatto per l'albero e assumere valori opportuni per tutte le grandezze non espressamente indicate.

Eeguire infine il disegno quotato.

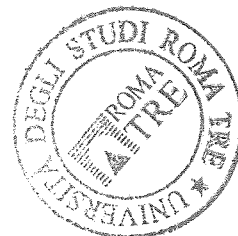


M
g
11/07/2018
MS

Tema.n. 6

Un motore diesel a quattro cilindri turbosovralimentato per trazione leggera è equipaggiato con un sistema di iniezione common-rail. Stimando opportunamente le grandezze necessarie, determinare le caratteristiche dei componenti principali del sistema di iniezione. In particolare, determinare: il numero dei pompanti e la cilindrata della pompa ad alta pressione, le caratteristiche dei polverizzatori (numero dei fori e loro diametro), le caratteristiche del regolatore di pressione (sezioni massima e minima). Si assumano i seguenti dati:

- Cilindrata del motore: 2200 cm³
- Velocità massima di rotazione del motore: 4800 giri/minuto
- Velocità del motore alla coppia massima: 1750 giri/minuto
- Pressione massima di iniezione: 1600 bar
- Il sistema di ricircolo dei gas di scarico (EGR Exhaust Gas Recirculation) non opera nelle condizioni di massimo carico del motore



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE SPECIALISTA – SEZIONE A
SESSIONE LUGLIO 2018
TERZA PROVA

Roma, li 18 luglio 2018



Ingegneria Civile e Ambientale

Tema n. 7

Il candidato dovrà redigere la planimetria di tracciamento ed il profilo altimetrico dell'asse stradale, progettando i vari elementi geometrici propri di un progetto definitivo ed indicandone le varie caratteristiche:

- lunghezze dei rettilinei;
- raggi, angoli di deviazione e sviluppi delle curve planimetriche;
- caratteristiche delle curve di transizione (che andranno dimensionate ed inserite nella planimetria indicandone il punto iniziale e finale);
- caratteristiche delle livellette;
- caratteristiche dei raccordi verticali;
- pendenze trasversali della piattaforma stradale;
- diagramma delle curvature.

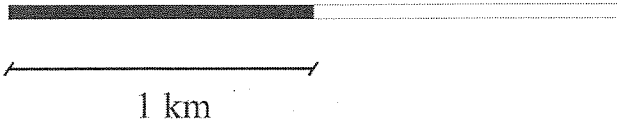
Inoltre il candidato dovrà redigere la planimetria generale (in scala 1:1000) di un tratto di almeno 250 metri dell'infrastruttura stradale realizzata, attraverso la costruzione di almeno 6 sezioni correnti (in scala 1:100 o 1:200) distanziate di 50 metri.

Infine il candidato, utilizzando i dati provenienti da una prova CBR in laboratorio e riportati nella tabella seguente, dovrà determinare il valore della portanza CBR del provino di terra, eventualmente fornendo una rappresentazione grafica della curva penetrazione-carico.






Penetrazione [mm]	Carico [kg]
0.5	15
1.0	35
1.5	50
2.0	80
2.5	140
3.0	220
4.0	350
5.0	500
7.0	700
9.0	900

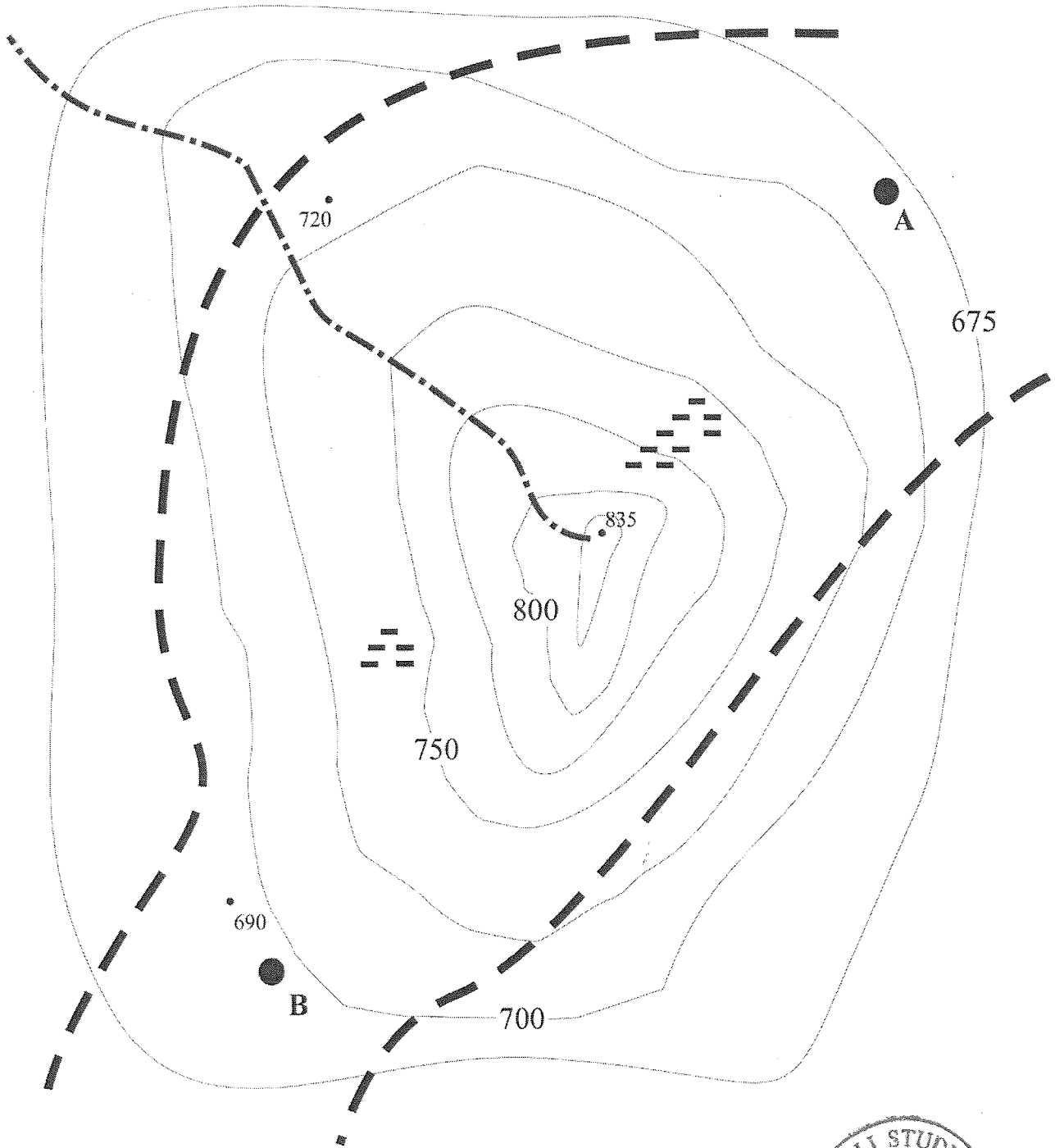
Nota: si ricorda che i valori di riferimento dei carichi sul provino californiano sono:
1360 kg (2.5 mm) e 2040 kg (5.0 mm)

M
27/07/18
MS
29/07/18

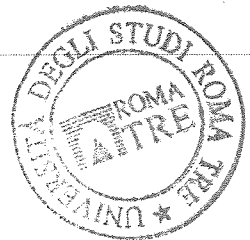


Legenda

-  Confine del corridoio
-  Corso d'acqua
-  Punto quotato
-  Punti origine/destinazione
-  Vincolo archeologico



M. Crif. G. J. M.
 A. R. B. 7



Planimetria

Tema n. 8

La struttura mostrata in Figura 1 è costituita da quattro pilastri (identificati in pianta dalle lettere A, B, C, D) che sostengono quattro travi (A-B, B-C, C-D, D-A) e un solaio piano. E' realizzata in cemento armato con calcestruzzo di classe C25/30 e acciaio B450C.

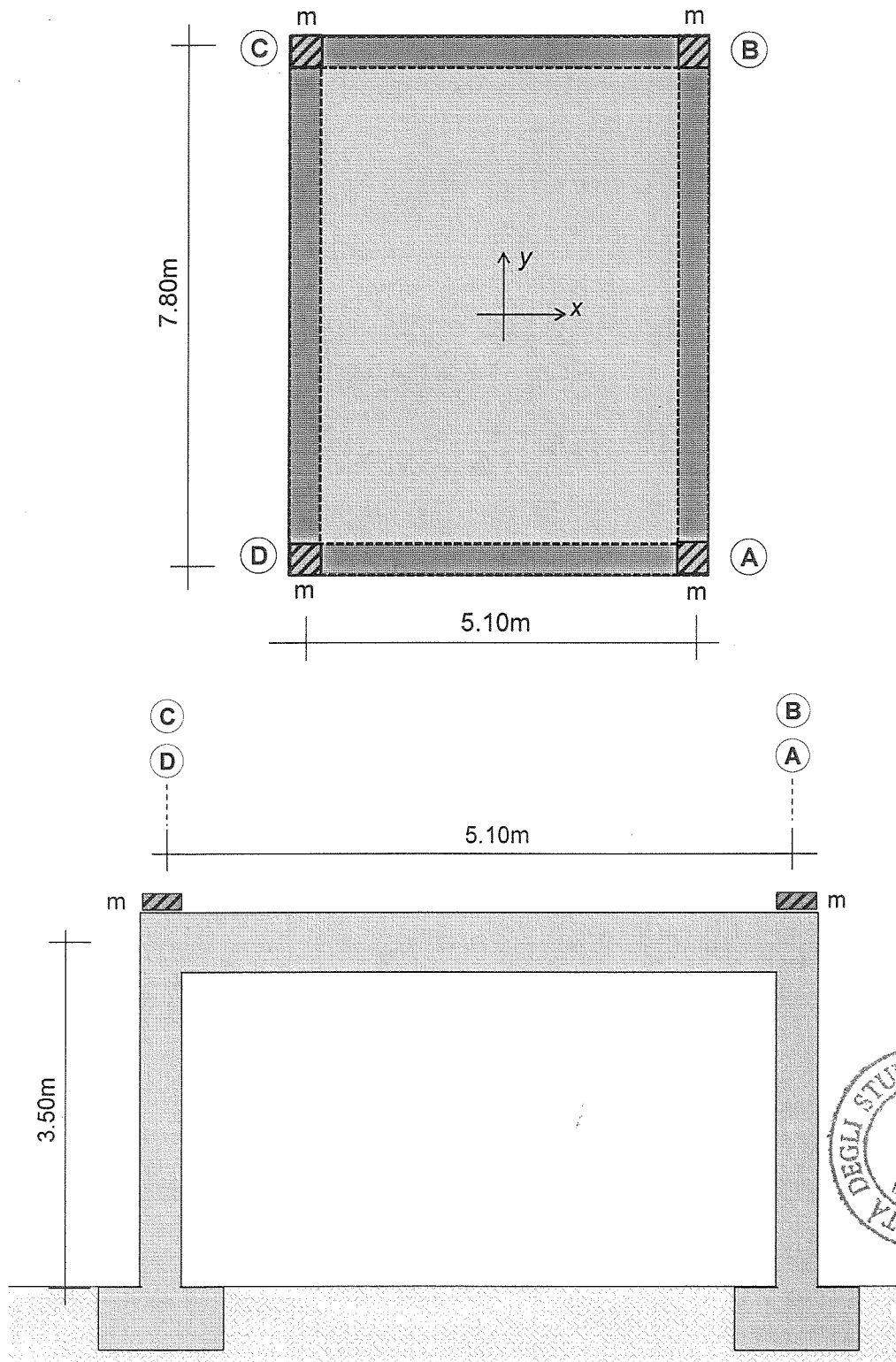


Figura 1: pianta (in alto) e prospetto (in basso) della struttura da progettare.
Nota: le dimensioni degli elementi strutturali sono puramente indicative.

Si richiede di:

1. Progettare il solaio, adottando una tipologia a scelta, e le due travi AB e CD. A questo scopo si consideri

una combinazione di carichi non sismica che include un carico permanente strutturale $g_k=3\text{kN/m}^2$ (che non comprende il peso proprio del solaio e delle travi da progettare) e un carico variabile $q_k=2.5\text{kN/m}^2$. Entrambi i carichi sono uniformemente distribuiti sull'intera superficie del solaio e sono forniti nel loro valore caratteristico.

Non viene richiesto di considerare ulteriori combinazioni in cui i carichi sono distribuiti in modo diverso (es: non simmetrico).

Si eseguano le sole verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU).

2. Progettare i quattro pilastri per una combinazione di carichi sismica che include, oltre ai pesi propri, i carichi verticali permanenti e l'azione sismica orizzontale. Si considerino inoltre quattro masse aggiuntive. Ciascuna massa ha un valore $m=40\text{ton}$ ed è posizionata al di sopra di uno dei quattro pilastri alla quota del solaio, come mostrato in Figura 1.

Ai fini del calcolo dell'azione sismica, si parta dallo spettro elastico in accelerazione $S_e(T)$ fornito nel grafico in Figura 2. Si consideri l'azione sismica nella sola direzione orizzontale x , come mostrato nella pianta in Figura 1.

Per il calcolo delle sollecitazioni indotte dal sisma, si applichi il metodo dell'analisi lineare statica, ai sensi del par. 7.3.3.2. delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM Infrastrutture e Trasporti 17.01.2018). Si consideri inoltre che l'unico grado di libertà è la traslazione del solaio nella direzione orizzontale x .

Si eseguano le sole verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

3. Produrre gli elaborati grafici per le travi e i pilastri progettati.

Si considerino i pilastri incastrati nella sezione di spiccato dai plinti di fondazione. Data la iperstaticità della struttura, è possibile far riferimento agli strumenti a disposizione del progettista (manuale dell'ingegnere) oppure operare opportune semplificazioni. Più in generale, in ragione della necessità di completare il progetto in tempi ristretti e in assenza di strumenti di calcolo, il candidato può operare le semplificazioni che ritiene adeguate, purché siano dichiarate e conducano ad approssimazioni a favore di sicurezza.

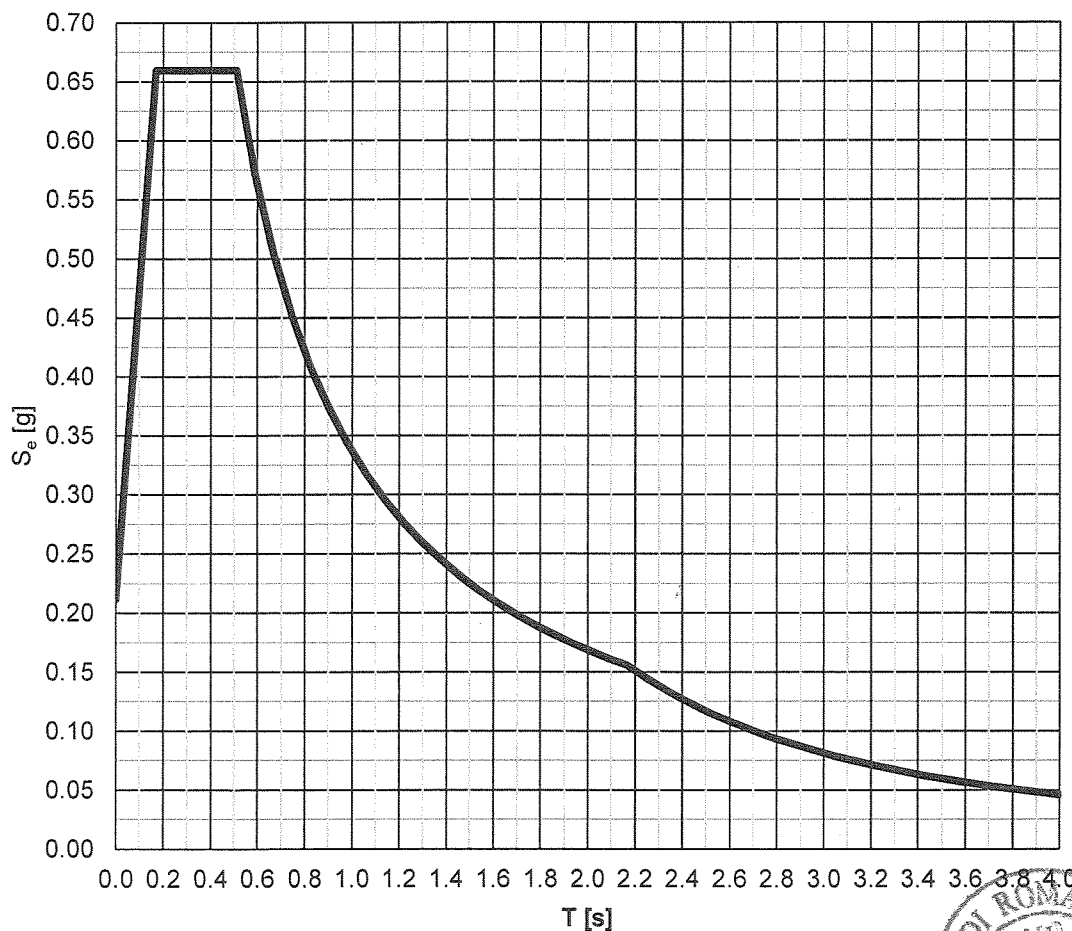
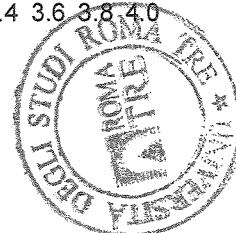


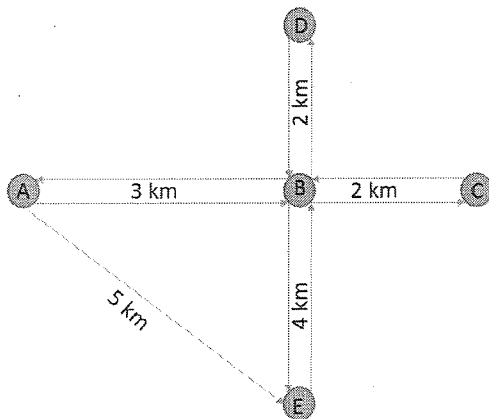
Figura 2: spettro di risposta elastico in accelerazione.



M. B. 1/25
M. B. 1/25
M. B. 1/25

Tema n. 9

Un'area urbana è costituita da 5 zone di traffico (A,B,C,D,E) collegate dalla rete stradale illustrata in Figura:



Matrice di domanda privato stato attuale [veic/ora]

	A	B	C	D	E	
A		0	600	200	80	40
B	400	0	400	320	160	
C	400	280	0	120	60	
D	200	240	120	0	400	
E	80	160	120	400	0	

Funzioni di costo d'arco [min]

$$t_a = t_0 + 0,008 \cdot f_a$$

con:

t_0 tempo a flusso nullo espresso in [min]

f_a flusso d'arco in [veic/ora]

v_{free} per ogni arco = 60 km/ora

L'amministrazione vuole inserire 2 linee di trasporto collettivo A-B-C e D-B-E, entrambe andata e ritorno per ridurre la congestione sulla rete. Da precedenti studi è di fatti stato stimato che le due linee sarebbero in grado di attrarre il 25% della domanda privato allo stato attuale.

- 1) Il candidato determini la distribuzione dei flussi di traffico sulla rete pre e post introduzione delle linee di trasporto collettivo in condizioni di equilibrio dell'utente. (Si adottino le usuali tecniche di assegnazione - per l'uso di metodi iterativi, ci si limiti alle prime 4 iterazioni);
- 2) si valuti il Livello di Servizio (LOS) per ogni arco della rete pre e post introduzione delle linee di trasporto collettivo, nell'ipotesi che esso dipenda unicamente dal grado di saturazione della strada secondo quanto riportato nella tabella seguente:

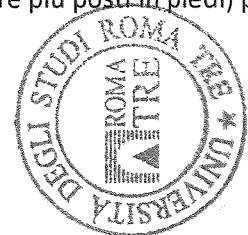
LOS	GDS	LOS	GDS	LOS	GDS
A	≤0,2	C	0,4-0,6	E	0,8-1
B	0,2-0,4	D	0,6-0,8	F	≥1

3) Infine per le due linee di trasporto collettivo, si calcolino:

- a. il numero di autobus (flotta veicolare) necessario su ogni linea per effettuare il servizio.
- b. i posti-km ed i pass-km;

e si rappresentino i diagrammi di carico per ciascuna linea, sapendo che:

- Le due linee hanno ciascuna due capilinea con un tempo di inversione al capolinea pari a 8 minuti;
- I veicoli a disposizione per il servizio hanno una capacità totale (posti a sedere più posti in piedi) pari a 50 posti/veicolo;
- Le due linee hanno una frequenza di 4 corse/h;
- La velocità commerciale delle linee è assunta pari a 20 km/h.



Handwritten notes and signatures on the right margin, including 'M', 'S', 'B', 'L', 'M', 'S', 'M'.

Tema n. 10

Si dimensiona l'altezza delle arginature per la difesa dalle piene di un tratto di corso d'acqua di sezione rettangolare, delimitato a valle da un ponte le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 1. Il dimensionamento deve essere effettuato per una portata con tempo di ritorno di 200 anni. Si assuma un franco di sicurezza di 1 m.

Tabella 1. Dati

Caratteristiche fisiografiche del bacino sotteso alla sezione della strizione:		
Area	A (km ²)	1500
Lunghezza dell'asta principale	L (km)	66
Quota media	H_m (m s.m.)	351
Quota della sezione di chiusura	H_c (m s.m.)	134
Coefficiente di deflusso medio del bacino	ϕ	0,739
Parametri della curva di probabilità pluviometrica*:		
Esponente della curva di crescita dell'altezza di precipitazione con la durata	N	0,295
Media delle altezze orarie (regolarizzate) di precipitazione	μ	34,5
Deviazione standard delle altezze orarie (regolarizzate) di precipitazione	σ	12,39
Caratteristiche geometriche e idrauliche dell'alveo:		
Pendenza longitudinale del fondo	i_f	0,0023
Larghezza della sezione	b (m)	100
Coefficiente di scabrezza di Manning	n (m ^{-1/3} s)	0,038
Caratteristiche geometriche del ponte		
Numero di pile	N_p	10
Larghezza di ogni pila**	L_p (m)	1.2

* Si assuma per le altezze di precipitazione orarie la distribuzione di probabilità di Gumbel.

** Le pile hanno sezione orizzontale rettangolare.

M
B
P
M

m
s

