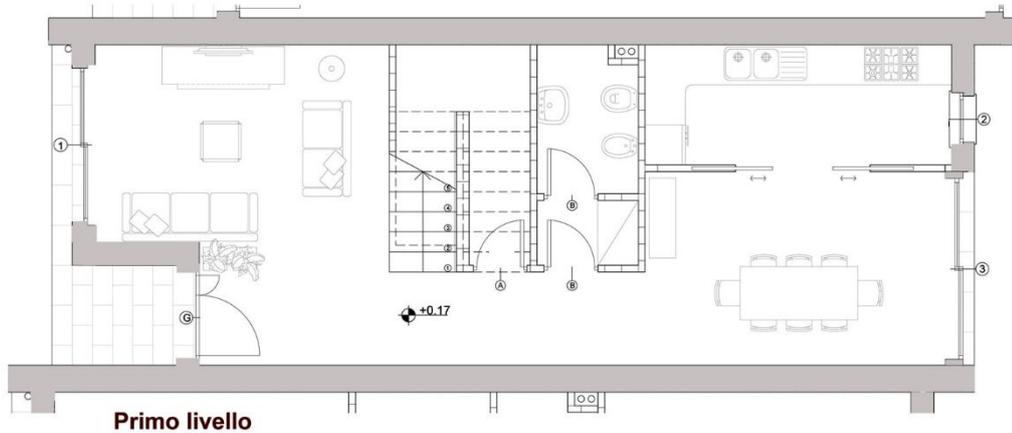




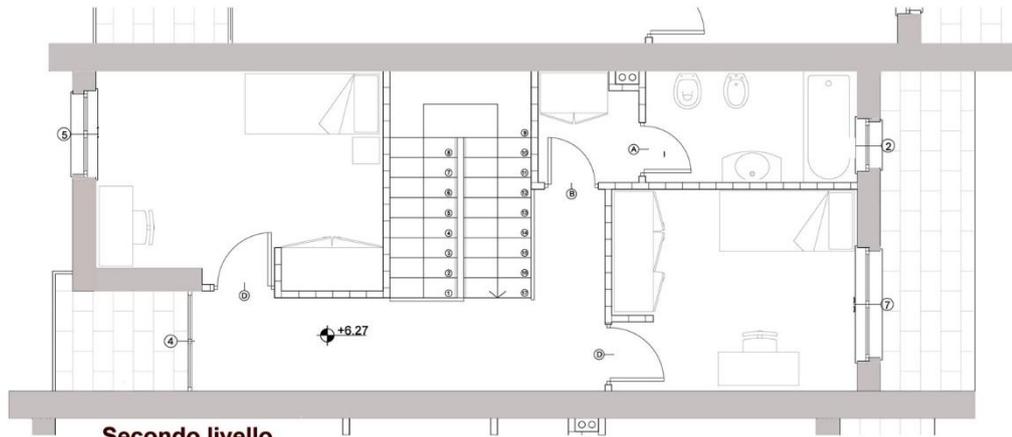
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

**Esami di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere
Settore Ingegneria Civile Ambientale sez. Senior
Sessione autunnale 2017
Quarta prova pratica del 24 gennaio 2018**

- 1) Sulla base dello schema di progetto di seguito illustrato (scala 1:100), relativo ad un insieme di case unifamiliari a schiera da realizzarsi in area romana, il candidato presenti una propria completa proposta di apparecchiatura costruttiva che comprenda:
 1. Trancia della sezione dettagliata, dall'attacco a terra alla copertura, in scala 1:20
 2. Dettagli costruttivi 1:10 della chiusura verticale, e verifica della trasmittanza massima ammissibile in relazione alle norme vigenti;
 3. Pianta in scala 1:100 della chiusura orizzontale di copertura con indicazione delle pendenze e posizione dei pluviali;
 4. Calcolo della trave maggiormente sollecitata



Primo livello



Secondo livello



- 2) Si progettino e si verifichi la struttura in elevazione della costruzione (vedi Figura 1) **a)** di calcestruzzo armato normale (cemento armato) **b)** localizzata in Roma (area urbana, $a_s \leq 200$ m). Per la valutazione delle azioni sismiche si faccia riferimento ai parametri riportati in tabella. Sono richiesti gli elaborati grafici.

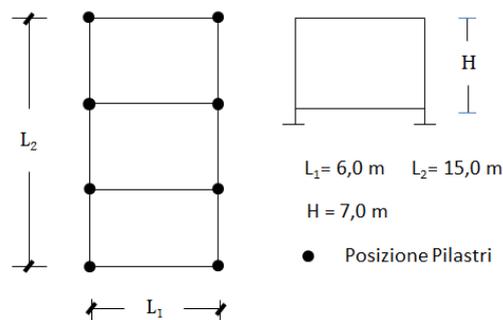


Fig. 1: Geometria schematica della costruzione.

Tab. 1: Valutazione dell'azione sismica. Spettro di Risposta Elastico in accelerazione: Parametri indipendenti

Stato Limite	SLV	SLD
a_g	<i>0,106 g</i>	<i>0,051 g</i>
F_o	<i>2,643</i>	<i>2,517</i>
T_c^*	<i>0,309</i>	<i>0,270</i>
S_s	<i>1,5</i>	<i>1,500</i>
C_c	<i>1,546</i>	<i>1,618</i>
S_T	<i>1,0</i>	<i>1,000</i>

- 3) Si devono progettare le fondazioni di un capannone in acciaio. L'interasse fra i pilastri è di 6.0 m e la luce è di 14.0 m. I carichi tramessi a terra allo SLE dai singoli pilastri nella condizione sono riportati nella Tabella 1.

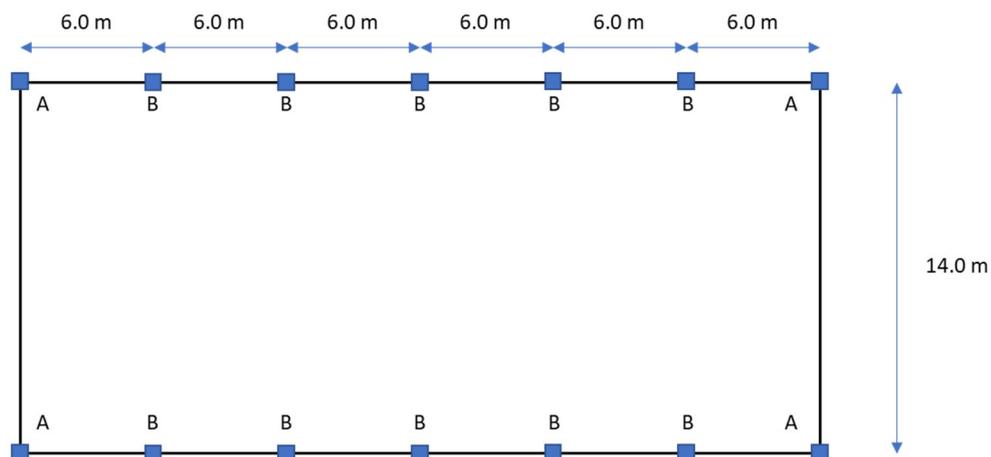


Tabella 1: Carichi sulla base dei pilastri

Pilastro tipo	Condizione di carico SLE					
	Permanenti			Variabili non strutturali		
	Nd	Hd	Md	Nd	Hd	Md
	kN	kN	kN m	kN	kN	kN m
A	130	12	55	15	3	7,5
B	225	25	110	20	7	20,4

Sulla base delle risultanze della campagna di indagini (n. 6 verticali indagate) con le relative prove in sito e di laboratorio, è stata redatta una stratigrafia di riferimento e caratterizzato il terreno come da tabella seguente:

Tabella 2: dati riassuntivo del modello geotecnico del sottosuolo

Strato	Litotipo	da	a	Spessore	γ	c_u	c'	ϕ'	OCR	Eed
		m	m	m	kN/mc	kPa	kPa	(°)		MPa
1	Terreno di riporto	0,00	0,50	0,50	18,00	0,00	0,00	26,00	1,00	8,00
2	Argilla limosa NC	0,50	5,00	6,50	20,00	20,00	0,00	28,00	1,20	6,00
3	Sabbia addensata	5,00	30,00	25,00	22,00	0,00	0,00	38,00	-	22,00

La falda è posizionata a circa 2.0 m dal piano di campagna.

Il candidato scelga la tipologia di fondazione che ritiene più adatta, esegua le verifiche geotecniche necessarie (GEO + SLE) ed esegua il dimensionamento di almeno un elemento strutturale (STR) con l'approccio di verifica che ritiene più opportuno. Illustri, inoltre, modalità e fasi costruttive disegnando eventuali particolari ritenuti importanti.

I dati eventualmente mancanti dovranno essere assunti in accordo con il quadro conoscitivo presentato.

L'elaborato finale dovrà contenere:

- Relazione illustrativa con la presentazione di tutte le problematiche progettuali
- Relazione di calcolo con le verifiche richieste
- Disegni progettuali con particolari esecutivi e fasi di lavoro

Tabella 1: Grado di consolidazione medio in funzione del tempo

U_m	10	20	30	40	50	70	90	95
T_v	0.0077	0.0314	0.0707	0.126	0.196	0.403	0.848	1.129

Tabella 2: Coefficienti di ripartizione del carico con la profondità ($\Delta q = I_z * q$)

		L/B		
		1	2	5
		Centro fondazione		
H/B	z/B	Iz		
1	0	1.000	1.000	1.000
	0.1	0.974	0.992	0.998
	0.2	0.943	0.977	0.981
	0.3	0.842	0.924	0.922
	0.4	0.690	0.827	0.832
	0.6	0.570	0.734	0.751
	0.8	0.468	0.638	0.672

- 4) Con riferimento alla cartografia allegata (scala 1:1000), è dato l'asse di un breve tratto di una linea ferroviaria storica a semplice binario (circolazione omotachica per trasporto pubblico locale).

I parametri di progetto attuali (modello di esercizio) sono i seguenti:

- *scartamento nominale* $s = 1500$ mm;

- *accelerazione non compensata* $a_{nc}=0.6 \text{ m/s}^2$;
- *sopraelevazione massima* $h_{max}=140 \text{ mm}$;
- *rapporto variazione della insufficienza di sopraelevazione* $dI/dt= 40 \text{ mm/s}$ (contraccolpo pari a circa 0.25 m/s^3);
- *velocità massima* $V_{max} = 50 \text{ km/h}$;
- *pendenza massima longitudinale* = 35 ‰;
- *pendenza massima raccordo (sghebo massimo)* $dH/dl = 2 \text{ ‰}$;

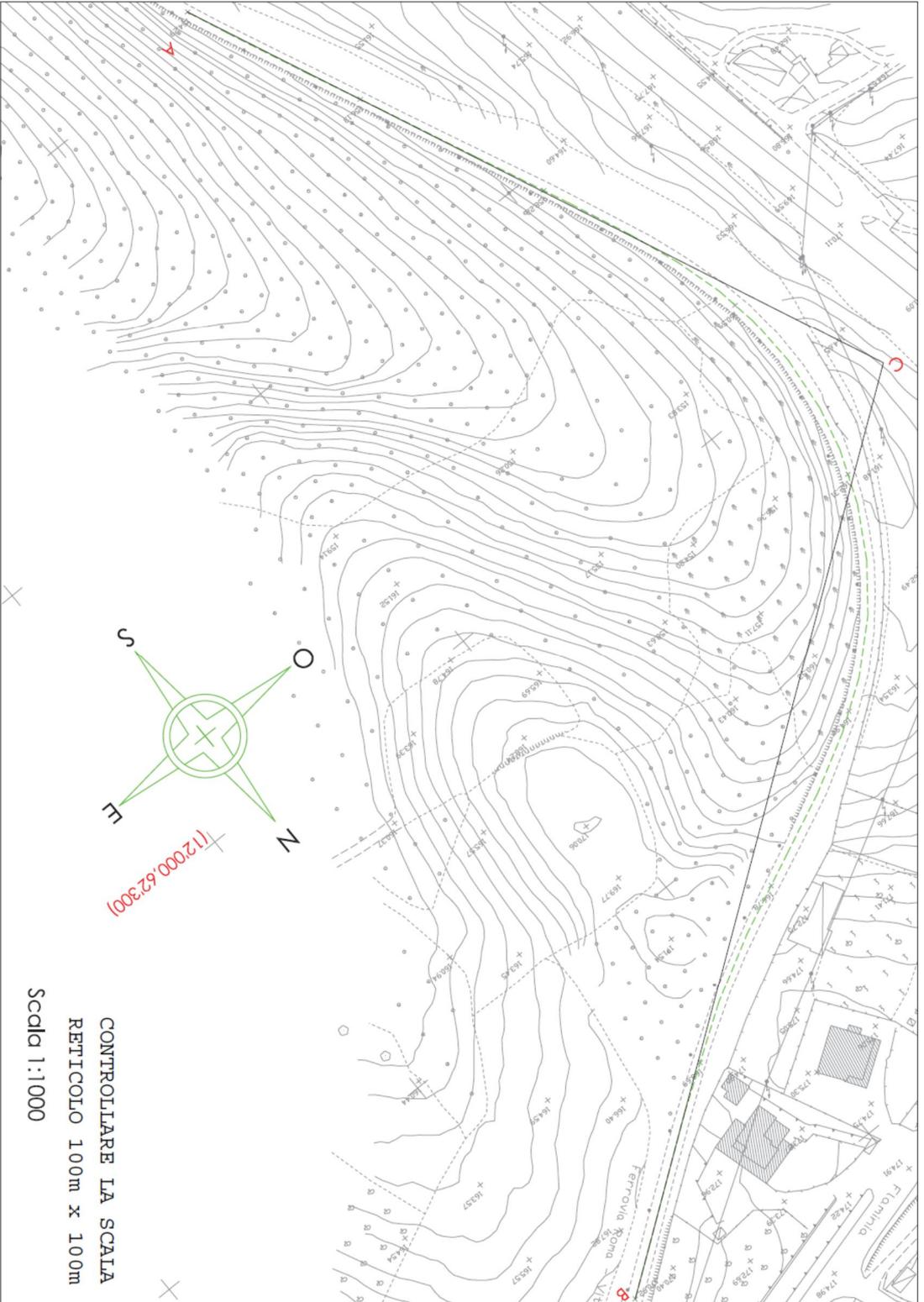
Effettuare un predimensionamento geometrico del tratto in modo da realizzare una velocizzazione dal punto A(11841.764,62092.633,154.29) al punto B(11989.324,62494.250,170.92) per una $V_{max} = 60 \text{ km/h}$. È dato anche il punto C(11743.321,62315.244) della poligonale che individua i due rettifili del tracciato esistente da raccordare.

La geometria del tracciato attuale può essere ricavata, se necessaria, dalla cartografia allegata con precisione grafica. Gli altri dati necessari possono essere scelti liberamente nel rispetto della normativa.

Per il tracciato si richiede:

- ✓ una relazione tecnica con l'indicazione dei calcoli;
- ✓ la planimetria di tracciamento in scala 1:1000;
- ✓ il profilo altimetrico del tracciato in progetto;
- ✓ le sezioni tipo.

Attenzione: dimensione reticolo cartografico 100m x 100m.



CONTROLLARE LA SCALA
RETICOLO 100m X 100m
Scala 1:1000

- 5) Un impianto di trattamento delle acque reflue civili prodotte da 250.000 abitanti equivalenti aventi una dotazione idrica giornaliera pro capite pari a 300 l, recapitante in area non sensibile, presenta una linea acque costituita dalle seguenti unità: griglia grossolana, griglia fine, dissabbiatore, sistema a fanghi attivi (costituito da un reattore biochimico seguito da un sedimentatore secondario con ricircolo e spurgo dei fanghi dalla linea di ricircolo), disinfezione mediante clorazione.

Dopo aver valutato, con procedimenti o metodologie che il/la Candidato/a ritiene opportuni, i quantitativi dei fanghi primari e secondari prodotti dalla linea acque, si dimensionino le unità costituenti la linea fanghi, nell'ipotesi che questi debbano essere avviati a smaltimento in discarica controllata.

Il/la Candidato/a assuma, a sua discrezione, tutti i dati che ritiene utili ai fini della progettazione, motivando le scelte effettuate.

- 6) Nell'ambito di una serie di lavori per la sistemazione di un torrente di montagna, occorre progettare una serie di briglie per il controllo dell'erosione dell'alveo e la stabilizzazione dei versanti.

L'elaborazione statistico-probabilistica dei dati pluviometrici di un pluviografo vicino ha la seguente curva di possibilità pluviometrica, con tempo di ritorno pari a 50 anni (con h in mm e t in ore): $h=27,18t^{0,34}$.

Si proceda al dimensionamento della briglia, sapendo che il bacino imbrifero ad essa afferente presenta le seguenti caratteristiche:

- Superficie: $5,8 \text{ km}^2$;
- Lunghezza asta principale: $1,9 \text{ km}$;
- Altitudine media: 900 m s.m.m. ;
- Quota sezione di chiusura: 785 m s.m.m. ;
- Larghezza della sezione: 10 m

e che il materiale d'alveo è così caratterizzato:

- Diametro: $d_{90} = 1,3 \text{ cm}$;
- peso specifico: $\gamma = 27000 \text{ N/m}^3$;
- angolo di attrito: $\varphi = 30^\circ$;
- porosità: $n = 0,34$.

Si chiede:

1. la determinazione della pendenza di progetto;
2. il dimensionamento idraulico della gaveta;
3. il dimensionamento e la verifica statica della struttura, con rappresentazione grafica della planimetria e di alcune sezioni dell'opera.

Il candidato completi i dati forniti con tutti quelli che ritiene opportuni motivandone brevemente la necessità e la scelta dei valori corrispondenti.

7) Una risorsa naturale di materiale siliceo costituito da strati sub-orizzontali fra loro alternati delle seguenti dimensioni:

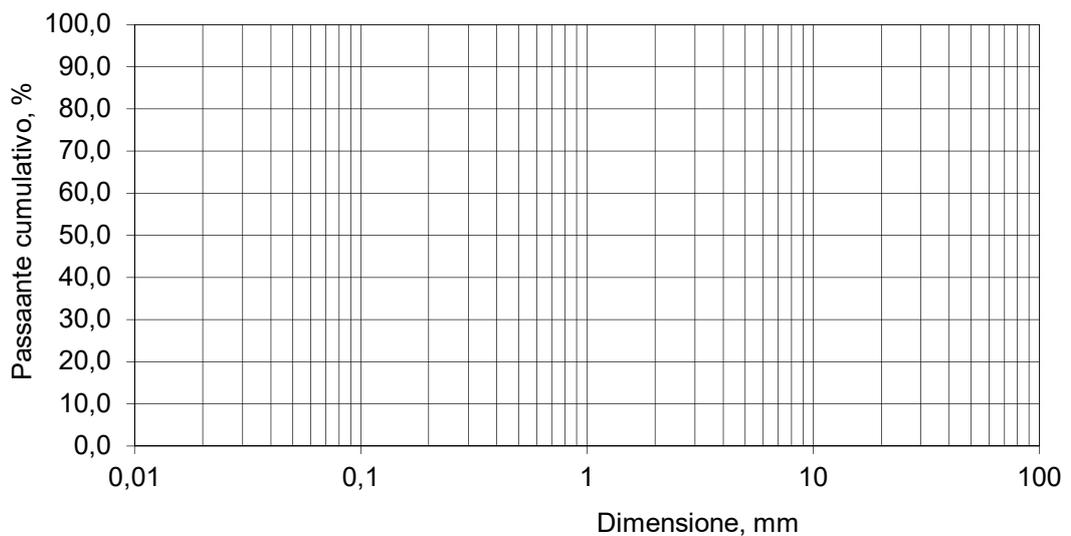
- 1) Sabbia-ghiaia: 60 mm – 2 mm
- 2) Sabbie grossolane: 2 mm – 600 μm
- 3) Sabbie: 600 μm – 60 μm

deve essere valorizzata con impiego nell'industria del vetro con produzione di 1600 t/g in un turno lavorativo di 8 h.

Si chiede ai candidati di:

- a) Progettare il circuito di attrizione, classificazione e macinazione, costituito da cella di attrizione, vaglio classificatore e mulino, per ottenere un prodotto in uscita dal vaglio classificatore con un d_{80} pari a circa 400 μm .
- b) Disegnare il layout dell'impianto e le curve granulometriche del cumulo passante percentuale dell'alimentazione e del prodotto.
- c) Calcolare la potenza del mulino, assumendo un Work-Index (Wi) pari a 15 kWh/sht.
- d) Dimensionare le pompe necessarie al trasporto dei fini prodotti dal circuito di trattamento progettato al punto a), in un bacino di decantazione posto a 700 m di distanza dall'impianto ad una quota + 8 m rispetto al punto di prelievo in impianto.

È lasciata ai Candidati la facoltà di scelta dei valori numerici dei parametri non espressamente specificati e necessari per la risoluzione del progetto.

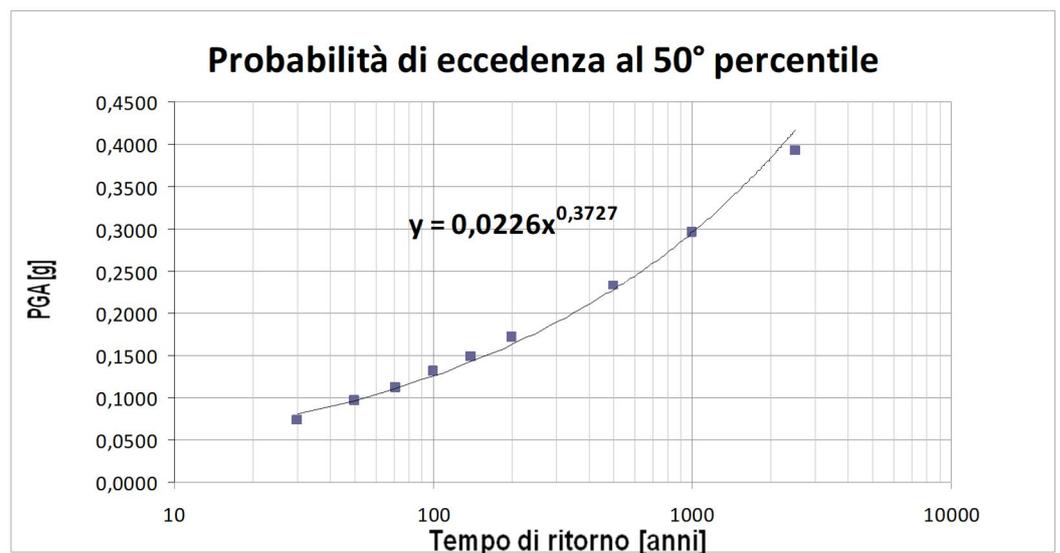


8) In una zona sismica, di cui si è necessario effettuare una valutazione di rischio mediante applicazione del modello Event Tree, si considerino due aree urbanizzate (di seguito indicate come A e B), che rispetto al territorio sono in **rapporto 4:1**, caratterizzate dai seguenti indici:

- **Indice di costruzione** (edifici/Ha): “A” = 3/Ha, “B” = 4/Ha;
- **Indice di affollamento** (presenti/edificio): “A” = 120, “B” = 140

Per definire la **probabilità dell’evento sismico**, si consideri un evento di magnitudo registrata (M) pari a 5.5 il cui tempo di ritorno è stimato sulla base delle indicazioni di seguito riportate e dedotte dalle mappe di pericolosità sismica del territorio, elaborate dall’INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), che rappresentano l’accelerazione orizzontale massima del suolo (PGA).

Nel grafico vengono forniti i valori di pericolosità sismica in PGA (Hazard Curve) in funzione del tempo di ritorno, valutati in corrispondenza del 50° percentile.



Tenendo conto della tabella in cui sono riportati i valori dei parametri adottati per la stima del PGA mediante la legge di attenuazione di Ambraseys:

$$\log(PGA) = -1.48 + 0.266M_s - 0.922\log r + 0.117S_A + 0.124S_S$$

r (km)	10.46
<i>M_s</i>	5.2
<i>S_A</i>	0
<i>S_S</i>	0,106

si calcoli il tempo di ritorno dell'evento sismico.

La probabilità dell'evento iniziatore $P(EI)$ è stimata considerando il fenomeno sismico come un processo stocastico poissoniano di eventi indipendenti.

Adottando un modello di regressione lineare è possibile stimare la probabilità di crollo (P_c) degli edifici condizionata dall'evento intersezione di un sisma di magnitudo 5.5 e del valore dell'indice di vulnerabilità (V) degli stessi definito in base ad una scala convenzionale .

L'espressione di tale modello lineare è la seguente:

$$P_c = 0.15 + 0.12 \cdot V$$

I valori dell'indice di vulnerabilità nelle due zone sono assegnati come di seguito indicato:

$V(A) = 2, V(B) = 3$

Per definire le condizioni di esposizione all'evento, si consideri l'esposizione notturna (10 h) pari al 100% dell'affollamento residenti, l'esposizione diurna (14 h) pari al 40% dell'affollamento residenti.

Il tasso di mortalità esprime complessivamente la percentuale di persone, esposte durante il crollo, che non riescono a salvarsi.

Ai fini dell'analisi, si assuma:

Zona A: tasso di mortalità del 20%, Zona B: tasso di mortalità del 10%

Dal valore del tasso di mortalità si può dedurre l'indicatore di danno "N" espresso in numero di vittime per edificio

Si richiede di:

- Rappresentare l'albero degli eventi relativo all'evento sismico tenendo conto dell'evoluzione del flusso del pericolo nelle due zone A e B.
- Calcolare le probabilità di fine ramo associate all'evoluzione del flusso del pericolo secondo lo schema di rappresentazione del punto precedente.
- Considerando la simultaneità dei crolli, calcolare il valore atteso del numero di vittime e il corrispondente indicatore di Rischio sociale (distribuzione retrocumulata), avendo assunto gli eventi di crollo dei singoli edifici indipendenti ed equiprobabili.
- Definito un criterio di accettabilità del rischio residuo di tipo "ALARP" (ad esempio, il criterio adottato per il caso della verifica della sicurezza delle gallerie stradali sul piano bilogarithmico F-N) verificare sul piano di rappresentazione la posizione dell'indicatore di rischio sociale rispetto al criterio e commentare il risultato.

9) Si considerino 4 zone di traffico. Si determini:

- 1) il numero di spostamenti emessi da queste zone per motivi di casa – studio (scuole superiori) e casa – lavoro nell'ora di punta della mattina 7.30 – 8.30.
- 2) la distribuzione spaziale degli spostamenti. Si ipotizzi un modello di gravitazione in cui la capacità attrattiva nel caso degli spostamenti casa – studio è misurata dal numero di posti scuola disponibili e nel caso degli spostamenti casa - lavoro dal numero di addetti di ciascuna zona.
- 3) la ripartizione modale degli spostamenti per motivi casa - lavoro tra le modalità di trasporto piedi, auto e bus, utilizzando un modello logit multinomiale ($\alpha=1$).

Per lo svolgimento, si utilizzino i seguenti dati:

- Dati socio-economici

ZONA DI TRAFFICO	ATTIVI	STUDENTI DELLE SCUOLE SUPERIORI
A	2000	600
B	2100	750
C	1760	550
D	1430	580

- Matrice delle distanze (km)

ZONA DI TRAFFICO	A	B	C	D
A	1,3	1,5	1,7	2,2
B	1,5	2	1,8	1,6
C	1,7	1,8	1,5	1,5
D	2,2	1,6	1,5	1,7

- Indice di emissione = 0,86 per motivi casa-studio; 0,89 per motivi casa lavoro
- Attributi del modello gravitazionale:
 - Attributo di attrazione = 0,6
 - Attributo di costo = -0,85

- Parametri di ripartizione modale per spostamenti casa - lavoro

MODO	ATTRIBUTO	PARAMETRO
<i>Piedi</i>	Tempo a piedi = $T_p[h]$	$\beta_p = -11.94$
<i>Auto</i>	Tempo a bordo auto = $T_a[h]$	$\beta_a = -5.45$
	Costo auto = $C_b[€]$	$\beta_{ca} = -0.93$
	Variabile di preferenza modale = AUTO	$\beta_{auto} = -2.54$
<i>Bus</i>	Tempo bus (bordo+attesa) = $T_b[h]$	$\beta_b = -5.45$
	Costo bus = $C_b[€]$	$\beta_c = -0.93$
	Variabile di preferenza modale = BUS	$\beta_{bus} = -2.79$

- Velocità media modo a piedi = 4 km/h
- Costo unitario modo auto = 0,25 €/km
- Velocità media modo in auto = 36 km/h
- Frequenza del servizio di trasporto collettivo: 3 bus/ora
- Velocità commerciale: 12 km/h
- Costo del biglietto: 1,00 €