

COMUNE DI PARTANNA

PROVINCIA DI TRAPANI

Via XX Settembre n°15

LAVORI DI MIGLIORAMENTO E/O ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE ANTISISMICHE DELL'EDIFICIO DI PROPRIETA' COMUNALE ADIBITO A SCUOLA ELEMENTARE DENOMINATO PLESSO DI VIA MESSINA N. 4, NONCHE' ALL'ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO ALLA NORMATIVA VIGENTE. CUP. I36E1800012001 IDENTIFICATO CON IL CODICE 0810152624. FINANZIAMENTO PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI "DIPARTIMENTO CASA ITALIA"



Il Progettista:

Ing. Antonio Di Giovanni

IL R.U.P

N° ELABORATO

Elab. 24

DATA

Settembre 2020

TITOLO

**PROGETTO STRUTTURE:
Relazione Geotecnica e sulle Fondazioni
Corpo A e Corpo B (Ante Operam)**

SCALA

FILE :

1 PREMESSA

Nella presente relazione si sono analizzate le caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti l'area di fondazione della struttura che ospita la scuola media di via Messina 4 nel Comune di Partanna.

Le analisi che seguono sono state condotte facendo riferimento alla relazione geologica redatta dal dott. geol. Giuseppe Bommarito.

2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

L'analisi della struttura è stata condotta in accordo alle seguenti norme tecniche:

- Legge n.1086 del 05/11/1971: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge n.64 del 02/02/74: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 17/01/2018: Norme tecniche per le costruzioni (2018).
- D.M. del 14/01/2008: Allegato A alle norme tecniche per le costruzioni: pericolosità sismica. Allegato B alle norme tecniche per le costruzioni: tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica.

3 MODELLO GEOTECNICO

La conoscenza dei i parametri fisico- meccanici dei terreni in esame è stata ottenuta dalla campagna geognostica condotta sull'area interessata dall'intervento. come descritta nella relazione geologica. I sopralluoghi effettuati non hanno inoltre evidenziato sintomi di processi franosi in atto, come ad esempio inclinazioni anomali di alberi o tralicci, lesioni nei fabbricati, crepe o avvallamenti nelle strade, caduta di massi, né forme di erosione accelerata dei versanti o di scalzamento di manufatti posti nella zona. Mediante le indagini effettuate è stato possibile ricostruire l'assetto litostratigrafico del sito e di caratterizzare i terreni dal punto di vista geotecnico. In particolare, in corrispondenza dei piani di posa delle fondazioni sono stati considerati i valori meccanici riportati nella seguente tabella.

3.1 Parametri geotecnici per i livelli di fondazione

Livello	c	phi	gtm	Metodo	Df	Bf	Lf	Zw	qlsta	qlsis	kw
0	0,00	32,0	2080	Vesic	180	110	400	1000	16,0	13,9	5,0

in cui:

c:	Coesione (efficace se $\phi > 0$, non drenata se $\phi = 0$)	kg/cmq
phi:	Angolo di attrito	gradi
gtm:	Peso medio del terreno al di sopra del p.di posa	kg/mc
Metodo:	Metodo di calcolo carico limite verticale	--
Df:	Profondità piano di posa rispetto al p.campagna	cm
Bf:	Larghezza della striscia ideale di fondazione ($B_f \leq L_f$)	cm

Lf:	Lunghezza della striscia ideale di fondazione ($B_f \leq L_f$)	cm
Zw:	Quota della falda rispetto al piano campagna	cm
qlsta:	Carico limite del terreno in condizioni statiche	kg/cmq
qlsis:	Carico limite del terreno in condizioni sismiche	kg/cmq
kw:	Coefficiente elastico nominale terreno	kg/cmc

3.2 Modello sismico del sito

Si discute in questo paragrafo la caratterizzazione sismica del sito di costruzione, in relazione alla pericolosità sismica di base ed alla risposta sismica locale.

9.1.4.1 Pericolosità sismica di base

Sono stati considerati i seguenti stati limite di verifica, per i quali la normativa fissa l'azione sismica con una data probabilità di superamento, in un periodo di riferimento dipendente dal tipo e dalla classe d'uso della costruzione:

- SLO: S.l. di Operatività sismica (probabilità di superamento 81%)
- SLD: S.l. di Danno sismico (probabilità di superamento 63%)
- SLV: S.l. di Salvaguardia della vita ovvero Ultimo sismico (probabilità di superamento 10%)
- SLC: S.l. di Collasso sismico (probabilità di superamento 5%)

Per ciascuno degli stati limite indicati sono stati valutati i periodi di ritorno dell'azione sismica, tenendo conto della probabilità di superamento prescritta dalla norma e ricavando il periodo di riferimento per l'azione sismica in base al tipo di costruzione e alla classe d'uso.

In funzione dei periodi di ritorno e delle coordinate geografiche del sito, si valutano infine i parametri di pericolosità sismica per gli stati limite di interesse, estrapolando i valori dalle tabelle allegate alla normativa.

In particolare, le coordinate geografiche del sito sono: latitudine 37.726° , longitudine 12.895° .

Il tipo di costruzione è ordinario, la classe d'uso è la III (importante) e la classe di duttilità media. Le caratteristiche del suolo di fondazione corrispondono alla categoria stratigrafica B e alla categoria topografica T1.

Si valuta per l'edificio una vita nominale di 50 anni e un periodo di riferimento per l'azione sismica di 75 anni.

Per lo stato limite di Operatività sismica (SLO) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

- Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 45
- Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,039
- Fattore di amplificazione per spettro orizzontale: 2,35
- Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,22

Per lo stato limite di Danno sismico (SLD) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

- Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 75
- Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,054
- Fattore di amplificazione per spettro orizzontale: 2,34
- Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,25

Per lo stato limite di Salvaguardia della vita (SLV) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

- Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 712
- Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,164
- Fattore di amplificazione max per spettro orizzontale: 2,42

-Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,29

Per lo stato limite di Collasso sismico (SLC) sono stati considerati i seguenti parametri di pericolosità:

-Periodo di ritorno dell'azione sismica [anni]: 1462

-Accelerazione orizzontale massima al suolo [g]: 0,219

-Fattore di amplificazione per spettro orizzontale: 2,47

-Periodo spettrale di riferimento [s]: 0,31

In base ai parametri di pericolosità sismica sono stati definiti gli spettri sismici di progetto per la componente orizzontale e verticale in corrispondenza degli stati limite di interesse.

9.1.4.2 Risposta sismica locale

Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale. Gli effetti stratigrafici sono legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria dei profili di separazione fra gli strati di terreno. Gli effetti topografici sono invece legati alla configurazione topografica del piano campagna ed alla possibile amplificazione delle onde sismiche (in pendii o creste).

Nella presente progettazione l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato individuando la categoria di sottosuolo di riferimento corrispondente alla situazione in sito e considerando le condizioni topografiche locali.

Per la valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s la caratterizzazione geotecnica condotta nel volume significativo consente di identificare il sottosuolo nella seguente categoria:

Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti.

Per la valutazione del coefficiente di amplificazione topografica S_t , viste le condizioni in sito e l'orografia della zona, si è attribuita la seguente categoria topografica:

Categoria T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

3.3 Valutazione della portanza limite

Nel modello utilizzato, la capacità portante delle fondazioni può essere differenziata in funzione del livello a cui è posta la fondazione e per i due casi di verifica: in assenza e in presenza dell'azione sismica. I valori della portanza limite per azioni statiche e sismiche, sono state riportate nella precedente tabella per i vari livelli di fondazione.

9.1.5.1 Capacità portante al livello 0

Per le fondazioni poste al livello 0 il calcolo della capacità portante limite è eseguito mediante la formulazione proposta da Vesic tenendo conto delle caratteristiche meccaniche del terreno di posa e delle caratteristiche morfologiche prevalenti degli elementi di fondazione.

La portanza di calcolo di una fondazione superficiale corrisponde al carico limite trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Vari autori hanno prodotto studi sull'argomento, facendo riferimento al caso ideale di fondazione nastriforme (problema piano), con piano di posa e di campagna orizzontale, carico verticale e centrato ed definendo in queste condizioni il meccanismo di rottura e la geometria della superficie di scorrimento. In queste condizioni sono state ottenute delle formule di stima della portanza limite che condividono la stessa impostazione generale, ovvero esprimono la capacità portante limite come somma di tre contributi di resistenza:

le forze di coesione sviluppate lungo la superficie di rottura,

le forze di attrito dovute al peso proprio del terreno interno alla superficie di scorrimento,

l'effetto stabilizzante del sovraccarico agente nelle aree circostanti l'area di fondazione.

Inoltre, per tener conto delle effettive condizioni al contorno della fondazione (diverse dalla configurazione ideale ipotizzata in partenza) in ognuno dei tre termini compaiono ulteriori fattori correttivi, per tener conto della forma della fondazione, della profondità del piano di posa e degli effetti prodotti dal sisma.

La valutazione degli effetti dell'azione sismica sulla capacità portante di una fondazione costituisce un tema di ricerca attuale, che però ha già prodotto alcuni risultati operativi, che si innestano sulla corposa documentazione già prodotta per il caso statico. In particolare, partendo dall'osservazione che nei terreni sabbiosi si registra una evidente riduzione della capacità portante per effetto del sisma, alcuni studi hanno cercato di valutare l'effetto in termini di fattori correttivi alla formula trinomia della portanza. In particolare, l'effetto sismico sulle fondazioni viene generalmente distinto in un effetto inerziale (fattori correttivi e_i), dovuto alle forze d'inerzia trasmessa dalla sovrastruttura, e in un effetto cinematico (fattori correttivi e_k), dovuto alle forze d'inerzia agenti sulla massa del terreno.

Considerato che l'effetto inerziale produce sulla fondazione una forza orizzontale, si suggerisce per esso la possibilità di valutarlo mediante gli usuali fattori correttivi per inclinazione del carico, in funzione quindi del coefficiente sismico K_{hi} (rapporto fra le componenti orizzontale e verticale del carico), con effetti su tutti e tre i contributi di capacità portante. In presenza di sisma, per evitare di conteggiare due volte lo stesso effetto, i fattori correttivi inerziali assorbono quelli di inclinazione del carico, che per questa ragione sono impostati sul valore unitario.

Per l'effetto cinematico si introduce il coefficiente sismico K_{hk} , dipendente dall'accelerazione massima attesa per il sito e si indica un effetto correttivo riguardante il solo contributo di attrito N_g . Il coefficiente sismico K_{hk} è valutato secondo le espressioni riportate in normativa come:

$$K_{hk} = B_s a_s$$

in cui:

K_{hk} :	Coefficiente sismico orizzontale (accelerazione massima attesa al suolo)	g
B_s :	Coefficiente riduttivo (tabellato per categoria e accelerazione al suolo)	--
a_s :	Accelerazione massima attesa al sito, definita come: $a_s = S_s S_t a_g$	g
$S_s S_t$:	Fattori di amplificazione stratigrafico e topografico	--
a_g	Accelerazione al suolo di riferimento su roccia (Cat.A)	--

La formulazione seguita per la valutazione degli effetti sismici è quella di Paolucci e Pecker (1997), che propone di valutare l'effetto inerziale in maniera analoga all'effetto di inclinazione del carico, in cui la componente orizzontale è dovuta all'accelerazione sismica agente sulle masse strutturali. L'effetto cinematico è invece valutato in funzione del coefficiente K_{hk} e dell'angolo di attrito del terreno.

L'espressione generale della portanza limite risulta quindi essere la seguente:

$$q_{lim} = c N_c s_c d_c i_c e_i c e_k c + q N_q s_q d_q i_q e_i q e_k q + 0.5 g B N_g s_g d_g i_g e_i g e_k g$$

in cui:

c:	Coesione del terreno sottostante il piano di posa	kg/cmq
q:	Sovraccarico laterale alla quota del piano di posa	kg/cmq
g:	Peso volume del terreno sottostante il piano di posa	kg/cm ³
B:	Larghezza della fondazione	cm
N _c , N _q , N _g :	Fattori di capacità per coesione, sovraccarico e attrito	--
s _c , s _q , s _g :	Fattori correttivi di forma della fondazione	--
d _c , d _q , d _g :	Fattori correttivi di profondità della fondazione	--
e _{ic} , e _{iq} , e _{ig} :	Fattori correttivi per l'effetto inerziale del sisma	--
e _{kc} , e _{kq} , e _{kg} :	Fattori correttivi per l'effetto cinematico del sisma	--
q _k :	Portanza limite	kg/cmq

La **capacità portante limite per il caso statico** è definita dai seguenti valori:

c:	0,00
q:	0,37
g:	0,00
B:	110
N _c , N _q , N _g :	35,49 23,18 30,21
s _c , s _q , s _g :	1,18 1,17 0,89
d _c , d _q , d _g :	1,41 1,28 1,00
q _k :	16,1

La **capacità portante limite per il caso sismico** è definita dai seguenti valori:

c:	0,00
q:	0,37
g:	0,00
B:	110
N _c , N _q , N _g :	35,49 23,18 30,21
s _c , s _q , s _g :	1,18 1,17 0,89
d _c , d _q , d _g :	1,41 1,28 1,00
e _{ic} , e _{iq} , e _{ig} :	0,90 1,17 0,89
e _{kc} , e _{kq} , e _{kg} :	0,98 1,17 0,89
q _k :	13,9

1. PREMESSA

La struttura è vista come un organismo tridimensionale composto da elementi resistenti diversi: travi, pilastri, pareti, solai e platee, ciascuno dei quali descritto come solido tridimensionale di dimensione finita.

Nella valutazione delle caratteristiche di rigidità degli elementi si tiene conto della dimensione finita delle sezioni e dell'ingombro finito dei nodi di interconnessione.

Coerentemente con le caratteristiche degli edifici in cemento armato, il modello tiene conto del contributo irrigidente di ciascun solaio, modellando questi con elementi finiti bidimensionali connessi alle travi di contorno.

Le travi di fondazione sono trattate dal programma come graticcio di travi elastiche su suolo elastico alla Winkler.

Nell'analisi viene assunto un coefficiente di rigidità di Winkler variabile da elemento ad elemento in funzione delle dimensioni di base.

Si precisa comunque che non sono presenti dissesti di qualsiasi genere attribuibili al sistema fondazioni/terreno, ed inoltre gli interventi non comportano alterazioni sostanziali dell'organismo strutturale, ed infine che gli interventi previsti non comportano rilevanti modifiche delle sollecitazioni indotte alle fondazioni, oltre al fatto che sono esclusi fenomeni di ribaltamento dell'edificio per azioni sismiche, e pertanto in ottemperanza ai criteri espressi dalle norme tecniche di riferimento sono omessi interventi sulle strutture fondali esistenti.

Si precisa peraltro che nel calcolo della portanza dei terreni è stata ignorata, a vantaggio di sicurezza, la presenza del magrone di 25 cm di spessore, la cui presenza tuttavia garantisce una migliore distribuzione delle azioni sui terreni fondali abbattendo ulteriormente i valori delle tensioni fondali.

Nell'ambito del sistema normativo selezionato gli involuppi delle tensioni sul terreno e la conseguente verifica della capacità portante sono eseguiti per gli stati limite selezionati, seguendo l'Approccio 2, convenzionalmente indicato nella normativa con la sigla A1+M1+R3, in cui il termine A1 rappresenta i coefficienti di combinazione delle azioni (pari a quelli considerati nel progetto strutturale), M1 i coefficienti di sicurezza sui parametri geotecnici (assunti col valore unitario) ed R3 il coefficiente parziale di sicurezza sulla capacità portante, assegnato per lo stato limite.

Nota la capacità portante limite q_k , si ottiene la capacità portante di calcolo q_d applicando il fattore di sicurezza assegnato R3, secondo la relazione $q_d = q_k/R3$.

La verifica viene eseguita secondo la relazione $ed \leq q_d$, controllando che le tensioni normali agenti sul terreno (ed), ottenute dall'analisi della fondazione per le varie combinazioni di carico attivate nel modello di calcolo, siano non superiori alla capacità portante di calcolo (q_d), coerentemente alle disposizioni relative all'Approccio 2.

Si precisa che, nel caso in esame, la verifica di portanza è eseguita col controllo puntuale delle tensioni sul terreno, che tipicamente è più gravosa di una verifica condotta in termini di forza risultante, in quanto condizionata dal primo raggiungimento della tensione di picco sul terreno, nell'area di scarico dell'elemento.

Di seguito si riportano nella seguente tabella gli stati limite attivati per le verifiche di portanza, i corrispondenti valori del fattore parziale R3 e il minimo fattore di sicurezza registrato nelle verifiche di portanza eseguite.

Si osserva che per il corpo A mentre nello stato attuale la verifica delle tensioni sul terreno non risulta soddisfatta al di sotto di 2 travi di fondazione poste in corrispondenza del vano scala, nello stato futuro invece risulta soddisfatta.

L'esito positivo è dovuto al fatto che vengono inseriti i 2 nuovi pilastri all'altezza del ginocchio delle travi a ginocchio che portano le rampe, i quali pilastri migliorano la distribuzione delle tensioni fondali in quanto aumentano l'area di scarico delle forze indotte dalle strutture in elevazione. Inoltre per inserire i nuovi pilastri sarà eseguito un intervento anche in fondazione in modo da alloggiare i nuovi pilastri e ciò aumenterà ulteriormente l'impronta di scarico in fondazione.

2. LEGENDE DEI SIMBOLI UTILIZZATI NELLE TABELLE**Scarichi in fondazione per singole azioni**

Simbolo	Descrizione	Misura
Mon	Indice del montante	
If	Livello di fondazione del montante	
F	Forza verticale	t
Mx	Momento dir. X	tm
My	Momento dir. Y	tm

Verifiche tensioni sul terreno di fondazione travi

Simbolo	Descrizione	Misura
Trv	Indice della trave	
If	Livello di fondazione della trave	
L	Luce netta della trave	m
fs	Fattore di sicurezza per la resistenza del terreno	
ql	Portanza limite del terreno	kg/cmq
qd	Portanza di calcolo del terreno	kg/cmq
max min	Tensioni massima e minima sul terreno lungo la trave	kg/cmq
Nsd	Trazione di calcolo richiesta al collegamento (p.7.2.5.1)	t
Nres	Trazione resistente del collegamento	t
!	Verifica non soddisfatta	

Verifiche a scorrimento sul piano di fondazione

Simbolo	Descrizione	Misura
cmb	Combinazione di carico considerata nella verifica	--
at	Area totale fondazione	mq
ad	Adesione media fra fondazione e terreno	kg/cmq
de	Angolo di attrito medio fra fondazione e terreno	gradi
Wt	Massa sismica totale dell'edificio	t
Fra	Forza di scorrimento resistente limite: contributo di adesione	kg
Frd	Forza di scorrimento resistente limite: contributo di attrito	kg
R3	Fattore parziale di sicurezza sulla resistenza globale	
Fr	Forza di scorrimento resistente di calcolo: valore globale	kg
as	Accelerazione spettrale	g
Fa	Forza di scorrimento agente	kg
fs	Fattore di sicurezza (v.soddisfatta se fs>1)	--
esito	Verifiche non soddisfatte contrassegnate con !	--

Quadro complessivo dei fattori di sicurezza minimi delle verifiche

Simbolo	Descrizione	Misura
Stato limite	Stato limite di verifica	
Fs ten	Fattore di sicurezza su verifiche tensionali	
Fs fes	Fattore di sicurezza su verifiche fessurazione	
Fs res	Fattore di sicurezza su verifiche resistenza ultima	
Fs sre	Fattore di sicurezza su verifiche spostamenti relativi	
Fs sas	Fattore di sicurezza su verifiche spostamenti assoluti	
Fs fnd	Fattore di sicurezza su verifiche terreno di fondazione	
	Verifica soddisfatta se $F_s \geq 1$	

3. CORPO A: RISULTATI SUI TERRENI DI FONDAZIONE NELLO STATO DI FATTO**3.3 Verifica tensioni sul terreno di fondazione travi per combinazione ultima**

Trv	i-j	lf	L	fs	resistenze		estremo i		mezzeria		estremo j		v.trazione	
					ql	qd	max	min	max	min	max	min	Nsd	Nres
1	1-2	0	5,40	2,30	16,10	7,00	2,18	1,28	1,78	1,04	1,70	0,98	2,2	25,4
2	2-3	0	4,10	2,30	16,10	7,00	1,70	0,98	1,70	0,99	1,72	1,02	2,2	25,4
3	3-4	0	2,25	2,30	16,10	7,00	1,72	1,02	1,74	1,04	1,73	1,05	1,4	25,4
4	4-5	0	2,05	2,30	16,10	7,00	1,73	1,05	1,76	1,07	1,77	1,08	1,4	25,4
5	5-6	0	4,30	2,30	16,10	7,00	1,77	1,08	1,88	1,13	2,11	1,26	1,8	25,4
6	9-10	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,91	1,06	1,55	0,84	1,69	0,84	3,7	25,4
7	10-11	0	4,20	2,30	16,10	7,00	1,70	0,84	1,70	0,84	1,73	0,86	3,9	25,4
8	11-12	0	4,40	2,30	16,10	7,00	1,73	0,86	1,77	0,93	1,82	0,97	3,6	25,4
9	12-39	0	1,65	2,30	16,10	7,00	1,82	0,97	1,80	0,96	1,75	0,95	1,8	25,4
10	39-13	0	2,75	2,30	16,10	7,00	1,74	0,95	1,71	0,95	1,76	0,99	1,5	25,4
12	14-15	0	5,40	2,30	16,10	7,00	2,30	1,34	1,90	1,09	1,91	1,04	2,6	25,4
13	15-16	0	4,10	2,30	16,10	7,00	1,94	1,05	2,05	1,10	2,16	1,15	2,9	25,4
14	16-17	0	4,50	2,30	16,10	7,00	2,19	1,17	2,33	1,27	2,47	1,36	3,2	25,4
15	17-18	0	4,40	2,30	16,10	7,00	2,48	1,38	2,62	1,49	2,88	1,67	3,1	25,4
16	1-9	0	4,60	2,30	16,10	7,00	2,19	1,29	2,00	1,14	1,92	1,07	2,6	25,4
17	9-14	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,91	1,06	1,85	1,06	2,31	1,35	2,8	25,4
18	2-10	0	4,60	2,30	16,10	7,00	1,70	0,98	1,66	0,88	1,69	0,84	3,4	25,4
19	10-15	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,68	0,83	1,59	0,83	1,94	1,05	3,6	25,4
20	3-11	0	4,60	2,30	16,10	7,00	1,72	1,02	1,68	0,91	1,74	0,86	2,7	25,4
21	11-16	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,73	0,86	1,71	0,89	2,16	1,15	3,2	25,4
22	5-8	0	2,15	2,30	16,10	7,00	1,79	1,08	1,83	1,07	1,88	1,05	1,5	25,4
23	8-12	0	2,45	2,30	16,10	7,00	1,90	1,05	1,89	1,04	1,85	0,99	2,4	25,4
24	12-37	0	4,15	2,30	16,10	7,00	1,81	0,96	1,50	0,80	0,91	0,50	1,8	25,4
25	37-17	0	1,45	2,30	16,10	7,00	0,97	0,55	1,84	1,02	2,41	1,32	1,7	25,4
26	6-13	0	4,60	2,30	16,10	7,00	2,11	1,26	1,85	1,08	1,76	0,99	2,4	18,1
27	13-18	0	5,60	2,30	16,10	7,00	1,75	0,98	2,06	1,19	2,86	1,66	2,8	18,1
65	4-7	0	2,15	2,30	16,10	7,00	1,73	1,05	1,71	1,07	1,69	1,10	0,9	18,1
66	7-8	0	2,25	2,30	16,10	7,00	1,71	1,10	1,80	1,07	1,88	1,05	1,0	25,4

3.2 Verifica tensioni sul terreno di fondazione travi per combinazione s.vita sismica

Trv	i-j	lf	L	fs	resistenze		estremo i		mezzeria		estremo j		v.trazione	
					ql	qd	max	min	max	min	max	min	Nsd	Nres
1	1-2	0	5,40	2,30	13,90	6,04	4,18	0,00	3,01	0,00	2,34	0,07	2,0	25,4
2	2-3	0	4,10	2,30	13,90	6,04	2,32	0,09	2,31	0,11	2,40	0,07	2,0	25,4
3	3-4	0	2,25	2,30	13,90	6,04	2,41	0,06	2,45	0,05	2,45	0,06	1,2	25,4
4	4-5	0	2,05	2,30	13,90	6,04	2,44	0,06	2,43	0,13	2,40	0,17	1,2	25,4
5	5-6	0	4,30	2,30	13,90	6,04	2,55	0,15	3,69	0,00	5,06	0,00	1,7	25,4
6	9-10	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,82	0,84	1,33	0,84	1,32	0,92	3,3	25,4
7	10-11	0	4,20	2,30	13,90	6,04	1,32	0,94	1,30	1,01	1,31	1,03	3,4	25,4
8	11-12	0	4,40	2,30	13,90	6,04	1,38	0,99	1,94	0,72	2,20	0,33	3,2	25,4
9	12-39	0	1,65	2,30	13,90	6,04	2,21	0,30	2,19	0,27	2,23	0,20	1,6	25,4
10	39-13	0	2,75	2,30	13,90	6,04	2,27	0,17	2,63	0,00	2,98	0,00	1,3	25,4
12	14-15	0	5,40	2,30	13,90	6,04	3,84	0,00	2,50	0,57	1,95	0,73	2,3	25,4
13	15-16	0	4,10	2,30	13,90	6,04	2,02	0,70	2,31	0,60	2,68	0,37	2,6	25,4
14	16-17	0	4,50	2,30	13,90	6,04	2,84	0,26	3,64	0,00	4,21	0,00	2,8	25,4
15	17-18	0	4,40	2,30	13,90	6,04	4,36	0,00	5,26	0,00	6,40	0,00	2,7	25,4 !
16	1-9	0	4,60	2,30	13,90	6,04	4,22	0,00	2,84	0,69	1,84	0,84	2,3	25,4
17	9-14	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,83	0,83	2,51	0,54	3,89	0,00	2,5	25,4
18	2-10	0	4,60	2,30	13,90	6,04	2,33	0,23	1,71	0,86	1,31	0,97	3,0	25,4
19	10-15	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,42	0,90	1,56	0,60	1,97	0,71	3,2	25,4
20	3-11	0	4,60	2,30	13,90	6,04	2,40	0,17	1,90	0,66	1,42	0,99	2,4	25,4
21	11-16	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,30	1,04	1,78	0,79	2,69	0,35	2,8	25,4
22	5-8	0	2,15	2,30	13,90	6,04	2,42	0,17	2,53	0,11	2,58	0,04	1,4	25,4
23	8-12	0	2,45	2,30	13,90	6,04	2,58	0,08	2,46	0,22	2,27	0,29	2,2	25,4
24	12-37	0	4,15	2,30	13,90	6,04	2,18	0,33	1,66	0,47	0,82	0,44	1,6	25,4
25	37-17	0	1,45	2,30	13,90	6,04	1,01	0,35	2,87	0,07	4,09	0,00	1,5	25,4
26	6-13	0	4,60	2,30	13,90	6,04	5,11	0,00	3,91	0,00	3,11	0,00	2,2	18,1
27	13-18	0	5,60	2,30	13,90	6,04	2,95	0,00	3,06	0,33	6,29	0,00	2,5	18,1 !

65	4-7	0	2,15	2,30	13,90	6,04	2,44	0,38	4,17	0,00	6,00	0,00	0,8	18,1
66	7-8	0	2,25	2,30	13,90	6,04	6,00	0,00	3,94	0,32	2,58	0,44	0,9	25,4

3.3 Verifica a scorrimento sul piano di posa per combinazione s.vita sismica

S.limite	V.geotecnici medi		Area c.terra	Peso	Forze resistenti				Forza agente		F.sicurezza	
<i>cmb</i>	<i>ad</i>	<i>de</i>	<i>at</i>	<i>Wt</i>	<i>Fra</i>	<i>Frd</i>	<i>R3</i>	<i>Fr</i>	<i>as</i>	<i>Fa</i>	<i>fs</i>	<i>esito</i>
S.vita s.	0,00	28,80	68,67	813,92	0,00	447,46	1,1	406,78	0,05	38,44	10,58	

5. CORPO B: RISULTATI SUI TERRENI DI FONDAZIONE NELLO STATO DI FATTO

5.3 Verifica tensioni sul terreno di fondazione travi per combinazione ultima

Trv	i-j	lf	L	fs	resistenze		estremo i		mezzeria		estremo j		v.trazione	
					ql	qd	max	min	max	min	max	min	Nsd	Nres
1	1-2	0	5,30	2,30	16,10	7,00	1,88	1,08	1,70	0,98	1,84	1,04	2,3	25,4
2	2-3	0	5,90	2,30	16,10	7,00	1,84	1,04	1,81	1,04	1,89	1,08	3,0	25,4
3	3-4	0	6,30	2,30	16,10	7,00	1,89	1,08	1,70	0,98	1,70	0,98	2,9	25,4
4	27-5	0	4,85	2,30	16,10	7,00	1,72	0,99	1,48	0,86	1,34	0,77	0,9	25,4
5	5-6	0	6,00	2,30	16,10	7,00	1,30	0,76	1,18	0,69	1,26	0,75	1,6	25,4
6	6-7	0	3,10	2,30	16,10	7,00	1,27	0,76	1,34	0,80	1,37	0,84	1,1	25,4
7	8-9	0	5,70	2,30	16,10	7,00	1,55	0,81	1,58	0,80	1,78	0,89	3,7	25,4
8	9-10	0	6,00	2,30	16,10	7,00	1,81	0,90	1,80	0,89	1,89	0,94	4,8	25,4
9	10-11	0	6,10	2,30	16,10	7,00	1,89	0,94	1,75	0,88	1,72	0,89	4,6	25,4
11	12-13	0	6,10	2,30	16,10	7,00	1,36	0,70	1,21	0,62	1,22	0,65	2,9	25,4
12	13-14	0	3,30	2,30	16,10	7,00	1,23	0,66	1,22	0,68	1,19	0,70	2,1	25,4
13	15-16	0	5,30	2,30	16,10	7,00	2,00	1,13	1,85	1,04	1,97	1,11	2,6	25,4
14	16-17	0	5,90	2,30	16,10	7,00	1,99	1,11	1,97	1,11	2,06	1,14	3,5	25,4
15	17-18	0	6,30	2,30	16,10	7,00	2,04	1,14	1,84	1,04	1,85	1,04	3,4	25,4
16	29-19	0	4,85	2,30	16,10	7,00	1,88	1,06	1,61	0,92	1,44	0,82	1,1	25,4
17	19-20	0	6,00	2,30	16,10	7,00	1,41	0,80	1,28	0,73	1,36	0,78	1,9	25,4
18	20-21	0	3,10	2,30	16,10	7,00	1,38	0,80	1,43	0,85	1,47	0,88	1,3	25,4
19	1-8	0	4,60	2,30	16,10	7,00	1,88	1,08	1,66	0,92	1,56	0,82	2,1	25,4
20	8-15	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,55	0,81	1,55	0,86	2,01	1,13	2,2	25,4
21	2-9	0	4,60	2,30	16,10	7,00	1,84	1,04	1,76	0,95	1,80	0,90	3,8	25,4
22	9-16	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,78	0,89	1,65	0,88	1,97	1,11	4,1	25,4
23	3-10	0	4,60	2,30	16,10	7,00	1,89	1,08	1,85	0,98	1,89	0,95	4,0	25,4
24	10-17	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,89	0,94	1,73	0,92	2,06	1,14	4,2	25,4
25	4-11	0	4,60	2,30	16,10	7,00	1,70	0,98	1,68	0,91	1,72	0,89	3,5	25,4
26	11-18	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,71	0,88	1,57	0,86	1,85	1,04	3,7	25,4
27	5-12	0	4,60	2,30	16,10	7,00	1,30	0,76	1,33	0,71	1,36	0,70	2,5	25,4
28	12-19	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,36	0,70	1,24	0,67	1,41	0,80	2,7	25,4
29	6-13	0	4,60	2,30	16,10	7,00	1,26	0,75	1,21	0,68	1,23	0,66	2,1	25,4
30	13-20	0	5,80	2,30	16,10	7,00	1,22	0,65	1,13	0,64	1,37	0,79	2,2	25,4
31	7-14	0	4,40	2,30	16,10	7,00	1,37	0,84	1,26	0,76	1,21	0,71	1,1	25,4
32	14-21	0	5,60	2,30	16,10	7,00	1,19	0,70	1,22	0,73	1,47	0,88	1,2	25,4
37	4-27	0	0,95	2,30	16,10	7,00	1,72	0,99	1,72	0,99	1,72	0,99	1,3	25,4
38	11-12	0	5,90	2,30	16,10	7,00	1,71	0,88	1,52	0,79	1,39	0,71	3,8	25,4
39	18-29	0	0,95	2,30	16,10	7,00	1,87	1,05	1,87	1,05	1,88	1,06	1,5	25,4

5.2 Verifica tensioni sul terreno di fondazione travi per combinazione s.vita sismica

Trv	i-j	lf	L	fs	resistenze		estremo i		mezzzeria		estremo j		v.trazione	
					ql	qd	max	min	max	min	max	min	Nsd	Nres
1	1-2	0	5,30	2,30	13,90	6,04	4,02	0,00	2,84	0,00	2,42	0,16	2,0	25,4
2	2-3	0	5,90	2,30	13,90	6,04	2,42	0,18	2,26	0,40	2,21	0,45	2,7	25,4
3	3-4	0	6,30	2,30	13,90	6,04	2,21	0,45	1,95	0,46	2,01	0,43	2,6	25,4
4	27-5	0	4,85	2,30	13,90	6,04	2,18	0,30	1,68	0,50	1,38	0,52	0,8	25,4
5	5-6	0	6,00	2,30	13,90	6,04	1,34	0,50	1,38	0,42	1,50	0,30	1,5	25,4
6	6-7	0	3,10	2,30	13,90	6,04	1,57	0,29	2,32	0,03	3,06	0,00	1,0	25,4
7	8-9	0	5,70	2,30	13,90	6,04	1,52	0,63	1,22	0,90	1,37	1,01	3,2	25,4
8	9-10	0	6,00	2,30	13,90	6,04	1,39	1,01	1,36	1,02	1,43	1,09	4,2	25,4
9	10-11	0	6,10	2,30	13,90	6,04	1,43	1,09	1,32	1,02	1,31	1,01	4,1	25,4
11	12-13	0	6,10	2,30	13,90	6,04	1,02	0,82	0,97	0,70	0,99	0,68	2,6	25,4
12	13-14	0	3,30	2,30	13,90	6,04	0,98	0,72	1,08	0,74	1,34	0,45	1,8	25,4
13	15-16	0	5,30	2,30	13,90	6,04	3,70	0,00	2,55	0,40	2,24	0,52	2,3	25,4
14	16-17	0	5,90	2,30	13,90	6,04	2,25	0,53	2,14	0,71	2,09	0,77	3,1	25,4
15	17-18	0	6,30	2,30	13,90	6,04	2,09	0,77	1,85	0,73	1,93	0,72	3,0	25,4
16	29-19	0	4,85	2,30	13,90	6,04	2,11	0,57	1,60	0,71	1,34	0,68	1,0	25,4
17	19-20	0	6,00	2,30	13,90	6,04	1,31	0,67	1,39	0,53	1,42	0,50	1,7	25,4
18	20-21	0	3,10	2,30	13,90	6,04	1,48	0,51	2,22	0,26	2,95	0,00	1,2	25,4
19	1-8	0	4,60	2,30	13,90	6,04	4,06	0,00	2,70	0,27	1,53	0,59	1,9	25,4
20	8-15	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,59	0,57	2,40	0,14	3,75	0,00	2,0	25,4
21	2-9	0	4,60	2,30	13,90	6,04	2,42	0,30	1,82	0,90	1,38	1,07	3,4	25,4
22	9-16	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,47	1,00	1,70	0,63	2,24	0,54	3,6	25,4
23	3-10	0	4,60	2,30	13,90	6,04	2,21	0,55	1,72	1,02	1,43	1,14	3,5	25,4
24	10-17	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,50	1,08	1,63	0,78	2,09	0,77	3,8	25,4
25	4-11	0	4,60	2,30	13,90	6,04	2,02	0,49	1,60	0,94	1,30	1,06	3,1	25,4
26	11-18	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,35	1,00	1,50	0,73	1,93	0,67	3,3	25,4
27	5-12	0	4,60	2,30	13,90	6,04	1,34	0,57	1,13	0,79	1,02	0,84	2,2	25,4
28	12-19	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,05	0,81	1,06	0,64	1,31	0,67	2,4	25,4
29	6-13	0	4,60	2,30	13,90	6,04	1,50	0,37	1,19	0,63	0,98	0,70	1,8	25,4
30	13-20	0	5,80	2,30	13,90	6,04	1,00	0,68	1,10	0,53	1,43	0,51	2,0	25,4
31	7-14	0	4,40	2,30	13,90	6,04	3,03	0,00	2,13	0,13	1,39	0,37	1,0	25,4
32	14-21	0	5,60	2,30	13,90	6,04	1,33	0,37	1,89	0,23	2,93	0,00	1,1	25,4
37	4-27	0	0,95	2,30	13,90	6,04	2,05	0,38	2,13	0,34	2,18	0,25	1,2	25,4
38	11-12	0	5,90	2,30	13,90	6,04	1,29	1,01	1,15	0,91	1,03	0,83	3,3	25,4

39 18-29 0 0,95 2,30 13,90 6,04 1,96 0,66 2,05 0,62 2,11 0,54 1,4
25,4 5.3 Verifica a scorrimento sul piano di posa per combinazione s.vita sismica

S.limite	V.geotecnici medi		Area c.terra	Peso	Forze resistenti				Forza agente		F.sicurezza	
cmb	ad	de	at	Wt	Fra	Frd	R3	Fr	as	Fa	fs	esito
S.vita s.	0,00	28,80	107,38	991,77	0,00	545,23	1,1	495,66	0,05	46,84	10,58	