

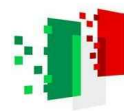


COMUNE DI MIGLIONICO

Provincia di Matera



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

NEXT GENERATION EU - PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Missione 4 Componente 1 Investimento 1.1

**"Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura
per la prima infanzia".**

PROGETTO DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELLA SCUOLA MATERNA SITA IN VIA DANTE n.7

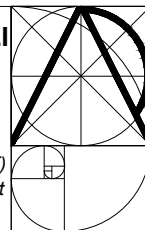
PROGETTO ESECUTIVO

**COMMITTENTE:
COMUNE DI MIGLIONICO**

RUP: Ing. Vito BURDO
Responsabile dell' Area Tecnico-Manutentiva

PROGETTISTA: ARCH. ANNARITA PAOLICELLI

Studio Via Nazario Sauro n.1 – 75024 – Montescaglioso (MT)
Tel.333 6034246 – pec: annarita.paolicelli@archiworldpec.it



DATA: Marzo 2023

SCALA: ---

Relazione geotecnica e sulle fondazioni



TAV.

RS-04

Comune di MIGLIONICO
Provincia di MATERA

**RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE
E DELLE FONDAZIONI**

OGGETTO: Relazione geotecnica relativa al progetto "Demolizione e Ricostruzione della scuola materna sita in Via Dante."

COMMITTENTE: COMUNE DI MIGLIONICO

Miglionico, 31/03/2023

Il Progettista

(Arch. Annarita Paolicelli)

Il Direttore dei Lavori

(Arch. Annarita Paolicelli)

Arch. Annarita Paolicelli

Via Nazario Sauro n°1 - 75024 Montescaglioso
3336034246 - ap.architetto@yahoo.com

1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del "volume significativo" per l'opera in esame e valuta l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento delle relative fondazioni.

Questa relazione è stata redatta sulla base dei dati risultanti dalle prove di campagna e/o di laboratorio.

2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

"Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica" - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica dell'area di sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

3.1 Prove effettuate e Caratterizzazione geotecnica

Al fine della determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti nel "volume significativo" dell'opera in esame, sono state condotte delle prove geotecniche, riassunte nella relazione geologica.

Le indagini realizzate hanno permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie per ognuna delle quali sono state definite le proprietà geotecniche dei singoli terreni coinvolti.

TERRENI

												Terreni
NTRN	γ_T	γ_{Ts}	K1			ϕ	c_u	c'	E_d	E_{cu}	A_{S-B}	ST_P
			K_{1X}	K_{1Y}	K_{1Z}							
	[N/m ³]	[N/m ³]	[N/cm ³]	[N/cm ³]	[N/cm ³]	[°]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Sabbie ghiaioso-limose debolmente argillose												
T001	18.000	18.000	80	80	300	29	0,000	0,000	30	0	0,000	SI
NTRN	Numero identificativo del terreno.											
γ_T	Peso specifico del terreno.											
γ_{Ts}	Peso specifico saturo del terreno.											
K1	Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato b = 30 cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K_{1X}), Y (K_{1Y}),											

Demolizione e Ricostruzione della scuola materna sita in Via Dante.

												Terreni	
N _{TRN}	γ_T	γ_{Ts}	K ₁			ϕ	c_u	c'	E_d	E_{cu}	A_{s-B}	ST_P	
			K _{1X}	K _{1Y}	K _{1Z}								
	[N/m ³]	[N/m ³]	[N/cm ³]	[N/cm ³]	[N/cm ³]	[°]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]			
	e Z (K _{1Z}).												
ϕ	Angolo di attrito del terreno.												
c_u	Coesione non drenata.												
c'	Coesione efficace.												
E_d	Modulo edometrico.												
E_{cu}	Modulo elastico in condizione non drenate.												
A_{s-B}	Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.												
ST_P	[SI]: Il terreno è usato nella valutazione delle spinte a tergo delle pareti/muri controterra; [NO]: Il terreno NON è usato nella valutazione delle spinte a tergo delle pareti/muri controterra.												

NB: Nel caso di fondazioni dirette con stratigrafia, il calcolo del carico limite (q_{lim}) viene fatto su un terreno "equivalente" con parametri geotecnici calcolati come media pesata degli strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità "significativa" (stabilita come "Multiplo della dimensione significativa della fondazione").

$$\text{Parametro "J"} = \frac{\sum_i^n [\text{Parametro "J" (strato, i)} \cdot \text{Spessore (strato, i)}]}{\text{Profondità significativa}}$$

con $i = 1, \dots, n$ (numero di strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità significativa).

La **profondità o altezza significativa** del volume di calcolo del terreno, usata nelle varie verifiche geotecniche svolte dal programma, come già precedentemente accennato, è funzione del parametro *Multiplo della dimensione significativa della fondazione* (m_{df}).

Per le fondazioni di tipo a *travi continue* la profondità significativa h_{vs} del volume di calcolo è pari a:

$$h_{vs} = b \cdot m_{df}$$

dove b è la larghezza della fondazione.

Per le fondazioni di tipo a *platea o a plinti* la profondità significativa h_{vs} del volume di calcolo è pari a:

$$h_{vs} = d_m \cdot m_{df}$$

dove d_m è la media delle dimensioni della base di impronta della platea o del plinto.

Nella seguente tabella sono riportati i valori attribuibili al parametro m_{df} ed il valore predefinito proposto dal programma.

Tipo di fondazione	Range di valori possibili di m_{df}	Valore predefinito di m_{df}
Travi continue	[1; 3]	3
Platee e plinti	[1; 3]	2

3.2 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume significativo" investigato.

3.3 Problematiche riscontrate

Durante l'esecuzione delle prove e dall'elaborazione dei dati non sono emerse problematiche rilevanti alla realizzazione delle opere di fondazione.

4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

C [C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti], basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio (V_{S30}) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (N_{SPT}) e/o della resistenza non drenata equivalente ($c_{u,30}$). Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei successivi paragrafi.

4.1 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidezze offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

4.2 Pericolosità sismica

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

DATI GENERALI ANALISI SISMICA

Dati generali analisi sismica											
Ang	NV	CD	MP	Dir	TS	EcA	Ir _{tmp}	C.S.T.	RP	RH	ξ
[°]											[%]
0	100	B	ca	X Y	[T + C] [P NC]	N	N	C	NO	NO	5

LEGENDA:

- Ang** Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.
- NV** Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.
- CD** Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Media - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.
- MP** Tipo di struttura sismo-resistente prevalente: [ca] = calcestruzzo armato - [caOld] = calcestruzzo armato esistente - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.
- Dir** Direzione del sisma.
- TS** Tipologia della struttura:
Cemento armato: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [P] = Pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti - [2P NC] = Due pareti per direzione non accoppiate - [P NC] = Pareti non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso - [PM] = Pendolo inverso intelaiati monopiano;
Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano - [C-P/MP] = muratura in pietra e/o mattoni pieni - [C-BAS] = muratura in blocchi artificiali con percentuale di foratura > 15%;
Acciaio: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo inverso - [TT] = telaio con tamponature.
- EcA** Eccentricità accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.
- Ir_{tmp}** Per piani con distribuzione dei tamponamenti in pianta fortemente irregolare, l'eccentricità accidentale è stata incrementata di un fattore pari a 2: [SI] = Distribuzione tamponamenti irregolare fortemente - [NO] = Distribuzione tamponamenti regolare.
- C.S.T.** Categoria di sottosuolo: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D.
- RP** Regolarità in pianta: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- RH** Regolarità in altezza: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- ξ** Coefficiente viscoso equivalente.
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

DATI GENERALI ANALISI SISMICA - FATTORI DI COMPORTAMENTO

Dir	q'	q	q ₀	K _R	Fattori di comportamento	
					α_u/α_1	k _w
X	-	2,760	3,450	0,80	1,15	-
Y	-	1,500	1,500	0,80	1,00	0,50
Z	-	1,500	-	-	-	-

LEGENDA:

- q'** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU ridotto (Fattore di comportamento ridotto - relazione C7.3.1 circolare NTC)
- q** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di comportamento).
- q₀** Valore di base (comprensivo di k_w).
- K_R** Fattore riduttivo funzione della regolarità in altezza : pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza, 0,8 per costruzioni non regolari in altezza, e 0,75 per costruzioni in muratura esistenti non regolari in altezza (§ C8.5.5.1)..
- α_u/α_1** Rapporto di sovraresistenza.
- k_w** Fattore di riduzione di q₀.

Stato Limite	T _r	a _g /g	Amplif. Stratigrafica		F ₀	F _v	T [*] _c	T _B	T _c	T _D
			S _s	C _c						
	[t]						[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	45	0,0570	1,500	1,552	3,418	0,764	0,306	0,114	0,341	1,829
SLD	75	0,0790	1,500	1,529	3,426	0,882	0,320	0,128	0,383	1,916
SLV	712	0,2190	1,427	1,503	3,228	1,438	0,337	0,129	0,388	2,478
SLC	1462	0,2830	1,351	1,498	3,160	1,630	0,341	0,133	0,400	2,731

LEGENDA:

- T_r** Periodo di ritorno dell'azione sismica. [t] = anni.
- a_g/g** Coefficiente di accelerazione al suolo.
- S_s** Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- C_c** Coefficienti di Amplificazione di T_c allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- F₀** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- F_v** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione verticale.
- T^{*}_c** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_B** Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.
- T_c** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.
- T_D** Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.

CI Ed	V _N	V _R	Lat.	Long.	Q _g	CTop	S _T
	[t]	[t]	[°ssdc]	[°ssdc]	[m]		
3	50	75	40.568813	16.503275	408	T1	1,00

LEGENDA:

- CI Ed** Classe dell'edificio
- V_N** Vita nominale ([t] = anni).
- V_R** Periodo di riferimento. [t] = anni.
- Lat.** Latitudine geografica del sito.
- Long.** Longitudine geografica del sito.
- Q_g** Altitudine geografica del sito.
- CTop** Categoria topografica (Vedi NOTE).
- S_T** Coefficiente di amplificazione topografica.
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.
- Categoria topografica.
- T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.
- T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.
- T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.
- T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.

5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La tipologia delle opere di fondazione è consona alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geognostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:

- fondazioni dirette.

6 - VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

⁽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}

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ_k	γ_γ	1,00	1,00

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

Verifica	Coefficiente Parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

6.1 Carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

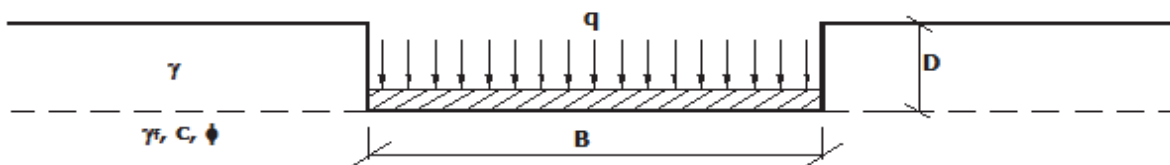
c = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q = \gamma \cdot D$ = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;
 γ = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;
 D = profondità del piano di posa della fondazione;
 B' = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi **NB**);
 L = lunghezza della fondazione;
 γ_f = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;
 N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;
 s, d, i, g, b, ψ, r = coefficienti correttivi.

NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica, B e L saranno ridotte rispettivamente di:

$B' = B - 2 \cdot e_B$ e_B = eccentricità parallela al lato di dimensione B ;
 $L' = L - 2 \cdot e_L$ e_L = eccentricità parallela al lato di dimensione L ;
 con $B' \leq L'$.

dove:



Calcolo dei fattori N_c, N_q, N_γ

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$N_c = 2 + \pi$	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$
$N_q = 1$	$N_q = K_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$
$N_\gamma = 0$ se $\omega = 0$ $N_\gamma = -2 \cdot \sin \omega$ se $\omega \neq 0$	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$

dove:

$k_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$ è il coefficiente di spinta passiva di Rankine;

ϕ = angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

ω = angolo di inclinazione del piano campagna.

Calcolo dei fattori di forma s_c, s_q, s_γ

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$s_c = 1 + \frac{B'}{(2 + \pi) \cdot L'}$	$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$
$s_q = 1$	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$
$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$

con $B'/L' < 1$.

Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa d_c, d_q, d_γ

Si definisce il seguente parametro:

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{D}{B'} & \text{se } \frac{D}{B'} \leq 1; \\
 K &= \arctg \left(\frac{D}{B'} \right) & \text{se } \frac{D}{B'} > 1.
 \end{aligned}$$

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
---	---

$d_c = 1 + 0,4 \cdot K$	$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$d_q = 1$	$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

Calcolo dei fattori di inclinazione del carico i_c , i_q , i_γ

Si definisce il seguente parametro:

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$$

se la forza H è parallela alla direzione trasversale della fondazione

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$$

se la forza H è parallela alla direzione longitudinale della fondazione

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$$

se la forza H forma un angolo θ con la direzione longitudinale della fondazione

Terreni coesivi ($c \neq 0$, $\phi = 0$)	Terreni incoerenti ($c = 0$, $\phi \neq 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0$, $\phi \neq 0$)
$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{c \cdot N_c \cdot B \cdot L}$	$i_c = 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$i_q = 1$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^m$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^{m+1}$

dove:

H = componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione.

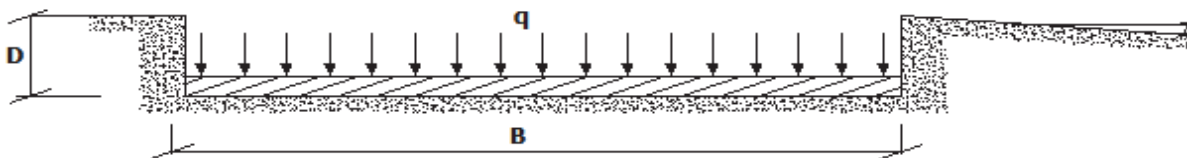
Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna b_c , b_q , b_γ

Indicando con ω la pendenza del piano campagna, si ha:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0$, $\phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0$, $\phi \neq 0$)
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$	$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$	$b_\gamma = b_q / \cos \omega$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\omega < \phi; \quad \omega < 45^\circ.$$

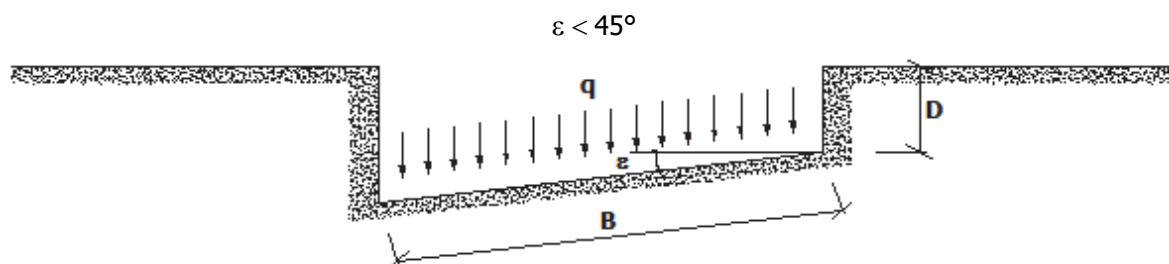


Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa g_c , g_q , g_γ

Indicando con ε la pendenza del piano di posa della fondazione, si ha:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0$, $\phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0$, $\phi \neq 0$)
$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \varepsilon}{(2 + \pi)}$	$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$g_q = 1$	$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$
$g_\gamma = 1$	$g_\gamma = g_q$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:



Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$

Si definisce l'*indice di rigidezza* del terreno come:

$$I_r = \frac{G}{c + \sigma \cdot \tan \phi}$$

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = \text{modulo d'elasticità tangenziale del terreno};$$

E = modulo elastico del terreno (nei calcoli è utilizzato il modulo edometrico);

ν = modulo di Poisson. Sia in condizioni non drenate che drenate è assunto pari a 0,5 (a vantaggio di sicurezza);

σ = tensione litostatica alla profondità $D+B/2$.

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$ sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidezza I_r si mantiene inferiore al valore critico:

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[\left(3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \cot \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$\psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0.6 \cdot \log(I_r)$	$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$\psi_q = 1$	$\psi_q = e^{\left\{ \left(0.6 \frac{B'}{L'} - 4.4 \right) \tan \phi + \frac{3.07 \cdot \sin \phi \cdot \log(2 \cdot I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$\psi_\gamma = 1$	$\psi_\gamma = \psi_q$

Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine " $B \cdot N_\gamma$ ", che per valori elevati di B porterebbe ad ottenere valori del carico limite prossimi a quelli di una fondazione profonda, propone il seguente fattore di riduzione r_γ :

$$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \log(B/2) \quad \text{con } B \geq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente r_γ al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2.5	3	3.5	4	5	10	20	100
r_γ	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,82	0,75	0,57

Questo coefficiente assume particolare importanza per fondazioni larghe con rapporto D/B basso, caso nel quale il termine " $B \cdot N_\gamma$ " è predominante.

Calcolo del carico limite in condizioni non drenate

L'espressione generale del carico limite, valutato in termini di *tensioni totale*, diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot (2 + \pi) \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_{sat} \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot r_\gamma$$

dove:

c_u = coesione non drenata;

γ_{sat} = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

N.B.: Nel calcolo in condizioni non drenate (situazione molto rara per un terreno incoerente) si assume, sempre

e comunque, che l'angolo di attrito ϕ sia nullo ($\phi = 0$).

6.2 Fattori correttivi al carico limite in presenza di sisma

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (**effetto cinematico**) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (**effetto inerziale**).

Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e K_{hk} , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

La formula generale del carico limite si modifica nel seguente modo:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c \cdot Z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q \cdot Z_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot Z_\gamma \cdot c_\gamma$$

in cui, oltre ai termini già precedentemente indicati, si sono introdotti i seguenti termini:

Z_c, Z_q, Z_γ = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;

c_γ = coefficiente correttivo dovuto all'effetto cinematico.

Calcolo del fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico c_γ

L'effetto cinematico modifica il solo coefficiente N_γ in funzione del coefficiente sismico K_{hk} che è pari a:

$$K_{hk} = \beta_s \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

S_T = coefficiente di amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_s sono riportati nella seguente tabella:

	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Il fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico c_γ è stato, pertanto, determinato con la seguente relazione:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$c_\gamma = 1$	$c_\gamma = \left(1 - \frac{K_{hk}}{\tan \phi}\right)^{0.45}$ se $\frac{K_{hk}}{\tan \phi} < 1$, altrimenti $c_\gamma = 0$

Calcolo dei fattori correttivi dovuti all'effetto inerziale Z_c, Z_q, Z_γ

L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} .

Tali effetti correttivi vengono valutati con la teoria di **Paolucci - Pecker** attraverso le seguenti relazioni:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)	
$Z_c = Z_q = Z_\gamma = 1$	$Z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	se $Z_c > 0$ altrimenti $Z_c = 0$
	$Z_\gamma = Z_q = \left(1 - \frac{K_{hi}}{\tan \phi}\right)^{0.35}$	se $\frac{K_{hi}}{\tan \phi} < 1$ altrimenti $Z_\gamma = Z_q = 0$

dove:

K_{hi} è ricavato dallo spettro di progetto allo SLV attraverso la relazione:

$$K_{hi} = S_S \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

i cui termini sono stati precedentemente precisati.

Si fa notare che il coefficiente sismico K_{hi} coincide con l'ordinata dello spettro di progetto allo SLU per $T = 0$ ed è indipendente dalle combinazioni di carico.

Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alla verifica dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Si precisa che il valore relativo alla colonna $Q_{d,Rd}$, di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza R_d , ossia il rapporto fra il carico limite q_{lim} (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza γ_R relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza γ_R è stato assunto pari a 2,3 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Si precisa che, nella sottostante tabella:

- la coppia Q_{Ed} e $Q_{d,Rd}$ è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS);
- nelle colonne "**per N_q , per N_c e per N_γ** ", relative ai "**Coef. Cor. Terzaghi**", viene riportato il prodotto tra i vari coefficienti correttivi presenti nell'espressione generale del carico limite. Ad esempio si è posto:

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_q = s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \psi_q \cdot Z_q$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_c = s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \psi_c \cdot Z_c$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_\gamma = s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot Z_\gamma \cdot C_\gamma$$

VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU																
Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p,cmp}	Z _{fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{d,Rd}	R _f
								per N_q	per N_c	per N_γ	N_q	N_c	N_γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Trave 1-3	24,39	4,04	1,40	0,00	4,00	-	NON Coesivo	1,63	0,00	0,80	16,44	27,86	19,34	0,038	0,923	NON NON NON NON NON NON NON NON NON NON NON NON NON NON NON NON NON
Trave 36-46	6,91	2,26	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,69	0,00	0,74	16,44	27,86	19,34	0,049	0,339	
Trave 12-20	5,20	3,70	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,44	0,00	0,78	16,44	27,86	19,34	0,059	0,306	
Trave 3-10	5,47	1,75	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,91	0,00	0,59	16,44	27,86	19,34	0,065	0,358	
Trave 24-32	7,21	3,10	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,79	16,44	27,86	19,34	0,045	0,323	
Trave 20-24	4,85	2,88	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,61	0,00	0,71	16,44	27,86	19,34	0,067	0,325	
Trave 32-36	7,20	3,10	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,80	16,44	27,86	19,34	0,045	0,327	
Trave 10-12	4,59	1,95	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,81	0,00	0,63	16,44	27,86	19,34	0,076	0,347	
Trave 2-6d	6,32	3,25	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,73	0,00	0,67	16,44	27,86	19,34	0,054	0,338	
Trave 53-51d	4,12	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,85	0,00	0,63	16,44	27,86	19,34	0,086	0,352	
Trave 52-53	6,14	3,66	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,77	16,44	27,86	19,34	0,053	0,324	
Trave 46-52	7,46	4,33	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,47	0,00	0,84	16,44	27,86	19,34	0,042	0,317	
Trave 25-33	6,92	3,10	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,56	0,00	0,80	16,44	27,86	19,34	0,047	0,326	
Trave 33-37	7,25	3,10	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,79	16,44	27,86	19,34	0,045	0,327	
Trave 37-47	6,22	2,21	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,70	0,00	0,73	16,44	27,86	19,34	0,055	0,340	
Trave 16d-25	5,05	2,88	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,82	0,00	0,59	16,44	27,86	19,34	0,068	0,344	
Trave 3-4	2,59	2,00	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,72	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,132	0,342	

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU																	
IdFnd	CS	L _x	L _y	Rtz	Z _{P.cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi							Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ				
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm²]	[N/mm²]		
Trave 25-21d	5,64	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,82	0,00	0,63	16,44	27,86	19,34	0,062	0,348	NON	
Trave 24-25	7,05	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,56	0,00	0,82	16,44	27,86	19,34	0,047	0,328	NON	
Trave 33-22d	6,37	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,82	0,00	0,67	16,44	27,86	19,34	0,055	0,353	NON	
Trave 32-33	7,51	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,54	0,00	0,83	16,44	27,86	19,34	0,043	0,326	NON	
Trave 37-25d	6,85	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,80	0,00	0,67	16,44	27,86	19,34	0,051	0,348	NON	
Trave 36-37	8,22	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,54	0,00	0,83	16,44	27,86	19,34	0,040	0,326	NON	
Trave 47-37d	4,64	2,53	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,90	0,00	0,62	16,44	27,86	19,34	0,078	0,360	NON	
Trave 46-47	6,86	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,83	16,44	27,86	19,34	0,048	0,326	NON	
Trave 47-53	5,89	4,52	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,46	0,00	0,87	16,44	27,86	19,34	0,054	0,318	NON	
Trave 13d-14d	14,43	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,51	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,022	0,310	NON	
Trave 16d-15d	14,73	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,54	0,00	0,74	16,44	27,86	19,34	0,022	0,317	NON	
Trave 13d-16d	11,17	3,70	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,25	0,00	0,63	16,44	27,86	19,34	0,023	0,259	NON	
Trave 20-16d	4,28	3,60	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,82	0,00	0,66	16,44	27,86	19,34	0,082	0,351	NON	
Trave 7d-5	1,87	1,83	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,61	0,00	0,78	16,44	27,86	19,34	0,177	0,332	NON	
Trave 1d-2	6,31	3,83	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,56	0,00	0,68	16,44	27,86	19,34	0,050	0,313	NON	
Trave 7d-13d	13,42	3,70	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,47	0,00	0,81	16,44	27,86	19,34	0,023	0,312	NON	
Trave 12-13d	4,32	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,68	0,00	0,75	16,44	27,86	19,34	0,078	0,338	NON	
Trave 1d-7d	13,25	4,04	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,44	0,00	0,81	16,44	27,86	19,34	0,023	0,308	NON	
Trave 4-7d	2,09	1,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,59	0,00	0,79	16,44	27,86	19,34	0,158	0,330	NON	
Trave 1-1d	7,07	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,66	0,00	0,74	16,44	27,86	19,34	0,047	0,334	NON	
Trave 41-42	2,99	4,52	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,48	0,00	0,85	16,44	27,86	19,34	0,107	0,319	NON	
Trave 42-43	4,71	5,35	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,45	0,00	0,87	16,44	27,86	19,34	0,067	0,316	NON	
Trave 40-41	3,39	4,69	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,45	0,00	0,85	16,44	27,86	19,34	0,092	0,313	NON	
Trave 39-40	3,09	3,11	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,53	0,00	0,79	16,44	27,86	19,34	0,104	0,321	NON	
Trave 38-39	4,38	5,44	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,45	0,00	0,82	16,44	27,86	19,34	0,071	0,312	NON	
Trave 29-30	3,03	4,51	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,48	0,00	0,85	16,44	27,86	19,34	0,105	0,319	NON	
Trave 30-31	5,15	5,35	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,44	0,00	0,88	16,44	27,86	19,34	0,061	0,314	NON	
Trave 26-27	4,03	5,43	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,49	0,00	0,82	16,44	27,86	19,34	0,078	0,316	NON	
Trave 28-29	3,44	4,69	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,50	0,00	0,85	16,44	27,86	19,34	0,094	0,322	NON	
Trave 27-28	2,94	3,11	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,61	0,00	0,77	16,44	27,86	19,34	0,113	0,331	NON	
Trave 21-22	5,79	5,53	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,85	16,44	27,86	19,34	0,054	0,311	NON	
Trave 16-17	5,16	4,84	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,44	0,00	0,86	16,44	27,86	19,34	0,061	0,314	NON	
Trave 14-15	3,31	1,91	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,79	0,00	0,67	16,44	27,86	19,34	0,105	0,347	NON	
Trave 15-16	3,99	3,12	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,58	0,00	0,78	16,44	27,86	19,34	0,082	0,326	NON	
Trave 13-14	4,72	3,63	1,40	0,00	1,20	-	NON	1,57	0,00	0,79	16,44	27,86	19,34	0,069	0,326	NON	

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU																
Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{P.cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]							[N/mm²]	[N/mm²]		
Trave 17-18	4,45	4,37	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,48	0,00	0,85	16,44	27,86	19,34	0,072	0,319	O
Trave 18-19	4,54	5,35	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,46	0,00	0,86	16,44	27,86	19,34	0,069	0,316	N
Trave 29d-P8	16,74	5,38	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,45	0,00	0,89	64,20	75,31	109,4 1	0,112	1,879	N
Trave 5e-19	4,61	3,55	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,72	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,074	0,342	N
Trave 31-43	6,60	6,20	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,41	0,00	0,90	16,44	27,86	19,34	0,047	0,313	N
Trave 19-31	6,81	6,58	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,39	0,00	0,91	16,44	27,86	19,34	0,046	0,311	N
Trave 42-59	4,36	6,67	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,36	0,00	0,88	16,44	27,86	19,34	0,070	0,303	N
Trave 4e-18	3,36	3,55	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,73	0,00	0,69	16,44	27,86	19,34	0,101	0,340	N
Trave 30-42	5,02	6,25	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,37	0,00	0,86	16,44	27,86	19,34	0,060	0,303	N
Trave 18-30	4,45	6,58	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,36	0,00	0,86	16,44	27,86	19,34	0,068	0,301	N
Trave 17-29	3,63	6,78	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,41	0,00	0,87	16,44	27,86	19,34	0,085	0,310	N
Trave 29-41	3,97	6,00	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,41	0,00	0,89	16,44	27,86	19,34	0,079	0,312	N
Trave P3-17	2,09	3,40	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,63	0,00	0,78	16,44	27,86	19,34	0,160	0,335	N
Trave 40-57	4,43	6,73	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,45	0,00	0,86	16,44	27,86	19,34	0,071	0,315	N
Trave 28-35	3,57	3,15	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,60	0,00	0,80	16,44	27,86	19,34	0,093	0,332	N
Trave 35-40	3,04	3,05	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,59	0,00	0,79	16,44	27,86	19,34	0,108	0,330	N
Trave 9-16	3,82	3,70	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,72	0,00	0,73	16,44	27,86	19,34	0,090	0,343	N
Trave 23-28	3,42	2,83	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,60	0,00	0,78	16,44	27,86	19,34	0,097	0,330	N
Trave 16-23	3,97	3,75	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,51	0,00	0,82	16,44	27,86	19,34	0,081	0,320	N
Trave 51-56	2,78	2,38	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,86	0,00	0,64	16,44	27,86	19,34	0,128	0,355	N
Trave 22-27	2,72	2,88	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,64	0,00	0,74	16,44	27,86	19,34	0,122	0,331	N
Trave 15-22	4,74	3,90	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,48	0,00	0,81	16,44	27,86	19,34	0,066	0,315	N
Trave 8-15	4,94	3,55	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,65	0,00	0,75	16,44	27,86	19,34	0,068	0,335	N
Trave 22-23	3,71	3,11	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,56	0,00	0,79	16,44	27,86	19,34	0,087	0,324	N
Trave 7-14	4,01	3,70	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,70	0,00	0,71	16,44	27,86	19,34	0,084	0,338	N
Trave 48-49	9,15	1,91	0,80	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,74	0,00	0,79	64,20	75,31	109,4 1	0,193	1,761	N
Trave 43-60	6,42	6,58	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,37	0,00	0,88	16,44	27,86	19,34	0,047	0,304	N
Trave 6-7	2,35	3,49	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,74	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,147	0,345	N
Trave 7-8	3,55	1,94	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,89	0,00	0,63	16,44	27,86	19,34	0,101	0,359	N
Trave 8-9	4,31	3,11	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,58	0,00	0,81	16,44	27,86	19,34	0,076	0,330	N
Trave 9-P3	5,03	4,69	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,47	0,00	0,87	16,44	27,86	19,34	0,064	0,320	N
Trave 2e-3e	13,61	5,35	1,00	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,31	0,00	0,84	16,44	27,86	19,34	0,019	0,265	N
Trave 27d-45	1,85	2,07	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,58	0,00	0,76	16,44	27,86	19,34	0,176	0,325	N
Trave P9-P10	3,74	14,34	1,00	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,31	0,00	0,97	16,44	27,86	19,34	0,074	0,275	N

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU																
Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{P.cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]		per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
														[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Trave 35-7e	3,56	4,13	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,70	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,095	0,339	N
Trave 4e-5e	12,93	5,35	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,37	0,00	0,84	16,44	27,86	19,34	0,023	0,300	N
Trave 9e-51	1,89	2,39	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,63	0,00	0,74	16,44	27,86	19,34	0,174	0,329	N
Trave 34-38	13,19	3,05	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,66	0,00	0,81	64,20	75,31	109,41	0,150	1,981	N
Trave 26-34	12,91	3,15	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,64	0,00	0,82	64,20	75,31	109,41	0,153	1,970	N
Trave 21-26	12,29	2,89	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,68	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,162	1,988	N
Trave 11-13	13,72	1,95	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,91	0,00	0,71	64,20	75,31	109,41	0,153	2,101	N
Trave 13-21	12,43	3,70	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,84	64,20	75,31	109,41	0,156	1,938	N
Trave 58-59	3,01	4,51	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,51	0,00	0,77	16,44	27,86	19,34	0,105	0,315	N
Trave 56-57	2,96	3,16	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,58	0,00	0,81	16,44	27,86	19,34	0,111	0,330	N
Trave 57-58	2,38	4,64	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,50	0,00	0,86	16,44	27,86	19,34	0,136	0,322	N
Trave 30d-50d	4,68	5,35	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,40	0,00	0,92	16,44	27,86	19,34	0,061	0,286	N
Trave 59-60	4,09	5,35	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,77	16,44	27,86	19,34	0,070	0,288	N
Trave P2-2e	5,55	4,51	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,46	0,00	0,86	16,44	27,86	19,34	0,052	0,291	N
Trave P3-4e	9,28	4,51	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,49	0,00	0,85	16,44	27,86	19,34	0,034	0,319	N
Trave 2e-4e	14,57	0,85	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,67	0,00	0,75	16,44	27,86	19,34	0,023	0,338	N
Trave 39-45	1,94	1,37	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,86	0,00	0,63	16,44	27,86	19,34	0,183	0,354	N
Trave 29d-44	8,83	2,63	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,66	0,00	0,76	16,44	27,86	19,34	0,038	0,337	N
Trave P6-50	11,22	2,20	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,68	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,161	1,809	N
Trave P1-20d	5,75	11,08	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,96	16,44	27,86	19,34	0,048	0,277	N
Trave 49-50	8,09	1,71	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,94	0,00	0,70	64,20	75,31	109,41	0,242	1,956	N
Trave 6-11	12,94	1,75	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	2,17	0,00	0,60	64,20	75,31	109,41	0,172	2,225	N
Trave 5d-P2	3,75	13,40	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,97	16,44	27,86	19,34	0,074	0,276	N
Trave 20d-30d	6,63	7,56	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,94	16,44	27,86	19,34	0,042	0,282	N
Trave 44-27d	2,21	0,79	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,38	0,00	0,92	16,44	27,86	19,34	0,141	0,311	N
Trave 34-35	6,38	8,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,37	0,00	0,91	16,44	27,86	19,34	0,048	0,309	N

LEGENDA:

Id_{Fnd}	Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
CS	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
L_{x/y}	Dimensioni dell'elemento di fondazione.
R_{tz}	Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
Z_{P.cmp}	Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
Z_{Fid}	Profondità della falda dal piano campagna.
Cmp T	Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
C.	Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
Terzaghi	
hi	
Q_{Ed}	Carico di progetto sul terreno.
Q_{Rd}	Resistenza di progetto del terreno.
R_f	[SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLD

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD																
Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p.cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Trave 1-3	37,74	4,04	1,40	0,00	4,00	-	NON Coesivo	1,50	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,029	1,081	N
Trave 36-46	11,57	2,26	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,67	16,44	27,86	19,34	0,034	0,396	N
Trave 12-20	8,77	3,70	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,33	0,00	0,71	16,44	27,86	19,34	0,041	0,358	N
Trave 3-10	9,42	1,75	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,73	0,00	0,55	16,44	27,86	19,34	0,044	0,416	N
Trave 24-32	11,86	3,10	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,032	0,379	N
Trave 20-24	8,35	2,88	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,48	0,00	0,65	16,44	27,86	19,34	0,045	0,380	N
Trave 32-36	11,85	3,10	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,45	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,032	0,383	N
Trave 10-12	7,97	1,95	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,65	0,00	0,57	16,44	27,86	19,34	0,051	0,403	N
Trave 2-6d	10,09	3,25	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,61	16,44	27,86	19,34	0,039	0,392	N
Trave 53-51d	7,70	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,76	0,00	0,53	16,44	27,86	19,34	0,054	0,418	N
Trave 52-53	10,31	3,66	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,70	16,44	27,86	19,34	0,037	0,378	N
Trave 46-52	12,17	4,33	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,37	0,00	0,77	16,44	27,86	19,34	0,031	0,375	N
Trave 25-33	12,01	3,10	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,032	0,381	N
Trave 33-37	12,47	3,10	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,44	0,00	0,71	16,44	27,86	19,34	0,031	0,381	N
Trave 37-47	11,14	2,21	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,67	16,44	27,86	19,34	0,036	0,397	N
Trave 16d-25	9,18	2,88	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,61	0,00	0,56	16,44	27,86	19,34	0,043	0,393	N
Trave 3-4	4,82	2,00	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,65	0,00	0,60	16,44	27,86	19,34	0,084	0,407	N
Trave 25-21d	10,13	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,63	0,00	0,59	16,44	27,86	19,34	0,040	0,402	N
Trave 24-25	12,04	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,74	16,44	27,86	19,34	0,032	0,382	N
Trave 33-22d	11,20	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,63	0,00	0,62	16,44	27,86	19,34	0,036	0,407	N
Trave 32-33	12,63	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,41	0,00	0,75	16,44	27,86	19,34	0,030	0,379	N
Trave 37-25d	11,89	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,61	0,00	0,62	16,44	27,86	19,34	0,034	0,402	N
Trave 36-37	13,62	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,41	0,00	0,75	16,44	27,86	19,34	0,028	0,380	N
Trave 47-37d	8,71	2,53	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,75	0,00	0,56	16,44	27,86	19,34	0,048	0,421	N
Trave 46-47	11,69	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,42	0,00	0,75	16,44	27,86	19,34	0,033	0,380	N
Trave 47-53	9,66	4,52	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,35	0,00	0,78	16,44	27,86	19,34	0,038	0,371	N
Trave 13d-14d	22,05	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,40	0,00	0,65	16,44	27,86	19,34	0,017	0,365	N
Trave 16d-15d	22,46	2,73	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,42	0,00	0,67	16,44	27,86	19,34	0,017	0,372	N
Trave 13d-16d	17,08	3,70	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,16	0,00	0,57	16,44	27,86	19,34	0,018	0,305	N
Trave 20-16d	7,91	3,60	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,60	0,00	0,63	16,44	27,86	19,34	0,051	0,401	N
Trave 7d-5	3,32	1,83	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,51	0,00	0,68	16,44	27,86	19,34	0,117	0,390	N
Trave 1d-2	9,79	3,83	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,45	0,00	0,62	16,44	27,86	19,34	0,038	0,370	N
Trave 7d-13d	20,30	3,70	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,72	16,44	27,86	19,34	0,018	0,362	N
Trave 12-13d	7,37	3,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,52	0,00	0,69	16,44	27,86	19,34	0,053	0,392	N

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD																	
Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{P.cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi							Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ				
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Trave 23-28	6,13	2,83	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,47	0,00	0,70	16,44	27,86	19,34	0,063	0,385	O	
Trave 16-23	6,96	3,75	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,39	0,00	0,74	16,44	27,86	19,34	0,054	0,374	N	
Trave 51-56	5,09	2,38	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,75	0,00	0,55	16,44	27,86	19,34	0,083	0,420	O	
Trave 22-27	4,79	2,88	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,50	0,00	0,66	16,44	27,86	19,34	0,081	0,386	N	
Trave 15-22	8,16	3,90	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,36	0,00	0,73	16,44	27,86	19,34	0,045	0,368	O	
Trave 8-15	8,24	3,55	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,52	0,00	0,68	16,44	27,86	19,34	0,047	0,391	N	
Trave 22-23	6,60	3,11	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,43	0,00	0,71	16,44	27,86	19,34	0,057	0,379	O	
Trave 7-14	6,62	3,70	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,57	0,00	0,64	16,44	27,86	19,34	0,060	0,396	N	
Trave 48-49	15,77	1,91	0,80	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,66	0,00	0,73	64,20	75,31	109,4 1	0,135	2,130	O	
Trave 43-60	10,35	6,58	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,26	0,00	0,79	16,44	27,86	19,34	0,034	0,355	N	
Trave 6-7	4,15	3,49	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,57	0,00	0,66	16,44	27,86	19,34	0,096	0,400	O	
Trave 7-8	5,97	1,94	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,71	0,00	0,59	16,44	27,86	19,34	0,070	0,416	N	
Trave 8-9	6,91	3,11	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,45	0,00	0,73	16,44	27,86	19,34	0,056	0,385	O	
Trave 9-P3	7,89	4,69	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,36	0,00	0,78	16,44	27,86	19,34	0,047	0,374	N	
Trave 2e-3e	20,90	5,35	1,00	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,21	0,00	0,77	16,44	27,86	19,34	0,015	0,313	O	
Trave 27d-45	3,51	2,07	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,48	0,00	0,67	16,44	27,86	19,34	0,109	0,384	N	
Trave P9-P10	6,01	14,34	1,00	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,20	0,00	0,87	16,44	27,86	19,34	0,053	0,321	O	
Trave 35-7e	6,23	4,13	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,54	0,00	0,66	16,44	27,86	19,34	0,063	0,393	N	
Trave 4e-5e	19,77	5,35	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,27	0,00	0,76	16,44	27,86	19,34	0,018	0,353	O	
Trave 9e-51	3,90	2,39	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,56	0,00	0,62	16,44	27,86	19,34	0,101	0,393	N	
Trave 34-38	22,71	3,05	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,57	0,00	0,75	64,20	75,31	109,4 1	0,105	2,387	O	
Trave 26-34	22,40	3,15	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,56	0,00	0,76	64,20	75,31	109,4 1	0,106	2,381	N	
Trave 21-26	22,27	2,89	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,59	0,00	0,75	64,20	75,31	109,4 1	0,108	2,397	O	
Trave 11-13	23,72	1,95	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,81	0,00	0,66	64,20	75,31	109,4 1	0,107	2,536	N	
Trave 13-21	21,47	3,70	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,49	0,00	0,79	64,20	75,31	109,4 1	0,109	2,335	O	
Trave 58-59	5,05	4,51	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,40	0,00	0,70	16,44	27,86	19,34	0,073	0,371	N	
Trave 56-57	4,95	3,16	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,45	0,00	0,73	16,44	27,86	19,34	0,078	0,385	O	
Trave 57-58	4,12	4,64	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,37	0,00	0,77	16,44	27,86	19,34	0,091	0,376	N	
Trave 30d-50d	7,32	5,35	1,00	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,28	0,00	0,83	16,44	27,86	19,34	0,046	0,333	O	
Trave 59-60	6,85	5,35	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,24	0,00	0,70	16,44	27,86	19,34	0,049	0,339	N	
Trave P2-2e	10,03	4,51	1,00	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,33	0,00	0,77	16,44	27,86	19,34	0,034	0,337	O	
Trave P3-4e	14,35	4,51	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,36	0,00	0,76	16,44	27,86	19,34	0,026	0,372	N	
Trave 2e-4e	22,13	0,85	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,54	0,00	0,68	16,44	27,86	19,34	0,018	0,395	O	
Trave 39-45	3,46	1,37	1,40	0,00	1,20	-	Coesivo NON	1,72	0,00	0,56	16,44	27,86	19,34	0,120	0,416	N	

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD																
Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{P.cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Trave 29d-44	14,23	2,63	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,52	0,00	0,69	16,44	27,86	19,34	0,028	0,392	NON NON NON NON NON NON NON NON NON
Trave P6-50	18,16	2,20	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,60	0,00	0,75	64,20	75,31	109,4 1	0,120	2,189	
Trave P1-20d	8,71	11,08	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,21	0,00	0,87	16,44	27,86	19,34	0,037	0,323	
Trave 49-50	13,43	1,71	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,89	0,00	0,63	64,20	75,31	109,4 1	0,179	2,400	
Trave 6-11	24,26	1,75	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	2,01	0,00	0,58	64,20	75,31	109,4 1	0,110	2,659	
Trave 5d-P2	6,06	13,40	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,21	0,00	0,87	16,44	27,86	19,34	0,053	0,322	
Trave 20d-30d	10,04	7,56	1,00	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,25	0,00	0,85	16,44	27,86	19,34	0,033	0,328	
Trave 44-27d	4,16	0,79	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,29	0,00	0,81	16,44	27,86	19,34	0,087	0,364	
Trave 34-35	10,50	8,65	1,40	0,00	1,20	-	NON Coesivo	1,26	0,00	0,82	16,44	27,86	19,34	0,034	0,360	

LEGENDA:

Id_{Fnd}	Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
CS	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
L_{x/y}	Dimensioni dell'elemento di fondazione.
R_{tz}	Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
Z_{P.cmp}	Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
Z_{Fid}	Profondità della falda dal piano campagna.
Cmp T	Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
C.	Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
Terzaghi	
hi	
Q_{Ed}	Carico di progetto sul terreno.
Q_{Rd}	Resistenza di progetto del terreno.
R_f	[SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

7 - STIMA DEI CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI

I cedimenti delle fondazioni superficiali sono il risultato (l'integrale) delle deformazioni verticali del terreno sottostante la fondazione. Queste deformazioni sono conseguenti ad un'alterazione dello stato di tensione nel sottosuolo imputabile a vari motivi quali il carico trasmesso dalle strutture di fondazione, variazioni del regime delle pressioni neutre nel sottosuolo, vibrazioni indotte, scavi eseguiti nei pressi della fondazione.

Nel calcolo eseguito dal software vengono stimati i cedimenti prodotti dai carichi trasmessi dalla fondazione, che sono sempre presenti, e ne è stata valutata l'ammissibilità in condizioni di esercizio.

7.1 Calcolo dell'incremento delle tensioni

Gli incrementi di tensione indotti nel sottosuolo, dai carichi applicati in superficie, sono stati valutati mediante la teoria di Boussinesq, che definisce lo stato di tensione e deformazione indotto in un semispazio elastico da una forza concentrata P agente normalmente al suo piano limite (figura sottostante).

Gli incrementi di tensione nel sottosuolo, che generano i cedimenti, espressi in un sistema di coordinate cilindriche θ, z, r , sono determinate attraverso le seguenti relazioni:

$$\sigma_z = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{z^3}{R^5}$$

$$\sigma_r = -\frac{P}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \left[-\frac{3 \cdot r^2 \cdot z}{R^3} + \frac{(1 - 2 \cdot \nu) \cdot R}{(R + z)} \right]$$

$$\tau_{rz} = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{z^2 \cdot r}{R^5}$$

$$\sigma_\theta = -\frac{(1 - 2 \cdot \nu) \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \left[\frac{z}{R} - \frac{R}{(R + z)} \right]$$

dove $R = \sqrt{r^2 + z^2}$.

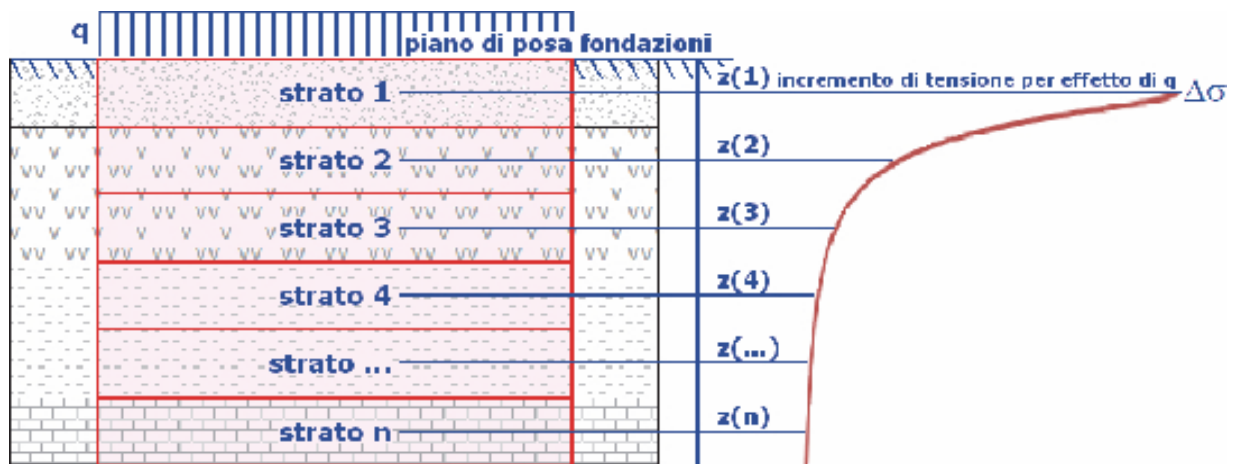
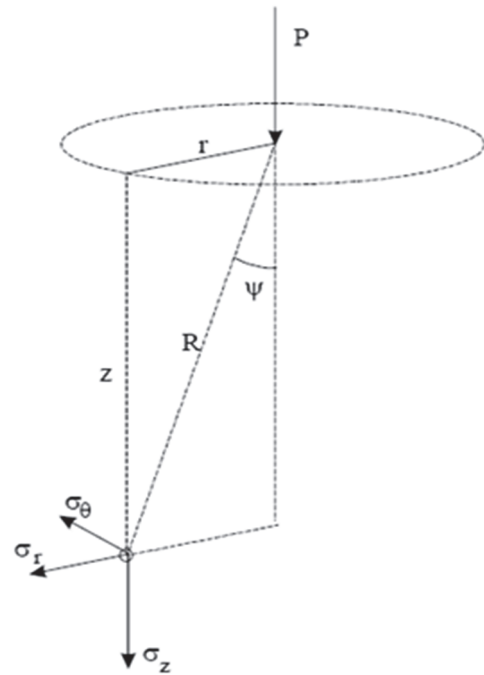
I valori delle tensioni radiali σ_r e tangenti σ_θ , proiettati sugli assi X e Y , diventano:

$$\sigma_x = \sigma_r \cdot \cos(\alpha) - \sigma_\theta \cdot \sin(\alpha);$$

$$\sigma_y = \sigma_r \cdot \sin(\alpha) + \sigma_\theta \cdot \cos(\alpha);$$

dove α è l'angolo formato dal raggio r con l'asse X .

Gli incrementi di tensione sono stati calcolati, per ogni combinazione di carico allo SLE e allo SLD, al centro di strati elementari (substrati) con cui si è discretizzato il sottosuolo in corrispondenza di ogni verticale di calcolo (vedi figura sottostante). L'altezza adottata per il substrato è di 100 cm.



Distribuzione delle forze al contatto del piano di posa

Per poter affrontare il problema in maniera generale, l'area di impronta della fondazione viene discretizzata in areole elementari sufficientemente piccole e si sostituisce all'azione ripartita, competente ad ogni singola areola, un'azione concentrata equivalente. Il terreno a contatto con la fondazione viene corrispondentemente discretizzato in elementi elastici, detti bounds, che lavorano nelle tre direzioni principali XYZ. Le fondazioni trasmettono agli elementi bounds le azioni provenienti dal calcolo in elevazione e su tale modello il solutore determina le azioni F_x, F_y, F_z agenti sul singolo bound. Inizialmente si ritiene il bound elastico e bidirezionale, ossia reagente anche a trazione, e in tale ipotesi viene condotto un calcolo lineare. Se, per effetto di eccentricità, si hanno bounds reagenti a trazione, si ridefinisce il legame costitutivo nell'ipotesi di assenza di resistenza a trazione e si effettua un calcolo NON lineare in cui sono definite aree di contatto parzializzate e vengono esclusi i bounds a trazione.

Attraverso questo procedimento, effettuato per tutte le combinazioni di carico, sono note le reazioni dei bounds compressi e quindi le forze (F_z) da cui calcolare gli incrementi di tensione nel sottosuolo in una serie di punti significativi.

Per ogni verticale in cui si è calcolato il cedimento, l'incremento di tensione nel sottosuolo è stato calcolato sommando gli effetti di tutte le forze elementari.

Inoltre, è stato considerato il decremento di tensione dovuto allo scavo, in modo da sottrarre all'intensità del carico applicato il valore della tensione litostatica agente sul piano di posa prima della realizzazione della fondazione.

7.2 Calcolo dei cedimenti

Noti gli incrementi di tensione nei vari strati, per il calcolo dei cedimenti viene adottato il metodo edometrico di Terzaghi, distinguendo tra terreni a grana grossa e terreni a grana fine.

• Terreni a grana grossa

Per questi terreni i cedimenti si estinguono immediatamente per cui il cedimento iniziale (w_0) coincide con quello finale (w_f).

In tal caso, per il calcolo del cedimento, sarebbe indispensabile far ricorso a procedimenti empirici che utilizzano i risultati di prove in sito.

Viste le difficoltà e l'incertezza nella stima di specifici parametri geotecnici, il cedimento è stato valutato utilizzando il metodo edometrico.

• Terreni a grana fina

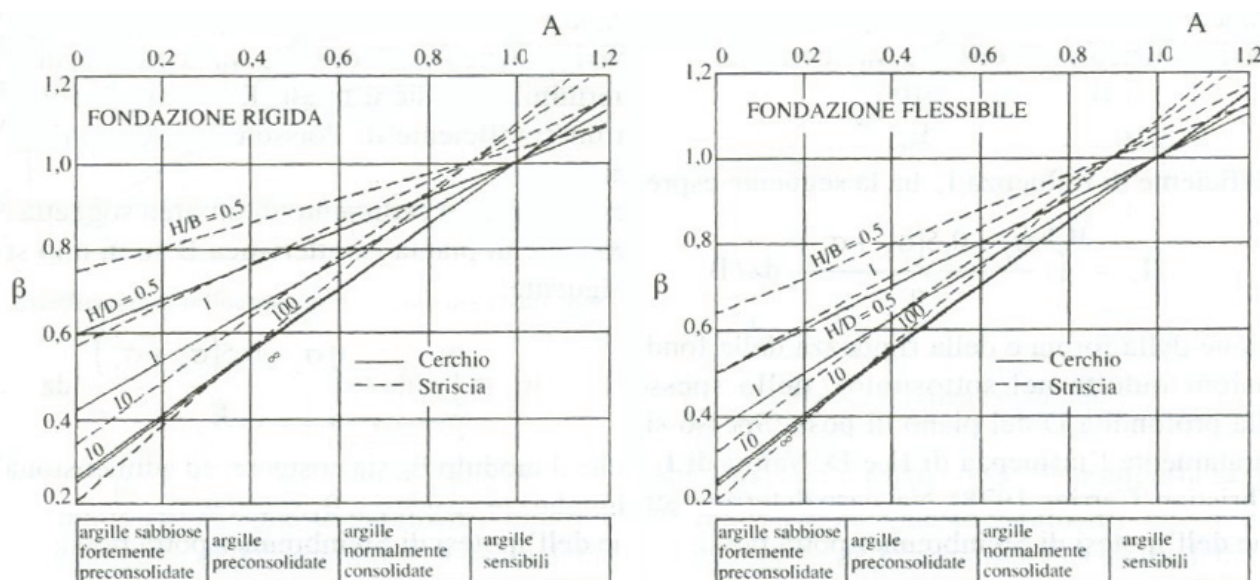
Il metodo edometrico fornisce il cedimento a lungo termine, NON consentendo di valutare il cedimento iniziale. Calcolato l'incremento di tensioni $\Delta\sigma$ nei vari strati, ognuno di spessore H_i e modulo $E_{ed,i}$, il cedimento edometrico risulta pari a:

$$w_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma_i}{E_{ed,i}} \cdot H_i$$

Per la stima del cedimento di consolidazione si utilizza il metodo di Skempton e Bjerrum che esprime tale cedimento come un'aliquota di quello edometrico, pertanto:

$$w_c = \beta \cdot w_{ed}$$

I valori del coefficiente β sono riportati in grafici in funzione della rigidezza della fondazione, della forma della fondazione, dello spessore dello strato deformabile e del coefficiente di Skempton "A" (vedi figura sottostante).



Il coefficiente "A" di Skempton può essere ricavato in funzione del grado di consolidazione del terreno come indicato nella seguente tabella.

Grado di consolidazione del terreno	$A_{Skempton}$
basso	$0,75 \div 1,50$
normale	$0,50 \div 1,00$
poco sovraconsolidato	$0,20 \div 0,50$
molto sovraconsolidato	$0,00 \div 0,25$

Il software utilizza il valore medio degli intervalli indicati. Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Il cedimento iniziale w_0 è calcolato con la teoria dell'elasticità in termini di tensioni totali secondo la seguente espressione:

$$w_0 = \frac{q \cdot B}{E_u} \cdot I_w$$

in cui:

- E_u è il modulo di elasticità NON drenato;
- q è il carico (medio ripartito) sulla fondazione;
- B è la larghezza caratteristica della fondazione,
- I_w è il coefficiente di influenza.

Il coefficiente di influenza I_w ha la seguente espressione:

$$I_w = \int_0^{H/B} \frac{\sigma_z - 0.5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y)}{q} dz/B$$

in cui H è lo spessore dello strato deformabile e le σ_x e σ_y sono calcolate con un coefficiente di Poisson che, in condizioni NON drenate, è assunto pari a 0,5.

Il modulo di elasticità NON drenato di un terreno può essere ricavato dalla seguente tabella in cui è messo in relazione con la coesione NON drenata (c_u), l'indice di plasticità (I_p) e il grado di consolidazione del terreno (OCR). Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Rapporto $K_u = (E_u/c_u)$			
Grado di consolidazione del terreno (OCR)	$I_p < 0,3$	$0,3 < I_p < 0,5$	$I_p > 0,5$
basso/normale (< 3)	800	400	200
poco sovraconsolidato (da 3 a 5)	500	300	150
molto sovraconsolidato (> 5)	300	200	100

Il cedimento finale è pari a:

$$w_f = w_0 + w_c.$$

7.3 Calcolo delle distorsioni angolari

Noti i cedimenti in un certo numero di punti significativi, è possibile calcolare le distorsioni angolari (β) come:

$$\beta_{ij} = \Delta w_{ij}/L_{ij};$$

dove:

- Δw_{ij} : cedimento differenziale tra i punti i e j ;
- L_{ij} : distanza tra la coppia di punti i e j .

Sia nel tabulato che nelle tabelle seguenti, per comodità di lettura, sono riportati i valori inversi delle distorsioni angolari, confrontati con il valore inverso della distorsione ammissibile compatibile con la funzionalità dell'intera opera.

GEOTECNICA - VERIFICHE DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI

Geotecnica - Verifiche dei cedimenti differenziali				
Id_w	$Id_{\Delta w}$	$(L/\Delta w)_{i-f}$	$(L/\Delta w)_{lim}$	CS
001	C0009-C0023	3.320,51	200	16,60
002	C0230-C0074	7.507,27	200	37,54
003	C0074-C0075	19.235,03	200	96,18
004	C0075-C0076	17.729,39	200	88,65
005	C0076-C0070	20.979,20	200	NS
006	C0070-C0071	NS	200	NS
007	C0071-C0073	5.050,38	200	25,25
008	C0003-C0026	2.686,90	200	13,43
009	C0068-C0066	8.142,24	200	40,71
010	C0066-C0064	2.781,79	200	13,91
011	C0064-C0060	NS	200	NS
012	C0060-C0061	9.324,60	200	46,62
013	C0061-C0063	6.012,67	200	30,06
014	C0172-C0145	2.813,84	200	14,07
015	C0145-C0247	2.485,76	200	12,43

Geotecnica - Verifiche dei cedimenti differenziali				
Idw	Id _{Δw}	(L/ΔW) _{i-f}	(L/ΔW) _{lim}	CS
016	C0247-C0177	2.614,29	200	13,07
017	C0177-C0179	2.888,13	200	14,44
018	C0179-C0088	3.282,19	200	16,41
019	C0088-C0182	5.058,48	200	25,29
020	C0182-C0080	3.722,75	200	18,61
021	C0080-C0176	5.140,16	200	25,70
022	C0176-C0074	2.977,56	200	14,89
023	C0074-C0171	4.728,20	200	23,64
024	C0171-C0166	2.713,36	200	13,57
025	C0166-C0168	2.802,19	200	14,01
026	C0168-C0068	1.395,13	200	6,98
027	C0068-C0094	1.660,46	200	8,30
028	C0094-C0095	1.638,11	200	8,19
029	C0133-C0085	3.744,40	200	18,72
030	C0085-C0081	5.882,85	200	29,41
031	C0081-C0075	5.136,16	200	25,68
032	C0075-C0066	3.026,78	200	15,13
033	C0066-C0158	982,51	200	4,91
034	C0158-C0127	2.148,71	200	10,74
035	C0127-C0128	2.569,87	200	12,85
036	C0121-C0082	4.694,18	200	23,47
037	C0082-C0123	3.684,65	200	18,42
038	C0123-C0076	15.454,61	200	77,27
039	C0076-C0118	7.808,92	200	39,04
040	C0118-C0064	8.184,09	200	40,92
041	C0064-C0116	15.080,46	200	75,40
042	C0002-C0031	1.131,97	200	5,66
043	C0031-C0054	5.388,44	200	26,94
044	C0054-C0032	1.506,82	200	7,53
045	C0183-C0172	20.029,13	200	NS
046	C0172-C0145	2.813,84	200	14,07
047	C0145-C0147	21.673,33	200	NS
048	C0147-C0137	7.802,37	200	39,01
049	C0137-C0150	4.249,91	200	21,25
050	C0150-C0133	10.913,66	200	54,57
051	C0133-C0153	15.328,72	200	76,64
052	C0153-C0121	7.305,10	200	36,53
053	C0121-C0156	NS	200	NS
054	C0156-C0112	2.978,01	200	14,89
055	C0112-C0205	920,29	200	4,60
056	C0205-C0157	2.853,27	200	14,27
057	C0157-C0163	928,01	200	4,64
058	C0163-C0164	2.901,53	200	14,51
059	C0005-C0047	3.952,69	200	19,76
060	C0088-C0084	36.614,71	200	NS
061	C0084-C0085	9.482,76	200	47,41
062	C0085-C0082	14.815,80	200	74,08
063	C0082-C0083	5.584,60	200	27,92
064	C0083-C0091	32.989,32	200	NS
065	C0091-C0093	6.369,47	200	31,85
066	C0019-C0018	2.061,25	200	10,31
067	C0193-C0095	2.944,49	200	14,72
068	C0095-C0236	3.160,35	200	15,80
069	C0236-C0235	1.405,60	200	7,03
070	C0235-C0244	9.295,33	200	46,48
071	C0244-C0195	1.580,78	200	7,90
072	C0195-C0197	3.177,39	200	15,89
073	C0197-C0128	3.460,41	200	17,30
074	C0128-C0189	2.570,20	200	12,85
075	C0189-C0116	18.301,39	200	91,51
076	C0116-C0192	2.937,89	200	14,69
077	C0192-C0185	2.851,03	200	14,26
078	C0185-C0102	4.126,02	200	20,63
079	C0102-C0059	6.521,85	200	32,61
080	C0080-C0081	NS	200	NS
081	C0081-C0123	5.894,98	200	29,47
082	C0001-C0002	3.147,68	200	15,74
083	C0002-C0008	1.370,26	200	6,85
084	C0008-C0005	4.523,76	200	22,62
085	C0005-C0006	3.391,73	200	16,96

Geotecnica - Verifiche dei cedimenti differenziali				
Id _w	Id _{Δw}	(L/ΔW) _{i-f}	(L/ΔW) _{lim}	CS
086	C0006-C0009	7.457,78	200	37,29
087	C0009-C0010	6.229,79	200	31,15
088	C0010-C0003	8.686,61	200	43,43
089	C0003-C0004	8.313,55	200	41,57
090	C0004-C0019	3.028,90	200	15,14
091	C0137-C0084	3.464,31	200	17,32
092	C0205-C0112	920,29	200	4,60
093	C0112-C0114	6.806,68	200	34,03
094	C0114-C0083	2.462,48	200	12,31
095	C0083-C0070	12.921,98	200	64,61
096	C0070-C0060	9.434,25	200	47,17
097	C0060-C0200	17.700,58	200	88,50
098	C0200-C0202	NS	200	NS
099	C0202-C0185	2.648,24	200	13,24
100	C0185-C0252	582,14	200	2,91
101	C0252-C0160	668,98	200	3,34
102	C0157-C0163	928,01	200	4,64
103	C0163-C0091	7.135,08	200	35,68
104	C0091-C0071	14.386,20	200	71,93
105	C0071-C0061	43.130,49	200	NS
106	C0061-C0102	6.206,39	200	31,03
107	C0208-C0164	753,86	200	3,77
108	C0164-C0093	8.180,81	200	40,90
109	C0093-C0073	28.277,73	200	NS
110	C0073-C0063	19.906,34	200	99,53
111	C0063-C0059	6.568,18	200	32,84
112	C0054-C0047	3.158,66	200	15,79
113	C0047-C0048	3.819,11	200	19,10
114	C0048-C0023	4.214,17	200	21,07
115	C0023-C0024	4.651,75	200	23,26
116	C0024-C0026	6.911,33	200	34,56
117	C0026-C0028	9.894,07	200	49,47
118	C0028-C0018	4.255,89	200	21,28
119	C0001-C0017	4.199,38	200	21,00
120	C0004-C0028	2.594,74	200	12,97
121	C0139-C0215	NS	200	NS
122	C0215-C0214	NS	200	NS
123	C0214-C0217	NS	200	NS
124	C0217-C0219	NS	200	NS
125	C0219-C0142	NS	200	NS
126	C0006-C0048	4.492,54	200	22,46
127	C0010-C0024	2.880,47	200	14,40
128	C0166-C0118	14.331,15	200	71,66
129	C0094-C0212	909,02	200	4,55
130	C0212-C0158	939,67	200	4,70
131	C0219-C0223	NS	200	NS
132	C0223-C0222	NS	200	NS
133	C0183-C0230	3.282,18	200	16,41
134	C0230-C0198	3.467,59	200	17,34
135	C0198-C0193	2.029,92	200	10,15
136	C0193-C0159	933,91	200	4,67
137	C0140-C0222	NS	200	NS
138	C0159-C0161	3.464,75	200	17,32
139	C0161-C0160	3.964,62	200	19,82
140	C0166-C0118	14.331,15	200	71,66
141	C0139-C0141	NS	200	NS
142	C0141-C0140	NS	200	NS
143	C0205-C0172	15.708,71	200	78,54
144	C0172-C0183	20.029,13	200	NS

LEGENDA:

Id_w	Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).
Id_{Δw}	Identificativo del cedimento differenziale.
(L/ΔW)_{i-f}	Distorsione angolare ([NS] = Non Significativo - per valori di (L/ΔW) _{i-f} maggiori o uguali di 50.000).
(L/ΔW)_{lim}	Distorsione angolare limite.
CS	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

8 - VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione, F_d) e la resistenza (R_d), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza R_d della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

- 1) Componente dovuta all'attrito F_{RD1} , pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan \phi;$$

dove:

N_d = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;

ϕ = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

- 2) Componente dovuta all'adesione F_{RD2} , pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

A' = superficie efficace della base della fondazione;

c = coesione del terreno, pari alla coesione efficace (c') in condizioni drenate o alla coesione non drenata (c_u) in condizioni non drenate.

- 3) Componente dovuta all'affondamento F_{RD3} della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati.

Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna F_{Rd} , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento R_d , ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza γ_R relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza γ_R è stato assunto pari a **1,10** (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Sia nei "Tabulati di calcolo" che nella tabella seguente si riporta l'esito della suddetta verifica.

GEOTECNICA - VERIFICHE A SCORRIMENTO

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N_{Ed} [N]	M_{Ed} [N-m]	V_{Ed} [N]	F_{RD1} [N]	F_{RD2} [N]	F_{RD3} [N]	F_{RD} [N]	CS
Trave 1-3	B	192.280	-35.888	94.440	96893	0	292260	389154	4,12
	L	116.293	12.898	87.360	58602	0	72275	130877	1,50
Trave 36-46	B	149.351	-30.111	67.367	75261	0	27008	102268	1,52
	L	222.303	11.546	48.773	112022	0	11961	123984	2,54
Trave 12-20	B	191.896	-38.967	95.764	96700	0	46240	142940	1,49
	L	189.937	18.010	80.000	95713	0	12487	108200	1,35
Trave 3-10	B	88.708	-14.034	39.710	44702	0	21787	66489	1,67
	L	78.865	7.439	37.802	39741	0	12450	52192	1,38
Trave 24-32	B	177.826	-33.118	86.581	89610	0	38239	127848	1,48
	L	224.740	12.606	66.964	113250	0	12336	125586	1,88
Trave 20-24	B	161.909	-34.833	77.787	81589	0	35352	116941	1,50
	L	184.360	6.296	62.370	92902	0	12245	105148	1,69
Trave 32-36	B	183.371	-34.368	89.756	92404	0	38242	130646	1,46
	L	254.231	12.603	66.976	128111	0	12336	140447	2,10
Trave 10-12	B	115.999	-17.297	48.589	58454	0	24461	82915	1,71
	L	98.853	13.721	42.133	49814	0	12542	62356	1,48
Trave 2-6d	B	249.466	10.332	72.141	125710	0	39946	165656	2,30
	L	191.101	30.207	72.906	96299	0	12119	108418	1,49
Trave 53-51d	B	353.504	63.765	-62.098	178137	0	32183	210320	3,39
	L	220.220	23.545	79.246	110973	0	11412	122385	1,54
Trave 52-53	B	397.538	34.053	-80.378	200326	0	44446	244772	3,05
	L	213.345	16.121	103.801	107508	0	12034	119542	1,15

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N _{Ed} [N]	M _{Ed} [N·m]	V _{Ed} [N]	F _{RD1} [N]	F _{RD2} [N]	F _{RD3} [N]	F _{RD} [N]	CS
Trave 46-52	B	211.417	-40.896	119.319	106537	0	53418	159954	1,34
	L	232.837	-2.345	-57.502	117331	0	12350	129681	2,26
Trave 25-33	B	217.924	-23.112	86.578	109816	0	32014	141829	1,64
	L	243.425	16.367	67.916	122666	0	10328	132994	1,96
Trave 33-37	B	222.751	-24.082	89.760	112248	0	32017	144265	1,61
	L	269.040	16.403	67.926	135574	0	10328	145902	2,15
Trave 37-47	B	177.753	-17.543	65.875	89573	0	20783	110355	1,68
	L	228.117	6.117	48.377	114952	0	9413	124365	2,57
Trave 16d-25	B	190.832	-21.105	77.698	96164	0	29127	125290	1,61
	L	195.484	52.385	63.180	98508	0	10101	108609	1,72
Trave 3-4	B	75.430	12.199	-43.417	38010	0	20454	58465	1,35
	L	88.943	-13.462	44.952	44820	0	10228	55048	1,22
Trave 5-8d	B	57.535	5.594	-19.883	28993	0	9338	38330	1,93
	L	68.802	9.611	20.229	34671	0	10375	45046	2,23
Trave 25-21d	B	230.706	17.087	-60.211	116257	0	29068	145325	2,41
	L	222.180	4.075	74.945	111960	0	10636	122596	1,64
Trave 24-25	B	231.689	22.741	-79.407	116752	0	37831	154583	1,95
	L	206.823	-252	100.046	104222	0	10369	114591	1,15
Trave 33-22d	B	254.397	17.051	-60.210	128195	0	29070	157265	2,61
	L	226.648	4.681	77.729	114212	0	10637	124848	1,61
Trave 32-33	B	260.223	22.741	-79.412	131131	0	37831	168962	2,13
	L	212.181	466	103.777	106922	0	10368	117290	1,13
Trave 37-25d	B	278.081	17.048	-60.206	140130	0	29070	169200	2,81
	L	231.098	5.304	80.522	116454	0	10637	127091	1,58
Trave 36-37	B	288.753	22.748	-79.414	145508	0	37831	183339	2,31
	L	217.538	1.187	107.508	109621	0	10368	119989	1,12
Trave 47-37d	B	282.331	7.870	-55.974	142271	0	29068	171340	3,06
	L	224.369	-54.115	76.755	113063	0	11440	124504	1,62
Trave 46-47	B	309.455	14.677	-79.585	155940	0	37831	193771	2,43
	L	195.418	1.633	99.100	98475	0	10345	108820	1,10
Trave 47-53	B	311.868	-38.527	139.793	157156	0	46803	203959	1,46
	L	427.359	36.050	99.124	215354	0	10346	225699	2,28
Trave 13d-14d	B	183.539	17.012	-60.119	92488	0	29069	121557	2,02
	L	216.356	23.814	68.913	109026	0	10651	119677	1,74
Trave 16d-15d	B	212.170	15.670	-60.128	106916	0	29069	135985	2,26
	L	221.604	25.103	72.247	111670	0	10650	122320	1,69
Trave 13d-16d	B	245.304	-26.356	95.677	123613	0	40015	163628	1,71
	L	225.744	15.788	81.062	113756	0	10816	124572	1,54
Trave 20-16d	B	202.879	22.428	-78.406	102234	0	37831	140066	1,79
	L	199.664	-18.391	95.361	100614	0	10501	111115	1,17
Trave 7d-5	B	107.912	11.364	-40.242	54379	0	19731	74109	1,84
	L	128.729	7.747	41.110	64869	0	10787	75656	1,84
Trave 1d-2	B	162.843	28.796	-84.458	82059	0	43899	125959	1,49
	L	162.843	77.987	68.690	82059	0	11465	93524	1,36
Trave 49d-52	B	33.796	-1.493	5.979	17030	0	6781	23811	3,98
	L	30.374	5.223	12.640	15306	0	15072	30378	2,40
Trave 7d-13d	B	214.108	-23.244	84.780	107893	0	40023	147915	1,74
	L	189.790	15.842	81.074	95638	0	10816	106455	1,31
Trave 12-13d	B	169.056	22.740	-79.491	85190	0	37831	123022	1,55
	L	193.133	-18.096	92.233	97323	0	10358	107681	1,17
Trave 1d-7d	B	205.244	-24.314	89.026	103426	0	43050	146476	1,65
	L	161.651	4.811	88.604	81459	0	10646	92105	1,04
Trave 4-7d	B	86.771	10.088	-36.074	43725	0	17377	61102	1,69
	L	102.888	11.303	37.144	51847	0	10515	62362	1,68
Trave 1-1d	B	105.005	26.448	-79.527	52914	0	41544	94458	1,19
	L	112.005	-32.936	67.098	56441	0	11374	67815	1,01
Trave 60-12e	B	61.620	-8.349	9.519	31051	0	7448	38499	4,04
	L	58.183	-9.319	-6.813	29319	0	13847	43166	6,34
Trave 41-42	B	300.525	-37.392	73.473	151440	0	50852	202292	2,75
	L	277.772	-31.195	-46.352	139974	0	11098	151072	3,26
Trave 42-43	B	403.154	-17.085	91.459	203156	0	60473	263629	2,88
	L	359.889	24.865	-54.199	181354	0	11287	192641	3,55
Trave 40-41	B	264.816	-41.747	71.609	133445	0	52586	186031	2,60
	L	255.339	-44.207	-48.096	128670	0	11061	139731	2,91
Trave 39-40	B	159.473	-8.719	44.189	80361	0	35933	116294	2,63
	L	161.379	5.580	-31.435	81322	0	11553	92875	2,95
Trave 38-39	B	233.458	-18.044	72.803	117644	0	66951	184595	2,54
	L	253.620	-62.181	-54.954	127804	0	12318	140122	2,55
Trave 29-30	B	247.706	24.617	-62.615	124823	0	50852	175676	2,81

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N _{Ed} [N]	M _{Ed} [N-m]	V _{Ed} [N]	F _{RD1} [N]	F _{RD2} [N]	F _{RD3} [N]	F _{RD} [N]	CS
	L	259.397	-20.299	-35.096	130715	0	11250	141965	4,05
Trave 30-31	B	323.125	23.569	-80.944	162828	0	60473	223301	2,76
	L	337.402	26.833	-41.540	170023	0	11304	181326	4,37
Trave 26-27	B	238.207	-19.275	72.845	120037	0	67046	187083	2,57
	L	229.862	-54.492	-42.251	115831	0	12329	128160	3,03
Trave 28-29	B	268.461	-14.245	70.795	135282	0	52586	187868	2,65
	L	235.135	-46.484	-36.494	118489	0	11188	129677	3,55
Trave 27-28	B	161.994	-13.319	44.271	81632	0	35948	117580	2,66
	L	147.244	6.283	-24.220	74199	0	11537	85736	3,54
Trave 21-22	B	227.476	-16.357	74.154	114629	0	63823	178452	2,41
	L	207.073	-15.231	-36.945	104348	0	11525	115872	3,14
Trave 16-17	B	191.695	3.173	-61.640	96598	0	52586	149185	2,42
	L	212.918	17.602	-25.664	107293	0	10794	118087	4,60
Trave 14-15	B	87.253	-20.406	26.488	43968	0	19153	63121	2,38
	L	71.301	8.714	-10.240	35930	0	9884	45814	4,47
Trave 15-16	B	107.017	2.078	-36.595	53928	0	32836	86763	2,37
	L	120.285	-24.822	-16.578	60614	0	10435	71048	4,29
Trave 13-14	B	147.331	-18.372	48.520	74243	0	41558	115800	2,39
	L	124.382	-21.056	-19.160	62678	0	11444	74123	3,87
Trave 17-18	B	217.124	937	-60.999	109413	0	50852	160265	2,63
	L	238.553	-21.295	-23.198	120211	0	11549	131760	5,68
Trave 18-19	B	289.067	23.456	-80.945	145666	0	60473	206139	2,55
	L	314.799	-32.908	-28.187	158633	0	11304	169936	6,03
Trave 29d-P8	B	242.177	12.769	-62.910	184737	0	106443	291180	4,63
	L	196.369	29.804	-72.310	149794	0	19635	169429	2,34
Trave 5e-19	B	334.033	22.074	-21.029	168325	0	44201	212526	10,11
	L	218.426	52.233	56.242	110069	0	12463	122531	2,18
Trave 31-43	B	476.703	27.898	-55.428	240219	0	79594	319813	5,77
	L	464.660	9.103	98.296	234150	0	12838	246988	2,51
Trave 19-31	B	473.852	22.933	-42.901	238782	0	84707	323489	7,54
	L	445.974	7.701	104.366	224734	0	12867	237601	2,28
Trave 42-59	B	445.152	23.971	-75.879	224320	0	78861	303181	4,00
	L	470.216	-37.599	-110.233	236950	0	11815	248765	2,26
Trave 4e-18	B	251.716	7.251	-21.038	126844	0	36810	163654	7,78
	L	164.531	33.884	51.228	82910	0	10379	93289	1,82
Trave 30-42	B	391.423	17.874	-55.875	197245	0	73369	270613	4,84
	L	381.261	29.844	90.278	192124	0	11739	203863	2,26
Trave 18-30	B	385.887	14.060	-42.902	194455	0	78479	272935	6,36
	L	361.208	9.928	95.090	182019	0	11921	193940	2,04
Trave 17-29	B	342.384	-9.884	-44.581	172533	0	78479	251013	5,63
	L	318.624	14.984	90.725	160560	0	11471	172031	1,90
Trave 29-41	B	354.239	17.164	-53.639	178507	0	73369	251876	4,70
	L	392.910	-45.976	-93.330	197994	0	12229	210223	2,25
Trave P3-17	B	223.537	-9.339	-21.006	112644	0	36421	149066	7,10
	L	146.064	304	46.959	73604	0	10286	83890	1,79
Trave 40-57	B	358.724	33.064	-76.582	180767	0	78761	259528	3,39
	L	343.962	-30.227	-98.150	173328	0	11691	185019	1,89
Trave 28-35	B	150.713	12.468	-26.372	75947	0	32681	108627	4,12
	L	164.279	-3.416	-45.949	82783	0	10362	93145	2,03
Trave 35-40	B	156.113	13.503	-29.128	78668	0	31350	110018	3,78
	L	161.582	-22.598	-44.495	81424	0	10265	91688	2,06
Trave 9-16	B	186.806	17.256	-21.999	94135	0	36421	130556	5,93
	L	121.917	-9.212	44.660	61436	0	9822	71258	1,60
Trave 23-28	B	131.312	17.703	-20.426	66170	0	31904	98074	4,80
	L	151.149	26.341	-41.467	76167	0	11213	87379	2,11
Trave 16-23	B	168.740	20.621	-22.647	85031	0	43463	128494	5,67
	L	153.975	-23.232	45.331	77591	0	11552	89143	1,97
Trave 51-56	B	126.205	20.201	-29.313	63597	0	25260	88857	3,03
	L	111.549	13.620	-33.583	56211	0	10452	66664	1,99
Trave 22-27	B	105.371	6.691	-20.756	53098	0	27571	80669	3,89
	L	117.605	8.650	-40.091	59263	0	9557	68820	1,72
Trave 15-22	B	144.008	7.576	-23.281	72568	0	40015	112583	4,84
	L	130.083	2.150	43.733	65551	0	10261	75812	1,73
Trave 8-15	B	162.341	7.211	-21.064	81806	0	36421	118228	5,61
	L	105.875	-26.700	39.817	53352	0	10258	63610	1,60
Trave 22-23	B	147.837	-5.339	44.358	74498	0	31279	105777	2,38
	L	127.261	-2.335	-20.815	64129	0	10026	74155	3,56
Trave 7-14	B	146.164	10.303	-21.953	73655	0	34865	108520	4,94
	L	95.028	706	39.675	47886	0	9416	57303	1,44

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N _{Ed} [N]	M _{Ed} [N·m]	V _{Ed} [N]	F _{RD1} [N]	F _{RD2} [N]	F _{RD3} [N]	F _{RD} [N]	CS
Trave 48-49	B	185.364	-15.911	-22.525	141399	0	58911	200310	8,89
	L	154.206	7.801	-19.964	117631	0	10694	128325	6,43
Trave 35d-9e	B	202.524	-20.649	31.916	154489	0	56941	211430	6,62
	L	221.066	-10.383	-34.291	168633	0	15524	184157	5,37
Trave 43-60	B	548.164	36.284	-74.962	276229	0	86252	362481	4,84
	L	601.498	-63.925	-116.244	303105	0	13102	316207	2,72
Trave 6-7	B	103.028	425	-39.854	51918	0	45163	97081	2,44
	L	162.431	-6.311	-22.199	81852	0	11887	93739	4,22
Trave 7-8	B	67.169	1.583	-24.642	33848	0	22524	56372	2,29
	L	107.711	-6.685	-13.131	54277	0	10020	64298	4,90
Trave 8-9	B	114.721	-1.414	-39.736	57810	0	38727	96537	2,43
	L	182.793	-14.558	-19.974	92113	0	11330	103443	5,18
Trave 9-P3	B	197.736	9.763	-61.341	99643	0	60146	159788	2,60
	L	312.899	-74.915	-28.319	157675	0	12413	170088	6,01
Trave 2e-3e	B	238.644	17.517	-41.312	120257	0	67087	187344	4,53
	L	377.949	-8.678	-15.842	190455	0	7524	197979	12,50
Trave 27d-45	B	97.645	8.582	29.503	49205	0	24139	73344	2,49
	L	105.196	37.347	-22.771	53010	0	11167	64177	2,82
Trave P9-P10	B	598.193	24.819	104.409	301440	0	185098	486538	4,66
	L	694.652	-274.210	-96.624	350047	0	7641	357688	3,70
Trave 35-7e	B	250.473	-18.555	62.167	126218	0	50456	176673	2,84
	L	230.639	-97.984	-37.023	116223	0	12210	128433	3,47
Trave 4e-5e	B	278.547	27.852	-80.793	140365	0	63391	203756	2,52
	L	436.136	53.139	-31.268	219776	0	11849	231625	7,41
Trave 3e-5e	B	81.028	14.625	-4.959	40831	0	8628	49459	9,97
	L	51.632	2.234	13.519	26018	0	10137	36155	2,67
Trave 9e-51	B	150.666	21.595	-27.495	75923	0	31841	107764	3,92
	L	138.060	15.816	-33.771	69571	0	13112	82683	2,45
Trave 34-38	B	132.958	-16.916	-31.804	101423	0	59959	161382	5,07
	L	119.948	-9.336	-44.328	91498	0	17981	109480	2,47
Trave 26-34	B	128.949	-16.778	-28.719	98365	0	61994	160358	5,58
	L	124.329	-17.469	-45.653	94840	0	18052	112892	2,47
Trave 5d-6	B	22.384	-383	-5.017	17075	0	9817	26891	5,36
	L	22.062	-8.791	-11.439	16829	0	11411	28240	2,47
Trave 21-26	B	112.294	-13.183	-22.501	85660	0	56324	141984	6,31
	L	115.962	-4.705	-41.447	88458	0	18065	106523	2,57
Trave 11-13	B	98.301	-7.113	-12.436	74986	0	39023	114009	9,17
	L	65.529	9.748	21.540	49987	0	18718	68705	3,19
Trave 13-21	B	131.725	-7.143	-22.889	100482	0	73795	174277	7,61
	L	147.123	-14.827	-50.969	112228	0	19247	131475	2,58
Trave P1-5d	B	14.904	1.450	-5.954	7510	0	8474	15984	2,68
	L	24.651	-3.468	-3.353	12422	0	4488	16910	5,04
Trave 58-59	B	326.447	-21.203	72.582	164502	0	56883	221386	3,05
	L	329.189	-31.603	-57.299	165884	0	12607	178491	3,12
Trave 56-57	B	172.392	-20.273	45.494	86871	0	39061	125932	2,77
	L	194.425	-16.691	-40.522	97974	0	12250	110224	2,72
Trave 57-58	B	288.855	-16.793	70.447	145559	0	58632	204191	2,90
	L	307.146	-28.519	-59.213	154776	0	12575	167351	2,83
Trave 50d-P8	B	26.762	-3.275	12.661	13486	0	7586	21072	1,66
	L	35.058	-16.978	-12.063	17666	0	7975	25641	2,13
Trave 55-56	B	146.863	-25.951	42.142	74007	0	37792	111799	2,65
	L	175.603	-17.334	-39.335	88489	0	12200	100690	2,56
Trave 30d-50d	B	177.711	27.014	-33.113	89552	0	69795	159347	4,81
	L	140.861	-1.628	-37.780	70982	0	7538	78521	2,08
Trave P7-58	B	65.374	2.591	-7.897	32943	0	9508	42451	5,38
	L	63.481	-5.829	-9.773	31989	0	15130	47119	4,82
Trave 59-60	B	440.751	-75.241	91.913	222102	0	67003	289105	3,15
	L	425.545	-20.007	-68.251	214440	0	12446	226886	3,32
Trave P2-2e	B	152.128	3.606	-32.124	76660	0	56631	133291	4,15
	L	242.429	-48.134	-13.455	122164	0	7479	129643	9,64
Trave P3-4e	B	215.269	24.927	-62.543	108478	0	55882	164360	2,63
	L	338.628	-66.525	-26.368	170641	0	12386	183026	6,94
Trave 2e-4e	B	63.743	1.718	-4.964	32121	0	8075	40196	8,10
	L	40.510	-5.285	12.298	20414	0	9487	29901	2,43
Trave 1e-3e	B	39.739	349	-1.741	20025	0	4558	24583	14,12
	L	25.132	924	4.754	12664	0	15193	27857	5,86
Trave 39-45	B	42.279	8.141	-14.577	21305	0	8737	30042	2,06
	L	40.340	-7.367	-19.458	20328	0	6243	26571	1,37
Trave 29d-44	B	103.997	18.270	39.518	52406	0	29922	82328	2,08

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N _{Ed} [N]	M _{Ed} [N·m]	V _{Ed} [N]	F _{RD1} [N]	F _{RD2} [N]	F _{RD3} [N]	F _{RD} [N]	CS
	L	117.776	-49.071	-31.148	59349	0	10127	69476	2,23
Trave 48-P4	B	45.021	2.106	16.940	34343	0	15845	50188	2,96
	L	52.366	-17.802	-18.472	39946	0	7953	47898	2,59
Trave P4-P5	B	66.853	419	17.011	50997	0	22708	73705	4,33
	L	76.852	-12.162	-18.569	58624	0	11415	70039	3,77
Trave P5-P6	B	44.843	4.039	11.283	34207	0	12316	46523	4,12
	L	50.909	-9.756	-12.274	38834	0	9350	48184	3,93
Trave 45-9e	B	50.103	12.181	-6.898	25248	0	9664	34911	5,06
	L	47.227	-6.771	-8.958	23799	0	15027	38825	4,33
Trave P6-50	B	191.419	58.243	-40.759	146018	0	52462	198480	4,87
	L	165.727	-16.873	-36.331	126420	0	12344	138764	3,82
Trave 11e-50	B	49.292	3.821	-6.417	37601	0	9698	47298	7,37
	L	57.965	12.323	7.413	44217	0	12923	57140	7,71
Trave 10e-49	B	29.638	-6.546	6.907	22608	0	6622	29231	4,23
	L	36.447	3.971	-8.031	27802	0	8142	35944	4,48
Trave 8e-48	B	33.883	1.619	6.776	25847	0	7687	33533	4,95
	L	39.780	2.305	-7.408	30345	0	9633	39977	5,40
Trave 44-P6	B	76.764	4.168	-11.463	58557	0	12681	71238	6,21
	L	68.128	5.128	-14.270	51969	0	14945	66914	4,69
Trave 20d-26	B	34.398	-4.421	14.617	17334	0	9150	26484	1,81
	L	34.474	-13.018	-8.539	17372	0	8319	25691	3,01
Trave P1-20d	B	260.855	37.108	-32.930	131449	0	141096	272545	8,28
	L	294.650	-39.460	-76.436	148479	0	7497	155976	2,04
Trave P8-54	B	35.249	-6.442	12.950	17763	0	10120	27882	2,15
	L	45.443	-7.066	-12.351	22900	0	10421	33320	2,70
Trave 49-50	B	160.293	-31.328	26.202	122274	0	52494	174769	6,67
	L	192.773	-22.978	-30.407	147051	0	17062	164113	5,40
Trave 41-P7	B	397.667	22.469	-70.917	200391	0	76768	277159	3,91
	L	403.490	-192.963	-97.296	203326	0	12273	215599	2,22
Trave 54-55	B	89.146	-13.460	24.777	44922	0	22693	67615	2,73
	L	111.721	173	-23.498	56298	0	12250	68549	2,92
Trave 6-11	B	75.206	-11.677	-11.678	57368	0	31263	88632	7,59
	L	48.033	-3.894	20.497	36640	0	15756	52396	2,56
Trave 5d-P2	B	340.375	-10.413	-80.098	171521	0	179261	350782	4,38
	L	552.469	-318.458	-40.302	278399	0	7905	286303	7,10
Trave 58-P10	B	40.439	9.377	-12.277	20378	0	6541	26919	2,19
	L	38.835	-12.809	-14.799	19570	0	6885	26454	1,79
Trave 50d-P9	B	38.125	2.137	-7.695	19212	0	10921	30133	3,92
	L	28.274	-3.311	-7.938	14248	0	5595	19843	2,50
Trave 20d-30d	B	219.566	33.566	-36.567	110643	0	99342	209985	5,74
	L	198.871	-21.896	-52.628	100215	0	7667	107881	2,05
Trave 44-27d	B	32.004	5.616	11.975	16127	0	7557	23685	1,98
	L	35.302	-10.223	-9.359	17789	0	8470	26259	2,81
Trave P6-35d	B	53.114	640	13.130	40516	0	15704	56220	4,28
	L	59.643	-21.082	-14.253	45497	0	10260	55757	3,91
Trave 34-35	B	389.807	-35.212	118.009	196431	0	105997	302427	2,56
	L	387.827	-78.543	-77.453	195433	0	12261	207693	2,68
Trave 38-29d	B	56.210	-9.775	-15.901	42878	0	21897	64775	4,07
	L	48.383	-7.686	-20.412	36907	0	14258	51165	2,51

LEGENDA:

Elm	Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.
Dir	Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.
F_{RD1}	Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.
F_{RD2}	Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.
F_{RD3}	Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.
F_{RD}	Resistenza allo scorrimento.
CS	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
N_{Ed}, M_{Ed}, V_{Ed}	Sollecitazioni di progetto.

Il progettista strutturale

Arch. Annarita Paolicelli

Per presa visione, il direttore dei lavori

Arch. Annarita Paolicelli

Dalla relazione geologica si ricavano i dati necessari per i calcoli strutturali:

I caratteri stratigrafici e geotecnici dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area di interesse progettuale emersi dal sondaggio meccanico e dalle prove di laboratorio possono essere riassunte come di seguito:

- *granulometricamente* trattasi di sabbie con ciottoli limose debolmente argillose o sabbie con limo ciottolose debolmente argillose;
- *il peso di volume medio "γ"* è di 18 KN/m³;
- *la prova di taglio diretto*, in condizioni consolidate e drenate, evidenzia un valore dell'angolo d'attrito di picco "*φ*" compreso tra 27.4° e 31.6° con un valore medio di 29° e una coesione "*c*" compresa tra 0 e 8.3 KPa;

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Annessi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Esse si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Nel caso in oggetto trattasi della **categoria topografica T1** con inclinazione media $\leq 15^\circ$

Parametri sismici di normativa per ciascuno stato limite ultimo a confronto con i parametri sismici della risposta sismica locale(RSL) utilizzati

Di Normativa

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75anni

Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 45 [anni]

ag: 0,052 g

Fo: 2,481

Tc*: 0,306 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 75 [anni]

ag: 0,068 g

Fo: 2,500

Tc*: 0,320 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 712 [anni]

ag: 0,183 g

Fo: 2,488

Tc*: 0,336 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 1462 [anni]

ag: 0,232 g

Fo: 2,505

Tc*: 0,340 [s]

Parametri sismici dalla RSL(Risposta sismica locale) utilizzati per i calcoli delle strutture.

Periodo di riferimento: 75anni

Coefficiente c_u : 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

T_r : 45 [anni]

a_g : 0.0570 g

F_o : 3.418

T_c^* : 0.306 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

T_r : 75 [anni]

a_g : 0.0790g

F_o : 3.426

T_c^* : 0.320 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

T_r : 712 [anni]

a_g : 0.2190g

F_o : 3.228

T_c^* : 0.337 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

T_r : 1462 [anni]

a_g : 0.2830g

F_o : 3.160

T_c^* : 0.341 [s]

Per i dettagli si rimanda alla relazione geologica