

REGIONE SICILIANA

COMUNE DI ROSOLINI

LAVORI DI: RIFACIMENTO E COMPLETAMENTO DELLO
SCHEMA ACQUEDOTTISTICO DI ROSOLINI GIÀ "1° LOTTO"
RIELABORATO QUALE PROGETTO DI COMPLETAMENTO.

PERIZIA DI COMPLETAMENTO DELLE OPERE ACQUEDOTTISTICHE
CON MIGLIORAMENTO IGIENICO SANITARIO

AGG.:

DATA:

GIUGNO
2020

ALLEGATO

RELAZIONE GEOTECNICA

SCALA

1.3



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

STUDIO FC & RR v. Palermo, 332 MESSINA 090/361967

RELAZIONE GEOTECNICA

**Redatta in conformità al punto 7.11.2 D.M. 17/01/2018 ed al punto C6.2.2.5 della
Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 n° 7**

**Oggetto: Lavori di rifacimento e completamento dello schema acquedottistico di Rosolini
(SR) già I Lotto rielaborato quale progetto di completamento.**

Descrizione delle opere e degli interventi

Il progetto prevede la realizzazione di pozzetti in c.a. totalmente interrati, formati da piastra di fondazione di spessore pari a 40 cm, setti in elevazione di spessore pari a 40 cm e piastra di copertura orizzontale di spessore pari a 20 cm. È prevista, inoltre, la realizzazione di un muro a mensola in c.a., con mensola di fondazione di spessore pari a 28 cm, lunghezza lato valle pari a 132 cm, lunghezza lato monte di lunghezza pari a 60 cm (lunghezza totale mensola di fondazione pari a 220 cm), con mensola in elevazione di spessore pari a 28 cm, altezza pari a 372 cm, di cui 332 cm fuori terra lato valle e 220 cm fuori terra lato monte

Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni

Dalla relazione geologica redatta dal Dott. Geologo Paolo Campanella, è stato possibile dedurre le seguenti considerazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni di sedime: i terreni direttamente interessati dal piano di posa delle fondazioni sono formati da formazioni carbonatiche che presentano ottime caratteristiche fisico-meccaniche.

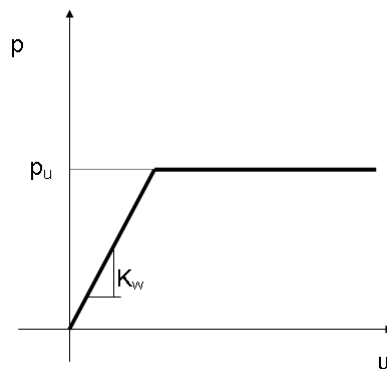
Dalla suddetta relazione, è risultato che la tipologia del suolo è assimilabile alla categoria B, la categoria topografica è la T1 ed il coefficiente topografico S_T è pari a 1,00.

Il suddetto terreno di sedime presenta le seguenti caratteristiche:

- peso specifico $\gamma = 2,00 \text{ t/m}^3$
- angolo di attrito interno $\phi = 31^\circ$
- coesione $c = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$

Analisi eseguite e loro commento

Nel caso in esame le fondazioni sono state modellate in campo elastico lineare, mentre il terreno è stato modellato come un letto di molle non lineari e non reagenti a trazione il cui legame costitutivo, per una area di impronta unitaria, è rappresentato dal diagramma seguente:



Il legame di tipo elastoplastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidezza all'origine la costante di *Winkler* del terreno e come resistenza il valore della capacità portante ultima calcolata con le normali teorie di *Brinch-Hansen* e *Vesic*. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale.

Pertanto, è stata condotta un'analisi non lineare a controllo di forza, incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice *FEMA 356*, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 delle NTC 2018.

I risultati ottenuti sono stati più che soddisfacenti, visto che la verifica della portanza globale ha dato esito positivo.

RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

• **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione
 B = lato minore della fondazione
 L = lato maggiore della fondazione
 D = profondità della fondazione
 α = inclinazione base della fondazione
 G = peso specifico del terreno
 $B' =$ larghezza di fondazione ridotta = $B - 2 e_B$
 $L' =$ lunghezza di fondazione ridotta = $L - 2 e_L$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali
 N = risultante delle forze verticali
 e_B = eccentricità del carico verticale lungo B
 e_L = eccentricità del carico verticale lungo L
 F_{hB} = forza orizzontale lungo B
 F_{hL} = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle
 $c = c_u$ = coesione non drenata (condizioni U)
 $c = c' =$ coesione drenata (condizioni D)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni U)
 $\Gamma = \Gamma' =$ peso specifico sommerso (condizioni D)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni U)
 $\phi = \phi' =$ angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchy-Meyerhof})$$
$$N_g = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq-1}{\tan\phi} \quad \text{in condizioni } D \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni } U$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c'+q'\tan\phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

E = modulo elastico normale

μ = coefficiente di Poisson

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan\phi' + \frac{3,07 \sin\phi' \log(2Ir)}{1 + \sin\phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan\phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \text{ang}\phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan\phi'} \quad \text{in condizioni } D$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni } U$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan\phi (1 - \sin\phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan\phi (1 - \sin\phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan\phi} \quad \text{in condizioni } D$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni } U$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni } U$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$\begin{aligned} bg &= \exp(-2,7\alpha \tan\phi) \\ bc &= bq = \exp(-2\alpha \tan\phi) && \text{in condizioni } D \\ bc &= 1 - \frac{\alpha}{147} && \text{in condizioni } U \\ bq &= 1 && \text{in condizioni } U \end{aligned}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$\begin{aligned} gc &= gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan\beta} && \text{in condizioni } D \\ gc &= 1 - \frac{\beta}{147} && \text{in condizioni } U \\ gq &= 1 && \text{in condizioni } U \end{aligned}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$\begin{aligned} sg &= 1 - 0,4 \frac{B'}{L'} \\ sq &= 1 + \frac{B'}{L'} \tan\phi \\ sc &= 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc} \end{aligned}$$

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). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e I_{gk} , 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. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore I_{gk} modifica invece il solo coefficiente N_g ; il fattore N_g viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

• CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$ = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di Steinbrenner, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L :

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[\frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$\begin{aligned}M &= B / z \\N &= L / z \\V &= M^2 + N^2 + I \\VI &= (M \times N)^2\end{aligned}$$

• CALCOLO NON LINEARE DELLE FONDAZIONI

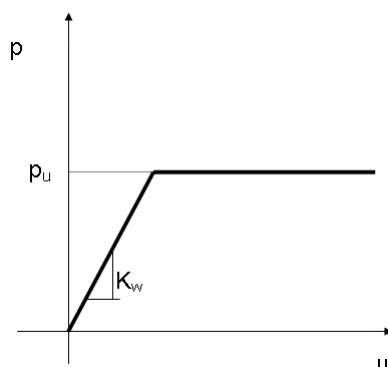
Con le nuove norme tecniche sulle costruzioni la verifica agli S.L.U. delle fondazioni risulta particolarmente onerosa, in particolare nel caso di azioni sismiche rilevanti.

Questo rende difficoltosa l'applicazione in forma automatica del classico modello rigido plastico in quanto non risulta spesso chiaro a quale porzione dell'intero sistema fondale ci si debba riferire nella scrittura dell'equilibrio limite. Tale metodo, inoltre, non è applicabile nel caso di platee di forma generica.

Tale impostazione risulta infatti chiaramente legata ad un approccio di calcolo 'manuale' che necessita di valutazioni di tipo ingegneristico che mal si adattano ad un approccio di tipo numerico.

Per potere ovviare a tale limite si è implementato un tipo di verifica in cui la modellazione agli elementi finiti dell'intera struttura di fondazione può essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee e quindi dal terreno.

In particolare gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare mentre il terreno viene modellato come un letto di molle non lineari e non reagenti a trazione il cui legame costitutivo, per una area di impronta unitaria, è rappresentato dal diagramma seguente:



Il legame di tipo elastoplastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di Winkler del terreno e come resistenza il valore della capacità portante ultima calcolata con le normali teorie di Brinch-Hansen e Vesic. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale.

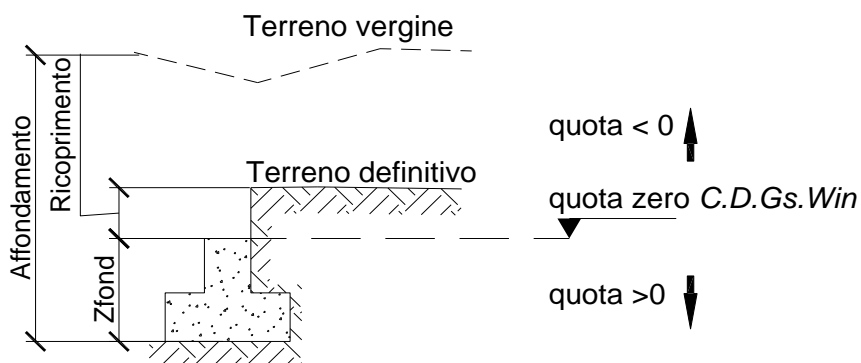
A questo punto viene condotta un'analisi non lineare a controllo di forza incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice FEMA 356, codice di indubbio valore internazionale, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 delle NTC 2018.

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante i plinti.



NOTA: La quota zero di C.D.Gs. Win coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di C.D.S. Win ma cambia la convenzione nel segno: infatti in C. D. Gs. le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in C. D. S. le quote sono positive crescenti verso l'alto.

Plinto	: Numero di plinto
Q.t.v.	: quota terreno vergine
Q.t.d.	: quota definitiva terreno
Q.falda	: quota falda
InclTer	: inclinazione terreno
Num Str	: Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono
Sp.str.	: Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato
Peso Sp	: peso specifico
Fi	: angolo di attrito interno
C'	: coesione drenata
Cu	: coesione NON drenata
Mod.El.	: modulo elastico
Poisson	: coeff. Poisson
Coeff. Lambe	: coefficiente beta di Lambe
Gr.Sovr	: grado di sovraconsolidazione
Mod.Ed.	: modulo edometrico

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{tg\varphi}{\gamma_\varphi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

γ_φ, γ_C : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC Tabella 6.2.II)

γ_r : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (NTC Tabella 6.4.I)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

Comb. : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica

Tipo Elem. : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra

Elem. N.ro : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento (Asta Winkler/Plinto/Platea)

N : Scarico verticale

tg φ / γ_φ : Coefficiente attrito di progetto

γ_r

C / γ_C / γ_r : Adesione di progetto

Area : Area ridotta

Vres : Resistenza allo scorrimento dell' elemento strutturale

Fh : Azione orizzontale trasmessa dall' elemento strutturale

Verifica Locale : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione

S(Vres) : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali

S(Fh) : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali

Verifica Globale : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate sia nella tabella di stampa della portanza globale della fondazione, sia nella tabella della portanza di fondazione delle platee calcolata con analisi elastica del terreno:

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

Comb. Nro	: Numero della combinazione
Risultante	: Valore della risultante delle forze trasmesse dalla fondazione per la combinazione attuale
Resistenza	: Valore della resistenza del terreno mobilitata in base al moltiplicatore dei carichi attuale
Moltipl.Collasso	: Valore del moltiplicatore dei carichi con cui è stato eseguito il calcolo. Poiche' tutti i coefficienti di sicurezza sono già stati considerati nei carichi e nelle caratteristiche dei materiali, un moltiplicatore = 1 significa che la verifica di portanza è soddisfatta.
%Pl.Molle	: Percentuale delle molle in fase plastica nella combinazione attuale
STATUS	: Per moltiplicatori di collasso < 1 mostra NOVERIF, altrimenti OK

Tabella 2: Abbassamenti

Nodo3d	: Numero del nodo3d a cui si riferisce la molla elasto-plastica
SpostZ	: Abbassamento della molla elasto-plastica in corrispondenza del nodo3d
SpostZ/SpostEl	: Fattore di plasticizzazione della molla:

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

Se per alcuni nodi non è stato possibile ottenere la caratterizzazione geotecnica, allora tali nodi vengono esclusi dal modello di calcolo e la relativa molla viene contrassegnata in stampa con la sigla 'SCARTATA'

Pozzetti di intercettazione

DATI GENERALI

COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA

		TABELLA M1		TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio		1,00			
Peso Specifico		1,00			
Coesione Efficace (c'k)		1,00			
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00			
Tipo Approccio		Combinazione Unica: (A1+M1+R3)			
Tipo di fondazione		Superficiale			
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2		COEFFICIENTE R3	
Capacita' Portante				2,30	
Scorrimento				1,10	

COORDINATE NODI3D PLATEA

IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO		
Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)
1	0,30	0,30	0,00	2	3,60	0,30	0,00	5	0,30	3,60	0,00	6	3,60	3,60	0,00
9	0,00	0,00	0,00	10	3,90	0,00	0,00	11	3,90	3,90	0,00	12	0,00	3,90	0,00
13	1,13	0,30	0,00	14	1,95	0,30	0,00	15	2,78	0,30	0,00	16	1,13	3,60	0,00
17	1,95	3,60	0,00	18	2,78	3,60	0,00	19	0,30	1,13	0,00	20	0,30	1,95	0,00
21	0,30	2,78	0,00	22	3,60	1,13	0,00	23	3,60	1,95	0,00	24	3,60	2,78	0,00
25	2,00	1,00	0,00	26	1,00	1,00	0,00	27	1,00	2,00	0,00	28	2,00	2,00	0,00
29	1,00	3,00	0,00	30	2,00	3,00	0,00	31	3,00	2,00	0,00	32	3,00	1,00	0,00
33	3,00	3,00	0,00	34	0,00	1,95	0,00	35	0,00	0,98	0,00	36	1,95	0,00	0,00
37	0,98	0,00	0,00	38	2,93	0,00	0,00	39	0,00	2,93	0,00	40	1,95	3,90	0,00
41	0,98	3,90	0,00	42	3,90	1,95	0,00	43	3,90	0,98	0,00	44	3,90	2,93	0,00
45	2,93	3,90	0,00												

GEOMETRIA PLATEA

Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro
5	25	28	27	26	1	6	28	30	29	27	1	7	31	28	25	32	1	8	31	33	30	28	1
9	34	35	19	20	1	10	25	26	13	14	1	11	13	37	36	14	1	12	27	20	19	26	1
13	36	38	15	14	1	14	21	20	27	29	1	15	21	39	34	20	1	16	30	17	16	29	1
17	40	41	16	17	1	18	15	32	25	14	1	19	22	43	42	23	1	20	42	44	24	23	1
21	22	23	31	32	1	22	18	17	30	33	1	23	40	17	18	45	1	24	24	33	31	23	1
25	1	13	26	19	1	26	29	16	5	21	1	27	32	15	2	22	1	28	33	24	6	18	1
29	1	19	35	9	1	30	37	13	1	9	1	31	39	21	5	12	1	32	5	16	41	12	1
33	38	10	2	15	1	34	2	10	43	22	1	35	6	11	45	18	1	36	44	11	6	24	1

STRATIGRAFIA PLATEA

Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm2	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/m2	Fi' (Grd)	C' kg/cm2	Cu kg/cm2	Mod.El. kg/cm2	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	0,40	0,00		0	5,00	1		2000	30,00	0,00	0,00	50,00	0,25	1	50,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
A1 / 9	PIASTRA	1	0,82	0,244	0,00	0,279	0,20	0,08	OK	0,20	0,08	
	PIASTRA	2	1,53	0,244	0,00	0,269	0,37	0,16	OK	0,57	0,24	
	PIASTRA	5	1,01	0,244	0,00	0,269	0,25	0,10	OK	0,82	0,34	
	PIASTRA	6	1,68	0,244	0,00	0,259	0,41	0,17	OK	1,23	0,52	
	PIASTRA	9	0,35	0,244	0,00	0,135	0,08	0,04	OK	1,31	0,55	
	PIASTRA	10	0,79	0,244	0,00	0,135	0,19	0,08	OK	1,50	0,63	
	PIASTRA	11	0,92	0,244	0,00	0,135	0,22	0,09	OK	1,73	0,73	
	PIASTRA	12	0,48	0,244	0,00	0,135	0,12	0,05	OK	1,85	0,78	
	PIASTRA	13	1,58	0,244	0,00	0,439	0,39	0,16	OK	2,23	0,94	
	PIASTRA	14	1,95	0,244	0,00	0,454	0,47	0,20	OK	2,70	1,14	
	PIASTRA	15	2,14	0,244	0,00	0,429	0,52	0,22	OK	3,22	1,36	
	PIASTRA	16	1,80	0,244	0,00	0,406	0,44	0,19	OK	3,66	1,55	
	PIASTRA	17	2,09	0,244	0,00	0,409	0,51	0,21	OK	4,17	1,76	
	PIASTRA	18	2,30	0,244	0,00	0,396	0,56	0,24	OK	4,73	2,00	
	PIASTRA	19	1,37	0,244	0,00	0,439	0,33	0,14	OK	5,07	2,14	
	PIASTRA	20	1,51	0,244	0,00	0,454	0,37	0,16	OK	5,44	2,29	
	PIASTRA	21	1,52	0,244	0,00	0,429	0,37	0,16	OK	5,81	2,45	
	PIASTRA	22	2,38	0,244	0,00	0,406	0,58	0,24	OK	6,39	2,70	
	PIASTRA	23	2,48	0,244	0,00	0,409	0,60	0,25	OK	6,99	2,95	
	PIASTRA	24	2,49	0,244	0,00	0,396	0,61	0,26	OK	7,60	3,21	
	PIASTRA	25	3,65	0,244	0,00	0,819	0,89	0,37	OK	8,49	3,58	
	PIASTRA	26	2,61	0,244	0,00	0,714	0,64	0,27	OK	9,12	3,85	
	PIASTRA	27	3,18	0,244	0,00	0,819	0,77	0,33	OK	9,89	4,18	

Pozzetti di intercettazione

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
	PIASTRA	28	4,63	0,244	0,00	1,000	1,13	0,48	OK	11,02	4,65	
	PIASTRA	29	2,84	0,244	0,00	0,681	0,69	0,29	OK	11,71	4,94	
	PIASTRA	30	3,84	0,244	0,00	0,774	0,94	0,39	OK	12,65	5,34	
	PIASTRA	31	4,28	0,244	0,00	0,774	1,04	0,44	OK	13,69	5,78	
	PIASTRA	32	3,62	0,244	0,00	0,681	0,88	0,37	OK	14,57	6,15	
	PIASTRA	33	3,78	0,244	0,00	0,647	0,92	0,39	OK	15,49	6,54	
	PIASTRA	34	0,41	0,244	0,00	0,135	0,10	0,04	OK	15,59	6,58	
	PIASTRA	35	0,38	0,244	0,00	0,135	0,09	0,04	OK	15,69	6,62	
	PIASTRA	36	0,57	0,244	0,00	0,135	0,14	0,06	OK	15,83	6,68	
	PIASTRA	37	0,46	0,244	0,00	0,135	0,11	0,05	OK	15,94	6,73	
	PIASTRA	38	0,68	0,244	0,00	0,135	0,16	0,07	OK	16,10	6,80	
	PIASTRA	39	0,45	0,244	0,00	0,135	0,11	0,05	OK	16,21	6,84	
	PIASTRA	40	0,70	0,244	0,00	0,135	0,17	0,07	OK	16,38	6,91	
	PIASTRA	41	0,59	0,244	0,00	0,135	0,14	0,06	OK	16,53	6,97	
	PIASTRA	42	0,85	0,244	0,00	0,135	0,21	0,09	OK	16,73	7,06	
	PIASTRA	43	0,82	0,244	0,00	0,135	0,20	0,08	OK	16,93	7,15	
	PIASTRA	44	0,89	0,244	0,00	0,135	0,22	0,09	OK	17,15	7,24	
	PIASTRA	45	0,81	0,244	0,00	0,135	0,20	0,08	OK	17,35	7,32	OK

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	111	116	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	111	116	1,050	0						OK
A1 / 3	100	105	1,050	0						OK
A1 / 4	111	116	1,050	0						OK
A1 / 5	100	105	1,050	0						OK
A1 / 6	71	75	1,050	0						OK
A1 / 7	71	75	1,050	0						OK
A1 / 8	71	75	1,050	0						OK
A1 / 9	71	75	1,050	0						OK
A1 / 10	71	75	1,050	0						OK
A1 / 11	71	75	1,050	0						OK
A1 / 12	71	75	1,050	0						OK
A1 / 13	71	75	1,050	0						OK
A1 / 14	71	75	1,050	0						OK
A1 / 15	71	75	1,050	0						OK
A1 / 16	71	75	1,050	0						OK
A1 / 17	71	75	1,050	0						OK
A1 / 18	71	75	1,050	0						OK
A1 / 19	71	75	1,050	0						OK
A1 / 20	71	75	1,050	0						OK
A1 / 21	71	75	1,050	0						OK
A1 / 22	71	75	1,050	0						OK
A1 / 23	71	75	1,050	0						OK
A1 / 24	71	75	1,050	0						OK
A1 / 25	71	75	1,050	0						OK
A1 / 26	71	75	1,050	0						OK
A1 / 27	71	75	1,050	0						OK
A1 / 28	71	75	1,050	0						OK
A1 / 29	71	75	1,050	0						OK
A1 / 30	71	75	1,050	0						OK
A1 / 31	71	75	1,050	0						OK
A1 / 32	71	75	1,050	0						OK
A1 / 33	71	75	1,050	0						OK
A1 / 34	71	75	1,050	0						OK
A1 / 35	71	75	1,050	0						OK
A1 / 36	71	75	1,050	0						OK
A1 / 37	71	75	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1

DRENATE			NON DRENATE			DRENATE			NON DRENATE		
Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/		Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/	

Pozzetti di intercettazione

N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl	N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl	N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl
1	-0,153	ELAST.			2	-0,153	ELAST.			5	-0,154	ELAST.		
6	-0,153	ELAST.			9	-0,154	ELAST.			10	-0,153	ELAST.		
11	-0,153	ELAST.			12	-0,154	ELAST.			13	-0,153	ELAST.		
14	-0,153	ELAST.			15	-0,153	ELAST.			16	-0,153	ELAST.		
17	-0,153	ELAST.			18	-0,153	ELAST.			19	-0,153	ELAST.		
20	-0,153	ELAST.			21	-0,153	ELAST.			22	-0,152	ELAST.		
23	-0,152	ELAST.			24	-0,153	ELAST.			25	-0,153	ELAST.		
26	-0,153	ELAST.			27	-0,153	ELAST.			28	-0,153	ELAST.		
29	-0,153	ELAST.			30	-0,153	ELAST.			31	-0,153	ELAST.		
32	-0,153	ELAST.			33	-0,153	ELAST.			34	-0,154	ELAST.		
35	-0,154	ELAST.			36	-0,153	ELAST.			37	-0,153	ELAST.		
38	-0,153	ELAST.			39	-0,154	ELAST.			40	-0,153	ELAST.		
41	-0,153	ELAST.			42	-0,152	ELAST.			43	-0,152	ELAST.		
44	-0,153	ELAST.			45	-0,153	ELAST.							

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	111	116	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	111	116	1,050	0						OK
A1 / 3	100	105	1,050	0						OK
A1 / 4	111	116	1,050	0						OK
A1 / 5	100	105	1,050	0						OK
A1 / 6	71	75	1,050	0						OK
A1 / 7	71	75	1,050	0						OK
A1 / 8	71	75	1,050	0						OK
A1 / 9	71	75	1,050	0						OK
A1 / 10	71	75	1,050	0						OK
A1 / 11	71	75	1,050	0						OK
A1 / 12	71	75	1,050	0						OK
A1 / 13	71	75	1,050	0						OK
A1 / 14	71	75	1,050	0						OK
A1 / 15	71	75	1,050	0						OK
A1 / 16	71	75	1,050	0						OK
A1 / 17	71	75	1,050	0						OK
A1 / 18	71	75	1,050	0						OK
A1 / 19	71	75	1,050	0						OK
A1 / 20	71	75	1,050	0						OK
A1 / 21	71	75	1,050	0						OK
A1 / 22	71	75	1,050	0						OK
A1 / 23	71	75	1,050	0						OK
A1 / 24	71	75	1,050	0						OK
A1 / 25	71	75	1,050	0						OK
A1 / 26	71	75	1,050	0						OK
A1 / 27	71	75	1,050	0						OK
A1 / 28	71	75	1,050	0						OK
A1 / 29	71	75	1,050	0						OK
A1 / 30	71	75	1,050	0						OK
A1 / 31	71	75	1,050	0						OK
A1 / 32	71	75	1,050	0						OK
A1 / 33	71	75	1,050	0						OK
A1 / 34	71	75	1,050	0						OK
A1 / 35	71	75	1,050	0						OK
A1 / 36	71	75	1,050	0						OK
A1 / 37	71	75	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,153	ELAST.			2	-0,153	ELAST.			5	-0,154	ELAST.		
6	-0,153	ELAST.			9	-0,154	ELAST.			10	-0,153	ELAST.		
11	-0,153	ELAST.			12	-0,154	ELAST.			13	-0,153	ELAST.		
14	-0,153	ELAST.			15	-0,153	ELAST.			16	-0,153	ELAST.		
17	-0,153	ELAST.			18	-0,153	ELAST.			19	-0,153	ELAST.		

Pozzetti di intercettazione

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
20	-0,153	ELAST.			21	-0,153	ELAST.			22	-0,152	ELAST.		
23	-0,152	ELAST.			24	-0,153	ELAST.			25	-0,153	ELAST.		
26	-0,153	ELAST.			27	-0,153	ELAST.			28	-0,153	ELAST.		
29	-0,153	ELAST.			30	-0,153	ELAST.			31	-0,153	ELAST.		
32	-0,153	ELAST.			33	-0,153	ELAST.			34	-0,154	ELAST.		
35	-0,154	ELAST.			36	-0,153	ELAST.			37	-0,153	ELAST.		
38	-0,153	ELAST.			39	-0,154	ELAST.			40	-0,153	ELAST.		
41	-0,153	ELAST.			42	-0,152	ELAST.			43	-0,152	ELAST.		
44	-0,153	ELAST.			45	-0,153	ELAST.							

RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

• **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo *Brinch-Hansen*:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione
 B = lato minore della fondazione
 L = lato maggiore della fondazione
 D = profondità della fondazione
 α = inclinazione base della fondazione
 G = peso specifico del terreno
 $B' =$ larghezza di fondazione ridotta = $B - 2 e_B$
 $L' =$ lunghezza di fondazione ridotta = $L - 2 e_L$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali
 N = risultante delle forze verticali
 e_B = eccentricità del carico verticale lungo B
 e_L = eccentricità del carico verticale lungo L
 $F_h B$ = forza orizzontale lungo B
 $F_h L$ = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle
 $c = c_u$ = coesione non drenata (condizioni U)
 $c = c'$ = coesione drenata (condizioni D)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni U)
 $\Gamma = \Gamma'$ = peso specifico sommerso (condizioni D)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni U)
 $\phi = \phi'$ = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchot-Meyerhof})$$
$$N_g = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq-1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (Reissner-Meyerhof)$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c'+q'\tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

E = modulo elastico normale

μ = coefficiente di Poisson

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \text{ang} \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

$$mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}}$$

$$\Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$bc = bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) \quad \text{in condizioni D}$$

$$bc = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$bq = 1 \quad \text{in condizioni U)}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$gc = gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni D}$$

$$gc = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$gq = 1 \quad \text{in condizioni U}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$sg = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

$$sq = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$sc = 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc}$$

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). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati Khi e Igk, 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. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico Khi e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore Igk modifica invece il solo coefficiente Ng; il fattore Ng viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

• CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$ = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di *Steinbrenner*, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L:

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[\frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$\begin{aligned}M &= B / z \\N &= L / z \\V &= M^2 + N^2 + 1 \\V1 &= (M \times N)^2\end{aligned}$$

- CALCOLO NON LINEARE DELLE FONDAZIONI**

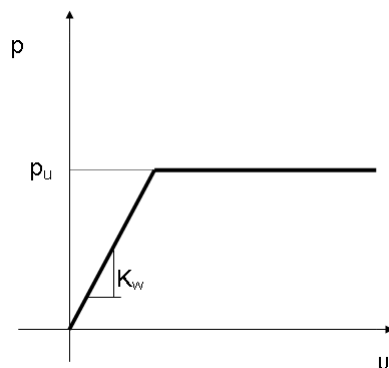
Con le nuove norme tecniche sulle costruzioni la verifica agli S.L.U. delle fondazioni risulta particolarmente onerosa, in particolare nel caso di azioni sismiche rilevanti.

Questo rende difficoltosa l'applicazione in forma automatica del classico modello rigido plastico in quanto non risulta spesso chiaro a quale porzione dell'intero sistema fondale ci si debba riferire nella scrittura dell'equilibrio limite. Tale metodo, inoltre, non è applicabile nel caso di platee di forma generica.

Tale impostazione risulta infatti chiaramente legata ad un approccio di calcolo '*manuale*' che necessita di valutazioni di tipo ingegneristico che mal si adattano ad un approccio di tipo numerico.

Per potere ovviare a tale limite si è implementato un tipo di verifica in cui la modellazione agli elementi finiti dell'intera struttura di fondazione può essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee e quindi dal terreno.

In particolare gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare mentre il terreno viene modellato come un letto di molle non lineari e non reagenti a trazione il cui legame costitutivo, per una area di impronta unitaria, è rappresentato dal diagramma seguente:



Il legame di tipo elastoplastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidezza all'origine la costante di *Winkler* del terreno e come resistenza il valore della capacità portante ultima calcolata con le normali teorie di *Brinch-Hansen* e *Vesic*. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale.

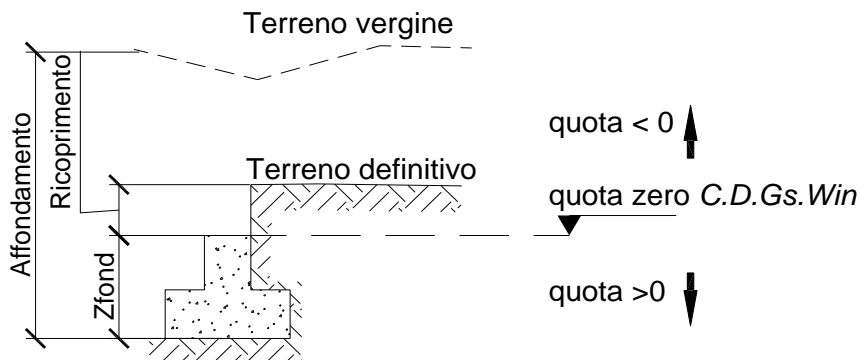
A questo punto viene condotta un'analisi non lineare a controllo di forza incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice *FEMA 356*, codice di indubbio valore internazionale, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 delle NTC 2018.

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante i plinti.



NOTA: La quota zero di C.D.Gs. Win coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di C.D.S. Win ma cambia la convenzione nel segno: infatti in C. D. Gs. le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in C. D. S. le quote sono positive crescenti verso l'alto.

Plinto	: Numero di plinto
Q.t.v.	: quota terreno vergine
Q.t.d.	: quota definitiva terreno
Q.falda	: quota falda
InclTer	: inclinazione terreno
Num Str	: Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono
Sp.str.	: Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato
Peso Sp	: peso specifico
Fi	: angolo di attrito interno
C'	: coesione drenata
Cu	: coesione NON drenata
Mod.El.	: modulo elastico
Poisson	: coeff. Poisson
Coeff. Lambe	: coefficiente beta di Lambe
Gr.Sovr	: grado di sovraconsolidazione
Mod.Ed.	: modulo edometrico

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{tg\varphi}{\gamma_\varphi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

γ_φ , γ_C : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC Tabella 6.2.II)

γ_r : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (NTC Tabella 6.4.I)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

Comb. : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica

Tipo Elem. : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra

Elem. N.ro : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento (Asta Winkler/Plinto/Platea)

N : Scarico verticale

tg φ / γ_φ / γ_r : Coefficiente attrito di progetto

C/ γ_C / γ_r : Adesione di progetto

Area : Area ridotta

Vres : Resistenza allo scorrimento dell' elemento strutturale

Fh : Azione orizzontale trasmessa dall' elemento strutturale

Verifica Locale : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione

S(Vres) : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali

S(Fh) : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali

Verifica Globale : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate sia nella tabella di stampa della portanza globale della fondazione, sia nella tabella della portanza di fondazione delle platee calcolata con analisi elastica del terreno:

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

Comb. Nro	: Numero della combinazione
Risultante	: Valore della risultante delle forze trasmesse dalla fondazione per la combinazione attuale
Resistenza	: Valore della resistenza del terreno mobilitata in base al moltiplicatore dei carichi attuale
Moltipl.Collasso	: Valore del moltiplicatore dei carichi con cui è stato eseguito il calcolo. Poiche' tutti i coefficienti di sicurezza sono già stati considerati nei carichi e nelle caratteristiche dei materiali, un moltiplicatore = 1 significa che la verifica di portanza è soddisfatta.
%Pl.Molle	: Percentuale delle molle in fase plastica nella combinazione attuale
STATUS	: Per moltiplicatori di collasso < 1 mostra NOVERIF, altrimenti OK

Tabella 2: Abbassamenti

Nodo3d	: Numero del nodo3d a cui si riferisce la molla elasto-plastica
SpostZ	: Abbassamento della molla elasto-plastica in corrispondenza del nodo3d
SpostZ/SpostEl	: Fattore di plasticizzazione della molla:

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

Se per alcuni nodi non è stato possibile ottenere la caratterizzazione geotecnica, allora tali nodi vengono esclusi dal modello di calcolo e la relativa molla viene contrassegnata in stampa con la sigla 'SCARTATA'

Pozzetto di sfiato "1"

DATI GENERALI

COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA

		TABELLA M1		TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio		1,00			
Peso Specifico		1,00			
Coesione Efficace (c'k)		1,00			
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00			
Tipo Approccio		Combinazione Unica: (A1+M1+R3)			
Tipo di fondazione		Superficiale			
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2		COEFFICIENTE R3	
Capacita' Portante				2,30	
Scorrimento				1,10	

COORDINATE NODI3D PLATEA

IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO		
Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)
1	0,30	0,30	0,00	2	3,60	0,30	0,00	5	0,30	3,60	0,00	6	3,60	3,60	0,00
9	0,00	0,00	0,00	10	3,90	0,00	0,00	11	3,90	3,90	0,00	12	0,00	3,90	0,00
13	1,13	0,30	0,00	14	1,95	0,30	0,00	15	2,78	0,30	0,00	16	1,13	3,60	0,00
17	1,95	3,60	0,00	18	2,78	3,60	0,00	19	0,30	1,13	0,00	20	0,30	1,95	0,00
21	0,30	2,78	0,00	22	3,60	1,13	0,00	23	3,60	1,95	0,00	24	3,60	2,78	0,00
25	2,00	1,00	0,00	26	1,00	1,00	0,00	27	1,00	2,00	0,00	28	2,00	2,00	0,00
29	1,00	3,00	0,00	30	2,00	3,00	0,00	31	3,00	2,00	0,00	32	3,00	1,00	0,00
33	3,00	3,00	0,00	34	0,00	1,95	0,00	35	0,00	0,98	0,00	36	1,95	0,00	0,00
37	0,98	0,00	0,00	38	2,93	0,00	0,00	39	0,00	2,93	0,00	40	1,95	3,90	0,00
41	0,98	3,90	0,00	42	3,90	1,95	0,00	43	3,90	0,98	0,00	44	3,90	2,93	0,00
45	2,93	3,90	0,00												

GEOMETRIA PLATEA

Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro
5	25	28	27	26	1	6	28	30	29	27	1	7	31	28	25	32	1	8	31	33	30	28	1
9	34	35	19	20	1	10	25	26	13	14	1	11	13	37	36	14	1	12	27	20	19	26	1
13	36	38	15	14	1	14	21	20	27	29	1	15	21	39	34	20	1	16	30	17	16	29	1
17	40	41	16	17	1	18	15	32	25	14	1	19	22	43	42	23	1	20	42	44	24	23	1
21	22	23	31	32	1	22	18	17	30	33	1	23	40	17	18	45	1	24	24	33	31	23	1
25	1	13	26	19	1	26	29	16	5	21	1	27	32	15	2	22	1	28	33	24	6	18	1
29	1	19	35	9	1	30	37	13	1	9	1	31	39	21	5	12	1	32	5	16	41	12	1
33	38	10	2	15	1	34	2	10	43	22	1	35	6	11	45	18	1	36	44	11	6	24	1

STRATIGRAFIA PLATEA

Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm2	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi' (Grd)	C' kg/cm2	Cu kg/cm2	Mod.El. kg/cm2	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	0,40	0,00		0	5,00	1		2000	30,00	0,00	0,00	50,00	0,25	1	50,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
A1 / 0	PIASTRA	1	0,79	0,244	0,00	0,279	0,19	0,08	OK	0,19	0,08	
	PIASTRA	2	1,63	0,244	0,00	0,269	0,40	0,17	OK	0,59	0,25	
	PIASTRA	5	1,02	0,244	0,00	0,269	0,25	0,11	OK	0,84	0,36	
	PIASTRA	6	1,82	0,244	0,00	0,259	0,44	0,19	OK	1,28	0,55	
	PIASTRA	9	0,33	0,244	0,00	0,135	0,08	0,03	OK	1,36	0,58	
	PIASTRA	10	0,84	0,244	0,00	0,135	0,20	0,09	OK	1,57	0,67	
	PIASTRA	11	1,00	0,244	0,00	0,135	0,24	0,10	OK	1,81	0,78	
	PIASTRA	12	0,48	0,244	0,00	0,135	0,12	0,05	OK	1,93	0,83	
	PIASTRA	13	1,59	0,244	0,00	0,439	0,39	0,17	OK	2,31	0,99	
	PIASTRA	14	2,01	0,244	0,00	0,454	0,49	0,21	OK	2,80	1,20	
	PIASTRA	15	2,25	0,244	0,00	0,429	0,55	0,24	OK	3,35	1,44	
	PIASTRA	16	1,87	0,244	0,00	0,406	0,46	0,20	OK	3,81	1,63	
	PIASTRA	17	2,21	0,244	0,00	0,409	0,54	0,23	OK	4,34	1,87	
	PIASTRA	18	2,46	0,244	0,00	0,396	0,60	0,26	OK	4,94	2,12	
	PIASTRA	19	1,35	0,244	0,00	0,439	0,33	0,14	OK	5,27	2,26	
	PIASTRA	20	1,50	0,244	0,00	0,454	0,37	0,16	OK	5,64	2,42	
	PIASTRA	21	1,53	0,244	0,00	0,429	0,37	0,16	OK	6,01	2,58	
	PIASTRA	22	2,55	0,244	0,00	0,406	0,62	0,27	OK	6,63	2,85	
	PIASTRA	23	2,66	0,244	0,00	0,409	0,65	0,28	OK	7,28	3,13	
	PIASTRA	24	2,68	0,244	0,00	0,396	0,65	0,28	OK	7,93	3,41	
	PIASTRA	25	3,80	0,244	0,00	0,819	0,93	0,40	OK	8,86	3,80	
	PIASTRA	26	2,64	0,244	0,00	0,714	0,64	0,28	OK	9,50	4,08	
	PIASTRA	27	3,25	0,244	0,00	0,819	0,79	0,34	OK	10,29	4,42	

Pozzetto di sfiato "1"

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE												
IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
	PIASTRA	28	4,86	0,244	0,00	1,000	1,18	0,51	OK	11,48	4,93	
	PIASTRA	29	2,93	0,244	0,00	0,681	0,71	0,31	OK	12,19	5,23	
	PIASTRA	30	4,05	0,244	0,00	0,774	0,99	0,42	OK	13,18	5,66	
	PIASTRA	31	4,57	0,244	0,00	0,774	1,11	0,48	OK	14,29	6,14	
	PIASTRA	32	3,85	0,244	0,00	0,681	0,94	0,40	OK	15,23	6,54	
	PIASTRA	33	4,05	0,244	0,00	0,647	0,99	0,42	OK	16,22	6,96	
	PIASTRA	34	0,40	0,244	0,00	0,135	0,10	0,04	OK	16,31	7,00	
	PIASTRA	35	0,37	0,244	0,00	0,135	0,09	0,04	OK	16,40	7,04	
	PIASTRA	36	0,58	0,244	0,00	0,135	0,14	0,06	OK	16,55	7,10	
	PIASTRA	37	0,46	0,244	0,00	0,135	0,11	0,05	OK	16,66	7,15	
	PIASTRA	38	0,71	0,244	0,00	0,135	0,17	0,07	OK	16,83	7,23	
	PIASTRA	39	0,44	0,244	0,00	0,135	0,11	0,05	OK	16,94	7,27	
	PIASTRA	40	0,74	0,244	0,00	0,135	0,18	0,08	OK	17,12	7,35	
	PIASTRA	41	0,61	0,244	0,00	0,135	0,15	0,06	OK	17,27	7,41	
	PIASTRA	42	0,92	0,244	0,00	0,135	0,22	0,10	OK	17,49	7,51	
	PIASTRA	43	0,88	0,244	0,00	0,135	0,21	0,09	OK	17,70	7,60	
	PIASTRA	44	0,96	0,244	0,00	0,135	0,23	0,10	OK	17,94	7,70	
	PIASTRA	45	0,87	0,244	0,00	0,135	0,21	0,09	OK	18,15	7,79	OK

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU										
DRENATE					NON DRENATE				RISULTATI	
Comb N.ro	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	115	121	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	115	121	1,050	0						OK
A1 / 3	105	110	1,050	0						OK
A1 / 4	115	121	1,050	0						OK
A1 / 5	105	110	1,050	0						OK
A1 / 6	75	78	1,050	0						OK
A1 / 7	75	78	1,050	0						OK
A1 / 8	75	78	1,050	0						OK
A1 / 9	75	78	1,050	0						OK
A1 / 10	75	78	1,050	0						OK
A1 / 11	75	78	1,050	0						OK
A1 / 12	75	78	1,050	0						OK
A1 / 13	75	78	1,050	0						OK
A1 / 14	75	78	1,050	0						OK
A1 / 15	75	78	1,050	0						OK
A1 / 16	75	78	1,050	0						OK
A1 / 17	75	78	1,050	0						OK
A1 / 18	75	78	1,050	0						OK
A1 / 19	75	78	1,050	0						OK
A1 / 20	75	78	1,050	0						OK
A1 / 21	75	78	1,050	0						OK
A1 / 22	75	78	1,050	0						OK
A1 / 23	75	78	1,050	0						OK
A1 / 24	75	78	1,050	0						OK
A1 / 25	75	78	1,050	0						OK
A1 / 26	75	78	1,050	0						OK
A1 / 27	75	78	1,050	0						OK
A1 / 28	75	78	1,050	0						OK
A1 / 29	75	78	1,050	0						OK
A1 / 30	75	78	1,050	0						OK
A1 / 31	75	78	1,050	0						OK
A1 / 32	75	78	1,050	0						OK
A1 / 33	75	78	1,050	0						OK
A1 / 34	75	78	1,050	0						OK
A1 / 35	75	78	1,050	0						OK
A1 / 36	75	78	1,050	0						OK
A1 / 37	75	78	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1														
DRENATE			NON DRENATE			DRENATE			NON DRENATE			DRENATE		
Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/		Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/		Nodo3d	SpostZ	SpostZ/

Pozzetto di sfiato "1"

N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl	N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl	N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl
1	-0,159	ELAST.			2	-0,158	ELAST.			5	-0,160	ELAST.		
6	-0,159	ELAST.			9	-0,159	ELAST.			10	-0,158	ELAST.		
11	-0,159	ELAST.			12	-0,160	ELAST.			13	-0,159	ELAST.		
14	-0,159	ELAST.			15	-0,159	ELAST.			16	-0,159	ELAST.		
17	-0,159	ELAST.			18	-0,159	ELAST.			19	-0,159	ELAST.		
20	-0,159	ELAST.			21	-0,159	ELAST.			22	-0,158	ELAST.		
23	-0,158	ELAST.			24	-0,158	ELAST.			25	-0,159	ELAST.		
26	-0,159	ELAST.			27	-0,159	ELAST.			28	-0,159	ELAST.		
29	-0,159	ELAST.			30	-0,159	ELAST.			31	-0,158	ELAST.		
32	-0,158	ELAST.			33	-0,159	ELAST.			34	-0,159	ELAST.		
35	-0,159	ELAST.			36	-0,159	ELAST.			37	-0,159	ELAST.		
38	-0,159	ELAST.			39	-0,160	ELAST.			40	-0,159	ELAST.		
41	-0,159	ELAST.			42	-0,158	ELAST.			43	-0,158	ELAST.		
44	-0,158	ELAST.			45	-0,159	ELAST.							

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	115	121	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	115	121	1,050	0						OK
A1 / 3	105	110	1,050	0						OK
A1 / 4	115	121	1,050	0						OK
A1 / 5	105	110	1,050	0						OK
A1 / 6	75	78	1,050	0						OK
A1 / 7	75	78	1,050	0						OK
A1 / 8	75	78	1,050	0						OK
A1 / 9	75	78	1,050	0						OK
A1 / 10	75	78	1,050	0						OK
A1 / 11	75	78	1,050	0						OK
A1 / 12	75	78	1,050	0						OK
A1 / 13	75	78	1,050	0						OK
A1 / 14	75	78	1,050	0						OK
A1 / 15	75	78	1,050	0						OK
A1 / 16	75	78	1,050	0						OK
A1 / 17	75	78	1,050	0						OK
A1 / 18	75	78	1,050	0						OK
A1 / 19	75	78	1,050	0						OK
A1 / 20	75	78	1,050	0						OK
A1 / 21	75	78	1,050	0						OK
A1 / 22	75	78	1,050	0						OK
A1 / 23	75	78	1,050	0						OK
A1 / 24	75	78	1,050	0						OK
A1 / 25	75	78	1,050	0						OK
A1 / 26	75	78	1,050	0						OK
A1 / 27	75	78	1,050	0						OK
A1 / 28	75	78	1,050	0						OK
A1 / 29	75	78	1,050	0						OK
A1 / 30	75	78	1,050	0						OK
A1 / 31	75	78	1,050	0						OK
A1 / 32	75	78	1,050	0						OK
A1 / 33	75	78	1,050	0						OK
A1 / 34	75	78	1,050	0						OK
A1 / 35	75	78	1,050	0						OK
A1 / 36	75	78	1,050	0						OK
A1 / 37	75	78	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,159	ELAST.			2	-0,158	ELAST.			5	-0,160	ELAST.		
6	-0,159	ELAST.			9	-0,159	ELAST.			10	-0,158	ELAST.		
11	-0,159	ELAST.			12	-0,160	ELAST.			13	-0,159	ELAST.		
14	-0,159	ELAST.			15	-0,159	ELAST.			16	-0,159	ELAST.		
17	-0,159	ELAST.			18	-0,159	ELAST.			19	-0,159	ELAST.		

Pozzetto di sfiato "1"

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
20	-0,159	ELAST.			21	-0,159	ELAST.			22	-0,158	ELAST.		
23	-0,158	ELAST.			24	-0,158	ELAST.			25	-0,159	ELAST.		
26	-0,159	ELAST.			27	-0,159	ELAST.			28	-0,159	ELAST.		
29	-0,159	ELAST.			30	-0,159	ELAST.			31	-0,158	ELAST.		
32	-0,158	ELAST.			33	-0,159	ELAST.			34	-0,159	ELAST.		
35	-0,159	ELAST.			36	-0,159	ELAST.			37	-0,159	ELAST.		
38	-0,159	ELAST.			39	-0,160	ELAST.			40	-0,159	ELAST.		
41	-0,159	ELAST.			42	-0,158	ELAST.			43	-0,158	ELAST.		
44	-0,158	ELAST.			45	-0,159	ELAST.							

RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

• **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo *Brinch-Hansen*:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione
 B = lato minore della fondazione
 L = lato maggiore della fondazione
 D = profondità della fondazione
 α = inclinazione base della fondazione
 G = peso specifico del terreno
 B' = larghezza di fondazione ridotta = $B - 2 e_B$
 L' = lunghezza di fondazione ridotta = $L - 2 e_L$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali
 N = risultante delle forze verticali
 e_B = eccentricità del carico verticale lungo B
 e_L = eccentricità del carico verticale lungo L
 F_{hB} = forza orizzontale lungo B
 F_{hL} = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle
 $c = c_u$ = coesione non drenata (condizioni U)
 $c = c'$ = coesione drenata (condizioni D)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni U)
 $\Gamma = \Gamma'$ = peso specifico sommerso (condizioni D)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni U)
 $\phi = \phi'$ = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchy-Meyerhof})$$
$$N_g = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq-1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (Reissner-Meyerhof)$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c'+q'\tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

E = modulo elastico normale

μ = coefficiente di Poisson

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \text{ang} \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

$$mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}}$$

$$\Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$\begin{aligned} bg &= \exp(-2,7\alpha \tan \phi) \\ bc &= bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) && \text{in condizioni D} \\ bc &= 1 - \frac{\alpha}{147} && \text{in condizioni U} \\ bq &= 1 && \text{in condizioni U) } \end{aligned}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$\begin{aligned} gc &= gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} && \text{in condizioni D} \\ gc &= 1 - \frac{\beta}{147} && \text{in condizioni U} \\ gq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$\begin{aligned} sg &= 1 - 0,4 \frac{B'}{L'} \\ sq &= 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi \\ sc &= 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc} \end{aligned}$$

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). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati Khi e Igk, 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. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico Khi e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore Igk modifica invece il solo coefficiente Ng; il fattore Ng viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

• CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$ = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di *Steinbrenner*, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L:

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[\frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$\begin{aligned}M &= B / z \\N &= L / z \\V &= M^2 + N^2 + 1 \\V1 &= (M \times N)^2\end{aligned}$$

- **CALCOLO NON LINEARE DELLE FONDAZIONI**

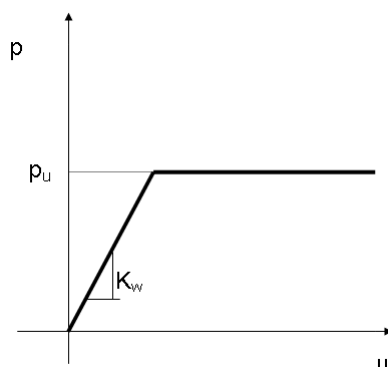
Con le nuove norme tecniche sulle costruzioni la verifica agli S.L.U. delle fondazioni risulta particolarmente onerosa, in particolare nel caso di azioni sismiche rilevanti.

Questo rende difficoltosa l'applicazione in forma automatica del classico modello rigido plastico in quanto non risulta spesso chiaro a quale porzione dell'intero sistema fondale ci si debba riferire nella scrittura dell'equilibrio limite. Tale metodo, inoltre, non è applicabile nel caso di platee di forma generica.

Tale impostazione risulta infatti chiaramente legata ad un approccio di calcolo '*manuale*' che necessita di valutazioni di tipo ingegneristico che mal si adattano ad un approccio di tipo numerico.

Per potere ovviare a tale limite si è implementato un tipo di verifica in cui la modellazione agli elementi finiti dell'intera struttura di fondazione può essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee e quindi dal terreno.

In particolare gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare mentre il terreno viene modellato come un letto di molle non lineari e non reagenti a trazione il cui legame costitutivo, per una area di impronta unitaria, è rappresentato dal diagramma seguente:



Il legame di tipo elastoplastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidezza all'origine la costante di *Winkler* del terreno e come resistenza il valore della capacità portante ultima calcolata con le normali teorie di *Brinch-Hansen* e *Vesic*. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale.

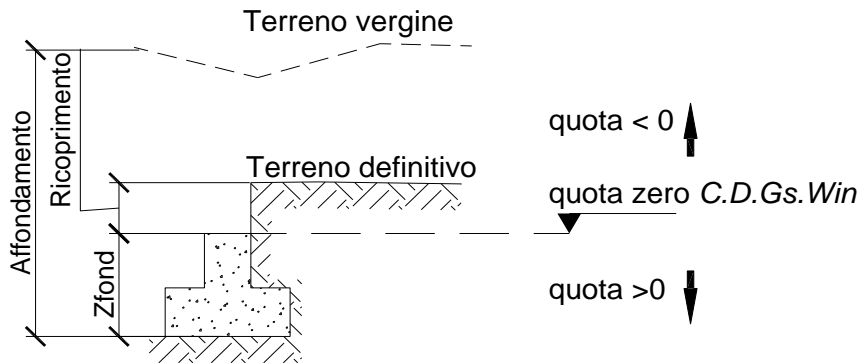
A questo punto viene condotta un'analisi non lineare a controllo di forza incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice *FEMA 356*, codice di indubbio valore internazionale, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 delle NTC 2018.

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante i plinti.



NOTA: La quota zero di *C.D.Gs. Win* coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di *C.D.S. Win* ma cambia la convenzione nel segno: infatti in *C. D. Gs.* le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in *C. D. S.* le quote sono positive crescenti verso l'alto.

Plinto	: Numero di plinto
Q.t.v.	: quota terreno vergine
Q.t.d.	: quota definitiva terreno
Q.falda	: quota falda
InclTer	: inclinazione terreno
Num Str	: Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono
Sp.str.	: Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato
Peso Sp	: peso specifico
Fi	: angolo di attrito interno
C'	: coesione drenata
Cu	: coesione NON drenata
Mod.El.	: modulo elastico
Poisson	: coeff. Poisson
Coeff. Lambe	: coefficiente beta di Lambe
Gr.Sovr	: grado di sovraconsolidazione
Mod.Ed.	: modulo edometrico

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{tg\varphi}{\gamma_\varphi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

γ_φ , γ_C : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC Tabella 6.2.II)

γ_r : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (NTC Tabella 6.4.I)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

Comb. : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica

Tipo Elem. : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra

Elem. N.ro : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento (Asta Winkler/Plinto/Platea)

N : Scarico verticale

$tg\varphi$ / γ_φ / γ_r : Coefficiente attrito di progetto

C/ γ_C / γ_r : Adesione di progetto

Area : Area ridotta

Vres : Resistenza allo scorrimento dell' elemento strutturale

Fh : Azione orizzontale trasmessa dall' elemento strutturale

Verifica Locale : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione

S(Vres) : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali

S(Fh) : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali

Verifica Globale : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate sia nella tabella di stampa della portanza globale della fondazione, sia nella tabella della portanza di fondazione delle platee calcolata con analisi elastica del terreno:

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

Comb. Nro	: Numero della combinazione
Risultante	: Valore della risultante delle forze trasmesse dalla fondazione per la combinazione attuale
Resistenza	: Valore della resistenza del terreno mobilitata in base al moltiplicatore dei carichi attuale
Moltipl.Collasso	: Valore del moltiplicatore dei carichi con cui è stato eseguito il calcolo. Poiche' tutti i coefficienti di sicurezza sono già stati considerati nei carichi e nelle caratteristiche dei materiali, un moltiplicatore = 1 significa che la verifica di portanza è soddisfatta.
%Pl.Molle	: Percentuale delle molle in fase plastica nella combinazione attuale
STATUS	: Per moltiplicatori di collasso < 1 mostra NOVERIF, altrimenti OK

Tabella 2: Abbassamenti

Nodo3d	: Numero del nodo3d a cui si riferisce la molla elasto-plastica
SpostZ	: Abbassamento della molla elasto-plastica in corrispondenza del nodo3d
SpostZ/SpostEl	: Fattore di plasticizzazione della molla:

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

Se per alcuni nodi non è stato possibile ottenere la caratterizzazione geotecnica, allora tali nodi vengono esclusi dal modello di calcolo e la relativa molla viene contrassegnata in stampa con la sigla 'SCARTATA'

Pozzetto d'ispezione "2"

DATI GENERALI

COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA

		TABELLA M1		TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio		1,00			
Peso Specifico		1,00			
Coesione Efficace (c'k)		1,00			
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00			
Tipo Approccio		Combinazione Unica: (A1+M1+R3)			
Tipo di fondazione		Superficiale			
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2		COEFFICIENTE R3	
Capacita' Portante				2,30	
Scorrimento				1,10	

COORDINATE NODI3D PLATEA

IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO			IDENT.	POSIZIONE NODO		
Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)
1	0,30	0,30	0,00	2	3,60	0,30	0,00	5	0,30	3,60	0,00	6	3,60	3,60	0,00
9	0,00	0,00	0,00	10	3,90	0,00	0,00	11	3,90	3,90	0,00	12	0,00	3,90	0,00
13	1,13	0,30	0,00	14	1,95	0,30	0,00	15	2,78	0,30	0,00	16	1,13	3,60	0,00
17	1,95	3,60	0,00	18	2,78	3,60	0,00	19	0,30	1,13	0,00	20	0,30	1,95	0,00
21	0,30	2,78	0,00	22	3,60	1,13	0,00	23	3,60	1,95	0,00	24	3,60	2,78	0,00
25	2,00	1,00	0,00	26	1,00	1,00	0,00	27	1,00	2,00	0,00	28	2,00	2,00	0,00
29	1,00	3,00	0,00	30	2,00	3,00	0,00	31	3,00	2,00	0,00	32	3,00	1,00	0,00
33	3,00	3,00	0,00	34	0,00	1,95	0,00	35	0,00	0,98	0,00	36	1,95	0,00	0,00
37	0,98	0,00	0,00	38	2,93	0,00	0,00	39	0,00	2,93	0,00	40	1,95	3,90	0,00
41	0,98	3,90	0,00	42	3,90	1,95	0,00	43	3,90	0,98	0,00	44	3,90	2,93	0,00
45	2,93	3,90	0,00												

GEOMETRIA PLATEA

Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro
5	25	28	27	26	1	6	28	30	29	27	1	7	31	28	25	32	1	8	31	33	30	28	1
9	34	35	19	20	1	10	25	26	13	14	1	11	13	37	36	14	1	12	27	20	19	26	1
13	36	38	15	14	1	14	21	20	27	29	1	15	21	39	34	20	1	16	30	17	16	29	1
17	40	41	16	17	1	18	15	32	25	14	1	19	22	43	42	23	1	20	42	44	24	23	1
21	22	23	31	32	1	22	18	17	30	33	1	23	40	17	18	45	1	24	24	33	31	23	1
25	1	13	26	19	1	26	29	16	5	21	1	27	32	15	2	22	1	28	33	24	6	18	1
29	1	19	35	9	1	30	37	13	1	9	1	31	39	21	5	12	1	32	5	16	41	12	1
33	38	10	2	15	1	34	2	10	43	22	1	35	6	11	45	18	1	36	44	11	6	24	1

STRATIGRAFIA PLATEA

Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi' (Grd)	C' kg/cm	Cu kg/cm	Mod.El. kg/cm	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm
1	0,40	0,00		0	5,00	1		2000	30,00	0,00	0,00	50,00	0,25	1	50,00

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	1,50	1,50	1,05	1,50	1,05	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Var.Par.q<30Kn	1,50	1,50	1,05	1,50	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Carico termico	0,00	0,90	1,50	-0,90	-1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Var.Par.q<30Kn	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	-0,30
Corr. Tors. dir. 90	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00
Carico termico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37
-------------	----	----	----	----	----	----	----

Pozzetto d'ispezione "2"

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Var.Par.q<30Kn	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00
Carico termico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	1,00	1,00	0,70	1,00	0,70
Var.Par.q<30Kn	1,00	1,00	0,70	1,00	0,70
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carico termico	0,00	0,60	1,00	-0,60	-1,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2	3
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	0,50	0,30	0,30
Var.Par.q<30Kn	0,70	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00
Carico termico	0,00	0,50	-0,50
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Abitazioni	0,30
Var.Par.q<30Kn	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Carico termico	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
A1 / 0	PIASTRA	1	0,82	0,244	0,00	0,279	0,20	0,07	OK	0,20	0,07	
	PIASTRA	2	2,12	0,244	0,00	0,269	0,52	0,18	OK	0,72	0,25	
	PIASTRA	5	1,19	0,244	0,00	0,269	0,29	0,10	OK	1,01	0,35	
	PIASTRA	6	2,42	0,244	0,00	0,259	0,59	0,21	OK	1,60	0,56	
	PIASTRA	9	0,31	0,244	0,00	0,135	0,08	0,03	OK	1,67	0,58	
	PIASTRA	10	1,10	0,244	0,00	0,135	0,27	0,09	OK	1,94	0,68	
	PIASTRA	11	1,34	0,244	0,00	0,135	0,33	0,11	OK	2,27	0,79	
	PIASTRA	12	0,55	0,244	0,00	0,135	0,13	0,05	OK	2,40	0,84	
	PIASTRA	13	1,83	0,244	0,00	0,439	0,45	0,16	OK	2,84	0,99	
	PIASTRA	14	2,45	0,244	0,00	0,454	0,60	0,21	OK	3,44	1,20	
	PIASTRA	15	2,84	0,244	0,00	0,429	0,69	0,24	OK	4,13	1,44	
	PIASTRA	16	2,29	0,244	0,00	0,406	0,56	0,19	OK	4,69	1,63	
	PIASTRA	17	2,81	0,244	0,00	0,409	0,68	0,24	OK	5,38	1,87	
	PIASTRA	18	3,21	0,244	0,00	0,396	0,78	0,27	OK	6,16	2,15	
	PIASTRA	19	1,45	0,244	0,00	0,439	0,35	0,12	OK	6,51	2,27	
	PIASTRA	20	1,67	0,244	0,00	0,454	0,41	0,14	OK	6,92	2,41	
	PIASTRA	21	1,74	0,244	0,00	0,429	0,42	0,15	OK	7,34	2,56	
	PIASTRA	22	3,34	0,244	0,00	0,406	0,81	0,28	OK	8,16	2,84	
	PIASTRA	23	3,51	0,244	0,00	0,409	0,85	0,30	OK	9,01	3,14	
	PIASTRA	24	3,55	0,244	0,00	0,396	0,87	0,30	OK	9,88	3,44	
	PIASTRA	25	4,70	0,244	0,00	0,819	1,14	0,40	OK	11,02	3,84	
	PIASTRA	26	3,06	0,244	0,00	0,714	0,75	0,26	OK	11,76	4,10	
	PIASTRA	27	3,85	0,244	0,00	0,819	0,94	0,33	OK	12,70	4,43	
	PIASTRA	28	6,09	0,244	0,00	1,000	1,48	0,52	OK	14,19	4,94	
	PIASTRA	29	3,53	0,244	0,00	0,681	0,86	0,30	OK	15,05	5,24	
	PIASTRA	30	5,14	0,244	0,00	0,774	1,25	0,44	OK	16,30	5,68	
	PIASTRA	31	5,94	0,244	0,00	0,774	1,45	0,50	OK	17,74	6,18	
	PIASTRA	32	4,95	0,244	0,00	0,681	1,21	0,42	OK	18,95	6,60	
	PIASTRA	33	5,30	0,244	0,00	0,647	1,29	0,45	OK	20,24	7,05	
	PIASTRA	34	0,43	0,244	0,00	0,135	0,10	0,04	OK	20,35	7,09	
	PIASTRA	35	0,37	0,244	0,00	0,135	0,09	0,03	OK	20,44	7,12	
	PIASTRA	36	0,70	0,244	0,00	0,135	0,17	0,06	OK	20,61	7,18	
	PIASTRA	37	0,51	0,244	0,00	0,135	0,12	0,04	OK	20,73	7,22	
	PIASTRA	38	0,90	0,244	0,00	0,135	0,22	0,08	OK	20,95	7,30	

Pozzetto d'ispezione "2"

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
	PIASTRA	39	0,49	0,244	0,00	0,135	0,12	0,04	OK	21,07	7,34	
	PIASTRA	40	0,94	0,244	0,00	0,135	0,23	0,08	OK	21,30	7,42	
	PIASTRA	41	0,75	0,244	0,00	0,135	0,18	0,06	OK	21,48	7,48	
	PIASTRA	42	1,21	0,244	0,00	0,135	0,30	0,10	OK	21,78	7,59	
	PIASTRA	43	1,16	0,244	0,00	0,135	0,28	0,10	OK	22,06	7,69	
	PIASTRA	44	1,28	0,244	0,00	0,135	0,31	0,11	OK	22,37	7,79	
	PIASTRA	45	1,14	0,244	0,00	0,135	0,28	0,10	OK	22,65	7,89	OK

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	139	146	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	139	146	1,050	0						OK
A1 / 3	129	135	1,050	0						OK
A1 / 4	139	146	1,050	0						OK
A1 / 5	129	135	1,050	0						OK
A1 / 6	93	98	1,050	0						OK
A1 / 7	93	98	1,050	0						OK
A1 / 8	93	98	1,050	0						OK
A1 / 9	93	98	1,050	0						OK
A1 / 10	93	98	1,050	0						OK
A1 / 11	93	98	1,050	0						OK
A1 / 12	93	98	1,050	0						OK
A1 / 13	93	98	1,050	0						OK
A1 / 14	93	98	1,050	0						OK
A1 / 15	93	98	1,050	0						OK
A1 / 16	93	98	1,050	0						OK
A1 / 17	93	98	1,050	0						OK
A1 / 18	93	98	1,050	0						OK
A1 / 19	93	98	1,050	0						OK
A1 / 20	93	98	1,050	0						OK
A1 / 21	93	98	1,050	0						OK
A1 / 22	93	98	1,050	0						OK
A1 / 23	93	98	1,050	0						OK
A1 / 24	93	98	1,050	0						OK
A1 / 25	93	98	1,050	0						OK
A1 / 26	93	98	1,050	0						OK
A1 / 27	93	98	1,050	0						OK
A1 / 28	93	98	1,050	0						OK
A1 / 29	93	98	1,050	0						OK
A1 / 30	93	98	1,050	0						OK
A1 / 31	93	98	1,050	0						OK
A1 / 32	93	98	1,050	0						OK
A1 / 33	93	98	1,050	0						OK
A1 / 34	93	98	1,050	0						OK
A1 / 35	93	98	1,050	0						OK
A1 / 36	93	98	1,050	0						OK
A1 / 37	93	98	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,192	ELAST.			2	-0,192	ELAST.			5	-0,193	ELAST.		
6	-0,192	ELAST.			9	-0,193	ELAST.			10	-0,192	ELAST.		
11	-0,192	ELAST.			12	-0,193	ELAST.			13	-0,192	ELAST.		
14	-0,192	ELAST.			15	-0,192	ELAST.			16	-0,192	ELAST.		
17	-0,192	ELAST.			18	-0,192	ELAST.			19	-0,192	ELAST.		
20	-0,192	ELAST.			21	-0,193	ELAST.			22	-0,192	ELAST.		
23	-0,192	ELAST.			24	-0,192	ELAST.			25	-0,192	ELAST.		
26	-0,192	ELAST.			27	-0,192	ELAST.			28	-0,192	ELAST.		
29	-0,192	ELAST.			30	-0,192	ELAST.			31	-0,192	ELAST.		
32	-0,192	ELAST.			33	-0,192	ELAST.			34	-0,193	ELAST.		

Pozzetto d'ispezione "2"

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
35	-0,193	ELAST.			36	-0,192	ELAST.			37	-0,192	ELAST.		
38	-0,192	ELAST.			39	-0,193	ELAST.			40	-0,192	ELAST.		
41	-0,192	ELAST.			42	-0,192	ELAST.			43	-0,192	ELAST.		
44	-0,192	ELAST.			45	-0,192	ELAST.							

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	139	146	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	139	146	1,050	0						OK
A1 / 3	129	135	1,050	0						OK
A1 / 4	139	146	1,050	0						OK
A1 / 5	129	135	1,050	0						OK
A1 / 6	93	98	1,050	0						OK
A1 / 7	93	98	1,050	0						OK
A1 / 8	93	98	1,050	0						OK
A1 / 9	93	98	1,050	0						OK
A1 / 10	93	98	1,050	0						OK
A1 / 11	93	98	1,050	0						OK
A1 / 12	93	98	1,050	0						OK
A1 / 13	93	98	1,050	0						OK
A1 / 14	93	98	1,050	0						OK
A1 / 15	93	98	1,050	0						OK
A1 / 16	93	98	1,050	0						OK
A1 / 17	93	98	1,050	0						OK
A1 / 18	93	98	1,050	0						OK
A1 / 19	93	98	1,050	0						OK
A1 / 20	93	98	1,050	0						OK
A1 / 21	93	98	1,050	0						OK
A1 / 22	93	98	1,050	0						OK
A1 / 23	93	98	1,050	0						OK
A1 / 24	93	98	1,050	0						OK
A1 / 25	93	98	1,050	0						OK
A1 / 26	93	98	1,050	0						OK
A1 / 27	93	98	1,050	0						OK
A1 / 28	93	98	1,050	0						OK
A1 / 29	93	98	1,050	0						OK
A1 / 30	93	98	1,050	0						OK
A1 / 31	93	98	1,050	0						OK
A1 / 32	93	98	1,050	0						OK
A1 / 33	93	98	1,050	0						OK
A1 / 34	93	98	1,050	0						OK
A1 / 35	93	98	1,050	0						OK
A1 / 36	93	98	1,050	0						OK
A1 / 37	93	98	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,192	ELAST.			2	-0,192	ELAST.			5	-0,193	ELAST.		
6	-0,192	ELAST.			9	-0,193	ELAST.			10	-0,192	ELAST.		
11	-0,192	ELAST.			12	-0,193	ELAST.			13	-0,192	ELAST.		
14	-0,192	ELAST.			15	-0,192	ELAST.			16	-0,192	ELAST.		
17	-0,192	ELAST.			18	-0,192	ELAST.			19	-0,192	ELAST.		
20	-0,192	ELAST.			21	-0,193	ELAST.			22	-0,192	ELAST.		
23	-0,192	ELAST.			24	-0,192	ELAST.			25	-0,192	ELAST.		
26	-0,192	ELAST.			27	-0,192	ELAST.			28	-0,192	ELAST.		
29	-0,192	ELAST.			30	-0,192	ELAST.			31	-0,192	ELAST.		
32	-0,192	ELAST.			33	-0,192	ELAST.			34	-0,193	ELAST.		
35	-0,193	ELAST.			36	-0,192	ELAST.			37	-0,192	ELAST.		
38	-0,192	ELAST.			39	-0,193	ELAST.			40	-0,192	ELAST.		

Pozzetto d'ispezione "2"

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
41	-0,192	ELAST.			42	-0,192	ELAST.			43	-0,192	ELAST.		
44	-0,192	ELAST.			45	-0,192	ELAST.							