

**Interventi di riqualificazione e valorizzazione
dell'area "La Fratta" sottostante le Mura del Centro Storico
"Lavori di consolidamento statico del versante occidentale"**

(Determina n° 87 del 17/09/2025)

Progetto Esecutivo



3.PROGETTO
3.2 STRUTTURE

OGGETTO:

Relazione sulle fondazioni

Elaborato: **36**

Committente: Comune di Arcidosso (GR)

Scala: A4

Il Sindaco : Dott. Jacopo Marini

Data: Novembre 2025

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Simone Savelli

Aggiornamento:

Ingegneria strutturale: Ing. Giosuè Gifuni

Revisione:

Geologia e Geotecnica - Geoamiata : Geol. Alessandro Nenci - Geol.Massimo Fanti

Rilievi specialistici :

Progettazione e valutazioni economiche:

File : Elab.36_STR.08.pdf



Via Siria, 102 58100 Grosseto



Ing. Arch. Maurizio Di Stefano
Via Medina 5
80133 Napoli
maurizio.distefano@ordingna.it

**INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E VALORIZZAZIONE
DELL'AREA "LA FRATTA" SOTTOSTANTE LE MURA DEL CENTRO STORICO
"LAVORI DI CONSOLIDAMENTO STATICO DEL VERSANTE OCCIDENTALE"**

COMUNE DI ARCIDOSO

PROGETTO ESECUTIVO STRUTTURALE

- RELAZIONE SULLE FONDAZIONI -

INDICE

1. **PREMESSA.**
2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO E REFERENZE TECNICHE.**
3. **INQUADRAMENTO DELL'OPERA.**
4. **RELAZIONE SULLE FONDAZIONI**
 - 4.1. **FONDAZIONI DEI MURI DI CONTROSCARPA.**
 - 4.1.1. **VERIFICA A CARICO LIMITE E CALCOLO DEI CEDIMENTI.**
 - 4.1.2. **VERIFICA STRUTTURALE DEI MURI DI CONTROSCARPA.**
 - 4.2. **FONDAZIONE DELLA SCALA METALLICA.**
 - 4.2.1. **VERIFICA A CARICO LIMITE E CALCOLO DEI CEDIMENTI.**
 - 4.2.2. **VERIFICA STRUTTURALE DELLE FONDAZIONI.**
 - 4.3. **VERIFICA A LIQUEFAZIONE.**

1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono affrontati i problemi geotecnici relativi alle opere strutturali in fondazione previste nel progetto dei “Lavori di consolidamento statico del versante occidentale” nell’ambito dei lavori di riqualificazione e valorizzazione dell’area “La Fratta” sottostante le mura del centro storico di Arcidosso (GR).

L’area che comprende gli interventi in progetto è stata già nel 2021 oggetto di una campagna d’indagine per definire alcuni aspetti dell’assetto geologico. La campagna geognostica realizzata nel 2021 ha previsto:

- esecuzione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a 15 m di profondità;
- esecuzione di n. 2 prove S.P.T. a punta aperta (tab.1);
- prelievo di campione indisturbato all’interno del foro di sondaggio;
- prelievo di campione di Roccia superficiale;
- esecuzione di uno stendimento di sismica a rifrazione in onde P;
- esecuzione di una prova sismica MASW.

Al fine di determinare un quadro completo dell’assetto geotecnico locale ed ottemperare alle normative vigenti in materia di realizzazione di nuove strutture, si è programmata una nuova campagna di indagini, che ha previsto:

- esecuzione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo della profondità di 15 m;
- esecuzione di due prove S.P.T.;
- esecuzione di uno stendimento di sismica a rifrazione in onde P;
- una prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH.
- quattro prove penetrometriche dinamiche medio leggere DM.

La descrizione delle campagne di indagini e la valutazione dei risultati è contenuta negli specifici elaborati riguardanti “Geologia/Geotecnica/Sismica”.

Le indagini eseguite hanno consentito di definire nel dettaglio le stratigrafie nelle diverse zone di intervento e le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati.

Dalle indagini eseguite non sussiste alcuna falda che possa interferire con le strutture in oggetto.

Le costruzioni ricadono in area classificata come zona sismica 3 ai sensi della Deliberazione GRT n. 421 del 26.05.2014.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E REFERENZE TECNICHE

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- 1) D.M. 17.01.2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- 2) Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Per le referenze tecniche (Cap. 12 D.M. 17.01.2018) si fa riferimento a:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per le prove su materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, a integrazione delle presenti norme, si utilizzano i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sul documento stesso;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

3. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Le opere, previste in progetto, rilevanti ai fini geotecnici sono:

1. fondazione su pali dei muri di controscarpa;
2. fondazione della scala metallica.

Le quote dei piani di posa e le dimensioni delle fondazioni sono indicate dettagliatamente nelle tavole grafiche.

Lo studio del comportamento del complesso terreno - fondazione si articola nelle seguenti fasi:

- Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo;
- Determinazione del carico limite;
- Valutazione dei cedimenti.

4. RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

4.1. FONDAZIONE DEI MURI DI CONTROSCARPA

4.1.1. VERIFICA A CARICO LIMITE E CALCOLO DEI CEDIMENTI

Si sono considerate le sole condizioni drenate, che per i terreni in oggetto sono le uniche significative.

Le caratteristiche meccaniche dei terreni fondali, sulla base dei dati riportati nella relazione geologica, sono state assunte pari a:

- Strato 1 da 0,00 m a 6,00 m:

$$\gamma = 1.45 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 24^\circ$$

$$c = 0$$

$$E_{ed} = 57 \text{ kg/cm}^2$$

- Strato 2 da 6,00 m a 8,00 m

$$\gamma = 2.10 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 37^\circ$$

$$c = 1,10 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ed} = 600 \text{ kg/cm}^2$$

- Strato 3 da 8,00 m:

$$\gamma = 2.10 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 40^\circ$$

$$c = 1,30 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ed} = 600 \text{ kg/cm}^2$$

Ai soli fini della modellazione agli elementi finiti la struttura di fondazione è stata schematizzata mediante plinti di dimensioni in pianta 70x70 cm ubicati in corrispondenza dei pali e collegati con una piastra di spessore 50 cm. Il modello simula con sufficiente approssimazione il reale comportamento della struttura di fondazione.

Capacità portante di fondazioni su pali

Pali resistenti a compressione

Il carico ultimo del palo a compressione risulta:

$$Q_{lim} = Q_{punta} + Q_{later}$$

dove:

Q_{punta} : Resistenza alla punta

In terreni coesivi in condizioni non drenate:

$$Q_{\text{punta}} = (C_{\text{up}} \cdot N_c + \sigma_v) \cdot A_p \cdot R_c$$

C_{up} = coesione non drenata terreno alla quota della punta

N_c = coeff. di capacita' portante = 9

σ_v = tensione verticale totale in punta

A_p = area della punta del palo

R_c = coeff. di Meyerhof per le argille S/C

$R_c = (D+1)/(2D+1)$ per pali trivellati

$R_c = (D+0.5)/(2D)$ per pali infissi

D = diametro del palo

In terreni coesivi in condizioni drenate (secondo Vesic):

$$Q_{\text{punta}} = (\mu \sigma'_v N_q + c' N_c) \cdot A_p$$

$$\mu = [1 + 2 \cdot (1 - \sin \varphi')] / 3$$

$$N_q = 3 / (3 - \sin \varphi') \cdot [\exp((\pi/2 - \varphi') \tan \varphi') \cdot \tan^2(\pi/4 + \varphi'/2) \cdot I_{rr}^{(4 \sin \varphi' / (3(1 + \sin \varphi')))]$$

I_{rr} = indice di rigidezza ridotta

$I_{rr} \approx I_r$ = indice di rigidezza = $G / (c' + \sigma'_v \cdot \tan \varphi')$

G = modulo elastico di taglio

σ'_v = tensione verticale efficace in punta

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi'$$

In terreni incoerenti (secondo Berezantzev) :

$$Q_{\text{punta}} = \sigma'_v \cdot \alpha_q \cdot N_q \cdot A_p$$

α_q = coeff. di riduzione per effetto silos in funzione di L/D

N_q = calcolato con φ^* secondo Kishida:

$$\varphi^* = \varphi' - 3^\circ \quad \text{per pali trivellati}$$

$$\varphi^* = (\varphi' + 40^\circ) / 2 \quad \text{per pali infissi}$$

L = lunghezza del palo

Q_{later} : Resistenza laterale

In terreni coesivi in condizioni non drenate:

$$Q_{\text{later}} = \alpha \cdot C_{\text{um}} \cdot A_s$$

C_{um} = coesione non drenata media lungo lo strato

A_s = area della superficie laterale del palo

α = coeff. riduttivo in funzione delle modalita' esecutive

per pali infissi:

$$\alpha = 1 \quad \text{per } C_u \leq 25 \text{ kPa (0.25 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\alpha = 1 - 0.011 \cdot (C_u - 25) \quad \text{per } 25 < C_u < 70 \text{ kPa}$$

$$\alpha = 0.5 \quad \text{per } C_u \geq 70 \text{ kPa (0.70 kg/cm}^2\text{)}$$

per pali trivellati:

$$\alpha = 0.7 \quad \text{per } C_u \leq 25 \text{ kPa (0.25 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\alpha = 0.7 - 0.008 \cdot (C_u - 25) \quad \text{per } 25 < C_u < 70 \text{ kPa}$$

$$\alpha = 0.35 \quad \text{per } C_u \geq 70 \text{ kPa (0.70 kg/cm}^2\text{)}$$

In terreni coesivi in condizioni drenate:

$$Q_{later} = (1 - \sin \phi') \cdot \sigma'_v(z) \cdot \mu \cdot A_s$$

$\sigma'_v(z)$ = tensione verticale efficace lungo il fusto del palo

μ = coefficiente di attrito:

$$\mu = \tan \phi' \quad \text{per pali trivellati}$$

$$\mu = \tan (3/4 \cdot \phi') \quad \text{per pali infissi prefabbricati}$$

In terreni incoerenti:

$$Q_{later} = K \cdot \sigma'_v(z) \cdot \mu \cdot A_s$$

$\sigma'_v(z)$ = tensione verticale efficace lungo il fusto del palo

K = coefficiente di spinta:

$$K = (1 - \sin \phi') \quad \text{per pali trivellati}$$

$$K = 1 \quad \text{per pali infissi}$$

μ = coefficiente di attrito:

$$\mu = \tan \phi' \quad \text{per pali trivellati}$$

$$\mu = \tan (3/4 \cdot \phi') \quad \text{per pali infissi prefabbricati}$$

Al carico agente sul palo invece va aggiunto il peso proprio del palo stesso e l'eventuale carico dovuto all'attrito negativo.

P_{attr_neg} : carico da attrito negativo

$P_{attr_neg} = 0$ in terreni coesivi in condizioni non drenate

$P_{attr_neg} = A_s \cdot \beta \cdot \sigma'_m$ in terreni incoerenti o coesivi in condizioni drenate

β = coeff. di Lambe

σ'_m = pressione verticale efficace media lungo lo strato deformabile

Il carico ammissibile risulta pari a:

$$Q_{amm} = (Q_{punta} / \mu_p + Q_{later} / \mu_L) \cdot E_g$$

dove:

μ_p = coefficiente di sicurezza del palo per resistenza di punta

μ_L = coefficiente di sicurezza del palo per resistenza laterale

E_g = coefficiente di efficienza dei pali in gruppo

in terreni coesivi:

per plinti rettangolari (secondo Converse-La Barre):

$$E_g = 1 - \arctan(D/i) \cdot [(n-1)m + (m-1)n] / (90mn)$$

m = numero delle file dei pali nel gruppo

n = numero di pali per ciascuna fila

i = interasse fra i pali

Pali resistenti a trazione

Il carico ultimo del palo a trazione vale:

$$Q_{lim} = Q_{later}$$

Il carico ammissibile risulta pari a:

$$Q_{amm} = Q_{lim} / \mu_L$$

DATI GENERALI

C O E F F I C I E N T I P A R Z I A L I G E O T E C N I C A			
		T A B E L L A M1	T A B E L L A 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		Su Pali	
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante			2,30
Scorrimento			1,10
Resist. alla Base			1,15
Resist. Lat. a Compr.			1,15
Resist. Lat. a Traz.			1,25
Carichi Trasversali			1,30

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei dati geometrici dei plinti.

Plinto = Numero sequenziale del plinto

Filo = filo fisso

Xfond = [m] ascissa filo

Yfond = [m] ordinata filo

Zfond = [m] quota base fondaz. nel riferimento di CDG

Bfond = [m] prima dimensione plinto

Lfond = [m] seconda dimensione plinto

Tipo Plinto: Numero di tipologia del plinto secondo la seguente tabella:

1 = Monopalo ; 2 = Rett. 2 pali ; 3 = Triang. a 3 pali
 4 = Triang. a 4 pali ; 5 = Rett. a 4 pali ; 6 = Rett. a 5 pali
 7 = Pentag. a 5 pali ; 8 = Pentag. 6 pali ; 9 = Rett. a 6 pali
 10 = Esag. a 6 pali ; 11 = Esag. a 7 pali ; 12 = Rett. a 9 pali
 13 = Diretto

Per i plinti su pali:

D palo = [m] diametro pali

L palo = [m] lunghezza pali

Int.palo = [m] interasse minimo pali

GEOMETRIA PLINTI

Plinto N.ro	Filo N.ro	Nodo3d N.ro	Xfond (m)	Yfond (m)	Zfond (m)	Bx (m)	By (m)	Tipo Plinto	D palo (m)	L palo (m)	Int.Pali (m)	Tr.Svett (m)
1	7	2	0,70	4,75	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
2	8	4	1,45	3,25	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
3	9	7	2,25	1,75	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
4	10	9	2,80	0,70	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
5	11	5	1,75	5,30	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
6	12	6	2,50	3,80	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
7	13	8	3,30	2,30	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
8	14	10	3,85	1,25	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
9	15	12	4,40	2,85	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
10	16	11	4,95	1,80	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
11	17	14	5,55	3,35	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00
12	18	13	6,00	2,25	0,50	0,70	0,70	1	0,40	13,00	1,00	0,00

STRATIGRAFIA PLINTI

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.

Plinto = numero di plinto

Q.t.v. = quota terreno vergine

Q.t.d. = quota definitiva terreno

Q.falda = quota falda

InclTer = inclinazione terreno

Num = Numero dello strato a cui si riferiscono i
 Str dati che seguono:

Sp.str. = Spessore strato. L' ultimo strato ha spessore
 indefinito, pertanto il relativo dato non viene
 stampato.

Peso Sp = [kg/mc] peso specifico

Fi = angolo di attrito interno

C' = [kg/cm²] coesione drenata

Cu = [kg/cm²] coesione NON drenata

Mod.El. = [kg/cm²] modulo elastico

Poisson = coeff. Poisson

Coeff. Lambe = coefficiente beta di Lambe

Gr.Sovr = grado di sovraconsolidazione

Mod.Ed. = [kg/cm²] modulo edometrico

Plin 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	Coeff. Lambe	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
2	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
3	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
4	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
5	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
6	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
7	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
8	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
9	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
10	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
11	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
12	-0,20	-0,10	0	0		1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	0,00	1	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	0,00	1	600,00

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	1,00	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	1,30	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.Amb.affol.	1,50	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	0,00	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
Corr. Tors. dir. 90	0,00	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
Masse conc. dir. 0	0,00	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
Masse conc. dir. 90	0,00	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

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.Amb.affol.	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	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
Corr. Tors. dir. 90	0,30	0,30	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
Masse conc. dir. 0	-1,00	-1,00	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
Masse conc. dir. 90	-0,30	-0,30	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

DESCRIZIONI	31	32	33
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-1,00	1,00	1,00
Masse conc. dir. 0	-1,00	-0,30	-0,30
Masse conc. dir. 90	-1,00	-1,00	-1,00

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE - SLU

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della portanza delle fondazioni su pali in condizioni drenate.

Plinto = Numero del plinto
Quota = Quote significative del palo (testa, strati e punta)
Str Nro = Numero dello strato
SgmEff = Tensione efficace alla quota attuale
Coeff Ks = Coefficiente di spinta laterale lungo lo strato
Coeff Attr. = Coefficiente di attrito laterale lungo lo strato
Fi rid. = Attrito terreno alla punta del palo
Rig.rid. = Indice di rigidezza ridotta
AlfaQ Berezh = Coefficiente di riduzione di Nq secondo Berentzanzhev
EtaV Vesic = Coefficiente di riduzione di Nq secondo Vesic
Coeff Nq = Coefficiente di capacita' portante
Coeff Nc = Coefficiente di capacita' portante
QultPu = Portanza ultima alla punta
QultLa = Portanza ultima laterale

Peso = Peso proprio del palo
 Qneg = Carico perso per attrito negativo
 Eff. = Coefficiente di efficienza della palificata
 QlimCmp = Portanza limite per compressione
 QlimTrz = Portanza limite per trazione
 Comb. = Numero di combinazione per la quale e' eseguita la
 verifico
 Qpalo = Massimo sforzo agente sul palo. Se la portanza non
 verifica a trazione o compressione riporta il
 relativo valore di esercizio di trazione o
 compressione.
 Status Verif. = OK oppure NOVERIF a seconda che il carico di
 esercizio sia inferiore o superiore alla relativa
 portanza ammissibile di trazione o compressione.

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE - SLU

PORTANZA PALI IN CONDIZIONI DRENATE																						
Plin N.ro	Quot m	St Nr	SgmEf t/mq	Coeff Ks	Coef Attr	Fi° rid.	Rig. rid.	AlfaQ Berez	EtaV Vesic	Coeff. Nq	Coeff. Nc	QultP (t)	QultL (t)	Peso (t)	Qneg (t)	Eff.	QlimCmp (t)	QlimTrz (t)	Comb.	QPalò (t)	Status Verif.	
1	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/11	10,30	OK
2	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/1	19,36	OK
3	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/1	25,76	OK
4	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/1	23,07	OK
5	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/33	-14,24	OK
6	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/1	8,22	OK
7	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/1	22,00	OK
8	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/1	21,11	OK
9	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/2	7,88	OK
10	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/1	11,87	OK
11	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/33	-15,92	OK
12	0,5 5,8 7,8 13,5	1 1 2 3	0,9 8,6 12,8 24,7	0,593 0,593 0,398 0,357	0,32 0,32 0,53 0,58			40,0	2469	0,000	0,571	716,67	852,90	1568,123,1	4,08	0,00	1,00	1383,73	18,51	A1/17	-5,92	OK

PORTANZA PALI A CARICO ORTOGONALE

VERIFICHE PORTANZA PALI AL CARICO ORTOGONALE

Filo N. Filo fisso di riferimento.
 Int. Interasse minimo tra i pali (per alcune tipologie può
 risultare inferiore al valore assegnato come input).
 Cmb ort Combinazione di carico più gravosa per la verifica alla
 portanza per carico ortogonale. La mancanza di questo
 dato e di quelli seguenti indica che non si è eseguito questo
 tipo di verifica.
 Q Carico ortogonale massimo.
 CoeffGrupp Coefficiente di riduzione della portata ortogonale per pali
 disposti in gruppo.
 Qlim Carico ortogonale limite, pari al carico ortogonale massimo
 moltiplicato per il coefficiente di gruppo.
 Qeser Carico ortogonale di esercizio agente in testa al palo più
 sollecitato del plinto.
 CoeffSicur Coefficiente di sicurezza per la portanza ortogonale del
 palo, pari al rapporto tra il carico limite e il carico
 ortogonale di esercizio.
 Verifica Indicazione soddisfacimento delle verifiche di portanza.

PORTANZA PALI A CARICO ORTOGONALE

PORTANZA PALI A CARICO ORTOGONALE								
Filo N.	Int. cm	Comb.	Q t	Coeff Grupp	Qlim t	Qeser. t	Coeff Sicur	Verifica
7		A1/17	638,819	1,00	491,40	8,57	57,35	OK
9		A1/33	638,819	1,00	491,40	7,30	67,29	OK
11		A1/17	638,819	1,00	491,40	8,33	59,01	OK
13		A1/30	638,819	1,00	491,40	7,10	69,22	OK
15		A1/30	638,819	1,00	491,40	6,79	72,42	OK
17		A1/30	638,819	1,00	491,40	6,47	75,97	OK

PORTANZA PALI A CARICO ORTOGONALE								
Filo N.	Int. cm	Comb.	Q t	Coeff Grupp	Qlim t	Qeser. t	Coeff Sicur	Verifica
8		A1/1	638,819	1,00	491,40	7,91	62,11	OK
10		A1/30	638,819	1,00	491,40	6,95	70,70	OK
12		A1/1	638,819	1,00	491,40	7,63	64,36	OK
14		A1/30	638,819	1,00	491,40	6,65	73,90	OK
16		A1/30	638,819	1,00	491,40	6,38	77,03	OK
18		A1/23	638,819	1,00	491,40	6,14	79,99	OK

CEDIMENTI ELASTICI ED EDMETRICI

Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
7	Rare 1	0,01	0,39
	Freq 1	0,01	0,39
	Perm 1	0,01	0,39
	MAX.	0,01	0,39
11	Rare 1	0,00	0,04
	Freq 1	0,00	0,04
	Perm 1	0,00	0,04
	MAX.	0,00	0,04
15	Rare 1	0,01	0,41
	Freq 1	0,01	0,40
	Perm 1	0,01	0,40
	MAX.	0,01	0,41

Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
8	Rare 1	0,02	0,77
	Freq 1	0,02	0,77
	Perm 1	0,02	0,77
	MAX.	0,02	0,77
12	Rare 1	0,01	0,46
	Freq 1	0,01	0,46
	Perm 1	0,01	0,45
	MAX.	0,01	0,46
16	Rare 1	0,02	0,57
	Freq 1	0,02	0,56
	Perm 1	0,02	0,56
	MAX.	0,02	0,57

Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
9	Rare 1	0,03	0,98
	Freq 1	0,03	0,98
	Perm 1	0,03	0,98
	MAX.	0,03	0,98
13	Rare 1	0,03	0,88
	Freq 1	0,03	0,88
	Perm 1	0,03	0,88
	MAX.	0,03	0,88
17	Rare 1	0,00	0,05
	Freq 1	0,00	0,05
	Perm 1	0,00	0,05
	MAX.	0,00	0,05

Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
10	Rare 1	0,03	0,89
	Freq 1	0,03	0,90
	Perm 1	0,03	0,90
	MAX.	0,03	0,90
14	Rare 1	0,03	0,85
	Freq 1	0,03	0,85
	Perm 1	0,03	0,85
	MAX.	0,03	0,85
18	Rare 1	0,01	0,21
	Freq 1	0,01	0,20
	Perm 1	0,01	0,20
	MAX.	0,01	0,21

Dal calcolo si ricava un valore massimo assoluto di cedimento pari a 0,98 cm. Tale valore può essere ritenuto trascurabile.

4.1.2. VERIFICA STRUTTURALE DEI MURI DI CONTROSCARPA

Le verifiche strutturali dei muri di controscarpa sono contenute nella relazione di calcolo.

4.2. FONDAZIONE DELLA SCALA METALLICA

Il sistema di fondazione è di tipo superficiale ed è costituito da una trave di fondazione in c.a.

La trave di fondazione è verificata assumendo un comportamento strutturale di tipo non dissipativo.

Le sollecitazioni considerate sono quelle derivate dalle azioni e dalle resistenze degli elementi strutturali in elevazione, nel rispetto delle limitazioni di cui al paragrafo 7.2.5. del D.M 17.01.2018. Le resistenze sono state valutate tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione e delle eccentricità delle azioni in fondazione.

4.2.1. VERIFICA A CARICO LIMITE E CALCOLO DEI CEDIMENTI

Nel seguito vengono considerate le sole condizioni drenate, che per i terreni in oggetto sono le uniche significative.

Le caratteristiche meccaniche dei terreni fondali, sulla base dei dati riportati nella relazione geologica, sono state assunte pari a:

- Strato 1 da 0,00 m a 6,00 m:

$$\gamma = 1.45 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 24^\circ$$

$$c = 0$$

$$E_{ed} = 57 \text{ kg/cm}^2$$

- Strato 2 da 6,00 m a 8,00 m

$$\gamma = 2.10 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 37^\circ$$

$$c = 1,10 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ed} = 600 \text{ kg/cm}^2$$

- Strato 3 da 8,00 m:

$$\gamma = 2.10 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 40^\circ$$

$$c = 1,30 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ed} = 600 \text{ kg/cm}^2$$

Capacità portante di fondazioni superficiali (verifica a carico limite)

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:

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

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 eB

L' = lunghezza di fondazione ridotta = L - 2 eL

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali

N = risultante delle forze verticali

eB = Eccentricità del carico verticale lungo B

eL = Eccentricità del carico verticale lungo L

FhB = Forza orizzontale lungo B

FhL = 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:

- $N_q = \tan^2(\pi/4 + \phi/2) \cdot \exp(\pi \tan \phi)$ (Prandtl-Cauchy-Meyerhof)
- $N_g = 2 (N_q + 1) \tan \phi$ (Vesic)
- $N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$ (condizioni D) (Reissner-Meyerhof)
- $N_c = 5.14$ (condizioni U)

Indici di rigidezza (condizioni D)

- $I_r = G / (c' + q' \tan \phi) =$ indice di rigidezza
- q' = pressione litostatica efficace alla profondità $D+B/2$
- $G = E / (2(1+\mu)) =$ modulo elastico tangenziale
- $E =$ modulo elastico normale
- $\mu =$ coefficiente di Poisson
- $I_{cr} = 1/2 \exp[(3.3 - 0.45 \cdot B/L) / \tan(45 - \phi'/2)]$ (indice di rigidezza critico)

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

- $Y_q = Y_g = \exp[(0.6 \cdot B/L - 4.4) \cdot \tan \phi' + (3.07 \cdot \sin \phi' \cdot \log(2I_r)) / (1 + \sin \phi')]$
(condizioni drenate, per $I_r \leq I_{cr}$)

$$Y_c = Y_q - (1 - Y_q) / (N_q \tan \phi')$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

- $i_g = [1 - H / (N + B L c' \cot \phi')]^{(m+1)}$
- $i_q = [1 - H / (N + B L c' \cot \phi')]^m$
- $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \phi')$ (condizioni D)
- $i_c = 1 - m H / (B L c_u N_c)$ (condizioni U)

essendo:

- $m = m_B \cdot \cos^2 \Theta + m_L \cdot \sin^2 \Theta$
- $m_B = (2 + B'/L') / (1 + B'/L')$
- $m_L = (2 + L'/B') / (1 + L'/B')$
- $\Theta = \tan^{-1} (F_h B / F_h L)$

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

- $d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctg(D/B')$ (per $D > B'$)
- $d_q = 1 + 2 D / B' \tan \phi (1 - \sin \phi)^2$ (per $D \leq B'$)
- $d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi)$ (condizioni D)
- $d_c = 1 + 0.4 \arctg(D/B')$ (per $D > B'$ - condizioni U)
- $d_c = 1 + 0.4 D / B'$ (per $D \leq B'$ - condizioni U)

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

- $b_g = \exp(-2.7 \alpha \tan \phi)$
- $b_c = b_q = \exp(-2 \alpha \tan \phi)$ (condizioni D)
- $b_c = 1 - \alpha / 147$ (condizioni U)
- $b_q = 1$ (condizioni U)

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

- $g_c = g_q = \sqrt{(1 - 0.5 \tan \beta)}$ (condizioni D)
- $g_c = 1 - \beta / 147$ (condizioni U)
- $g_q = 1$ (condizioni U)

Coefficienti di forma (De Beer):

$$s_g = 1 - 0.4 B' / L'$$

$$sq = 1 + B' / L' \tan \varphi$$

$$sc = 1 + B' / L' N_q / N_c$$

Calcolo dei cedimenti

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

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

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 ed L:

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

con:

$$M = B / z$$

$$N = L / z$$

$$V = M^2 + N^2 + 1$$

$$V1 = (M \cdot N)^2$$

DATI GENERALI

C O E F F I C I E N T I P A R Z I A L I G E O T E C N I C A			
		T A B E L L A M1	T A B E L L A 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)	
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante			2,30
Scorrimento			1,10
Resist. alla Base			1,15
Resist. Lat. a Compr.			1,15
Resist. Lat. a Traz.			1,25
Carichi Trasversali			1,30

GEOMETRIA TRAVI WINKLER

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei dati geometrici delle travi Winkler.

Trave = n.ro sequenziale della trave
 Asta3d = n.ro asta tipo in CDS (spaziale)
 Filo Iniz = primo filo fisso
 Filo Fin. = secondo filo fisso
 Nodo3d In. = Numero Nodo3d primo filo fisso
 Nodo3d Fin. = Numero Nodo3d secondo filo fisso
 X3d In. = [m] ascissa Nodo3d Iniziale
 Y3d In. = [m] ordinata Nodo3d Iniziale
 Z3d In. = [m] quota Nodo3d Iniziale
 X3d Fin. = [m] ascissa Nodo3d finale

Y3d Fin = [m] ordinata Nodo3d finale
 Z3d Fin = [m] quota Nodo3d finale
 Xfond = [m] ascissa baricentro fondazione
 Yfond = [m] ordinata baricentro fondazione
 Zfond = [m] quota baric.base di fondazione nel
 riferimento di CDG
 Bfond = [m] dimensione trasversale trave Winkler
 Lfond = [m] dimensione longitudinale trave Winkler

GEOMETRIA TRAVI WINKLER

IDENTIFICATIVO						COORDINATE 3D ESTREMI ASTA WINKLER						D A T I I M P R O N T A				
Trave N.ro	Ast3d N.ro	File In.	File Fin	Nod3d Iniz.	Nod3d Fin.	X3dIn. (m)	Y3dIn. (m)	Z3dIn. (m)	X3dFin (m)	Y3dFin (m)	Z3dFin (m)	Xfond (m)	Yfond (m)	Zfond (m)	Bfond (m)	Lfond (m)
1	1	1	2	1	2	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,30	0,00	0,50	0,60	0,60
2	2	2	3	2	3	0,60	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00	0,90	0,00	0,50	0,60	0,60

STRATIGRAFIA TRAVI WINKLER
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.

Q.t.v. = quota terreno vergine
 Q.t.d. = quota definitiva terreno
 Q.falda = quota falda
 InclTer = inclinazione terreno
 Num = Numero dello strato a cui si riferiscono i
 Str = dati che seguono:
 Sp.str. = Spessore strato. L' ultimo strato ha spessore
 indefinito, pertanto il relativo dato non viene
 stampato.
 Peso Sp = [kg/mc] peso specifico
 Fi = angolo di attrito interno
 C' = [kg/cm²] coesione drenata
 Cu = [kg/cm²] coesione NON drenata
 Mod.El. = [kg/cm²] modulo elastico
 Poisson = coeff. Poisson
 Coeff. Lambe = coefficiente beta di Lambe
 Gr.Sovr = grado di sovraconsolidazione
 Mod.Ed. = [kg/cm²] modulo edometrico

Trave N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm ²	Numero Strato	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi' (Grd)	C' kg/cm ²	Cu kg/cm ²	Mod.El. kg/cm ²	Poisson	Gr.Sovr	Mod.Ed. kg/cm ²
1	-0,10	-0,10		0	5,00	1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	1,00	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	1,00	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	1,00	600,00
2	-0,10	-0,10		0	5,00	1	6,00	1450	24,00	0,00	0,00	80,00	0,20	1,00	57,00
						2	2,00	2100	37,00	1,10	0,00	20000,00	0,20	1,00	600,00
						3		2100	40,00	1,30	0,00	20000,00	0,20	1,00	600,00

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	1,00	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	1,30	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.Scale	1,50	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	0,00	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
Corr. Tors. dir. 90	0,00	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
Masse conc. dir. 0	0,00	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
Masse conc. dir. 90	0,00	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

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.Scale	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	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
Corr. Tors. dir. 90	0,30	0,30	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
Masse conc. dir. 0	-1,00	-1,00	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
Masse conc. dir. 90	-0,30	-0,30	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

DESCRIZIONI	31	32	33
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00
Var.Scale	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-1,00	1,00	1,00
Masse conc. dir. 0	-0,30	-0,30	-0,30
Masse conc. dir. 90	-1,00	-1,00	-1,00

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle risultanti delle sollecitazioni agenti sull'area d'impronta delle travi Winkler, nel sistema di riferimento locale (y=asse trave).

Trave = numero di trave sequenziale
 Comb. = Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono:
 Rv = [kg] Risultante delle pressioni verticali
 Vx = [kg] Risultante delle sollecitazioni agenti parallelamente all'asse x locale dell' asta
 Vy = [kg] Risultante delle sollecitazioni agenti parallelamente all'asse y locale dell' asta
 Mrx = [kg*cm] Momento risultante di asse vettore x nel sistema di riferimento locale dell' asta (momento flettente)
 Mry = [kg*cm] Momento risultante di asse vettore y nel sistema di riferimento locale dell' asta (momento torcente)

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
1	Al/1	1393	0	0	19	87
	X+ Al/8	259	16	50	5180	125
	X- Al/12	1331	84	255	5161	188
	Y+ Al/28	1025	216	59	1661	261
	Y- Al/30	900	190	52	1663	52
2	Al/1	1393	0	0	19	87
	X+ Al/2	1331	84	255	5161	188
	X- Al/14	259	16	50	5180	125
	Y+ Al/18	1025	216	59	1661	261
	Y- Al/24	900	190	52	1663	52

CARICO LIMITE FONDAZIONI SUPERFICIALI - S.L.U.

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della portanza delle fondazioni superficiali (travi Winkler, plinti e piastre) in condizioni drenate e non drenate.

Tabella 1: Parametri Geotecnici
 Trave, Plinto o Piastra = Numero elemento
 TipoTab = Tipo di tabella (M1/M2) per i coeff. parziali
 Infiss = Infissione base fondazione dalla quota di terreno definitivo (Zfond+Ricoprimento)
 Gamma = Peso specifico totale di calcolo
 Fi = Angolo di attrito interno di calcolo in gradi
 Coes = Coesione drenata di calcolo
 Mod.El. = Modulo elastico di calcolo
 Poiss = Coefficiente di Poisson
 P base = Pressione litostatica base di fondazione in cond. drenate
 Indice Rigid. = Indice di rigidezza
 IndRig Crit. = Indice di rigidezza critico
 Cu = Coesione non drenata
 Pbase = Pressione litostatica base di fondazione in cond. non drenate

Tabella 2: Coefficienti di Portanza
 Trave, Plinto o Piastra = Numero elemento
 Nc = Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
 Nq = Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
 Ng = Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
 Gc = Coefficiente di inclinaz. del terreno
 Gq = Coefficiente di inclinaz. del terreno
 bc = Coefficiente di inclinaz. del piano di posa
 bq = Coefficiente di inclinaz. del piano di posa
 Igk = Coefficiente effetti cinematici
 Comb.Nro = Numero della combinazione di carico
 Icv = Coefficiente di inclinaz. del carico
 Iqv = Coefficiente di inclinaz. del carico
 IgV = Coefficiente di inclinaz. del carico
 Dc = Coefficiente di affondamento del piano di posa
 Dq = Coefficiente di affondamento del piano di posa
 Dg = Coefficiente di affondamento del piano di posa
 Sc = Coefficiente di forma
 Sq = Coefficiente di forma
 Sg = Coefficiente di forma
 Psic = Coefficiente di punzonamento
 Psig = Coefficiente di punzonamento
 Psig = Coefficiente di punzonamento

Tabella 3: Portanza (per Risultanti)

Trave, Plinto o Piastra = Numero elemento in numeraz. calcolo CDG
 Asta3d, Filo = Identificativo di input
 Comb. = Numero della combinazione a cui si riferiscono
 i seguenti dati:
 Bx' = Base di fondaz.ridotta lungo x per eccentricita'
 By' = Base di fondaz.ridotta lungo y per eccentricita'
 GamEf = Peso specifico efficace di calcolo
 QlimV = Carico limite in condiz. drenate o non drenate
 comprensivo dei Coeff. Parziali R1/R2/R3
 N = Carico verticale agente
 Coeff.Sicur. = Minimo tra i rapporti (QlimV/N) tra la
 condiz. drenata e quella non drenata per
 la combinazione in esame

Tra tutte le combinazioni vengono riportati i seguenti dati:

Minimo CoeSic = Minimo coefficiente di sicurezza

N/Ar = Tensione media agente sull' impronta ridotta

Qlim/Ar = Tensione limite sull' impronta ridotta

Status Verifica = Si possono avere i seguenti messaggi:

OK = Verifica soddisfatta

NONVERIF = Non verifica nei seguenti casi:

- Coefficiente di sicurezza minore di 1

- Se Bx=0 o By=0 per eccentricita' eccessiva dei carichi

- Se QlimV=0 per inclinazione dei carichi eccessiva a causa di forze orizzontali elevate

SCARICA = Verifica soddisfatta: Impronta non sollecitata o in trazione

DECOMPR = Verifica soddisfatta: lo sforzo agente sull' elemento e' di trazione, ma la risultante dei carichi agenti sul terreno e' di debole compressione per effetto del peso proprio dell' elemento stesso.

PARAMETRI GEOTECNICI TRAVI WINKLER

IDENTIFICATIVO				CONDIZIONE DRENATA							NON DRENATA	
Trave N.ro	Infiss m	Tipo Tabel	Gamma kg/mc	Fi' Grd	C' kg/cm ²	Mod.El kg/cm ²	Poiss on	P base kg/cm ²	Indice Rigid.	IndRig Crit.	Cu kg/cm ²	P base kg/cm ²
1	0,60	M1	1450	24,00	0,00	80,00	0,20	0,09	573,70	40,26		
2	0,60	M1	1450	24,00	0,00	80,00	0,20	0,09	573,70	40,26		

COEFFICIENTI DI PORTANZA TRAVI WINKLER - CONDIZIONI DRENATE

Trave N.ro	Brinch Nc	Hansen Nq	Ng	IclTe Gc=Gq	Incl Bc	Piano Bq	Posa Bg	Comb N.ro	Igk Sism	Coeff IcV	Incl IqV	Car. IgV	Affondamento Dc	Dq	Dg	Sc	Forma Sq	Sg	Punzonamento Psic	Psig	Psig
1	19,32	9,60	9,44	1,00	1,00	1,00	1,00	Al/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,28	1,25	1,00	1,50	1,44	0,60	1,00	1,00	1,00
								X+	Al/8	1,00	0,65	0,68	0,55	1,44	1,39	1,00	1,17	1,15	0,86	1,00	1,00
								X-	Al/12	1,00	0,68	0,71	0,57	1,30	1,27	1,00	1,43	1,39	0,65	1,00	1,00
								Y+	Al/28	1,00	0,66	0,69	0,54	1,28	1,25	1,00	1,47	1,42	0,62	1,00	1,00
								Y-	Al/30	1,00	0,66	0,69	0,54	1,29	1,26	1,00	1,47	1,42	0,62	1,00	1,00
2	19,32	9,60	9,44	1,00	1,00	1,00	1,00	Al/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,28	1,25	1,00	1,50	1,44	0,60	1,00	1,00	1,00
								X+	Al/2	1,00	0,68	0,71	0,57	1,30	1,27	1,00	1,43	1,39	0,65	1,00	1,00
								X-	Al/14	1,00	0,65	0,68	0,55	1,44	1,39	1,00	1,17	1,15	0,86	1,00	1,00
								Y+	Al/18	1,00	0,66	0,69	0,54	1,28	1,25	1,00	1,47	1,42	0,62	1,00	1,00
								Y-	Al/24	1,00	0,66	0,69	0,54	1,29	1,26	1,00	1,47	1,42	0,62	1,00	1,00

CARICO LIMITE TRAVI WINKLER

IDENTIFICATIVO					DRENATE		NON DRENATE			RISULTATI				
Trave N.ro	Asta3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QlimV (t)	GamEf kg/mc	QlimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cm ²	Qlim/Ar kg/cm ²	Status Verifica
1	1	Al/1	0,60	0,60	1450	2,7			1,4	1,96				OK
		X+ Al/8	0,59	0,20	1450	0,5			0,3	1,94				OK
		X- Al/12	0,60	0,52	1450	1,6			1,3	1,20	1,20	0,43	0,51	OK
		Y+ Al/28	0,59	0,57	1450	1,7			1,0	1,67				OK
		Y- Al/30	0,60	0,56	1450	1,7			0,9	1,89				OK
2	2	Al/1	0,60	0,60	1450	2,7			1,4	1,96				OK
		X+ Al/2	0,60	0,52	1450	1,6			1,3	1,20	1,20	0,43	0,51	OK
		X- Al/14	0,59	0,20	1450	0,5			0,3	1,94				OK
		Y+ Al/18	0,59	0,57	1450	1,7			1,0	1,67				OK
		Y- Al/24	0,60	0,56	1450	1,7			0,9	1,89				OK

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

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

$$V_{res} = N \cdot (T_g(f_i) / G_f i / G_r) + (C / G_c / G_r) \cdot Area$$

in cui:

Gfi,Gc : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici

(Tabella 6.2.II D.M.2008)

Gr : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali

(Tabella 6.4.I D.M.2008)

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
 N = Scarico verticale
 Tg(fi)/Gfi/Gr = Coeff. Attrito di progetto
 C/Gc/Gr = 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 e' 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.

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 / 22	TRAVER	1	0,59	0,405	0,00	0,330	0,24	0,13	OK	0,24	0,13	OK
	TRAVER	2	0,87	0,405	0,00	0,340	0,35	0,19	OK	0,59	0,32	

CEDIMENTI ELASTICI ED EDOMETRICI

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei cedimenti.

Filo = numero del filo fisso in corrispondenza del quale viene calcolato lo stato deformativo
 Comb. = numero di combinazione di carico
 Ced.El. = [cm] cedimento elastico
 Ced.Ed. = [cm] cedimento edometrico

Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
1	Rare 1	0,09	0,13
	Freq 1	0,08	0,11
	Perm 1	0,07	0,10
	MAX.	0,09	0,13

Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
2	Rare 1	0,27	0,38
	Freq 1	0,23	0,32
	Perm 1	0,21	0,30
	MAX.	0,27	0,38

Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
3	Rare 1	0,09	0,13
	Freq 1	0,08	0,11
	Perm 1	0,07	0,10
	MAX.	0,09	0,13

Dal calcolo si ricava un valore massimo assoluto di cedimento pari a 0,38 cm. Tale valore può essere ritenuto trascurabile.

4.2.2. VERIFICA STRUTTURALE DELLE FONDAZIONI

Le verifiche strutturali della trave di fondazione sono contenute nella relazione di calcolo.

4.3. VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Dai riferimenti geologici e geotecnici riportati in letteratura non esiste alcuna falda che possa interferire con la struttura in oggetto.

Pertanto, essendo la profondità della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e fondazioni superficiali, ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M 17.01.2018, la verifica a liquefazione può essere omessa.