

COMUNE DI CALATAFIMI SEGESTA

PROVINCIA DI TRAPANI

RELAZIONE GEOLOGICA TIPO B

DESCRIZIONE: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE STRUTTURE IN LEGNO IN
CORRISPONDENZA DELLE FERMATE BUS NAVETTA DI COLLEGAMENTO
CON IL PARCHEGGIO E LA ZONA SOMMITALE DEL PARCO ARCHEOLOGICO DI
SEGESTA

COMMITTENTE: ENTE PARCO ARCHEOLOGICO DI SEGESTA

IL TECNICO:



The image shows a handwritten signature in black ink over a circular professional stamp. The stamp contains the following text: 'ING. ROSARIO ENZO N. 487' in the center, and 'ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRAPANI' around the perimeter.

Studio Tecnico:

RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, le verifiche di resistenza degli elementi e le verifiche di portanza relativi ad una fondazione realizzata su plinti.

▮ **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 dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*”.

Gli scarichi utilizzati per la verifica delle fondazioni sono calcolati tenendo conto del principio di gerarchia delle resistenze, secondo quanto prevede la norma al punto 7.2.5.

▮ **CODIFICA TIPOLOGIE**

<i>CODICE</i>	<i>TIPOLOGIA</i>
1	monopalo
2	bipalo
3	triangolare a tre pali
4	triangolare a quattro pali di cui uno centrale
5	rettangolare a quattro pali
6	rettangolare a cinque pali di cui uno centrale
7	pentagonale a cinque pali
8	pentagonale a sei pali di cui uno centrale
9	rettangolare a sei pali
10	esagonale a sei pali
11	esagonale a sei pali di cui uno centrale
12	rettangolare a nove pali
13	rettangolare diretto o su micropali

• **CALCOLO PLINTI RETTANGOLARI DIRETTI O SU MICROPALI**

I plinti rettangolari, diretti o su micropali, sono ipotizzati a comportamento perfettamente rigido per quanto riguarda il calcolo delle pressioni di contatto con il terreno, che quindi hanno un andamento linearmente variabile, o degli sforzi di compressione su ciascun micopalo. Il terreno è simulato come una superficie reagente in maniera elastica lineare a compressione (modello di *Winkler*) e non reagente a trazione. I micropali invece sono simulati come delle molle concentrate con costante elastica uguale per tutti gli elementi. La distribuzione e l'entità degli sforzi sul terreno è quindi funzione dell'eccentricità risultante di tutti gli sforzi che scaricano in fondazione, compreso il peso proprio del plinto.

Il calcolo dell'armatura del plinto è svolto con procedure semplificate, sufficientemente valide in quanto i plinti di fondazione sono abbastanza tozzi da potere ricondurre il comportamento a piastra a quello di quattro mensole indipendenti incastrate al piede del pilastro, essendo tale schema in vantaggio di sicurezza rispetto a quello più esatto di piastra.

L'armatura del grigliato di base è ottenuta dal calcolo a flessione semplice delle singole mensole, caricate dalla pressione del terreno, o dalle sollecitazioni di compressione agenti su ciascun micropalo, che scaturiscono dalla combinazione di carico più gravosa.

La verifica a taglio viene effettuata sempre sulle stesse mensole, su una sezione di riferimento distante dal filo del pilastro di un tratto pari alla metà dell'altezza massima del plinto. La soddisfazione di tale verifica implica automaticamente la soddisfazione della verifica a punzonamento.

Se la lunghezza della mensola di verifica è inferiore a 1,5 volte l'altezza massima del plinto, essa si suppone sufficientemente tozza da non richiedere alcuna verifica a taglio, mentre la verifica dell'armatura di base viene effettuata con lo schema semplificato di puntone e tirante.

LEGENDA DELLE ABBREVIAZIONI

• TIPOLOGIE PLINTI DIRETTI O SU MICROPALI

Tipologia	: Numero che identifica le caratteristiche generali del plinto: forma e numero di eventuali pali
Tipo	: Numero di archivio di un particolare plinto appartenente ad una certa tipologia
Dim.A	: Dimensione dell'impronta del plinto lungo la direzione Y del sistema di riferimento locale
Dim.B	: Dimensione dell'impronta del plinto lungo la direzione X del sistema di riferimento locale
Dim.b	: Dimensione lungo la direzione X del riferimento locale, della sagoma superiore orizzontale del plinto
Dim.a	: Dimensione lungo la direzione Y del riferimento locale, della sagoma superiore orizzontale del plinto
H min	: Altezza minima del plinto con rastremazione
H max	: Altezza massima del plinto
Magr.	: Spessore e sporgenza del magrone di base
Bicc.	: Numero di archivio dell'eventuale innesto a bicchiere

• STRATIGRAFIA TERRENO

	CARATTERISTICHE STRATO SUPERFICIALE
Crit.Nro	: Numero del Criterio di Progetto
Affond.	: Altezza della quota del terreno vergine rispetto all'intradosso della fondazione
Ricopr.	: Altezza della quota di terreno definitivo dallo spiccatto di fondazione
Falda	: Profondità della falda a partire dallo spiccatto di fondazione.
Fi	: Angolo di attrito interno in gradi
Ades.	: Adesione terreno-plinto

STRATIGRAFIA COMPLETA

Strato Nro	: Numero dello strato
Descrizione	: Descrizione dello strato
Spess.	: Spessore dello strato con caratteristiche omogenee
Fi	: Angolo di attrito interno del terreno in gradi
Fi'	: Angolo di attrito tra terreno e palo in gradi
C'	: Coesione drenata
Cu	: Coesione non drenata
Peso	: Peso specifico del terreno

L'interazione cinematica, dove valutata, palo-terreno è calcolata secondo le Norme NEHRP:

- Per lo strato omogeneo:

$$M(z) = E_p \cdot I_p \cdot \frac{a(z)}{V_s^2}$$

in cui:

- Ep = modulo elastico longitudinale del palo
- Ip = momento di inerzia del palo
- a(z) = accelerazione sismica alla quota z
- Vs = velocità efficace delle onde di taglio dello strato

- Per il cambio strato:

$$M(z) = 0,042 \cdot S \cdot \frac{a}{g} \cdot g_1 \cdot h_1 \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{E_p}{E_1}\right)^{0,65} \cdot \left(\frac{V_{s2}}{V_{s1}}\right)^{0,5}$$

in cui:

- Ep = modulo elastico longitudinale del palo
- E1 = modulo elastico dello strato superiore
- $S \cdot \frac{a}{g}$ = accelerazione (in frazioni di g) sismica alla superficie
- g1 = peso specifico strato superiore
- h1 = altezza dello strato superiore
- d = diametro del palo
- L = lunghezza del palo
- Vs1;Vs2 = velocità efficaci delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore

I dati relativi all'interazione cinematica palo-terreno, hanno il significato seguente:

Crit. N.ro	: Numero del criterio di progetto
Profond (m)	: Profondità (media) che individua lo strato superiore in cui calcolare il momento per il cambio strato
Vs1 ; Vs2	: Velocità delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore
Vs1/Vs1eff	: Rapporto di decadimento della velocità efficace delle onde Vs2/Vs2eff di taglio del terreno soprastante (1) o sottostante (2) la quota di verifica in condizioni sismiche
Vs	: Velocità delle onde di taglio nello strato omogeneo
Vs/Vseff	: Rapporto di decadimento della velocità efficace delle onde di taglio del terreno nello strato omogeneo

VERIFICHE PLINTI

Filo N.	: <i>Filo fisso di riferimento</i>
Dir	: <i>Direzione dell'asse delle mensole teoriche di calcolo</i>
Cmb fle	: <i>Combinazione di carico più gravosa a flessione</i>
Msdu	: <i>Momento flettente di calcolo della sezione d'attacco della mensola</i>
Af	: <i>Area dell'armatura inferiore</i>
Af'	: <i>Area dell'armatura superiore</i>
Mrdu	: <i>Momento flettente resistente ultimo</i>
Cmb tag	: <i>Combinazione di carico più gravosa a taglio. La eventuale assenza di tale valore e di quelli seguenti indica che non è stata effettuata la verifica a taglio poiché il plinto si considera tozzo</i>
Vsdu	: <i>Sforzo di taglio di calcolo della sezione di riferimento per la verifica</i>
Vrdu	: <i>Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato al calcestruzzo</i>
At	: <i>Area dei ferri piegati necessari ad assorbire lo sforzo di taglio</i>
st	: <i>Tensione massima di contatto con il terreno (dato presente solo per i plinti diretti)</i>
Verifica	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza</i>
Cmb sli	: <i>Combinazione di carico più gravosa a slittamento. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2</i>
F sli	: <i>Carico orizzontale complessivo agente alla base del plinto</i>
N vert	: <i>Carico verticale complessivo agente alla base del plinto</i>
F res	: <i>Sforzo massimo resistente allo slittamento</i>
Coeff sli	: <i>Coefficiente di sicurezza minimo allo slittamento</i>

- **VERIFICHE STATI LIMITE DI ESERCIZIO PLINTI**

Filo N.	: <i>Filo fisso di riferimento</i>
Tipo Comb	: <i>Tipo di combinazione di carico</i>
Dir	: <i>Direzione dell'asse delle mensole teoriche di calcolo</i>
Cmb ese	: <i>Combinazione di carico più gravosa, tra quelle del tipo considerato</i>
M	: <i>Momento flettente di calcolo della sezione d'attacco della mensola</i>
Dist.	: <i>Distanza media tra le fessure in condizioni di esercizio</i>
W ese	: <i>Ampiezza media delle fessure in condizioni di esercizio</i>
W max	: <i>Ampiezza massima limite tra le fessure</i>

σ_c	: <i>Tensione massima nel calcestruzzo in condizioni di esercizio</i>
$\sigma_c \max$: <i>Tensione massima limite nel calcestruzzo</i>
σ_f	: <i>Tensione massima nell'acciaio in condizioni di esercizio</i>
$\sigma_f \max$: <i>Tensione massima limite nell'acciaio</i>
Verifica	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche</i>

DATI GENERALI DI CALCOLO			
CRITERI DI CALCOLO PLINTI			
Copriferro minimo netto delle armature		3,5	cm
Percentuale minima di armatura in zona tesa		0,05	%
Tipo di superficie interna del bicchiere			RUVIDA
CRITERI DI CALCOLO PALI			
Portanza dei pali calcolata con la teoria di			Norme A.G.I.
Percentuale minima di armatura totale		0,30	%
Fattore di vincolo in testa al palo (0=incastrato; 1=cerniera)			0,00
Copriferro minimo netto delle staffe		2,50	cm
VERIFICHE EFFETTUATE CON IL METODO		DEGLI STATI LIMITE ULTIMI	
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
		TABELLA M1	TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio		1,00	1,25
Peso Specifico		1,00	1,00
Coesione Efficace (c'k)		1,00	1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00	1,40
Tipo Approccio		Combinazione Unica: (A1+M1+R3)	
Tipo di fondazione		Su Pali Infissi	
	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
Fattore di correlazione CSI per il calcolo di Rk pali			1,70

CARATTERISTICHE MATERIALI				
CARATTERISTICHE DEL CEMENTO ARMATO				
Classe Calcestruzzo	C20/25		Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	299619	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	113,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	113,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	120,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	90,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200 kg/mc
CARATTERISTICHE MATERIALE DEI PALI				
Classe Calcestruzzo	C20/25		Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	299619	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	113,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	113,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	120,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	90,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc		

ARCHIVIO PLINTI DIRETTI O SU MICROPALI									
PLINTI RETTANGOLARI DIRETTI O CON MICROPALI									
Tipologia	Tipo	Dim.A	Dim.B	Dim.b	Dim.a	H min.	H max	Magr.	Bicc.

N.ro	N.ro	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	N.ro
13	1	50	50	0	50	50	50	0	0

CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI E SU PALI

IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE		
Crit N.ro	KwVert. kg/cm ²	KwOriz. kg/cm ²	Qlim. kg/cm ²	Crit N.ro	KwVert. kg/cm ²	KwOriz. kg/cm ²	Qlim. kg/cm ²	Crit N.ro	KwVert. kg/cm ²	KwOriz. kg/cm ²	Qlim. kg/cm ²
1	15,00	0,00	Trz/Cmp	2	10,00	0,00	Trz/Cmp				

CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

STRATO SUPERFICIALE							COLONNA STRATIGRAFICA							
Crit. N.ro	Affond. (m)	Ricopr. (m)	Falda m	Fi Grd	Ades. Kg/cm ²	Strato N.ro	Descrizione	Spess. m	Fi Grd	Fi' Grd	C' Kg/cm ²	Cu kg/cm ²	Peso kg/m ³	Coeff. Lambe
2	0,00	0,00		15,0	0,00	1		15,0	30,0	30,0	0,10	0,00	1850	0,00

VERIFICHE PLINTI DIRETTI

PLINTI RETTANGOLARI DIRETTI												
Filo N.	Dir	Cmb fle	Msdm Kgm	Af cmq	Af' cmq	Mrdm kgm	Cmb tag	Vsdm Kg	Vrdm Kg	At cmq	σ Kg/cm ²	Verifica
1	X	8	332	1,3	0,0	1941					9,57	OK
	Y	8	332	1,3	0,0							
3	X	3	559	1,3	0,0	1941					5,60	OK
	Y	6	557	1,3	0,0							
4	X	8	332	1,3	0,0	1941					9,57	OK
	Y	8	332	1,3	0,0							
5	X	8	338	1,3	0,0	1941					9,51	OK
	Y	8	338	1,3	0,0							
6	X	3	573	1,3	0,0	1941					5,69	OK
	Y	6	571	1,3	0,0							
8	X	8	338	1,3	0,0	1941					9,51	OK
	Y	8	338	1,3	0,0							

VERIFICHE PLINTI DIRETTI

VERIFICA A SLITTAMENTO						
Filo N.	Cmb sli	F sli Kg	N vert Kg	F res Kg	Coeff sli	Verifica
1	5	1420	6605	1609	1,13	ok
3	5	646	9921	2417	3,74	ok
4	5	1420	6605	1609	1,13	ok
5	5	1421	6739	1641	1,15	ok
6	5	635	10208	2486	3,91	ok
8	5	1421	6739	1641	1,15	ok

VERIFICHE PLINTI DIRETTI

STATI LIMITE DI ESERCIZIO PLINTI												
Filo N.	Tipo Comb	Dir	Cmb ese	M Kgm	Dist. cm	W ese mm	W max mm	σ Kg/cm ²	σ max Kg/cm ²	σf Kg/cm ²	σf max Kg/cm ²	Verifica
1	Rara	X	8	535				5,1	120,0	185	3600	OK
	Rara	Y	8	470				4,5	120,0	163	3600	OK
	Freq	X	4	396	17	0,02	0,40					OK
	Freq	Y	4	379	17	0,02	0,40					OK
	Perm	X	1	292	17	0,01	0,30	2,8	90,0			OK
	Perm	Y	1	328	17	0,02	0,30	3,1	90,0			OK
3	Rara	X	3	471				4,5	120,0	163	3600	OK
	Rara	Y	6	625				5,9	120,0	216	3600	OK
	Freq	X	1	384	17	0,02	0,40					OK
	Freq	Y	4	477	17	0,02	0,40					OK

VERIFICHE PLINTI DIRETTI												
STATI LIMITE DI ESERCIZIO PLINTI												
Filo N.	Tipo Comb	Dir	Cmb ese	M Kgm	Dist. cm	W ese mm	W max mm	σ_c Kg/cm ²	σ_c max Kg/cm ²	σ_f Kg/cm ²	σ_f max Kg/cm ²	Verifica
	Perm	X	1	365	17	0,02	0,30	3,5	90,0			OK
	Perm	Y	1	427	17	0,02	0,30	4,1	90,0			OK
4	Rara	X	8	535				5,1	120,0	185	3600	OK
	Rara	Y	8	470				4,5	120,0	163	3600	OK
	Freq	X	4	396	17	0,02	0,40					OK
	Freq	Y	4	379	17	0,02	0,40					OK
	Perm	X	1	292	17	0,01	0,30	2,8	90,0			OK
	Perm	Y	1	328	17	0,02	0,30	3,1	90,0			OK
5	Rara	X	8	545				5,2	120,0	188	3600	OK
	Rara	Y	8	473				4,5	120,0	163	3600	OK
	Freq	X	4	406	17	0,02	0,40					OK
	Freq	Y	4	382	17	0,02	0,40					OK
	Perm	X	1	302	17	0,01	0,30	2,9	90,0			OK
	Perm	Y	1	331	17	0,02	0,30	3,2	90,0			OK
6	Rara	X	3	484				4,6	120,0	167	3600	OK
	Rara	Y	6	637				6,1	120,0	220	3600	OK
	Freq	X	1	397	17	0,02	0,40					OK
	Freq	Y	4	489	17	0,02	0,40					OK
	Perm	X	1	378	17	0,02	0,30	3,6	90,0			OK
	Perm	Y	1	439	17	0,02	0,30	4,2	90,0			OK
8	Rara	X	8	545				5,2	120,0	188	3600	OK
	Rara	Y	8	473				4,5	120,0	163	3600	OK
	Freq	X	4	406	17	0,02	0,40					OK
	Freq	Y	4	382	17	0,02	0,40					OK
	Perm	X	1	302	17	0,01	0,30	2,9	90,0			OK
	Perm	Y	1	331	17	0,02	0,30	3,2	90,0			OK