

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA

VI15 (ex VI07) - Singolo Binario

Relazione di calcolo Pile 3/3

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

R S 3 E 5 0 D 0 9 C L V I 1 5 0 5 0 0 3 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	Abbasiano	Novembre 2019	A. Ferri	Novembre 2019	F. Sparacino	Novembre 2019	A. Vittozzi	Novembre 2019

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ufficio degli Ingegneri della provincia di Roma
N° A20783


File: RS3E50D09CLV11505003A.docx

n. Ela.: 1613

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
1.2	ASPETTI LEGATI ALLE OPERE DI FONDAZIONE	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	7
2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3	MATERIALI	8
3.1	VERIFICA S.L.E.	9
3.1.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	9
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	10
4	ANALISI E VERIFICHE PILA	11
4.1	GENERALITÀ	11
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE PILE	11
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	11
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA	15
4.5	GEOMETRIA DELLA PILA	16
4.6	ANALISI DEI CARICHI	17
4.6.1	<i>Peso proprio elementi strutturali</i>	17
4.6.2	<i>Carichi trasmessi dall'impalcato</i>	17
4.6.3	<i>Azione del Vento</i>	19
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i>	21
4.6.5	<i>Effetti dinamici</i>	22
4.6.6	<i>Carichi da traffico orizzontali</i>	23
4.6.7	<i>Azione sismica</i>	24
4.6.8	<i>Calcolo delle sollecitazioni in testa pali</i>	29
4.6.9	<i>Riepilogo risultati</i>	29

4.7	SOLLECITAZIONI.....	31
4.7.1	<i>Plinto di fondazione</i>	32
4.8	PALI DI FONDAZIONE	34
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	35
4.9.1	<i>Pila</i>	38
4.9.2	<i>Zattera di fondazione</i>	47
4.9.3	<i>Palo di fondazione L=24.0m</i>	51

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 (ex VI07) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 15 05 003	REV. A

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle Pile del viadotto ferroviario **VI15** della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare si tratterà la **Pila 27** che presenta **l'altezza maggiore per tipologia di pila ed impalcati afferenti**.

Verranno ipotizzati appoggi fissi sulla campata di luce maggiore, indipendentemente dal reale posizionamento degli stessi.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 14 gennaio 2008.

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI15 attraversa un corso d'acqua maggiore e nel tratto terminale in direzione Catania, si affianca alla linea storica esistente e presenta un'altezza da terra compresa tra 7 e 10m (distanza p.f. – piano campagna).

Il viadotto è previsto a semplice binario, si estende dal km 5+774.60 (asse giunto spalla A) al km 6+574.90 per uno sviluppo complessivo di 800.72m ed è costituito da 32 campate isostatiche in c.a.p. di luce 25m.

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare cava costante su tutta l'altezza, di dimensioni esterne pari a 3,30mx8,60m con raccordi circolari ed altezza variabile da 4.50m a 11,00m.

Le spalle anch'esse realizzate in c.a. gettato in opera, hanno un'altezza del fusto + muro frontale di 7.25m per la spalla A e 6.05m per la spalla B

L'impalcato è costituito da 2 travi in c.a.p. a cassoncino prefabbricate (precompressione a fili aderenti) solidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse-appoggi e 2 in campata), prefabbricati insieme alle travi a da una soletta superiore in c.a. gettata in opera con una larghezza complessiva fuori tutto di 9.70m. La fondazione della pila è costituita da un plinto fondato su 9 pali di diametro 1.50 m sono distanziati di un interasse di almeno 4.5 m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.25 m.

Il plinto presenta uno spessore di 2.50 metri e una pianta rettangolare di 12.0x12.0m.

Nella parte sommitale della pila sono disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema di figura seguente:

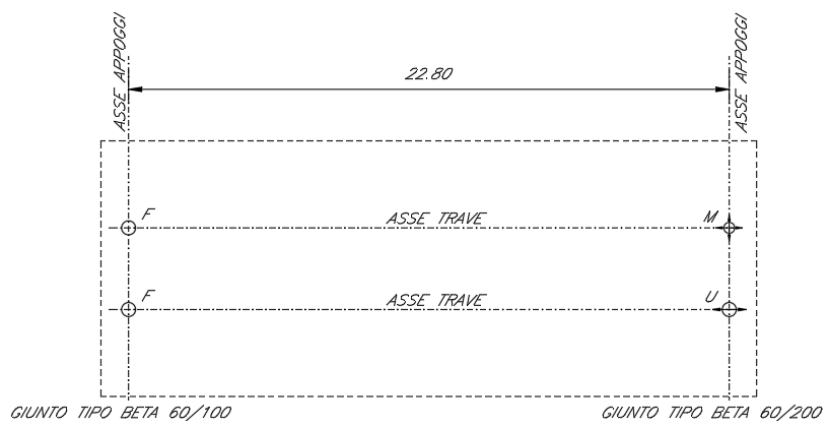


Figura 1: schema appoggi impalcato sx e dx

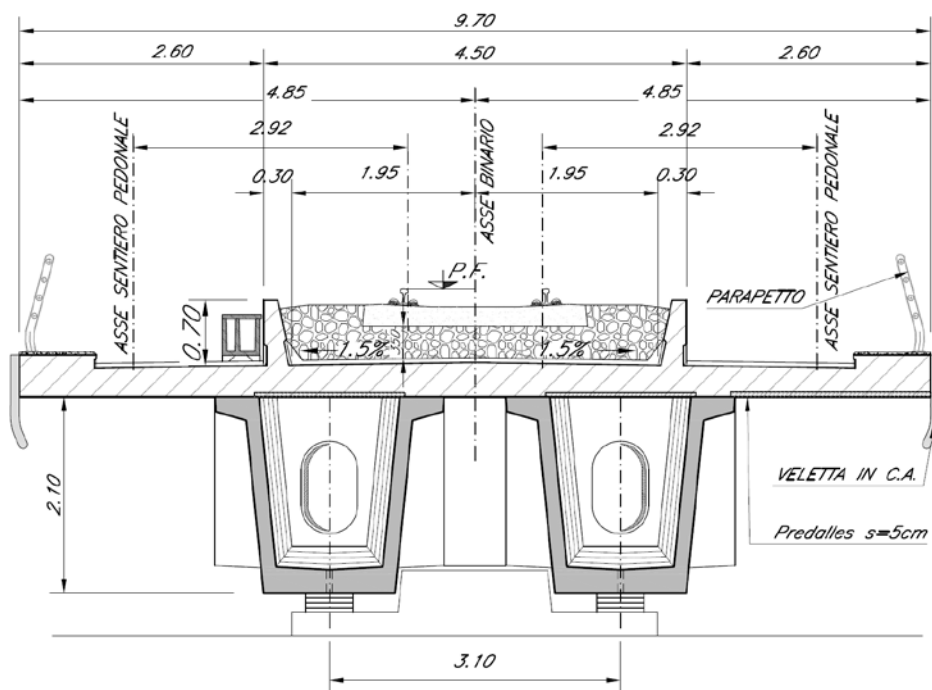
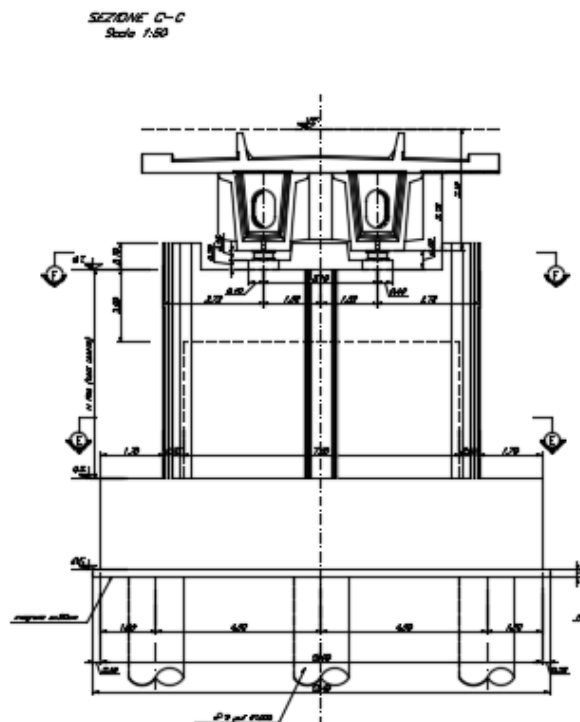
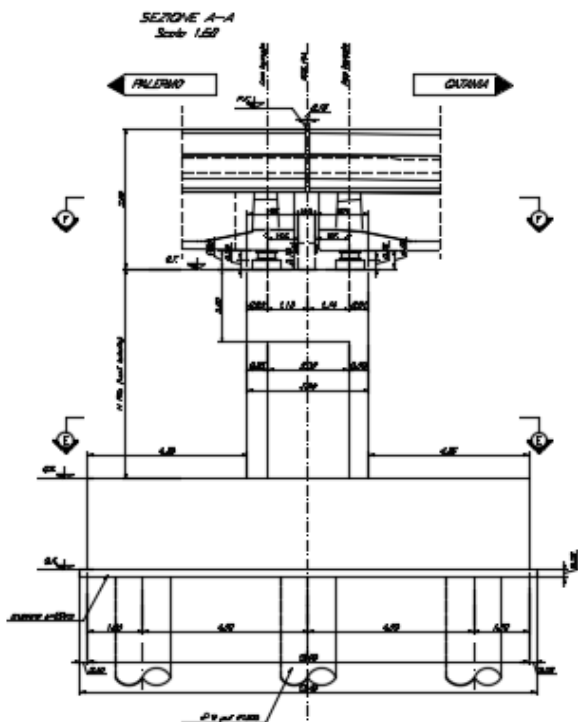
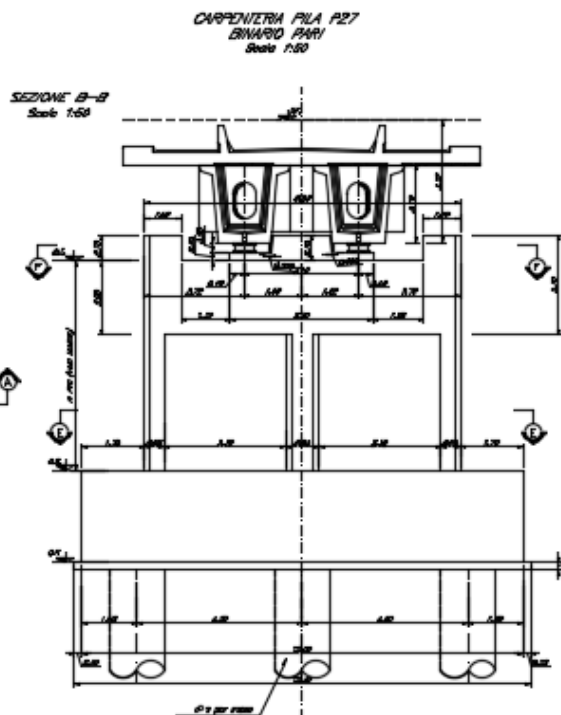
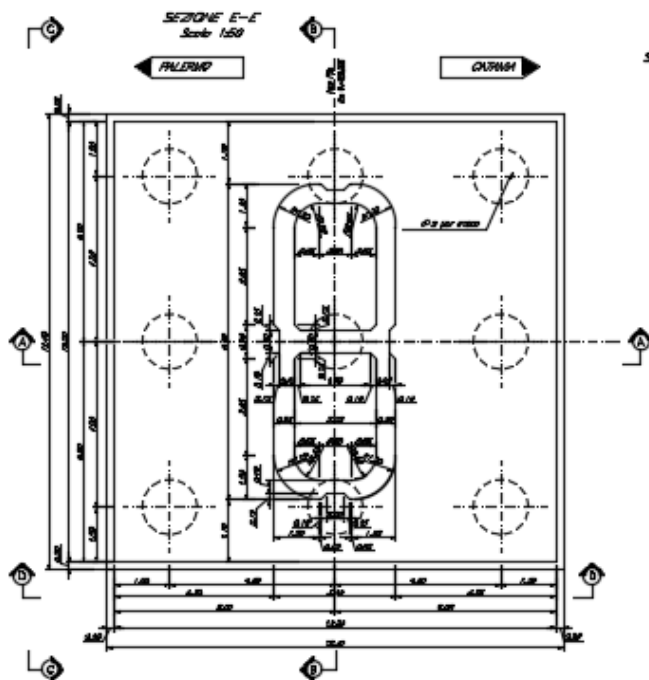



Figura 2: sezione trasversale impalcato sx edx

1.2 Aspetti legati alle opere di fondazione

Le fondazioni del Viadotto - VII5, sono previste su pali in c.a. di grande diametro $\Phi 1500$ sia per le pile che per le spalle.



	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 (ex VI07) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 15 05 003	REV. A

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea*

2.1 Documenti di riferimento

- *Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 1/2 - RS3E50D09RBVI1503001A*
- *Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 2/2 - RS3E50D09RBVI1503002A*

3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

➤ Calcestruzzo magro e getto di livellamento

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- TIPO CEMENTO CEM I+V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : X0

➤ Calcestruzzo pali di fondazione, cordoli, opere provvisionali, calcestruzzo fondazioni

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

➤ Calcestruzzo fondazioni armate

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 40mm
- DIAMETRO INERTI : 25 mm

➤ Calcestruzzo elevazione pile (compresi pulvini, baggioli e ritegni), spalle

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.50
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO MINIMO = 50mm
- DIAMETRO INERTI : 25 mm


➤ Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

IN BARRE E RETI ELETTROSALDATE

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
 - Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

(*) : I VALORI DI COPRIFERRO RIPORTATI SI RIFERISCONO AD OPERE CON VITA NOMINALE DI 75 ANNI. PER COSTRUZIONI CON VITA NOMINALE DI 100 ANNI TALI VALORI DOVRANNO ESSERE AUMENTATI DI 5 mm.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 (ex VI07) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 15 05 003	REV. A

3.1 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato

3.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

Per il caso in esame risulta in particolare per l'elevazione:


CALCESTRUZZO

$$\sigma_{\max QP} = (0,40 f_{cK}) = \mathbf{12.28} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\max R} = (0,55 f_{cK}) = \mathbf{16.89} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

ACCIAIO

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yK}) = \mathbf{338} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 (ex VI07) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 15 05 003	REV. A

3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$


$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$- \text{ Combinazione Caratteristica (Rara)} \quad \delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto ” C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione” della Circolare n.617/09.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 (ex VI07) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 15 05 003	REV. A

4 ANALISI E VERIFICHE PILA

4.1 Generalità

La pila presenta una sezione rettangolare cava di dimensioni **3.3x8.6m**, una altezza complessiva di **5.1m**.

Il pulvino è costituito da una sezione piena di dimensione **3.3x8.6m** ed altezza **2.0m**.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro **150cm** collegate in testa da una platea di spessore **250cm**.

Per le verifiche dei singoli elementi della pila (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccato della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

4.2 Modelli a mensola per la verifica delle pile

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto.

Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, si è utilizzato un modello, a seconda della geometria, di tirante-puntone o trave inflessa.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC08, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

		Coefficiente	EQ ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e, quindi, alle verifiche strutturali.

	A2 - SIU - N max gr.1	A2 - SIU - MT max gr.1	A2 - SIU - ML max gr.1	A2 - SIU - N max gr.3	A2 - SIU - MT max gr.3	A2 - SIU - ML max gr.3	A2 - SIU - Vento ponte scarico	A2 - SIU Gmin - N max gr.1	A2 - SIU Gmin - MT max gr.1	A2 - SIU Gmin - ML max gr.1	A2 - SIU Gmin - N max gr.3	A2 - SIU Gmin - MT max gr.3	A2 - SIU Gmin - ML max gr.3	A2 - SIU Gmin - Vento ponte scarico	A1 - SIU - N max gr.1	A1 - SIU - MT max gr.1	A1 - SIU - ML max gr.1	A1 - SIU - N max gr.3	A1 - SIU - MT max gr.3	A1 - SIU - ML max gr.3	A1 - SIU - Vento ponte scarico	A1 - SIU Gmin - N max gr.1	A1 - SIU Gmin - MT max gr.1	A1 - SIU Gmin - ML max gr.1
Peso proprio g1	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	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,00	1,00
Permanenti G2	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
Ballast	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,00	1,00	1,00
Comb. Nmax Qv	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
Comb. Nmax Q frenatura	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00
Comb. Nmax Q centrifuga	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
Comb. Nmax Q serpeggio	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
Comb. Mmax Qv	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. Mmax Q frenatura	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00
Comb. Mmax Q centrifuga	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
Comb. Mmax Q serpeggio	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
Comb. MLmax Qv	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. MLmax Q frenatura	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00
Comb. MLmax Q centrifuga	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. MLmax Q serpeggio	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
Vento Ponte Scarico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento Ponte Carico	0,78	0,78	0,00	0,78	0,78	0,00	0,00	0,78	0,78	0,00	0,78	0,78	0,00	0,90	0,90	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00
Attrito permanente	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	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Attrito carichi mobili	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,00	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Sisma longitudinale	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma trasversale	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma verticale	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento x	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00
Vento y	0,78	0,78	0,00	0,78	0,78	0,00	1,30	0,78	0,78	0,00	0,78	0,78	0,00	1,30	0,90	0,90	0,00	0,90	0,90	0,00	1,50	0,90	0,90	0,00

A1 - S1U G min - N max gr.3	A1 - S1U G min - MT max gr.3	A1 - S1U G min - ML max gr.3	A1 - S1U G min - Vento ponte scarico	S1E min - N max gr.1	S1E min - MT max gr.1	S1E min - ML max gr.1	S1E min - N max gr.3	S1E min - MT max gr.3	S1E min - ML max gr.3	S1E min - Vento ponte scarico	S1E freq. - N max gr.1	S1E freq. - MT max gr.1	S1E freq. - ML max gr.1	S1E freq. - N max gr.3	S1E freq. - MT max gr.3	S1E freq. - ML max gr.3	S1E freq. - Vento ponte scarico	S1E quasi permanente	S1V - N max	S1V - MT max	S1V - ML max	S1V - MT max	S1V - ML max	S1V - N min	
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	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Peso proprio g1
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	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Permanenti G2
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	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Ballast
1.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Qr
1.45	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q frenatura
0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q centrifuga
0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q serpeggio
0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Qr
0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q frenatura
0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q centrifuga
0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q serpeggio
0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Qr
0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q frenatura
0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q centrifuga
0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q serpeggio
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento Ponte Scarico
0.90	0.90	0.00	0.00	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	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	0.00	Vento Ponte Carico
1.35	1.35	1.35	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	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	Attrito permanente
1.45	1.45	1.45	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	Attrito carichi mobili
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	Sisma longitudinale
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	0.30	Sisma trasversale
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	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-1.00	Sisma verticale
0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	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	Vento x
0.90	0.90	0.00	1.50	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	1.00	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	Vento y

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
- Lunghezze = m
- Forze = kN

4.5 Geometria della Pila


Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Sovraccarico accidentale sul rilevato	q_{acc}	53.0	kN/m ²
Altezza appoggio + baggiolo	h_{ap}	0.45	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	6.05	m
Pulvino			
Altezza	H_p	2.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	3.3	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	8.60	m
Area Sezione		26.62	m ²
% Vuoti sezione		0%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	0.00	m
Pila			
Altezza	H_m	3.10	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	3.30	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	8.60	m
Area Sezione		11.88	m ²
% Vuoti sezione		44%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	0.00	m
Distanza asse baggioli- asse pila (sx)	x_{m1}	-1.10	m
Distanza asse baggioli- asse pila (dx)	x_{m2}	1.10	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	12.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	12.00	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto (sx)		-1.10	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto (dx)		1.10	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		Ko = 0.426	
Sisma			
S_s		1.563	
a_g		0.157	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.245	

Tabella 2 – Dati di input

4.6 Analisi dei carichi

4.6.1 Peso proprio elementi strutturali

➤ *Peso proprio strutture*

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

Impalcato (sx)			
N° Binari		1	
Lunghezza	L	25	m
Peso Proprio	G ₁	162	kN/m
Permanenti portati	G ₂	120	kN/m
Ballast		0	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	2	
Reazione appoggio i = (G ₁ *L/2)/n	R _i	1012.5	kN
Reazione appoggio i = (G ₂ *L/2)/n	R _i	750.0	kN
Reazione appoggio i = (G ₂ *L/2)/n (ballast)	R _i	0	kN

Impalcato (dx)			
N° Binari		1	
Lunghezza	L	25	m
Peso Proprio	G ₁	162	kN/m
Permanenti portati	G ₂	120	kN/m
Ballast		0	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	2	
Reazione appoggio i = (G ₁ *L/2)/n	R _i	1012.5	kN
Reazione appoggio i = (G ₂ *L/2)/n	R _i	750.0	kN
Reazione appoggio i = (G ₂ *L/2)/n (ballast)	R _i	0	kN

4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, per la campata sinistra e destra (la condizione di Momento Longitudinale massimo "MLmax" è riferita alla situazione in cui solo uno dei due impalcato venga caricato):

sx								
CAP 25 ML SINGOLO BINARIO								
APPOGGIO	REAZIONE	y	REAZ. LM71	REAZ. SW2	α LM71	α LM71	ø3	
1	0.530	1.55	1239	936	1.1	1	1.20	
2	0.470	-1.55	1239	936	1.1	1	1.20	
dx								
CAP 25 ML SINGOLO BINARIO								
APPOGGIO	REAZIONE	y	REAZ. LM71	REAZ. SW2	α LM71	α LM71	ø3	
1	0.530	1.55	1239	1875	1.1	1	1.20	
2	0.470	-1.55	1239	1875	1.1	1	1.20	
dx ML max								
CAP 25 ML SINGOLO BINARIO								
APPOGGIO	REAZIONE	y	REAZ. LM71	REAZ. SW2	α LM71	α LM71	ø3	
1	0.530	1.55	1529	1875	1.1	1	1.20	
2	0.470	-1.55	1529	1875	1.1	1	1.20	

Che ripartiti con il metodo Courbon sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente.

REAZIONI VINCOLARI [kN,m]

sx

REAZIONI VINCOLARI [kN,m]

dx

Appoggio	A			B			biz	
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY		
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	
Peso proprio g1	1013			1013			0.00	
Permanenti G2	750			750			0.00	
Ballast							0.00	
Comb. Nmax Qv	596			529			0.00	
Comb. Nmax Q frenatura		0			0		3.30	
Comb. Nmax Q centrifuga			59			59	5.10	
Comb. Nmax Q serpeggio			13			13	3.30	
Comb. MTmax Qv	868			770			0.00	
Comb. MTmax Q frenatura		0			0		3.30	
Comb. MTmax Q centrifuga			83			83	5.10	
Comb. MTmax Q serpeggio			13			13	3.30	
Comb. MLmax Qv	0			0			0.00	
Comb. MLmax Q frenatura		0			0		3.30	
Comb. MLmax Q centrifuga							5.10	
Comb. MLmax Q serpeggio							3.30	
Vento Ponte Scarico			117			117	3.30	
Vento Ponte Carico			130			130	3.65	
Attrito permanente		53	53		53	53	0.00	
Attrito carichi mobili		26	26		23	23	0.00	
q=1.5	Sisma longitudinale						2.50	
	Sisma trasversale			472			472	2.50
	Sisma verticale	443			443		0.00	
q=1.36	Sisma longitudinale		0			0	2.50	
	Sisma trasversale			521			521	2.50
	Sisma verticale	443			443		0.00	
q=1	Sisma longitudinale		0			0	2.50	
	Sisma trasversale			708			708	2.50
	Sisma verticale	443			443		0.00	

Appoggio	A			B			biz	
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY		
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	
Peso proprio g1	1013			1013			0.00	
Permanenti G2	750			750			0.00	
Ballast							0.00	
Comb. Nmax Qv	1195			1059			0.00	
Comb. Nmax Q frenatura		438			438		3.30	
Comb. Nmax Q centrifuga			59			59	5.10	
Comb. Nmax Q serpeggio			13			13	3.30	
Comb. MTmax Qv	868			770			0.00	
Comb. MTmax Q frenatura		454			454		3.30	
Comb. MTmax Q centrifuga			83			83	5.10	
Comb. MTmax Q serpeggio			13			13	3.30	
Comb. MLmax Qv	1195			1059			0.00	
Comb. MLmax Q frenatura		438			438		3.30	
Comb. MLmax Q centrifuga			59			59	5.10	
Comb. MLmax Q serpeggio			25			25	3.30	
Vento Ponte Scarico			117			117	3.30	
Vento Ponte Carico			130			130	3.65	
Attrito permanente		53	53		53	53	0.00	
Attrito carichi mobili		36	36		32	32	0.00	
q=1.5	Sisma longitudinale						2.50	
	Sisma trasversale			472			472	2.50
	Sisma verticale	443			443		0.00	
q=1.36	Sisma longitudinale		1335			1335	2.50	
	Sisma trasversale			521			521	2.50
	Sisma verticale	443			443		0.00	
q=1	Sisma longitudinale		1816			1816	2.50	
	Sisma trasversale			708			708	2.50
	Sisma verticale	443			443		0.00	

4.6.3 Azione del Vento

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico	
Altitudine sul livello del mare	as	220	220	m
Zona	Z	IV	IV	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	ao	500	500	m
Parametri	ka	0.02	0.02	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	$v_b = v_{b0} + k_a \cdot (a_s - a_0)$	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	112.5	112.5	anni
	α_R	1.05	1.05	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.28	29.28	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$	0.54	0.54	kN/mq
Classe di rugosità del terreno		D	D	
Distanza dalla costa		>10	>10	km
Altitudine sul livello del mare		<750	<750	m
Categoria di esposizione del sito	Cat	2	2	

Vento su impalcato				
Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	12.9	12.9	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.52	2.52	
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7	m
Altezza impalcato	h1	2.7	3.3	m
Altezza treno o parapetto	h2	4	4	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	6.7	7.3	m
Rapporto di forma	b/dtot	1.45	1.33	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.07	2.10	

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	20 di 55

Riepilogo				
Pressione cinetica di riferimento	qb	0.54	0.54	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.52	2.52	
Coefficiente di forza	cfx	2.07	2.10	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	6.7	7.3	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	18.7	20.7	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.78	2.83	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	18.7	20.7	kN/m
Vento impalcato a ponte scarico				
		sx	dx	
Forza statica equivalente	f	18.7	18.7	kN/m
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	233	233	kN/m
Vento impalcato a ponte carico				
Forza statica equivalente	f	20.7	20.7	kN/m
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	259	259	kN/m

Vento su Pila e Pulvino

Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	5.10	5.1	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	1.94	1.94	
		dir.x	dir.x	
Altezza (dir.z)	h	2.00	3.10	m
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	8.6	8.6	m
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	3.3	3.3	m
Rapporto di forma	d/b	0.38	0.38	
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	2.20	2.20	
Raggio di arrotondamento (figura 7.24 EC)	r	1.2	1.2	m
Rapporto di forma II	r/b	0.14	0.14	
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	ψ	0.65	0.65	
Pressione di riferimento	q=ψ*cfx*ce*qb	1.49	1.49	kN/mq
Area investita dal vento	A=b*h	17.2	26.66	mq
Forza statica equivalente	F=q*A	26	40	kN
		dir.y	dir.y	
Altezza (dir.z)	h	2.00	3.10	m
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	3.3	3.3	m
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	8.6	8.6	m
Rapporto di forma	d/b	2.61	2.61	
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	1.50	1.50	
Raggio di arrotondamento (figura 7.24 EC)	r	1.2	1.2	m
Rapporto di forma II	r/b	0.36	0.36	
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	ψ	0.5	0.5	
Pressione di riferimento	q=ψ*cfx*ce*qb	0.78	0.78	kN/mq
Area investita dal vento	A=b*h	6.6	10.23	mq
Forza statica equivalente	F=q*A	5	8	kN

Riepilogo

Vento x

Pulvino	F	26	kN
Pila	F	40	kN
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	5.10	m
Forza totale	F Tot	65	kN

Vento y

Pulvino	F	5	kN
Pila	F	8	kN
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	5.10	m
Forza totale	F Tot	13	kN

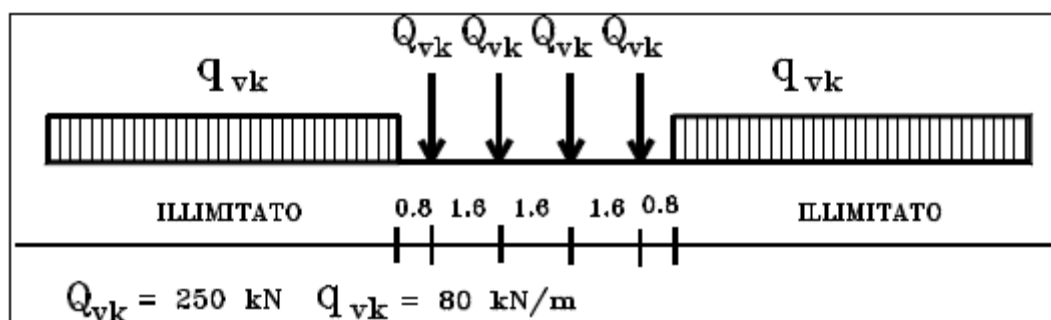
4.6.4 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2.

Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.

➤ Modello di carico LM71

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2008 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



Treno di carico LM 71

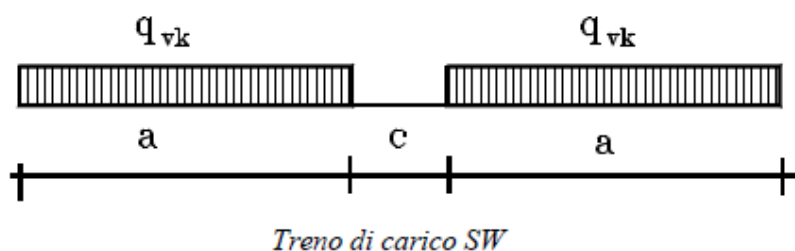
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ Modello di carico SW/2

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2008 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario.

Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001 A).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"
LM71	1,10
SW/0	1,10
SW/2	1,00

4.6.5 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 14.1.2008 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\psi - 0,2}} + 0,73 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00 \quad [5.2.7]$$

4.6.6 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura			Avviamento		
L	25	m	L	25	m
Lcalc	25	per Treno LM 71	Lcalc	25	per Treno LM 71
	19.7	per Treno SW/0		19.7	per Treno SW/0
	25	per SW/2		25	per SW/2
Qlb,k	550	per Treno LM 71	Qla,k	907.5	per Treno LM 71
Qlb,k	0	per Treno SW/0	Qla,k	0	per Treno SW/0
Qlb,k	875	per SW/2	Qla,k	825	per SW/2
Qlb,k (filtrata)per Treno LM 71	550	kN	Qla,k (filtrata)per Treno LM 71	907.5	kN
Qlb,k (filtrata)per Treno SW/0	0	kN	Qla,k (filtrata)per Treno SW/0	0	kN
Qlb,k(filtrata)per SW/2	875	kN	Qla,k(filtrata)per SW/2	825	kN

Serpeggio		
FT=100kN /2	50	kN
Treno LM 71		
α	1.1	
FT* α	55	kN
Treno SW/0		
α	1.1	
FT* α	55	kN
Treno SW/2		
α	1	
FT* α	50	kN

Forza centrifuga sx					
L	25	m	Lø	22.8	m
velocità di progetto	160	km/h	ø3 Coeff. Dinamico	1.202	
raggio planimetrico	1500	m			
f	0.82	Per V>120 km/h			
f	1	Per V<120 km/h			
Treno LM 71			Treno SW/0		Treno SW/2
Qvk	1000	kN	qvk	0	kN/m
qvk	80	kN/m	qvk	0	kN/m
α	1	Per V>120 km/h	α	1.1	
α	1.1	Per V<120 km/h			
Qtk	132	Per V>120 km/h			
	100	Per V<120 km/h			
Qtk scelto	132				
qtk	11	Per V>120 km/h	qtk		
	8	Per V<120 km/h		0	Per V=100 km/h
qtk scelto	11				9
L calc= L-6.4m	18.6	m	L calc	19.7	m
qtk*Lcalc	197	kN	qtk*Lcalc	0	kN
FT= (qtk*Lcalc + qtk)/2	165	kN	FT= qtk*Lcalc /2	0	
					118

Forza centrifuga dx									
L	25	m	Lø	22.8	m				
velocità di progetto	160	km/h	ø3 Coeff. Dinamico	1.202					
raggio planimetrico	1500	m							
f	0.82	Per V>120 km/h							
f	1	Per V<120 km/h							
Treno LM 71			Treno SW/0			Treno SW/2			
Qvk	1000	kN	qvk	0	kN/m	qvk	150	kN/m	
α	1	Per V>120 km/h	α	1.1		α	1		
	1.1	Per V<120 km/h							
Qtk	132	Per V>120 km/h							
	100	Per V<120 km/h							
Qtk scelto	132								
qtk	11	Per V>120 km/h	qtk			qtk			
	8	Per V<120 km/h		0	Per V=100 km/h		9	Per V=100 km/h	
qtk scelto	11								
L calc= L-6.4m	18.6	m	L calc	19.7	m	L calc	25	m	
qtk*Lcalc	197	kN	qtk*Lcalc	0	kN	qtk*Lcalc	237	kN	
FT= (qtk*Lcalc + qtk)/2	165	kN	FT= qtk*Lcalc /2	0		FT= qtk*Lcalc /2	118		

4.6.7 Azione sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

➤ Valori di progetto

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 14.60470 LATITUDINE: 37.56426

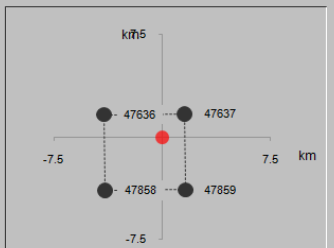
Ricerca per comune

REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Enna COMUNE: Agira

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112.5 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE

- SLO - $P_{VR} = 81\%$: 68
- SLD - $P_{VR} = 63\%$: 113

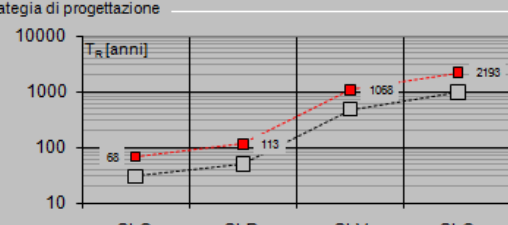
Stati limite ultimi - SLU

- SLV - $P_{VR} = 10\%$: 1068
- SLC - $P_{VR} = 5\%$: 2193

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

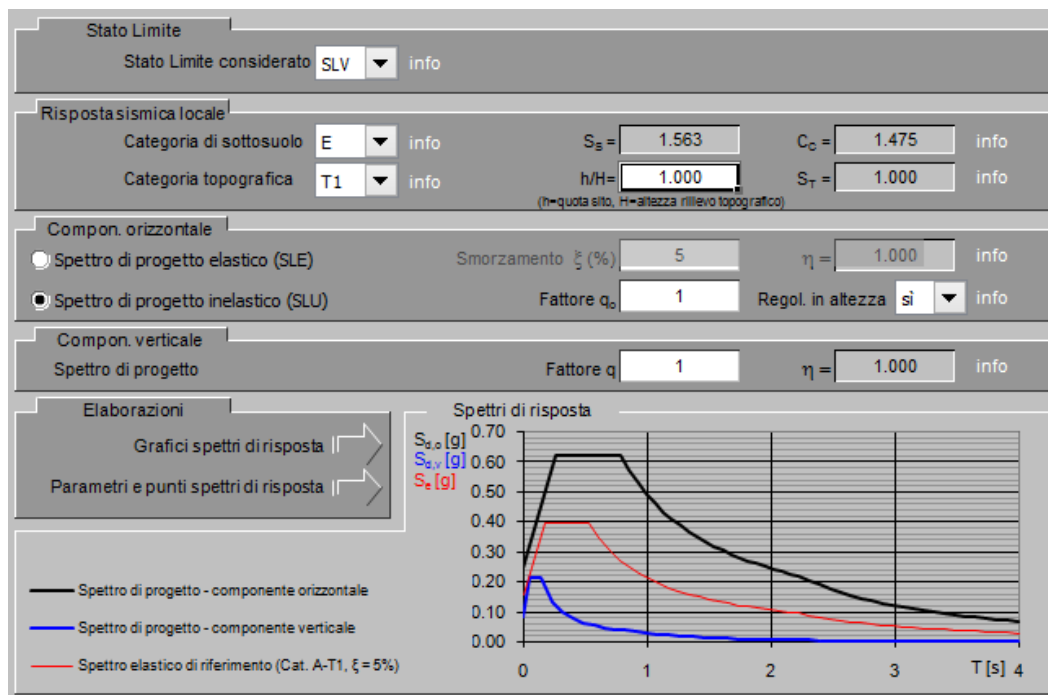
Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Dalla relazione geologica risulta una categoria del suolo tra C ed E, a favore di sicurezza nel dimensionamento della spalla si utilizza una categoria del suolo E



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

STATO LIMITE	SLV
a_s	0.157 g
F_a	2.529
T_c	0.537 s
S_c	1.563
C_c	1.475
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti	
S	1.563
η	1.000
T_B	0.264 s
T_C	0.792 s
T_D	2.229 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_B \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{1.0 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_B(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_B \cdot \left[\frac{T}{T_B} + 1 \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_B(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_B$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_B(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_B \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

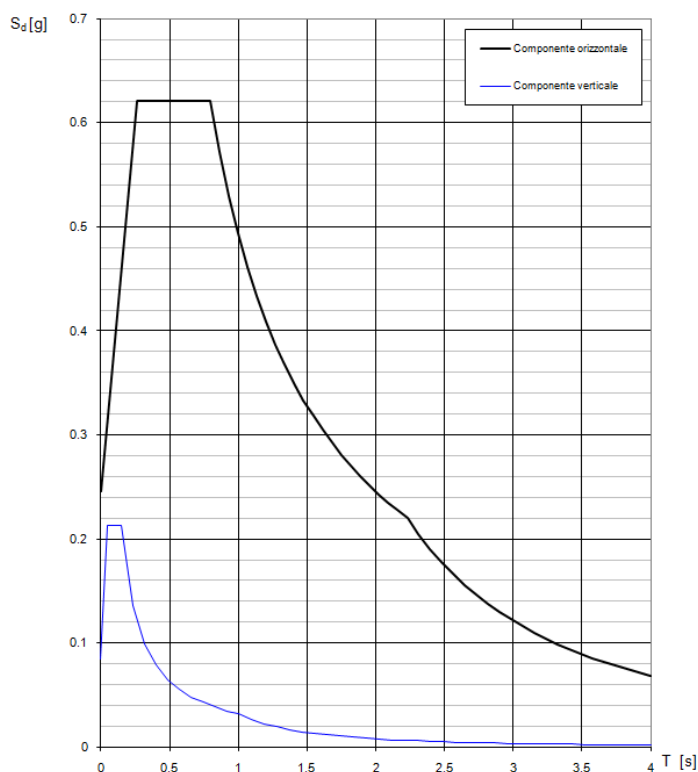
$$T_D \leq T \quad S_B(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_B \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_B(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_E(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	S _B [g]
0.000	0.246
0.264	0.621
0.792	0.621
0.860	0.572
0.928	0.530
0.997	0.493
1.065	0.461
1.134	0.434
1.202	0.409
1.271	0.387
1.339	0.367
1.407	0.349
1.476	0.333
1.544	0.318
1.613	0.305
1.681	0.292
1.750	0.281
1.818	0.270
1.886	0.261
1.955	0.251
2.023	0.243
2.092	0.235
2.160	0.228
2.229	0.221
2.313	0.205
2.397	0.191
2.482	0.178
2.566	0.166
2.650	0.156
2.735	0.146
2.819	0.138
2.903	0.130
2.988	0.123
3.072	0.116
3.156	0.110
3.241	0.104
3.325	0.099
3.410	0.094
3.494	0.090
3.578	0.086
3.663	0.082
3.747	0.078
3.831	0.075
3.916	0.071
4.000	0.068

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



➤ Calcolo dell'azione Sismica

Per il calcolo delle azioni sismiche si utilizza una Analisi Statica Lineare, come riportata nel cap. 7.9.4.1 delle Normative. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello tridimensionale agli Elementi Finiti semplificato.

I Fattori di struttura utilizzati sono:


- $q = 1.5$ per la verifica a presso flessione della pila
- $q = 1.5/1.1$ per la verifica a capacità portante verticale dei pali e verifica del plinto
- $q = 1$ per le verifiche a taglio degli elementi strutturali (vedi anche punto successivo), verifiche a capacità portante orizzontale dei pali.
- Solo per la verifica a taglio dello spiccato della pila, il criterio adottato è quello della gerarchia delle resistenze, così come indicato al punto 7.9.5 delle NTC

Condizione Sismica			
Massa sismica impalcato dir x	mix	7952	kN
Massa efficace pila dir x	mpx	1126	kN
Massa complessiva dir x	mix + mpx	9077	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir x	mix/5	1590	kN
Verifica requisito dir x		si	
Massa sismica impalcato dir. y	mi _y	7726	kN
Massa efficace pila dir. Y	mp _y	1126	kN
Massa complessiva dir. Y	mi _y + mp _y	8851	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Y	mi _y /5	1545	kN
Verifica requisito dir. Y		si	
Massa sismica impalcato dir. z	miz	7726	kN
Massa efficace pila dir. Z	mp _z	1126	kN
Massa complessiva dir. Z	miz + mp _z	8851	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Z	miz/5	1545	kN
Verifica requisito dir. Z		si	

Inerzia Pila asse y	J _{yy}	16.9	m ⁴
Inerzia Pila asse x	J _{xx}	77.5	m ⁴
Area Pila	A _p	11.88	m ²
Rigidezza Pila asse y	K _y	3.8E+09	N/m
Rigidezza Pila asse x	K _x	1.7E+10	N/m
rigidezza Pila asse z	K _z	7.7E+10	N/m
Periodo x	T _x	0.10	s
Periodo y	T _y	0.04	s
Periodo z	T _z	0.02	s

Accelerazione orizzontale Se(Tx) direzione x	a _g x	0.40	
Accelerazione orizzontale Se(Ty) direzione y	a _g y	0.32	
Accelerazione Verticale Se(Tz) direzione z	a _g z	0.20	
q=1.5			
Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a _g x	0.27	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a _g y	0.21	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a _g z	0.20	
q=1.36			
Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a _g x	0.29	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a _g y	0.24	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a _g z	0.20	
q=1			
Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a _g x	0.4	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a _g y	0.3	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a _g z	0.2	

Condizione Sismica - Taglianti Totali			
q=1.5			
Tagliante direzione x	F x	2421	kN
Tagliante direzione y	F y	1888	kN
Tagliante direzione z	F z	1770	kN
q=1.36			
Tagliante direzione x	F x	2670	kN
Tagliante direzione y	F y	2083	kN
Tagliante direzione z	F z	1770	kN
q=1			
Tagliante direzione x	F x	3631	kN
Tagliante direzione y	F y	2832	kN
Tagliante direzione z	F z	1770	kN

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 (ex VI07) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 15 05 003	REV. A

4.6.8 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove

N, M_l, M_t sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J_l, J_t sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove H_l, H_t sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

4.6.9 Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N , forza orizzontale T e momento ribaltante M .
- Per i carichi sui pali in termini di N_{\max}, N_{\min}, T ed M .

SPICCATO PILA: condizione statica

Descrizione carico	F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Pila	2251			0.00	0.00	0	0	0
Vento su pila dir. x		65		0.00	0.00	5.10	0	332
Vento su pila dir.y			13	0.00	0.00	5.10	66	0

INTRADOSSO FONDAZIONE: condizione statica

Descrizione carico	F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Pila	2251			0.00	0.00	0	0	0
Plinto	9000			0.00	0.00	1.25	0.00	0
Rinterro	2312			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Vento su pila dir. x		65		0.00	0.00	7.60	0	494
Vento su pila dir.y			13	0.00	0.00	7.60	99	0

INTRADOSSO FONDAZIONE: condizione sismica

Descrizione carico	F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Plinto sisma x		2209		0.00	0.00	1.25	0.00	2761
Plinto sisma y			2209	0.00	0.00	1.25	2761	0
Plinto sisma z	1104			0.00	0.00	1.25	0	0
Rinterro sisma z	284			0.00	0.00	0.00	0	0

4.7 Sollecitazioni

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DELLA PILA					
	Nz	Tx	Ty	Mx	My
A2 - SLU - N max gr.1	14425	905	1129	9841	8382
A2 - SLU - MT max gr.1	14296	925	1247	11079	7006
A2 - SLU - ML max gr.1	13019	956	567	4371	10187
A2 - SLU - N max gr.3	14425	1452	950	7993	13227
A2 - SLU - MT max gr.3	14296	1492	1009	8606	12029
A2 - SLU - ML max gr.3	13019	1503	462	3309	15032
A2 - SLU - Vento ponte scarico	10201	212	834	6621	1174
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	10525	905	1129	9841	8382
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	10396	925	1247	11079	7006
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	9119	956	567	4371	10187
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	10525	1452	950	7993	13227
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	10396	1492	1009	8606	12029
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	9119	1503	462	3309	15032
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	6301	212	834	6621	1174
A1 - SLU - N max gr.1	17906	1090	1347	11615	9946
A1 - SLU - MT max gr.1	17757	1113	1484	13051	8350
A1 - SLU - ML max gr.1	16275	1148	698	5294	12038
A1 - SLU - N max gr.3	17906	1726	1140	9472	15574
A1 - SLU - MT max gr.3	17757	1772	1208	10182	14184
A1 - SLU - ML max gr.3	16275	1784	577	4062	17667
A1 - SLU - Vento ponte scarico	13007	286	1004	7870	1585
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	11201	1090	1347	11615	9946
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	11051	1113	1484	13051	8350
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	9570	1148	698	5294	12038
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	11201	1726	1140	9472	15574
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	11051	1772	1208	10182	14184
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	9570	1784	577	4062	17667
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	6301	212	930	7459	1174
SLE rara - N max gr.1	12680	766	933	7992	6940
SLE rara - MT max gr.1	12577	782	1027	8982	5840
SLE rara - ML max gr.1	11555	805	496	3732	8376
SLE rara - N max gr.3	12680	1204	790	6514	10816
SLE rara - MT max gr.3	12577	1236	837	7003	9858
SLE rara - ML max gr.3	11555	1243	412	2882	12253
SLE rara - Vento ponte scarico	9301	212	691	5364	1174
SLE freq. - N max gr.1	12004	655	534	4309	5787
SLE freq. - MT max gr.1	11922	668	609	5101	4907
SLE freq. - ML max gr.1	11104	655	439	3220	6777
SLE freq. - N max gr.3	12004	1006	419	3126	8888
SLE freq. - MT max gr.3	11922	1031	457	3518	8121
SLE freq. - ML max gr.3	11104	1006	372	2541	9878
SLE freq. - Vento ponte scarico	9301	212	445	3236	1174
SLE quasi permanente	9301	212	212	1174	1174
q = 1.5					
SLV - N max	11747	1031	753	5930	8362
SLV - MT max gr.1	10487	1037	2093	16767	8170
SLV - ML max gr.1	10283	2725	729	5658	22252
SLV - MT max gr.3	9425	1037	2093	16767	8170
SLV - ML max gr.3	9221	2725	729	5658	22252
SLV - N min	8207	1031	753	5930	8362
q = 1.36					
SLV - N max	11747	1105	811	6379	8964
SLV - MT max gr.1	10487	1112	2287	18301	8772
SLV - ML max gr.1	10283	2975	787	6127	24258
SLV - MT max gr.3	9425	1112	2287	18301	8772
SLV - ML max gr.3	9221	2975	787	6127	24258
SLV - N min	8207	1105	811	6379	8964
q = 1					
SLV - N max	11747	1394	1036	8210	11285
SLV - MT max gr.1	10487	1400	3037	24366	11094
SLV - ML max gr.1	10283	3936	1012	7938	31996
SLV - MT max gr.3	9425	1400	3037	24366	11094
SLV - ML max gr.3	9221	3936	1012	7938	31996
SLV - N min	8207	1394	1036	8210	11285

Tabella 3 – Sollecitazioni della base della pila



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
VI15 (ex VI07) - Singolo Binario

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	32 di 55

4.7.1 *Plinto di fondazione*

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE						
	Nz	Tx	Ty	Mx	My	
A2 - SLU - N max gr.1	26431	905	1129	12664	10644	
A2 - SLU - MT max gr.1	26302	925	1247	14195	9319	
A2 - SLU - ML max gr.1	25025	956	567	5790	12576	
A2 - SLU - N max gr.3	26431	1452	950	10369	16858	
A2 - SLU - MT max gr.3	26302	1492	1009	11128	15760	
A2 - SLU - ML max gr.3	25025	1503	462	4465	18790	
A2 - SLU - Vento ponte scarico	22207	212	834	8707	1703	
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	19525	905	1129	12664	10644	
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	19396	925	1247	14195	9319	
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	18119	956	567	5790	12576	
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	19525	1452	950	10369	16858	
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	19396	1492	1009	11128	15760	
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	18119	1503	462	4465	18790	
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	15301	212	834	8707	1703	
A1 - SLU - N max gr.1	33525	1090	1347	14984	12670	
A1 - SLU - MT max gr.1	33376	1113	1484	16760	11133	
A1 - SLU - ML max gr.1	31894	1148	698	7040	14909	
A1 - SLU - N max gr.3	33525	1726	1140	12322	19889	
A1 - SLU - MT max gr.3	33376	1772	1208	13203	18615	
A1 - SLU - ML max gr.3	31894	1784	577	5503	22128	
A1 - SLU - Vento ponte scarico	28625	286	1004	10380	2298	
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	20201	1090	1347	14984	12670	
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	20051	1113	1484	16760	11133	
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	18570	1148	698	7040	14909	
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	20201	1726	1140	12322	19889	
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	20051	1772	1208	13203	18615	
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	18570	1784	577	5503	22128	
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	15301	212	930	9784	1703	
SLE rara - N max gr.1	23993	766	933	10324	8856	
SLE rara - MT max gr.1	23890	782	1027	11549	7795	
SLE rara - ML max gr.1	22868	805	496	4972	10390	
SLE rara - N max gr.3	23993	1204	790	8488	13827	
SLE rara - MT max gr.3	23890	1236	837	9095	12948	
SLE rara - ML max gr.3	22868	1243	412	3913	15361	
SLE rara - Vento ponte scarico	20614	212	691	7090	1703	
SLE freq.- N max gr.1	23317	655	534	5643	7425	
SLE freq.- MT max gr.1	23234	668	609	6623	6577	
SLE freq.- ML max gr.1	22417	655	439	4319	8415	
SLE freq.- N max gr.3	23317	1006	419	4175	11402	
SLE freq.- MT max gr.3	23234	1031	457	4660	10699	
SLE freq.- ML max gr.3	22417	1006	372	3471	12392	
SLE freq.- Vento ponte scarico	20614	212	445	4347	1703	
SLE quasi permanente	20614	212	212	1703	1703	
q = 1,5	SLV - N max	24447	1693	1415	8640	11767
q = 1,5	SLV - MT max gr.1	22216	1700	4302	24760	11591
q = 1,5	SLV - ML max gr.1	22012	4934	1392	8309	31826
q = 1,5	SLV - MT max gr.3	20321	1700	4302	24760	11591
q = 1,5	SLV - ML max gr.3	20117	4934	1392	8309	31826
q = 1,5	SLV - N min	18132	1693	1415	8640	11767
q = 1,36	SLV - N max	24447	1768	1474	9234	12556
q = 1,36	SLV - MT max gr.1	22216	1774	4496	26781	12380
q = 1,36	SLV - ML max gr.1	22012	5183	1450	8924	34455
q = 1,36	SLV - MT max gr.3	20321	1774	4496	26781	12380
q = 1,36	SLV - ML max gr.3	20117	5183	1450	8924	34455
q = 1,36	SLV - N min	18132	1768	1474	9234	12556
q = 1	SLV - N max	24447	2056	1698	11628	15598
q = 1	SLV - MT max gr.1	22216	2063	5246	34720	15422
q = 1	SLV - ML max gr.1	22012	6144	1675	11297	44597
q = 1	SLV - MT max gr.3	20321	2063	5246	34720	15422
q = 1	SLV - ML max gr.3	20117	6144	1675	11297	44597
q = 1	SLV - N min	18132	2056	1698	11628	15598

Tabella 4 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

4.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
A1 - SLU - N max gr.1	33525	1090	1347	14984	12670	4749	2701	193
A1 - SLU - MT max gr.1	33376	1113	1484	16760	11133	4741	2675	206
A1 - SLU - ML max gr.1	31894	1148	698	7040	14909	4357	2731	149
A1 - SLU - N max gr.3	33525	1726	1140	12322	19889	4918	2532	230
A1 - SLU - MT max gr.3	33376	1772	1208	13203	18615	4887	2530	238
A1 - SLU - ML max gr.3	31894	1784	577	5503	22128	4567	2520	208
A1 - SLU - Vento ponte scarico	28625	286	1004	10380	2298	3650	2711	116
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	20201	1090	1347	14984	12670	3269	1220	193
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	20051	1113	1484	16760	11133	3261	1195	206
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	18570	1148	698	7040	14909	2876	1250	149
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	20201	1726	1140	12322	19889	3438	1052	230
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	20051	1772	1208	13203	18615	3406	1050	238
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	18570	1784	577	5503	22128	3087	1040	208
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	15301	212	930	9784	1703	2126	1275	106
						4918	1040	238

Tabella 5 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV - N max	24447	2056	1698	11628	15598	3725	1708	296
SLV - MT max gr.1	22216	2063	5246	34720	15422	4326	611	626
SLV - ML max gr.1	22012	6144	1675	11297	44597	4516	376	708
SLV - MT max gr.3	20321	2063	5246	34720	15422	4115	401	626
SLV - ML max gr.3	20117	6144	1675	11297	44597	4305	165	708
SLV - N min	18132	2056	1698	11628	15598	3023	1006	296
						4516	165	708

Tabella 6 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV q=1

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV - N max	24447	1768	1474	9234	12556	3523	1909	256
SLV - MT max gr.1	22216	1774	4496	26781	12380	3919	1018	537
SLV - ML max gr.1	22012	5183	1450	8924	34455	4052	839	598
SLV - MT max gr.3	20321	1774	4496	26781	12380	3708	808	537
SLV - ML max gr.3	20117	5183	1450	8924	34455	3842	629	598
SLV - N min	18132	1768	1474	9234	12556	2822	1208	256
						4052	629	598

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV q=1

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA

C.C. n°	N kN	T _x kN	T _y kN	M _x kNm	M _y kNm	N _{max/palo} kN	N _{min/palo} kN	T _{palo} kN
SLE rara - N max gr.1	23993	766	933	10324	8856	3376	1956	134
SLE rara - MT max gr.1	23890	782	1027	11549	7795	3371	1938	143
SLE rara - ML max gr.1	22868	805	496	4972	10390	3110	1972	105
SLE rara - N max gr.3	23993	1204	790	8488	13827	3492	1839	160
SLE rara - MT max gr.3	23890	1236	837	9095	12948	3471	1838	166
SLE rara - ML max gr.3	22868	1243	412	3913	15361	3255	1827	146
SLE rara - Vento ponte scarico	20614	212	691	7090	1703	2616	1965	80
						3492	1827	166

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE

4.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
INTERNA ALLA BASE DELLA PILA**

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	14425	905	1129	9841	8382
	Tx,A _{max}	A2 - SLU - ML max gr.3	13019	1503	462	3309	15032
	Ty,A _{max}	A2 - SLU - MT max gr.1	14296	925	1247	11079	7006
	Mxx _{max}	A2 - SLU - MT max gr.1	14296	925	1247	11079	7006
	Myy _{max}	A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	9119	1503	462	3309	15032
SLU STR	Nz,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	17906	1090	1347	11615	9946
	Tx,A _{max}	A1 - SLU - ML max gr.3	16275	1784	577	4062	17667
	Ty,A _{max}	A1 - SLU - MT max gr.1	17757	1113	1484	13051	8350
	Mxx _{max}	A1 - SLU - MT max gr.1	17757	1113	1484	13051	8350
	Myy _{max}	A1 - SLU - ML max gr.3	16275	1784	577	4062	17667
SLE RARA	Nz,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	12680	766	933	7992	6940
	Tx,A _{max}	SLE rara - ML max gr.3	11555	1243	412	2882	12253
	Ty,A _{max}	SLE rara - MT max gr.1	12577	782	1027	8982	5840
	Mxx _{max}	SLE rara - MT max gr.1	12577	782	1027	8982	5840
	Myy _{max}	SLE rara - ML max gr.3	11555	1243	412	2882	12253
SLE FREQUENTE	Nz,A _{max}	SLE freq.- N max gr.1	12004	655	534	4309	5787
	Tx,A _{max}	SLE freq.- MT max gr.3	11922	1031	457	3518	8121
	Ty,A _{max}	SLE freq.- MT max gr.1	11922	668	609	5101	4907
	Mxx _{max}	SLE freq.- MT max gr.1	11922	668	609	5101	4907
	Myy _{max}	SLE freq.- ML max gr.3	11104	1006	372	2541	9878
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	9301	212	212	1174	1174
SLV q=1.5	Nz,A _{max}	SLV - N max	11747	1031	753	5930	8362
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	10283	2725	729	5658	22252
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	10487	1037	2093	16767	8170
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	10487	1037	2093	16767	8170
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.3	9221	2725	729	5658	22252
SLV q=1.36	Nz,A _{max}	SLV - N max	11747	1105	811	6379	8964
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	10283	2975	787	6127	24258
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	10487	1112	2287	18301	8772
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	10487	1112	2287	18301	8772
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.3	9221	2975	787	6127	24258
SLV q=1	Nz,A _{max}	SLV - N max	11747	1394	1036	8210	11285
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	10283	3936	1012	7938	31996
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	10487	1400	3037	24366	11094
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	10487	1400	3037	24366	11094
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	10283	3936	1012	7938	31996

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE**

		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	
SLU GEO	Nz,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	26431	905	1129	12664	10644
	Tx,A _{max}	A2 - SLU - ML max gr.3	25025	1503	462	4465	18790
	Ty,A _{max}	A2 - SLU - MT max gr.1	26302	925	1247	14195	9319
	Mxx _{max}	A2 - SLU - MT max gr.1	26302	925	1247	14195	9319
	Myy _{max}	A2 - SLU - ML max gr.3	25025	1503	462	4465	18790
SLU STR	Nz,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	33525	1090	1347	14984	12670
	Tx,A _{max}	A1 - SLU - ML max gr.3	31894	1784	577	5503	22128
	Ty,A _{max}	A1 - SLU - MT max gr.1	33376	1113	1484	16760	11133
	Mxx _{max}	A1 - SLU - MT max gr.1	33376	1113	1484	16760	11133
	Myy _{max}	A1 - SLU - ML max gr.3	31894	1784	577	5503	22128
SLE RARA	Nz,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	23993	766	933	10324	8856
	Tx,A _{max}	SLE rara - ML max gr.3	22868	1243	412	3913	15361
	Ty,A _{max}	SLE rara - MT max gr.1	23890	782	1027	11549	7795
	Mxx _{max}	SLE rara - MT max gr.1	23890	782	1027	11549	7795
	Myy _{max}	SLE rara - ML max gr.3	22868	1243	412	3913	15361
SLE FREQUENTE	Nz,A _{max}	SLE freq.- N max gr.1	23317	655	534	5643	7425
	Tx,A _{max}	SLE freq.- MT max gr.3	23234	1031	457	4660	10699
	Ty,A _{max}	SLE freq.- MT max gr.1	23234	668	609	6623	6577
	Mxx _{max}	SLE freq.- MT max gr.1	23234	668	609	6623	6577
	Myy _{max}	SLE freq.- ML max gr.3	22417	1006	372	3471	12392
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	20614	212	212	1703	1703
SLV q=1.5	Nz,A _{max}	SLV - N max	24447	1693	1415	8640	11767
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	22012	4934	1392	8309	31826
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	22216	1700	4302	24760	11591
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	22216	1700	4302	24760	11591
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.3	20117	4934	1392	8309	31826
SLV q=1.36	Nz,A _{max}	SLV - N max	24447	1768	1474	9234	12556
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	22012	5183	1450	8924	34455
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	22216	1774	4496	26781	12380
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	22216	1774	4496	26781	12380
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	22012	5183	1450	8924	34455
SLV q=1	Nz,A _{max}	SLV - N max	24447	2056	1698	11628	15598
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	22012	6144	1675	11297	44597
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	22216	2063	5246	34720	15422
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	22216	2063	5246	34720	15422
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	22012	6144	1675	11297	44597

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	38 di 55

4.9.1 Pila

Taglio di progetto:

Direzione		Long. (Myy, Tx)	Trasv (Mxx, Ty)	
Altezza pila	H	14.35	14.35	m
Fattore di struttura		1.5	1.5	
Fattore di sovrarresistenza (eq. 7.9.7)	γ_{Rd}	1	1	
Fattore di sovrarresistenza filtrato (eq. 7.9.7)	γ_{Rd}	1	1	
Taglio agente (q=1)	V	3936	3037	kN
Momento agente (q=1)	M	31996	24366	kN*m
Taglio agente (con q)	VEd	2725	2093	kN
Momento agente (con q)	MEd	22252	16767	kN*m
Momento Resistente	MRd	142496	231269	kN*m
Rapporto di sovrarresistenza	MRd/MEd	6.40	13.79	
Tipo sezione (EC8-2; eq. 6.11)		NON CRITICA	NON CRITICA	
Angolo inclinazione bielle compresse	Teta	da calc.	da calc.	
Limite superiore Vgr	Vgr.max= V	3936	3037	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (eq. 7.9.12)	Vgr	17452	28870	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza filtrato (eq. 7.9.12)	Vgr	3936	3037	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq. 7.9.10)	γ_{Bd}	1	1.22	
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio filtrato (eq. 7.9.10)	γ_{Bd}	1	1.22	
Riassumendo				
Taglio di calcolo	Vgr	3936	3037	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq. 7.9.10)	γ_{Bd}	1.21	1.22	
Angolo inclinazione bielle compresse	Teta	da calc.	da calc.	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

CALCESTRUZZO -	Classe:	C20/25
	Resis. compr. di progetto fcd:	11.330 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	29960.0 MPa

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	39 di 55

Resis. media a trazione fctm:	2.210	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	110.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

CALCESTRUZZO -	Classe:	C20/25
	Resis. compr. di progetto fcd:	11.330 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	29960.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.210 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	110.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	310.0	165.0
2	365.0	152.0
3	402.0	123.0
4	426.0	77.0
5	430.0	40.0
6	413.0	25.0
7	413.0	-25.0
8	430.0	-40.0
9	426.0	-77.0
10	402.0	-123.0
11	365.0	-152.0
12	310.0	-165.0
13	-310.0	-165.0
14	-365.0	-152.0
15	-402.0	-123.0

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	40 di 55

16	-426.0	-77.0
17	-430.0	-40.0
18	-413.0	-25.0
19	-413.0	25.0
20	-430.0	40.0
21	-426.0	77.0
22	-402.0	123.0
23	-365.0	152.0
24	-310.0	165.0

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale vuoto
Classe Conglomerato: C20/25

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	30.0	110.0
2	300.0	110.0
3	335.0	100.0
4	358.0	73.0
5	365.0	45.0
6	365.0	-45.0
7	358.0	-73.0
8	335.0	-100.0
9	300.0	-110.0
10	30.0	-110.0

DOMINIO N° 3

Forma del Dominio: Poligonale vuoto
Classe Conglomerato: C20/25

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	-110.0
2	-300.0	-110.0
3	-335.0	-100.0
4	-358.0	-73.0
5	-365.0	-45.0
6	-365.0	45.0
7	-358.0	73.0
8	-335.0	100.0
9	-300.0	110.0
10	-30.0	110.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	308.8	155.0	26
2	360.6	142.8	26
3	394.1	116.5	26
4	416.3	74.0	26
5	419.5	44.1	26
6	403.0	29.5	26
7	403.0	-29.5	26
8	419.5	-44.1	26
9	416.3	-74.0	26
10	394.1	-116.5	26

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	41 di 55

11	360.6	-142.8	26
12	308.8	-155.0	26
13	-308.8	-155.0	26
14	-360.6	-142.8	26
15	-394.1	-116.5	26
16	-416.3	-74.0	26
17	-419.5	-44.1	26
18	-403.0	-29.5	26
19	-403.0	29.5	26
20	-419.5	44.1	26
21	-416.3	74.0	26
22	-394.1	116.5	26
23	-360.6	142.8	26
24	-308.8	155.0	26
25	20.0	120.0	26
26	301.4	120.0	26
27	340.7	108.8	26
28	367.1	77.7	26
29	375.0	46.2	26
30	375.0	-46.2	26
31	367.1	-77.7	26
32	340.7	-108.8	26
33	301.4	-120.0	26
34	20.0	-120.0	26
35	-20.0	-120.0	26
36	-301.4	-120.0	26
37	-340.7	-108.8	26
38	-367.1	-77.7	26
39	-375.0	-46.2	26
40	-375.0	46.2	26
41	-367.1	77.7	26
42	-340.7	108.8	26
43	-301.4	120.0	26
44	-20.0	120.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	24	1	62	26
2	12	13	62	26
3	34	33	28	26
4	35	36	28	26
5	25	26	28	26
6	43	44	28	26
7	34	25	25	26
8	35	44	25	26
9	1	2	3	26
10	2	3	3	26
11	3	4	3	26
12	4	5	3	26

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	42 di 55

13	6	7	4	26
14	9	8	3	26
15	9	10	3	26
16	10	11	3	26
17	11	12	3	26
18	13	14	3	26
19	14	15	3	26
20	15	16	3	26
21	16	17	3	26
22	19	18	4	26
23	21	20	3	26
24	21	22	3	26
25	22	23	3	26
26	23	24	3	26
27	26	27	3	26
28	27	28	3	26
29	28	29	3	26
30	29	30	8	26
31	30	31	3	26
32	31	32	3	26
33	32	33	3	26
34	36	37	3	26
35	37	38	3	26
36	38	39	3	26
37	39	40	8	26
38	40	41	3	26
39	41	42	3	26
40	42	43	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 4.6 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	17906.30	9945.68	11615.30	0.00	0.00
2	16275.05	17666.79	4061.87	0.00	0.00
3	17756.95	8350.24	13051.16	0.00	0.00
4	17756.95	8350.24	13051.16	0.00	0.00
5	16275.05	17666.79	4061.87	0.00	0.00
6	11747.09	8362.13	5930.15	0.00	0.00
7	10283.09	22251.97	5658.04	0.00	0.00
8	10487.49	8170.39	16767.08	0.00	0.00
9	10487.49	8170.39	16767.08	0.00	0.00
10	9221.09	22251.97	5658.04	0.00	0.00
11	0.00	0.10	0.00	3936.00	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
VI15 (ex VI07) - Singolo Binario

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	43 di 55

12 0.00 0.00 0.00 0.00 3037.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	12680.00	6940.00	7992.00
2	11555.00	12253.00	2882.00
3	12577.00	5840.00	8982.00
4	12577.00	5840.00	8982.00
5	11555.00	12253.00	2882.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	12004.00	5787.00 (402495.44)	4309.00 (340424.70)
2	11922.00	8121.00 (71161.23)	3518.00 (14088.56)
3	11922.00	4907.00 (0.00)	5101.00 (0.00)
4	11922.00	4907.00 (0.00)	5101.00 (0.00)
5	11104.00	9878.00 (209853.00)	2541.00 (53982.23)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	9301.00	1174.00 (0.00)	1174.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 7.7 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	44 di 55

N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	17906.30	9945.68	11615.30	17906.35	139717.09	162939.91	14.042325.5(375.1)	
2	S	16275.05	17666.79	4061.87	16275.25	151090.48	34623.17	8.552325.5(375.1)	
3	S	17756.95	8350.24	13051.16	17757.09	131002.90	203461.79	15.622325.5(375.1)	
4	S	17756.95	8350.24	13051.16	17757.09	131002.90	203461.79	15.622325.5(375.1)	
5	S	16275.05	17666.79	4061.87	16275.25	151090.48	34623.17	8.552325.5(375.1)	
6	S	11747.09	8362.13	5930.15	11747.09	140877.84	99920.63	16.852325.5(375.1)	
7	S	10283.09	22251.97	5658.04	10282.90	143728.95	37289.88	6.472325.5(375.1)	
8	S	10487.49	8170.39	16767.08	10487.53	113997.63	231269.44	13.822325.5(375.1)	
9	S	10487.49	8170.39	16767.08	10487.53	113997.63	231269.44	13.822325.5(375.1)	
10	S	9221.09	22251.97	5658.04	9220.91	142496.65	35779.72	6.402325.5(375.1)	
11	S	0.00	0.10	0.00	0.00	131960.43	0.00	999.002325.5(375.1)	
12	S	0.00	0.00	0.00	0.00	131960.43	0.00	999.002325.5(375.1)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	310.0	165.0	0.00319	308.8	155.0	-0.00961	-308.8	-155.0
2	0.00350	310.0	165.0	0.00293	308.8	155.0	-0.01579	-308.8	-155.0
3	0.00350	365.0	152.0	0.00324	360.6	142.8	-0.00862	-360.6	-142.8
4	0.00350	365.0	152.0	0.00324	360.6	142.8	-0.00862	-360.6	-142.8
5	0.00350	310.0	165.0	0.00293	308.8	155.0	-0.01579	-308.8	-155.0
6	0.00350	310.0	165.0	0.00307	308.8	155.0	-0.01263	-308.8	-155.0
7	0.00350	310.0	165.0	0.00290	308.8	155.0	-0.01670	-308.8	-155.0
8	0.00350	365.0	152.0	0.00327	360.6	142.8	-0.00859	-360.6	-142.8
9	0.00350	365.0	152.0	0.00327	360.6	142.8	-0.00859	-360.6	-142.8
10	0.00350	310.0	165.0	0.00289	308.8	155.0	-0.01702	-308.8	-155.0
11	0.00350	310.0	165.0	0.00267	308.8	155.0	-0.02298	308.8	-155.0
12	0.00350	310.0	165.0	0.00267	308.8	155.0	-0.02298	308.8	-155.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
VI15 (ex VI07) - Singolo Binario

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	45 di 55

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000005411	0.000030520	-0.003213148	----	----
2	0.000001691	0.000057023	-0.006432938	----	----
3	0.000006535	0.000025020	-0.002688422	----	----
4	0.000006535	0.000025020	-0.002688422	----	----
5	0.000001691	0.000057023	-0.006432938	----	----
6	0.000003933	0.000042806	-0.004782093	----	----
7	0.000001891	0.000059478	-0.006900166	----	----
8	0.000007907	0.000021553	-0.002661979	----	----
9	0.000007907	0.000021553	-0.002661979	----	----
10	0.000001851	0.000060551	-0.007064668	----	----
11	0.000000000	0.000082765	-0.010156248	----	----
12	0.000000000	0.000082765	-0.010156248	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm
 Passo staffe: 4.6 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	0.00	20114.55	1774.36	142.8 132.8	299.5	1.000	1.076	0.0	34.1(0.0)
2	S	0.00	28065.82	2552.49	201.0 191.0	292.4	1.000	1.069	0.0	34.1(0.0)
3	S	0.00	17005.45	1509.16	122.9 112.9	297.9	1.000	1.076	0.0	34.1(0.0)
4	S	0.00	17005.45	1509.16	122.9 112.9	297.9	1.000	1.076	0.0	34.1(0.0)
5	S	0.00	28065.82	2552.49	201.0 191.0	292.4	1.000	1.069	0.0	34.1(0.0)
6	S	0.00	24407.97	2238.59	177.5 167.5	295.2	1.000	1.050	0.0	34.1(0.0)
7	S	0.00	26992.91	2519.21	198.5 188.5	291.9	1.000	1.044	0.0	34.1(0.0)
8	S	0.00	14102.62	1246.01	103.3 93.3	308.0	1.000	1.045	0.0	34.1(0.0)
9	S	0.00	14102.62	1246.01	103.3 93.3	308.0	1.000	1.045	0.0	34.1(0.0)
10	S	0.00	26897.76	2528.43	199.2 189.2	291.0	1.000	1.039	0.0	34.1(0.0)
11	S	3936.00	18764.37	6441.72	202.8 192.8	300.2	2.500	1.000	20.9	34.1(0.0)
12	S	0.00	27208.33	2576.69	202.8 192.8	300.2	1.000	1.000	0.0	34.1(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	46 di 55

Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.11	-30.0	110.0	1.2	-360.6	-142.8	----	----
2	S	1.32	-30.0	110.0	-4.3	-308.8	-155.0	3772	122.1
3	S	1.05	-30.0	110.0	1.6	-360.6	-142.8	----	----
4	S	1.05	-30.0	110.0	1.6	-360.6	-142.8	----	----
5	S	1.32	-30.0	110.0	-4.3	-308.8	-155.0	3772	122.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	402495.44	340424.70
2	S	-0.00003	0	0.500	26.0	87	0.00001 (0.00001)	432	0.006 (0.20)	104210.12	24511.02
3	S	-0.00001	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	222577.51	170312.86
4	S	-0.00001	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	222577.51	170312.86
5	S	-0.00003	0	0.500	26.0	87	0.00001 (0.00001)	432	0.006 (0.20)	104210.12	24511.02

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.02	-30.0	110.0	3.4	-308.8	-155.0	----	----
2	S	1.13	-30.0	110.0	1.3	-308.8	-155.0	----	----
3	S	0.97	-30.0	110.0	3.9	-308.8	-155.0	----	----
4	S	0.97	-30.0	110.0	3.9	-308.8	-155.0	----	----
5	S	1.17	-30.0	110.0	-1.0	-308.8	-155.0	440	10.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	402495.44	340424.70
2	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	71161.23	14088.56
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	-0.00001	0	0.500	26.0	87	0.00000 (0.00000)	479	0.001 (0.20)	209853.00	53982.23

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.64	-30.0	110.0	7.0	-308.8	-155.0	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

4.9.2 Zattera di fondazione

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

$$N_{\max} = 4918 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$N_{\max} = 4052 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

$$T_{\max} = 598 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

Il plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di trave soggetta a flessione. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza è stata valutata mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente).

La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.

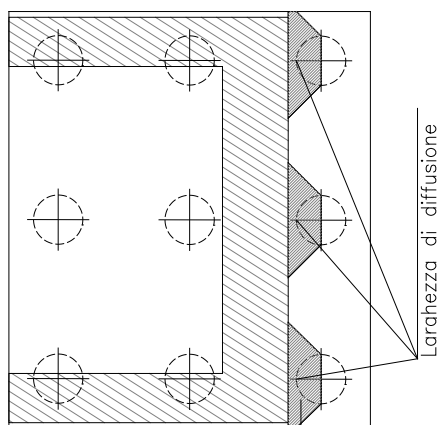


Figura 1 – Diffusione delle azioni dal palo alla pila

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	48 di 55

Il momento flettente viene ricavato a partire dall'azione assiale massima nel palo moltiplicata per la distanza tra il palo ed la pila. Il taglio agente sarà pari allo sforzo normale stesso.

Risulta dunque:

$$M = 4918 \cdot 3 = 14754 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T = 4918 \text{ kN}$$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-187.5	0.0
2	-187.5	250.0
3	187.5	250.0
4	187.5	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-177.5	10.0	26
2	-177.5	240.0	26
3	177.5	240.0	26
4	177.5	10.0	26
5	177.5	15.2	26
6	-177.5	15.2	26
7	-177.5	235.0	26
8	177.5	235.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	49 di 55

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	34	26
2	2	3	34	26
3	5	6	34	26
4	7	8	17	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 1.8 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	14754.00	0.00	4918.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 7.7 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	14754.00	0.00	0.00	34147.32	0.00	2.31382.3(133.1)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	50 di 55

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.075	-187.5	250.0	0.00156	-177.5	240.0	-0.04295	-177.5	10.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000193552	-0.044887945	0.075	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	1.8 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	4918.00	19775.17	18439.58	240.0	375.0	2.500	1.000	23.3	87.3(0.0)

4.9.3 Palo di fondazione $L=24.0m$

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 2.85 \text{ (vedi relazione geotecnica)}$$

$N_{\max} = 4918 \text{ kN}$	$T = 238 \text{ kN}$	$M = 238 * 2.85 = 679 \text{ kNm}$
$N_{\min} = 165 \text{ kN}$	$T = 708 \text{ kN}$	$M = 765 * 2.85 = 2018 \text{ kNm}$
$N = 165 \text{ kN}$	$T = 708 \text{ kN}$	$M_{\max} = 708 * 2.85 = 2018 \text{ kNm}$

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 150 \text{ cm}$

$$A_s = 36\phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/15$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 24.00m$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta 1 * \beta 2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta 1 * \beta 2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
VI15 (ex VI07) - Singolo Binario

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	52 di 55

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	65.0	36	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 15.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	4516.00	2018.00	0.00	708.00	0.00
2	165.00	2018.00	0.00	708.00	0.00
3	4918.00	679.00	0.00	238.00	0.00
4	1040.00	679.00	0.00	238.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3492.00	473.00	0.00
2	1827.00	473.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	53 di 55

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3168.00	357.00 (1839.46)	0.00 (0.00)
2	1903.00	357.00 (1412.45)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4516.00	2018.00	0.00	4515.82	5756.29	0.00	2.85	191.1(53.0)
2	S	165.00	2018.00	0.00	165.24	4287.04	0.00	2.12	191.1(53.0)
3	S	4918.00	679.00	0.00	4917.87	5856.72	0.00	8.63	191.1(53.0)
4	S	1040.00	679.00	0.00	1039.93	4642.70	0.00	6.84	191.1(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	75.0	0.00285	0.0	65.0	-0.00553	0.0	-65.0
2	0.00350	0.0	75.0	0.00251	0.0	65.0	-0.01029	0.0	-65.0
3	0.00350	0.0	75.0	0.00287	0.0	65.0	-0.00526	0.0	-65.0
4	0.00350	0.0	75.0	0.00261	0.0	65.0	-0.00896	0.0	-65.0

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	54 di 55

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000064519	-0.001338959	----	----
2	0.000000000	0.000098530	-0.003889744	----	----
3	0.000000000	0.000062559	-0.001191958	----	----
4	0.000000000	0.000089018	-0.003176333	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	708.00	3965.05	2027.79118.2	101.0	136.2	2.500	1.180	7.2	20.5(0.0)
2	S	708.00	3427.37	2235.92122.1	111.4	125.2	2.500	1.007	6.5	20.5(0.0)
3	S	238.00	4006.97	2008.95117.9	100.1	137.1	2.500	1.197	2.4	20.5(0.0)
4	S	238.00	3562.23	2189.31121.1	109.0	128.5	2.500	1.042	2.2	20.5(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.85	0.0	0.0	10.6	0.0	-65.0	----	----
2	S	2.05	0.0	0.0	-2.0	0.0	-65.0	560	15.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

RELAZIONE DI CALCOLO PILE 3/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 15 05 003	A	55 di 55

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00037	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	1865.59	0.00
2	S	-0.00002	0	0.500	26.0	87	0.00001 (0.00001)	451	0.003 (0.20)	4688.86	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.41	0.0	0.0	11.9	0.0	-65.0	----	----
2	S	1.79	0.0	0.0	2.6	0.0	-65.0	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00037	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	1839.46	0.00
2	S	-0.00069	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	1412.45	0.00