

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA

VI13 (ex VI05) - Singolo Binario

Relazione di calcolo Pile

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 09 CL VI1305 001 A

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

ITALFER S.p.A.
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
 Dott. Ing. Angelo Vittozzi
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 n° A20783


INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
1.2	ASPETTI LEGATI ALLE OPERE DI FONDAZIONE	6
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	8
2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
3	MATERIALI	9
3.1	VERIFICA S.L.E.	10
3.1.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	10
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	11
4	ANALISI E VERIFICHE PILA	12
4.1	GENERALITÀ	12
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE PILE	12
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	12
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA	16
4.5	GEOMETRIA DELLA PILA	17
4.6	ANALISI DEI CARICHI	18
4.6.1	<i>Peso proprio elementi strutturali</i>	18
4.6.2	<i>Carichi trasmessi dall'impalcato</i>	18
4.6.3	<i>Azione del Vento</i>	20
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i>	22
4.6.5	<i>Effetti dinamici</i>	23
4.6.6	<i>Carichi da traffico orizzontali</i>	24
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

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	3 di 54

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=30.0m</i>	50

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI13 (ex VI05) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 13 05 001	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 **VI13** 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 01** che presenta **l'altezza maggiore per tipologia di pila ed impalcato 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 VI13 attraversa un corso d'acqua maggiore affluente del fiume Dittaino con un'altezza del p.f. rispetto al terreno di circa 10m.

Il viadotto è previsto a singolo binario dal km 5+111.800 (asse giunto spalla A) al km 5+202.40 per uno sviluppo complessivo di 90.54m ed è costituito da 3 campate isostatiche di luce rispettivamente 25m, 40m e 25m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla).

Le campate da 25 m sono realizzate in c.a.p., mentre la campata di scavalco del corso d'acqua di luce 40m è prevista in sezione mista acciaio-clc.

L'adozione di una campata da 40,00m per lo scavalco del corso d'acqua è stata dettata da motivazioni di carattere idraulico legate in primo luogo al rispetto di quanto prescritto dal *DM 14 Gennaio 2008* in termini di compatibilità idraulica, nonché dall'esigenza di garantire il rispetto dei franchi idraulici minimi sul livello di piena di progetto.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera.

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 **3.0** metri e una pianta rettangolare di **11.5x12.0m**.

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

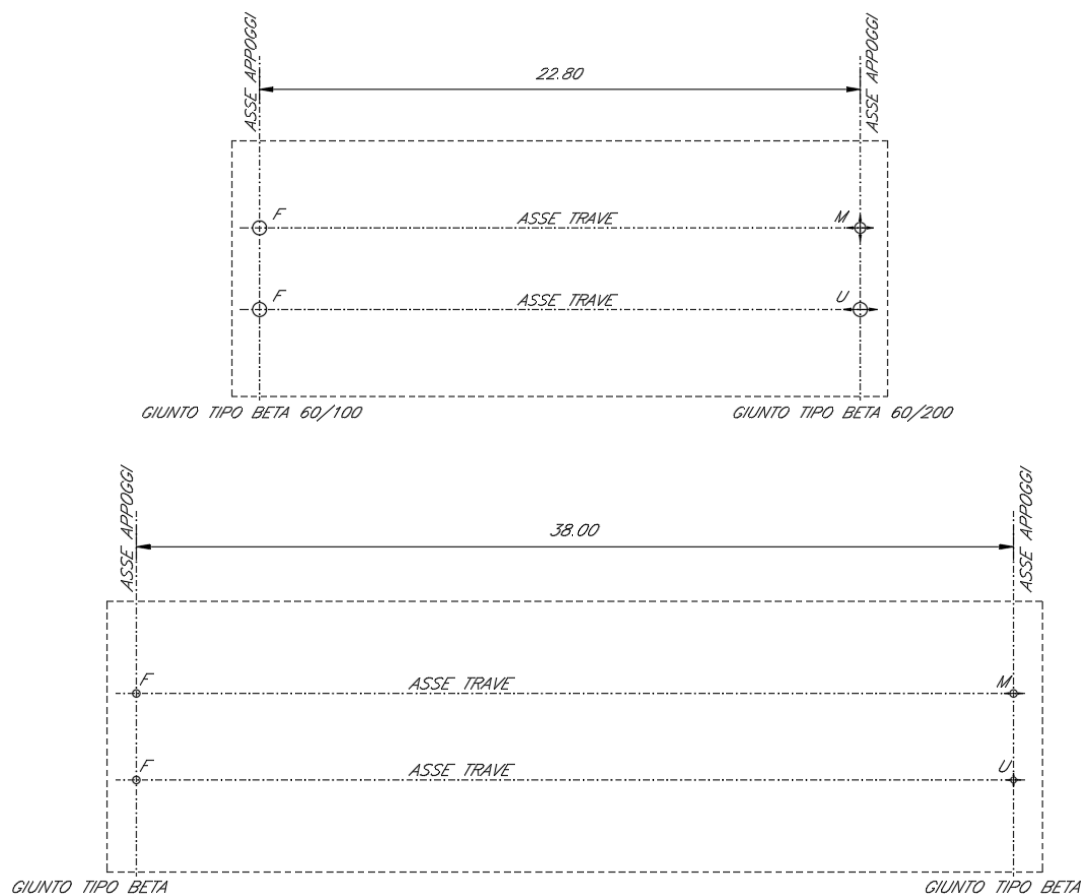


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx

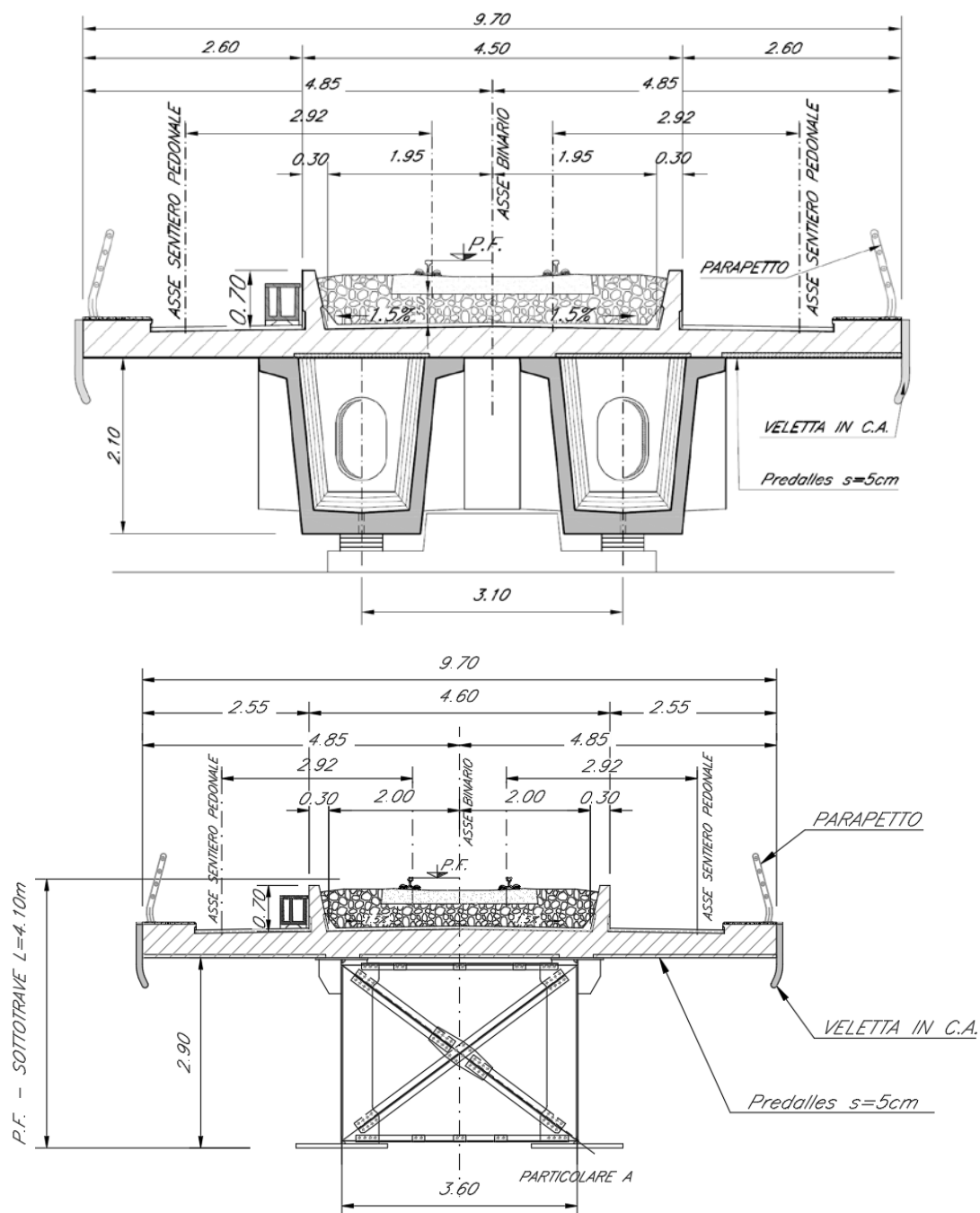
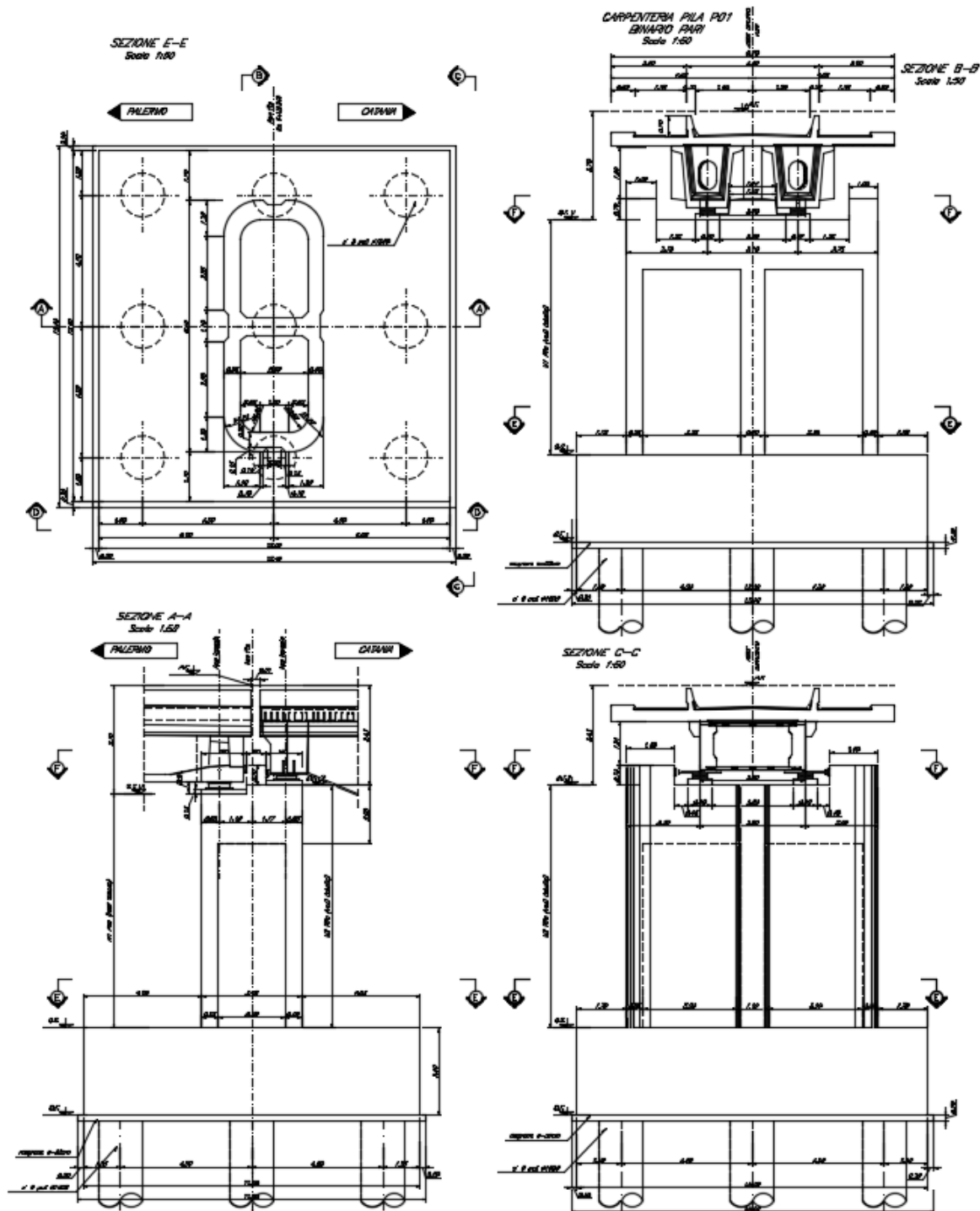



Figura 2: sezione trasversale impalcato sx edx

1.2 Aspetti legati alle opere di fondazione

Le fondazioni del Viadotto – VI13, 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 VI13 (ex VI05) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 13 05 001	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 - RS3E50D09RBVI1303001A*

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 ELETTRICALDATE

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.

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

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

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

ACCIAIO

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI13 (ex VI05) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 13 05 001	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:

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

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 VI13 (ex VI05) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 13 05 001	REV. A

4 ANALISI E VERIFICHE PILA

4.1 Generalità

La pila presenta una sezione rettangolare cava di dimensioni **3.4x8.6m**, una altezza complessiva di **7.9m**.

Il pulvino è costituito da una sezione piena di dimensione **3.4x8.6m** ed altezza **2.0m**.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro **150cm** collegate in testa da una platea di spessore **300cm**.

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.

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	15 di 54

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	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	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	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	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	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	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	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	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	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	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	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. MImax 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. MImax 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	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00
Comb. MImax 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	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. MImax 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	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	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	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	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	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	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	0,00	1,50	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	0,00	0,90	0,90	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00	0,90	0,90	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	1,00	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	1,25	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90
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	0,00	1,50	0,90	0,90

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3E 50 D 09 CL VI 13 05 001 A 16 di 54

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	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	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	0.60	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 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

$$1.00 \cdot Ex + 0.30 \cdot Ey + 0.30 \cdot Ez$$

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	9.32	m
Pulvino			
Altezza	H_p	2.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	3.4	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	8.60	m
Area Sezione		27.68	m ²
% Vuoti sezione		0%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	0.00	m
Pila			
Altezza	H_m	5.87	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	3.4	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	8.60	m
Area Sezione		12.70	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}	1.20	m
Plinto			
Altezza	H_f	3.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	11.50	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)		1.20	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo	<input type="text" value="▼"/>	$K_0 = 0.426$	<input type="text" value="▼"/>
Sisma			
S_s		1.564	
a_g		0.157	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.246	

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	40	m
Peso Proprio	G ₁	131	kN/m
Permanenti portati	G ₂	120	kN/m
Ballast	G ₂	0	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	2	
Reazione appoggio i = (G ₁ *L/2)/n	R _i	1310.0	kN
Reazione appoggio i = (G ₂ *L/2)/n	R _i	1200.0	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	1875	1.1	1	1.20	
2	0.470	-1.55	1239	1875	1.1	1	1.20	
dx								
SEZIONE MISTA 40 ML SINGOLO BINARIO								
APPOGGIO	REAZIONE	y	REAZ. LM71	REAZ. SW2	α LM71	α LM71	ø3	
1	0.530	1.8	1841	1925	1.1	1	1.09	
2	0.470	-1.8	1841	1925	1.1	1	1.09	
dx ML max								
SEZIONE MISTA 40 ML SINGOLO BINARIO								
APPOGGIO	REAZIONE	y	REAZ. LM71	REAZ. SW2	α LM71	α LM71	ø3	
1	0.530	1.8	2137	2710	1.1	1	1.09	
2	0.470	-1.8	2137	2710	1.1	1	1.09	

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 [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	
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		0			0		3.00
Comb. Nmax Q centrifuga							0.00
Comb. Nmax Q serpeggio			13			13	3.00
Comb. MTmax Qv	1195			1059			0.00
Comb. MTmax Q frenatura		0			0		3.00
Comb. MTmax Q centrifuga							0.00
Comb. MTmax Q serpeggio			13			13	3.00
Comb. MLmax Qv	0			0			0.00
Comb. MLmax Q frenatura		0			0		3.00
Comb. MLmax Q centrifuga							0.00
Comb. MLmax Q serpeggio						0	3.00
Vento Ponte Scarico			114			114	3.15
Vento Ponte Carico			129			129	3.50
Attrito permanente		53	53		53	53	0.00
Attrito carichi mobili		36	36		32	32	0.00
qp=1.5	Sisma longitudinale						2.30
	Sisma trasversale		699			699	2.30
	Sisma verticale	552			552		0.00
qp=1.36	Sisma longitudinale		0		0		2.30
	Sisma trasversale			771		771	2.30
	Sisma verticale	552			552		0.00
qp=1	Sisma longitudinale		0		0		2.30
	Sisma trasversale			1049		1049	2.30
	Sisma verticale	552			552		0.00

Appoggio	A			B			biz
	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	
Peso proprio g1	1310			1310			0.00
Permanenti G2	1200			1200			0.00
Ballast							0.00
Comb. Nmax Qv	1114			988			0.00
Comb. Nmax Q frenatura		578			578		3.00
Comb. Nmax Q centrifuga							0.00
Comb. Nmax Q serpeggio			13			13	3.00
Comb. MTmax Qv	1114			988			0.00
Comb. MTmax Q frenatura		578			578		3.00
Comb. MTmax Q centrifuga							0.00
Comb. MTmax Q serpeggio			13			13	3.00
Comb. MLmax Qv	1569			1391			0.00
Comb. MLmax Q frenatura		578			578		3.00
Comb. MLmax Q centrifuga							0.00
Comb. MLmax Q serpeggio			25			25	3.00
Vento Ponte Scarico			182			182	3.15
Vento Ponte Carico			207			207	3.50
Attrito permanente		75	75		75	75	0.00
Attrito carichi mobili		47	47		42	42	0.00
qp=1.5	Sisma longitudinale		2001		2001		2.30
	Sisma trasversale			699		699	2.30
	Sisma verticale	552			552		0.00
qp=1.36	Sisma longitudinale		2206		2206		2.30
	Sisma trasversale			771		771	2.30
	Sisma verticale	552			552		0.00
qp=1	Sisma longitudinale		3001		3001		2.30
	Sisma trasversale			1049		1049	2.30
	Sisma verticale	552			552		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)	$v_b = v_{b0} + k_a * (a_s - a_0)$	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	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	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	15.57	15.57	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.64	2.64	
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7	m
Altezza impalcato	h1	2.3	3	m
Altezza treno o parapetto	h2	4	4	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	6.3	7	m
Rapporto di forma	b/dtot	1.54	1.39	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.04	2.08	

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	21 di 54

Riepilogo				
Pressione cinetica di riferimento	qb	0.54	0.54	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.64	2.64	
Coefficiente di forza	cfx	2.04	2.08	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	6.3	7	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	18.2	20.6	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.88	2.95	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	18.2	20.6	kN/m
Vento impalcato a ponte scarico				
		sx	dx	
Forza statica equivalente	f	18.2	18.2	kN/m
Luce impalcato	L	25	40	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	227	363	kN/m
Vento impalcato a ponte carico				
Forza statica equivalente	f	20.6	20.6	kN/m
Luce impalcato	L	25	40	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	258	413	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	7.87	7.87	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.20	2.20	
		dir.x	dir.x	
Altezza (dir.z)	h	2.00	5.87	m
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	8.6	8.6	m
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	3.4	3.4	m
Rapporto di forma	d/b	0.40	0.40	
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	2.18	2.18	
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	0.75	0.75	
Pressione di riferimento	q=ψ*cfx*ce*qb	1.92	1.92	kN/mq
Area investita dal vento	A=b*h	17.2	50.482	mq
Forza statica equivalente	F=q*A	33	97	kN
		dir.y	dir.y	
Altezza (dir.z)	h	2.00	5.87	m
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	3.4	3.4	m
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	8.6	8.6	m
Rapporto di forma	d/b	2.53	2.53	
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	0.35	0.35	
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	ψ	0.5	0.5	
Pressione di riferimento	q=ψ*cfx*ce*qb	0.88	0.88	kN/mq
Area investita dal vento	A=b*h	6.8	19.958	mq
Forza statica equivalente	F=q*A	6	18	kN

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	22 di 54

Riepilogo

Vento x

Pulvino	F	33	kN
Pila	F	97	kN
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	7.87	m
Forza totale	F Tot	130	kN

Vento y

Pulvino	F	6	kN
Pila	F	18	kN
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	7.87	m
Forza totale	F Tot	24	kN

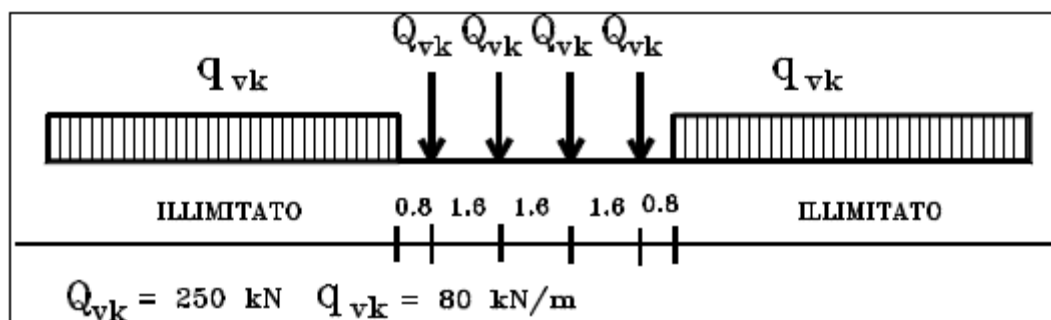
4.6.4 Carichi da traffico verticali

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

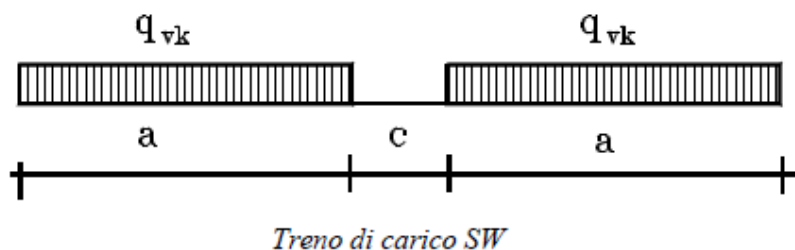
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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:

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

4.6.6 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura			Avviamento		
L	40	m	L	40	m
Lcalc	40	per Treno LM 71	Lcalc	40	per Treno LM 71
	30	per Treno SW/0		30	per Treno SW/0
	33	per SW/2		33	per SW/2
Qlb,k	880	per Treno LM 71	Qla,k	1452	per Treno LM 71
Qlb,k	0	per Treno SW/0	Qla,k	0	per Treno SW/0
Qlb,k	1155	per SW/2	Qla,k	1089	per SW/2
Qlb,k (filtrata)per Treno LM 71	880	kN	Qla,k (filtrata)per Treno LM 71	1000	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	1155	kN	Qla,k(filtrata)per SW/2	1000	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

L'azione centrifuga risulta nulla poiché la pila si trova in un tratto rettilineo.

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: 14.59470 LATITUDINE: 37.55910

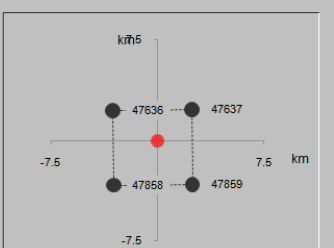
Ricerca per comune

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

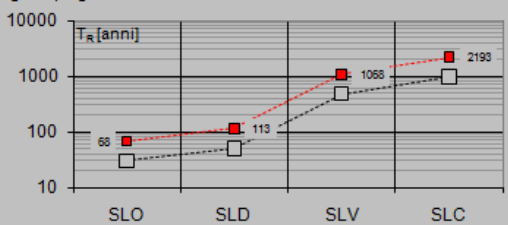
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE: $SLO - P_{VR} = 81\%$ (68), $SLD - P_{VR} = 63\%$ (113)

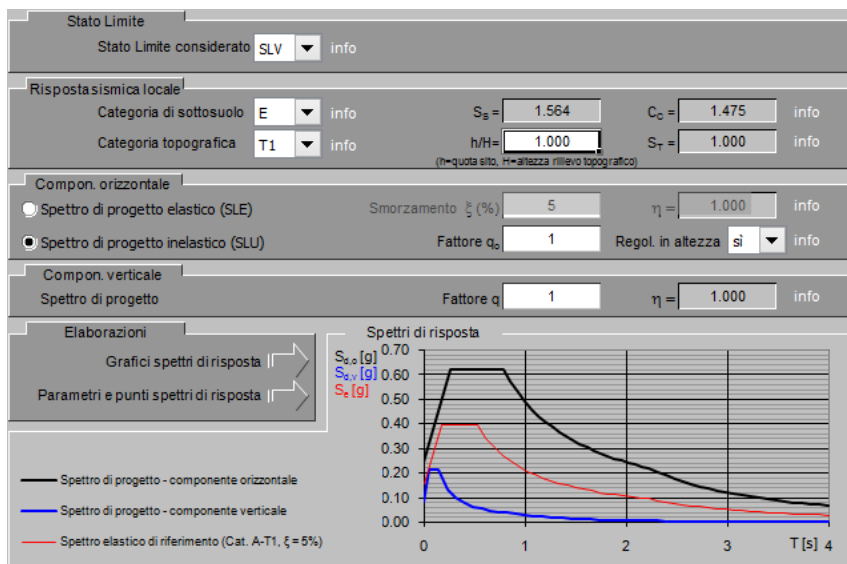
Stati limite ultimi - SLU: $SLV - P_{VR} = 10\%$ (1068), $SLC - P_{VR} = 5\%$ (2193)

Elaborazioni: Grafici parametri azione, Grafici spettri di risposta, Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO: ---□--- Strategia per costruzioni ordinarie,□..... Strategia scelta



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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.157 g
F_a	2.528
T_C	0.537 s
S_B	1.564
C_C	1.475
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.564
η	1.000
T_B	0.264 s
T_C	0.792 s
T_D	2.227 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{0.05 + \xi} \geq 0.55, \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6, §. 3.2.3.5})$$

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

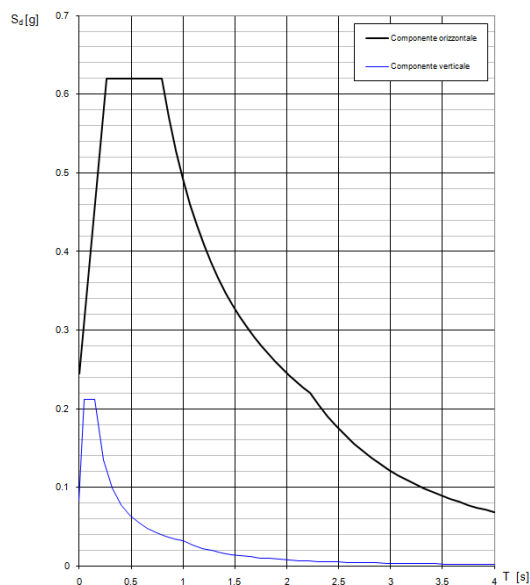
$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$


Lo spettro di progetto $S_a(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_{a_e}(T)$ 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_{a_e} [g]
0.000	0.245
0.264	0.620
0.792	0.620
0.860	0.571
0.928	0.529
0.997	0.492
1.065	0.461
1.133	0.433
1.202	0.408
1.270	0.386
1.338	0.367
1.407	0.349
1.475	0.333
1.543	0.318
1.612	0.304
1.680	0.292
1.749	0.281
1.817	0.270
1.885	0.260
1.954	0.251
2.022	0.243
2.090	0.235
2.159	0.227
2.227	0.220
2.311	0.205
2.396	0.190
2.480	0.178
2.565	0.166
2.649	0.156
2.734	0.146
2.818	0.138
2.902	0.130
2.987	0.122
3.071	0.116
3.156	0.110
3.240	0.104
3.325	0.099
3.409	0.094
3.493	0.090
3.578	0.085
3.662	0.081
3.747	0.078
3.831	0.074
3.916	0.071
4.000	0.068

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



	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI13 (ex VI05) - Singolo Binario					
RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 13 05 001	REV. A	FOGLIO 27 di 54

➤ 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	10881	kN
Massa efficace pila dir x	mpx	1623	kN
Massa complessiva dir x	mix + mpx	12504	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir x	mix/5	2176	kN
Verifica requisito dir x		si	
Massa sismica impalcato dir. y	mi _y	9416	kN
Massa efficace pila dir. Y	mp _y	1623	kN
Massa complessiva dir. Y	mi _y + mp _y	11040	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Y	mi _y /5	1883	kN
Verifica requisito dir. Y		si	
Massa sismica impalcato dir. z	miz	9416	kN
Massa efficace pila dir. Z	mp _z	1623	kN
Massa complessiva dir. Z	miz + mp _z	11040	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Z	miz/5	1883	kN
Verifica requisito dir. Z		si	

Inerzia Pila asse y	J _{yy}	19.0	m ⁴
Inerzia Pila asse x	J _{xx}	85.3	m ⁴
Area Pila	A _p	12.70	m ²
Rigidità Pila asse y	K _y	1787767173	N/m
Rigidità Pila asse x	K _x	8028801881	N/m
rigidità Pila asse z	K _z	53232731893	N/m
Periodo x	T _x	0.17	s
Periodo y	T _y	0.07	s
Periodo z	T _z	0.03	s

Accelerazione orizzontale Se(Tx) direzione x	a _g x	0.48	
Accelerazione orizzontale Se(Ty) direzione y	a _g y	0.38	
Accelerazione Verticale Se(Tz) direzione z	a _g z	0.20	

q=1.5

Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a _g x	0.32	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a _g y	0.25	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a _g z	0.20	

q=1.36

Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a _g x	0.35	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a _g y	0.28	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a _g z	0.20	

q=1

Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a _g x	0.5	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a _g y	0.4	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a _g z	0.2	

Condizione Sismica - Taglianti Totali

q=1.5


Tagliante direzione x	F x	4001	kN
Tagliante direzione y	F y	2797	kN
Tagliante direzione z	F z	2208	kN

q=1.36

Tagliante direzione x	F x	4413	kN
Tagliante direzione y	F y	3085	kN
Tagliante direzione z	F z	2208	kN

q=1

Tagliante direzione x	F x	6002	kN
Tagliante direzione y	F y	4195	kN
Tagliante direzione z	F z	2208	kN

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI13 (ex VI05) - Singolo Binario					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 13 05 001	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 si 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 .

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	30 di 54

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	3247			0.00	0.00	0	0	0
Vento su pila dir. x		130		0.00	0.00	7.87	0	1023
Vento su pila dir. y			24	0.00	0.00	7.87	189	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	3247			0.00	0.00	0	0	0
Plinto	10350			0.00	0.00	1.50	0.00	0
Rinterro	2175			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Vento su pila dir. x		130		0.00	0.00	10.87	0	1413
Vento su pila dir. y			24	0.00	0.00	10.87	261	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		2541		0.00	0.00	1.50	0.00	3812
Plinto sisma y			2541	0.00	0.00	1.50	3812	0
Plinto sisma z	1271			0.00	0.00	1.50	0	0
Rinterro sisma z	267			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	18407	1174	1056	11348	14508	
A2 - SLU - MT max gr.1	18407	1174	1056	11348	14508	
A2 - SLU - ML max gr.1	16662	1276	514	4868	19692	
A2 - SLU - N max gr.3	18407	1897	1025	10994	22686	
A2 - SLU - MT max gr.3	18407	1897	1025	10994	22686	
A2 - SLU - ML max gr.3	16662	1998	483	4514	27871	
A2 - SLU - Vento ponte scarico	12962	256	1055	11176	4648	
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	13337	1174	1056	11348	12909	
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	13337	1174	1056	11348	12909	
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	11592	1276	514	4868	18093	
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	13337	1897	1025	10994	21087	
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	13337	1897	1025	10994	21087	
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	11592	1998	483	4514	26272	
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	7892	256	1055	11176	3049	
A1 - SLU - N max gr.1	22820	1411	1271	13530	17398	
A1 - SLU - MT max gr.1	22820	1411	1271	13530	17398	
A1 - SLU - ML max gr.1	20796	1528	645	6052	23407	
A1 - SLU - N max gr.3	22820	2250	1235	13119	26899	
A1 - SLU - MT max gr.3	22820	2250	1235	13119	26899	
A1 - SLU - ML max gr.3	20796	2367	609	5641	32908	
A1 - SLU - Vento ponte scarico	16504	346	1267	13314	5962	
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	14208	1411	1271	13530	15233	
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	14208	1411	1271	13530	15233	
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	12184	1528	645	6052	21241	
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	14208	2250	1235	13119	24733	
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	14208	2250	1235	13119	24733	
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	12184	2367	609	5641	30742	
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	7892	256	1177	12567	3049	
SLE rara - N max gr.1	16148	991	880	9310	12167	
SLE rara - MT max gr.1	16148	991	880	9310	12167	
SLE rara - ML max gr.1	14752	1069	463	4321	16290	
SLE rara - N max gr.3	16148	1569	855	9027	18710	
SLE rara - MT max gr.3	16148	1569	855	9027	18710	
SLE rara - ML max gr.3	14752	1647	438	4038	22833	
SLE rara - Vento ponte scarico	11792	256	870	9089	4279	
SLE freq. - N max gr.1	15277	844	421	3977	10589	
SLE freq. - MT max gr.1	15277	844	421	3977	10589	
SLE freq. - ML max gr.1	14160	844	421	3883	13396	
SLE freq. - N max gr.3	15277	1306	401	3750	15824	
SLE freq. - MT max gr.3	15277	1306	401	3750	15824	
SLE freq. - ML max gr.3	14160	1306	401	3657	18631	
SLE freq. - Vento ponte scarico	11792	256	551	5516	4279	
SLE quasi permanente	11792	256	256	2133	4279	
q = 1.5	SLV - N max	14871	1591	1009	10439	18957
q = 1.5	SLV - MT max gr.1	13325	1591	2966	31232	18879
q = 1.5	SLV - ML max gr.1	13046	4392	1009	10415	49325
q = 1.5	SLV - MT max gr.3	12001	1591	2966	31232	18813
q = 1.5	SLV - ML max gr.3	11721	4392	1009	10415	49258
q = 1.5	SLV - N min	10455	1591	1009	10439	18736
q = 1.36	SLV - N max	14871	1715	1095	11314	20269
q = 1.36	SLV - MT max gr.1	13325	1715	3254	34247	20191
q = 1.36	SLV - ML max gr.1	13046	4804	1095	11333	53699
q = 1.36	SLV - MT max gr.3	12001	1715	3254	34247	20125
q = 1.36	SLV - ML max gr.3	11721	4804	1095	11333	53632
q = 1.36	SLV - N min	10455	1715	1095	11314	20048
q = 1	SLV - N max	14871	2191	1428	14894	25330
q = 1	SLV - MT max gr.1	13325	2191	4365	46084	25253
q = 1	SLV - ML max gr.1	13046	6392	1428	14871	70570
q = 1	SLV - MT max gr.3	12001	2191	4365	46084	25187
q = 1	SLV - ML max gr.3	11721	6392	1428	14871	70504
q = 1	SLV - N min	10455	2191	1428	14894	25109

Tabella 3 – Sollecitazioni della base della pila



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
VI13 (ex VI05) - Singolo Binario

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	32 di 54

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	31585	1174	1056	14517	18031
A2 - SLU - MT max gr.1	31585	1174	1056	14517	18031
A2 - SLU - ML max gr.1	29840	1276	514	6411	23519
A2 - SLU - N max gr.3	31585	1897	1025	14070	28377
A2 - SLU - MT max gr.3	31585	1897	1025	14070	28377
A2 - SLU - ML max gr.3	29840	1998	483	5963	33865
A2 - SLU - Vento ponte scarico	26140	256	1055	14340	5417
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	23687	1174	1056	14517	16432
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	23687	1174	1056	14517	16432
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	21942	1276	514	6411	21920
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	23687	1897	1025	14070	26778
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	23687	1897	1025	14070	26778
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	21942	1998	483	5963	32266
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	18242	256	1055	14340	3818
A1 - SLU - N max gr.1	40055	1411	1271	17342	21631
A1 - SLU - MT max gr.1	40055	1411	1271	17342	21631
A1 - SLU - ML max gr.1	38031	1528	645	7988	27991
A1 - SLU - N max gr.3	40055	2250	1235	16823	33649
A1 - SLU - MT max gr.3	40055	2250	1235	16823	33649
A1 - SLU - ML max gr.3	38031	2367	609	7469	40009
A1 - SLU - Vento ponte scarico	33739	346	1267	17115	7000
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	24558	1411	1271	17342	19465
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	24558	1411	1271	17342	19465
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	22534	1528	645	7988	25825
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	24558	2250	1235	16823	31484
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	24558	2250	1235	16823	31484
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	22534	2367	609	7469	37843
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	18242	256	1177	16099	3818
SLE rara - N max gr.1	28673	991	880	11949	15139
SLE rara - MT max gr.1	28673	991	880	11949	15139
SLE rara - ML max gr.1	27277	1069	463	5709	19496
SLE rara - N max gr.3	28673	1569	855	11591	23416
SLE rara - MT max gr.3	28673	1569	855	11591	23416
SLE rara - ML max gr.3	27277	1647	438	5351	27773
SLE rara - Vento ponte scarico	24317	256	870	11700	5048
SLE freq. - N max gr.1	27802	844	421	5241	13121
SLE freq. - MT max gr.1	27802	844	421	5241	13121
SLE freq. - ML max gr.1	26685	844	421	5148	15928
SLE freq. - N max gr.3	27802	1306	401	4955	19742
SLE freq. - MT max gr.3	27802	1306	401	4955	19742
SLE freq. - ML max gr.3	26685	1306	401	4861	22550
SLE freq. - Vento ponte scarico	24317	256	551	7171	5048
SLE quasi permanente	24317	256	256	2902	5048
q = 1.5					
SLV - N max	28934	2353	1771	14608	24873
SLV - MT max gr.1	26312	2353	5508	43943	24796
SLV - ML max gr.1	26033	6933	1771	14585	66312
SLV - MT max gr.3	24064	2353	5508	43943	24730
SLV - ML max gr.3	23785	6933	1771	14585	66245
SLV - N min	21442	2353	1771	14608	24652
q = 1.36					
SLV - N max	28934	2477	1857	15742	26556
SLV - MT max gr.1	26312	2477	5796	47822	26479
SLV - ML max gr.1	26033	7345	1857	15761	71921
SLV - MT max gr.3	24064	2477	5796	47822	26412
SLV - ML max gr.3	23785	7345	1857	15761	71855
SLV - N min	21442	2477	1857	15742	26335
q = 1					
SLV - N max	28934	2954	2191	20322	33047
SLV - MT max gr.1	26312	2954	6906	62991	32970
SLV - ML max gr.1	26033	8934	2191	20299	93558
SLV - MT max gr.3	24064	2954	6906	62991	32904
SLV - ML max gr.3	23785	8934	2191	20299	93492
SLV - N min	21442	2954	2191	20322	32826

Tabella 4 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	34 di 54

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	40055	1411	1271	17342	21631	5894	3007	211
A1 - SLU - MT max gr.1	40055	1411	1271	17342	21631	5894	3007	211
A1 - SLU - ML max gr.1	38031	1528	645	7988	27991	5558	2893	184
A1 - SLU - N max gr.3	40055	2250	1235	16823	33649	6320	2581	285
A1 - SLU - MT max gr.3	40055	2250	1235	16823	33649	6320	2581	285
A1 - SLU - ML max gr.3	38031	2367	609	7469	40009	5984	2467	272
A1 - SLU - Vento ponte scarico	33739	346	1267	17115	7000	4642	2856	146
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	24558	1411	1271	17342	19465	4092	1365	211
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	24558	1411	1271	17342	19465	4092	1365	211
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	22534	1528	645	7988	25825	3756	1251	184
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	24558	2250	1235	16823	31484	4518	940	285
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	24558	2250	1235	16823	31484	4518	940	285
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	22534	2367	609	7469	37843	4182	826	272
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	18242	256	1177	16099	3818	2765	1289	134
						6320	826	285

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	28934	2954	2191	20322	33047	5192	1238	409
SLV - MT max gr.1	26312	2954	6906	62991	32970	6478	-631	835
SLV - ML max gr.1	26033	8934	2191	20299	93558	7109	-1324	1022
SLV - MT max gr.3	24064	2954	6906	62991	32904	6225	-878	835
SLV - ML max gr.3	23785	8934	2191	20299	93492	6857	-1572	1022
SLV - N min	21442	2954	2191	20322	32826	4351	414	409
						7109	-1572	1022

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	28934	2477	1857	15742	26556	4781	1648	344
SLV - MT max gr.1	26312	2477	5796	47822	26479	5675	172	700
SLV - ML max gr.1	26033	7345	1857	15761	71921	6140	-355	842
SLV - MT max gr.3	24064	2477	5796	47822	26412	5423	-76	700
SLV - ML max gr.3	23785	7345	1857	15761	71855	5888	-602	842
SLV - N min	21442	2477	1857	15742	26335	3941	824	344
						6140	-602	842

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	28673	991	880	11949	15139	4189	2183	147
SLE rara - MT max gr.1	28673	991	880	11949	15139	4189	2183	147
SLE rara - ML max gr.1	27277	1069	463	5709	19496	3964	2097	129
SLE rara - N max gr.3	28673	1569	855	11591	23416	4482	1889	199
SLE rara - MT max gr.3	28673	1569	855	11591	23416	4482	1889	199
SLE rara - ML max gr.3	27277	1647	438	5351	27773	4258	1804	189
SLE rara - Vento ponte scarico	24317	256	870	11700	5048	3322	2082	101
						4482	1804	199

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	18407	1174	1056	11348	14508
	Tx,A _{max}	A2 - SLU - ML max gr.3	16662	1998	483	4514	27871
	Ty,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	18407	1174	1056	11348	14508
	Mxx _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	18407	1174	1056	11348	14508
	Myy _{max}	A2 - SLU - ML max gr.3	16662	1998	483	4514	27871
SLU STR	Nz,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	22820	1411	1271	13530	17398
	Tx,A _{max}	A1 - SLU - ML max gr.3	20796	2367	609	5641	32908
	Ty,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	22820	1411	1271	13530	17398
	Mxx _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	22820	1411	1271	13530	17398
	Myy _{max}	A1 - SLU - ML max gr.3	20796	2367	609	5641	32908
SLE RARA	Nz,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	16148	991	880	9310	12167
	Tx,A _{max}	SLE rara - ML max gr.3	14752	1647	438	4038	22833
	Ty,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	16148	991	880	9310	12167
	Mxx _{max}	SLE rara - N max gr.1	16148	991	880	9310	12167
	Myy _{max}	SLE rara - ML max gr.3	14752	1647	438	4038	22833
SLE FREQUENTE	Nz,A _{max}	SLE freq. - N max gr.1	15277	844	421	3977	10589
	Tx,A _{max}	SLE freq. - N max gr.3	15277	1306	401	3750	15824
	Ty,A _{max}	SLE freq. - Vento ponte scarico	11792	256	551	5516	4279
	Mxx _{max}	SLE freq. - Vento ponte scarico	11792	256	551	5516	4279
	Myy _{max}	SLE freq. - ML max gr.3	14160	1306	401	3657	18631
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	11792	256	256	2133	4279
SLV q=1.5	Nz,A _{max}	SLV - N max	14871	1591	1009	10439	18957
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	13046	4392	1009	10415	49325
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	13325	1591	2966	31232	18879
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	13325	1591	2966	31232	18879
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	13046	4392	1009	10415	49325
SLV q=1.36	Nz,A _{max}	SLV - N max	14871	1715	1095	11314	20269
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	13046	4804	1095	11333	53699
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	13325	1715	3254	34247	20191
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	13325	1715	3254	34247	20191
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	13046	4804	1095	11333	53699
SLV q=1	Nz,A _{max}	SLV - N max	14871	2191	1428	14894	25330
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	13046	6392	1428	14871	70570
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	13325	2191	4365	46084	25253
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	13325	2191	4365	46084	25253
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	13046	6392	1428	14871	70570

**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	31585	1174	1056	14517	18031
	Tx,A _{max}	A2 - SLU - ML max gr.3	29840	1998	483	5963	33865
	Ty,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	31585	1174	1056	14517	18031
	Mxx _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	31585	1174	1056	14517	18031
	Myy _{max}	A2 - SLU - ML max gr.3	29840	1998	483	5963	33865
SLU STR	Nz,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	40055	1411	1271	17342	21631
	Tx,A _{max}	A1 - SLU - ML max gr.3	38031	2367	609	7469	40009
	Ty,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	40055	1411	1271	17342	21631
	Mxx _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	40055	1411	1271	17342	21631
	Myy _{max}	A1 - SLU - ML max gr.3	38031	2367	609	7469	40009
SLE RARA	Nz,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	28673	991	880	11949	15139
	Tx,A _{max}	SLE rara - ML max gr.3	27277	1647	438	5351	27773
	Ty,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	28673	991	880	11949	15139
	Mxx _{max}	SLE rara - N max gr.1	28673	991	880	11949	15139
	Myy _{max}	SLE rara - ML max gr.3	27277	1647	438	5351	27773
SLE FREQUENTE	Nz,A _{max}	SLE freq.- N max gr.1	27802	844	421	5241	13121
	Tx,A _{max}	SLE freq.- N max gr.3	27802	1306	401	4955	19742
	Ty,A _{max}	SLE freq.- Vento ponte scarico	24317	256	551	7171	5048
	Mxx _{max}	SLE freq.- Vento ponte scarico	24317	256	551	7171	5048
	Myy _{max}	SLE freq.- ML max gr.3	26685	1306	401	4861	22550
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	24317	256	256	2902	5048
SLV q=1.5	Nz,A _{max}	SLV - N max	28934	2353	1771	14608	24873
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	26033	6933	1771	14585	66312
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	26312	2353	5508	43943	24796
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	26312	2353	5508	43943	24796
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	26033	6933	1771	14585	66312
SLV q=1.36	Nz,A _{max}	SLV - N max	28934	2477	1857	15742	26556
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	26033	7345	1857	15761	71921
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	26312	2477	5796	47822	26479
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	26312	2477	5796	47822	26479
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	26033	7345	1857	15761	71921
SLV q=1	Nz,A _{max}	SLV - N max	28934	2954	2191	20322	33047
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	26033	8934	2191	20299	93558
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	26312	2954	6906	62991	32970
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	26312	2954	6906	62991	32970
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	26033	8934	2191	20299	93558

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	38 di 54

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	6392	4365	kN
Momento agente (q=1)	M	70570	46084	kN*m
Taglio agente (con q)	VEd	4392	2966	kN
Momento agente (con q)	MEd	49325	31232	kN*m
Momento Resistente	MRd	152504	312321	kN*m
Rapporto di sovrarresistenza	MRd/MEd	3.09	10.00	
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	6392	4365	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (eq. 7.9.12)	Vgr	13578	29665	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza filtrato (eq. 7.9.12)	Vgr	6392	4365	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq. 7.9.10)	γ_{bd}	1	1.23	
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio filtrato (eq. 7.9.10)	γ_{bd}	1	1.23	
Riassumendo				
Taglio di calcolo	Vgr	6392	4365	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq. 7.9.10)	γ_{bd}	1.22	1.23	
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

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	39 di 54

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

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 $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	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	170.0
2	365.0	157.0
3	402.0	128.0
4	426.0	83.0
5	430.0	40.0
6	413.0	25.0
7	413.0	-25.0
8	430.0	-40.0
9	426.0	-83.0
10	402.0	-128.0
11	365.0	-157.0
12	310.0	-170.0
13	-310.0	-170.0

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	40 di 54

14	-365.0	-157.0
15	-402.0	-128.0
16	-426.0	-83.0
17	-430.0	-40.0
18	-413.0	-25.0
19	-413.0	25.0
20	-430.0	40.0
21	-426.0	83.0
22	-402.0	128.0
23	-365.0	157.0
24	-310.0	170.0

DOMINIO N° 2

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	30.0	115.0
2	300.0	115.0
3	335.0	105.0
4	358.0	78.0
5	365.0	50.0
6	365.0	-50.0
7	358.0	-78.0
8	335.0	-105.0
9	300.0	-115.0
10	30.0	-115.0

DOMINIO N° 3

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	-115.0
2	-300.0	-115.0
3	-335.0	-105.0
4	-358.0	-78.0
5	-365.0	-50.0
6	-365.0	50.0
7	-358.0	78.0
8	-335.0	105.0
9	-300.0	115.0
10	-30.0	115.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	308.8	160.0	26
2	360.6	147.8	26
3	394.2	121.4	26
4	416.2	80.1	26
5	419.6	44.1	26
6	403.0	29.5	26
7	403.0	-29.5	26
8	419.6	-44.1	26

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	41 di 54

9	416.2	-80.1	26
10	394.2	-121.4	26
11	360.6	-147.8	26
12	308.8	-160.0	26
13	-308.8	-160.0	26
14	-360.6	-147.8	26
15	-394.2	-121.4	26
16	-416.2	-80.1	26
17	-419.6	-44.1	26
18	-403.0	-29.5	26
19	-403.0	29.5	26
20	-419.6	44.1	26
21	-416.2	80.1	26
22	-394.2	121.4	26
23	-360.6	147.8	26
24	-308.8	160.0	26
25	20.0	125.0	26
26	301.4	125.0	26
27	340.7	113.8	26
28	367.1	82.7	26
29	375.0	51.2	26
30	375.0	-51.2	26
31	367.1	-82.7	26
32	340.7	-113.8	26
33	301.4	-125.0	26
34	20.0	-125.0	26
35	-20.0	-125.0	26
36	-301.4	-125.0	26
37	-340.7	-113.8	26
38	-367.1	-82.7	26
39	-375.0	-51.2	26
40	-375.0	51.2	26
41	-367.1	82.7	26
42	-340.7	113.8	26
43	-301.4	125.0	26
44	-20.0	125.0	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

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	42 di 54

11	3	4	3	26
12	4	5	3	26
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: 4.7 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	22820.17	17398.29	13529.68	0.00	0.00
2	20795.97	32907.51	5641.30	0.00	0.00
3	22820.17	17398.29	13529.68	0.00	0.00
4	22820.17	17398.29	13529.68	0.00	0.00
5	20795.97	32907.51	5641.30	0.00	0.00
6	14871.03	18956.57	10438.66	0.00	0.00
7	13046.23	49324.52	10415.22	0.00	0.00
8	13325.43	18879.29	31231.56	0.00	0.00
9	13325.43	18879.29	31231.56	0.00	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	43 di 54

10	13046.23	49324.52	10415.22	0.00	0.00
11	0.00	0.10	0.00	6392.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	4365.00

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	16148.00	12167.00	9310.00
2	14752.00	22833.00	4038.00
3	16148.00	12167.00	9310.00
4	16148.00	12167.00	9310.00
5	14752.00	22833.00	4038.00

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	15277.00	10589.00 (0.00)	3977.00 (0.00)
2	15277.00	15824.00 (129512.17)	3750.00 (30692.03)
3	11792.00	4279.00 (0.00)	5516.00 (0.00)
4	11792.00	4279.00 (0.00)	5516.00 (0.00)
5	14160.00	18631.00 (77315.97)	3657.00 (15176.02)

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	11792.00	4279.00 (0.00)	2133.00 (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:	5.5 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.7 cm

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

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	44 di 54

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	22820.17	17398.29	13529.68	22820.22	157104.46	122347.34	9.032325.5(380.9)	
2	S	20795.97	32907.51	5641.30	20795.88	162306.45	27900.37	4.932325.5(380.9)	
3	S	22820.17	17398.29	13529.68	22820.22	157104.46	122347.34	9.032325.5(380.9)	
4	S	22820.17	17398.29	13529.68	22820.22	157104.46	122347.34	9.032325.5(380.9)	
5	S	20795.97	32907.51	5641.30	20795.88	162306.45	27900.37	4.932325.5(380.9)	
6	S	14871.03	18956.57	10438.66	14871.15	151552.96	82890.81	7.982325.5(380.9)	
7	S	13046.23	49324.52	10415.22	13046.08	152504.52	32451.25	3.092325.5(380.9)	
8	S	13325.43	18879.29	31231.56	13325.44	128379.64	213321.71	6.822325.5(380.9)	
9	S	13325.43	18879.29	31231.56	13325.44	128379.64	213321.71	6.822325.5(380.9)	
10	S	13046.23	49324.52	10415.22	13046.08	152504.52	32451.25	3.092325.5(380.9)	
11	S	0.00	0.10	0.00	0.00	136512.52	0.00	999.002325.5(380.9)	
12	S	0.00	0.00	0.00	0.00	136512.52	0.00	999.002325.5(380.9)	

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	170.0	0.00314	308.8	160.0	-0.01075	-308.8	-160.0
2	0.00350	310.0	170.0	0.00293	308.8	160.0	-0.01601	-308.8	-160.0
3	0.00350	310.0	170.0	0.00314	308.8	160.0	-0.01075	-308.8	-160.0
4	0.00350	310.0	170.0	0.00314	308.8	160.0	-0.01075	-308.8	-160.0
5	0.00350	310.0	170.0	0.00293	308.8	160.0	-0.01601	-308.8	-160.0
6	0.00350	310.0	170.0	0.00304	308.8	160.0	-0.01353	-308.8	-160.0
7	0.00350	310.0	170.0	0.00290	308.8	160.0	-0.01714	-308.8	-160.0
8	0.00350	365.0	157.0	0.00325	360.6	147.8	-0.00890	-360.6	-147.8
9	0.00350	365.0	157.0	0.00325	360.6	147.8	-0.00890	-360.6	-147.8
10	0.00350	310.0	170.0	0.00290	308.8	160.0	-0.01714	-308.8	-160.0
11	0.00350	310.0	170.0	0.00267	308.8	160.0	-0.02381	308.8	-160.0
12	0.00350	310.0	170.0	0.00267	308.8	160.0	-0.02381	308.8	-160.0

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

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	45 di 54

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000004205	0.000035303	-0.003805067	----	----
2	0.000001344	0.000056614	-0.006541194	----	----
3	0.000004205	0.000035303	-0.003805067	----	----
4	0.000004205	0.000035303	-0.003805067	----	----
5	0.000001344	0.000056614	-0.006541194	----	----
6	0.000003352	0.000045312	-0.005242094	----	----
7	0.000001647	0.000059444	-0.007116106	----	----
8	0.000007107	0.000023750	-0.002822909	----	----
9	0.000007107	0.000023750	-0.002822909	----	----
10	0.000001647	0.000059444	-0.007116106	----	----
11	0.000000000	0.000082748	-0.010567162	----	----
12	0.000000000	0.000082748	-0.010567162	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm
Passo staffe: 4.7 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata / 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	25020.82	2193.37	177.7 167.7	289.7	1.000	1.096	0.0	33.4(0.0)
2	S	0.00	29404.05	2627.82	210.9 200.9	286.4	1.000	1.087	0.0	33.4(0.0)
3	S	0.00	25020.82	2193.37	177.7 167.7	289.7	1.000	1.096	0.0	33.4(0.0)
4	S	0.00	25020.82	2193.37	177.7 167.7	289.7	1.000	1.096	0.0	33.4(0.0)
5	S	0.00	29404.05	2627.82	210.9 200.9	286.4	1.000	1.087	0.0	33.4(0.0)
6	S	0.00	26195.73	2383.27	192.2 182.2	287.9	1.000	1.062	0.0	33.4(0.0)
7	S	0.00	28261.10	2605.31	209.2 199.2	286.2	1.000	1.055	0.0	33.4(0.0)
8	S	0.00	15394.86	1364.00	114.3 104.3	297.4	1.000	1.056	0.0	33.4(0.0)
9	S	0.00	15394.86	1364.00	114.3 104.3	297.4	1.000	1.056	0.0	33.4(0.0)
10	S	0.00	28261.10	2605.31	209.2 199.2	286.2	1.000	1.055	0.0	33.4(0.0)
11	S	6392.00	19197.80	6581.92	211.3 201.3	294.2	2.500	1.000	32.5	33.4(0.0)
12	S	0.00	27836.81	2632.77	211.3 201.3	294.2	1.000	1.000	0.0	33.4(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)

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	46 di 54

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	1.55	-30.0	115.0	-1.1	-308.8	-160.0	336	5.3
2	S	1.99	-30.0	115.0	-25.3	-308.8	-160.0	20944	419.4
3	S	1.55	-30.0	115.0	-1.1	-308.8	-160.0	336	5.3
4	S	1.55	-30.0	115.0	-1.1	-308.8	-160.0	336	5.3
5	S	1.99	-30.0	115.0	-25.3	-308.8	-160.0	20944	419.4

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. 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; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 Copriferro [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 = $0.6 \cdot Smax / Es$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]

wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_sm - e_cm)$ [(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	-0.00001	0	0.500	26.0	87	0.00000 (0.00000)	576	0.002 (0.20)	222577.51	170312.86
2	S	-0.00014	0	0.500	26.0	87	0.00008 (0.00008)	517	0.039 (0.20)	63026.53	11146.20
3	S	-0.00001	0	0.500	26.0	87	0.00000 (0.00000)	576	0.002 (0.20)	222577.51	170312.86
4	S	-0.00001	0	0.500	26.0	87	0.00000 (0.00000)	576	0.002 (0.20)	222577.51	170312.86
5	S	-0.00014	0	0.500	26.0	87	0.00008 (0.00008)	517	0.039 (0.20)	63026.53	11146.20

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	1.43	-30.0	115.0	2.0	-308.8	-160.0	----	----
2	S	1.68	-30.0	115.0	-3.9	-308.8	-160.0	2134	74.3
3	S	0.92	-30.0	115.0	4.3	-360.6	-147.8	----	----
4	S	0.92	-30.0	115.0	4.3	-360.6	-147.8	----	----
5	S	1.76	-30.0	115.0	-13.5	-308.8	-160.0	13335	313.2

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	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.500	26.0	87	0.00001 (0.00001)	423	0.005 (0.20)	129512.17	30692.03
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	-0.00007	0	0.500	26.0	87	0.00004 (0.00004)	484	0.020 (0.20)	77315.97	15176.02



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 VI13 (ex VI05) - Singolo Binario

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	47 di 54

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	0.93	-30.0	115.0	5.8	-308.8	-160.0	----	----

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 :

$$N_{\max} = 6320 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$N_{\max} = 6140 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

$$T_{\max} = 842 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

Il plinto fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo esterno della pila, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a 0.2 d_p (con d_p altezza utile della sezione del plinto).

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

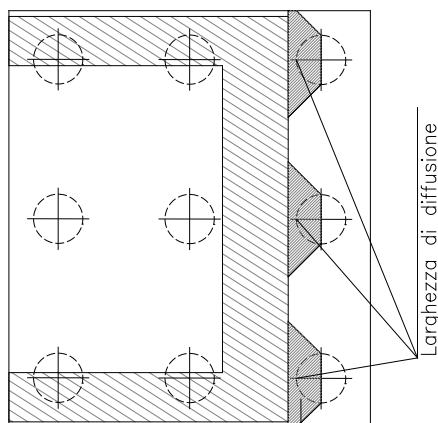
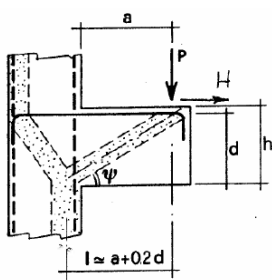


Figura 1 – Diffusione delle azioni dal palo alla pila

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 617 del 02-02-09

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTONE.



P,H : Carichi Esterni di Progetto (P_{Ed}, H_{Ed})

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$$

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{Rc} = 0,4bd f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- 1 $P_R \geq P_{Ed}$
- 2 $P_{Rc} \geq P_{Rs}$

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	49 di 54

Dati di progetto

b(m)=	3.75	m	dimensione trasversale verifica
P _{Ed} (KN) =	6140.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
H _{Ed} (KN) =	842.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
a(m) =	3.00	m	distanza P da incastro
h(m) =	3.00	m	spessore mensola
δ(m) =	0.10	m	copriferro riferito al baricentro delle armature compressive in trazione
d(m) =	2.90	m	altezza utile
l(m) =	3.58	m	a+0,2d
λ =	1.37		λ=ctgψ≧l/(0,9d).

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

c(m) = 1.00

Caratteristiche Materiali

f _{cd} =	14.1	MPa	Calcestruzzo
f _{yd} =	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo	R1						
n° R1 =	1	φ1(mm) =	24.0	p1(cm) =	10.0	θ1° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 1 =	37.5	A _{φ TOT} (mm ²) =	16964.59	A _{φ CAL} (mm ²) =	16964.59
Registro tipo	R2						
n° R2 =	1	φ2(mm) =	24.0	p2(cm) =	10.0	θ2° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 2 =	37.5	A _{φ TOT} (mm ²) =	16964.59	A _{φ CAL} (mm ²) =	16964.59
Registro tipo	R3						
n° R3 =	0	φ3(mm) =	26.0	p3(cm) =	10.0	θ3° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	530.93	nb tot 3 =	0.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	0.00	A _{φ CAL} (mm ²) =	0.00

Verifiche di resistenza

Ψ = 0.630 rad = 36.09 °

P_{RS} = 9057.9 KN PR_s>PEd- Verifica Soddisfatta

P_{RC} = 21286.4 KN PR_c>PR_s - Verifica Soddisfatta

4.9.3 Palo di fondazione $L=30.0m$

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

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 2.9$ (vedi relazione geotecnica)

$N_{max} = 7109 \text{ kN}$	$T = 1022 \text{ kN}$	$M = 1022 * 2.9 = 2964 \text{ kNm}$
$N_{min} = -1572 \text{ kN}$	$T = 1022 \text{ kN}$	$M = 1022 * 2.9 = 2964 \text{ kNm}$
$N = -1572 \text{ kN}$	$T = 1022 \text{ kN}$	$M_{max} = 1022 * 2.9 = 2964 \text{ kNm}$

Caratteristiche della sezione:

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

$A_s = 36+36 \varnothing 26$ staffe $\varnothing 14/15$

La lunghezza del palo è pari a $L = 30.00m$

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
VI13 (ex VI05) - Singolo Binario

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	51 di 54

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
2	0.0	0.0	60.0	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	7109.00	2964.00	0.00	1022.00	0.00
2	-1572.00	2964.00	0.00	1022.00	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	4482.00	577.00	0.00
2	1804.00	577.00	0.00

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

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	52 di 54

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	4004.00	441.00 (1930.77)	0.00 (0.00)
2	1950.00	441.00 (13457.96)	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:	2.4 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	7109.00	2964.00	0.00	7108.92	8996.55	0.00	3.04	382.3(53.0)
2	S	-1572.00	2964.00	0.00	-1571.85	7013.00	0.00	2.37	382.3(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	0.00298	0.0	65.0	-0.00374	0.0	-65.0
2	0.00350	0.0	75.0	0.00265	0.0	65.0	-0.00842	0.0	-65.0

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.
---------	--

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	53 di 54

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	0.000051682	-0.000376116	----	----
2	0.000000000	0.000085142	-0.002885653	----	----

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 Vx e Vy 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	1022.00	3990.50	3682.57117.3	95.4	137.1	2.500	1.250	11.0	39.5(0.0)
2	S	1022.00	3425.84	4167.31120.6	107.9	130.0	2.500	1.000	9.7	39.5(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	3.11	0.0	0.0	13.1	0.0	-65.0	----	----
2	S	2.02	0.0	0.0	-5.3	0.0	-65.0	346	5.3

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. 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

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 13 05 001	A	54 di 54

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c \text{ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [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 = $sr \text{ max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00046	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	1950.76	0.00
2	S	-0.00004	0	0.500	26.0	87	0.00002 (0.00002)	584	0.009 (0.20)	3442.62	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	2.63	0.0	0.0	13.7	0.0	-65.0	----	----
2	S	1.75	0.0	0.0	0.5	0.0	-65.0	0	0.0

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	-0.00046	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	1930.77	0.00
2	S	-0.00001	0	0.500	26.0	87	0.00002 (0.00002)	0	0.001 (0.20)	13457.96	0.00