

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 1500m

Relazione di calcolo Pile - P14

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1205 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Gen. 2020	A. Ferri	Gen. 2020	A.Barreca	Gen. 2020	A. Vittozzi Gen. 2020
B	1° agg. A consegna CSLPP	G. Grimaldi	Mag. 2020	A. Ferri	Mag. 2020	A.Barreca	Mag. 2020	A. Vittozzi Mag. 2020

ITALFERRES.p.a.
U.D. Opere Civili e Gestione delle Varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783

File: RS3T30D09CLVI1205002B

n. Elab.: 09_315_1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.	MATERIALI	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	9
4.	DATI DI BASE	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	16
5.	ANALISI DEI CARICHI	17
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	17
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	18
5.3	Carichi da traffico verticali	18
5.4	Effetti dinamici	20
5.5	Disposizione treni di carico.....	20
5.6	Carichi da traffico orizzontali	24
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i>	24
5.6.2	<i>Serpeggio</i>	26
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	27
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i>	28
5.6.5	<i>Azione del Vento</i>	28
5.7	Azione Sismica	31
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	32
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	33
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	38
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i>	39
5.7.5	<i>Check analisi statica</i>	40
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i>	41
5.7.7	<i>Analisi dinamica modale</i>	42
6.	SOLLECITAZIONI.....	43
6.1	Combinazioni di carico.....	43
6.1.1	<i>Configurazione 1</i>	43

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

6.1.2	Configurazione 2	49
6.1.3	Configurazione 3	55
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	61
6.2.1	Stati limiti di esercizio	61
6.2.2	Stati limiti ultimi	67
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	70
8.	FUSTO PILA	70
8.1	Modellazione	72
8.2	Verifica a presso flessione	72
8.3	Verifica a taglio	81
8.4	Verifica minimi di armatura	82
8.5	Verifica spostamenti.....	84
9.	PULVINO.....	85
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	86
9.2	Verifica dei nodi.....	87
10.	PLINTO DI FONDAZIONE	88
10.1	Dimensionamento armature	90
10.2	Verifica a presso-flessione	92
10.2.1	Direzione trasversale.....	92
10.2.2	Direzione longitudinale.....	97
10.3	Verifica a punzonamento	102
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	103
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	103
11.2	Verifica strutturale	103
11.3	Verifica a taglio	111
12.	INCIDENZE	112

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

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 VI12 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 14 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 10.30m, e variazione di luce 25-50m.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI12 attraversa è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 1500m, ed è costituito da 39 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce superiore sono realizzate con impalcati misti a due travi.

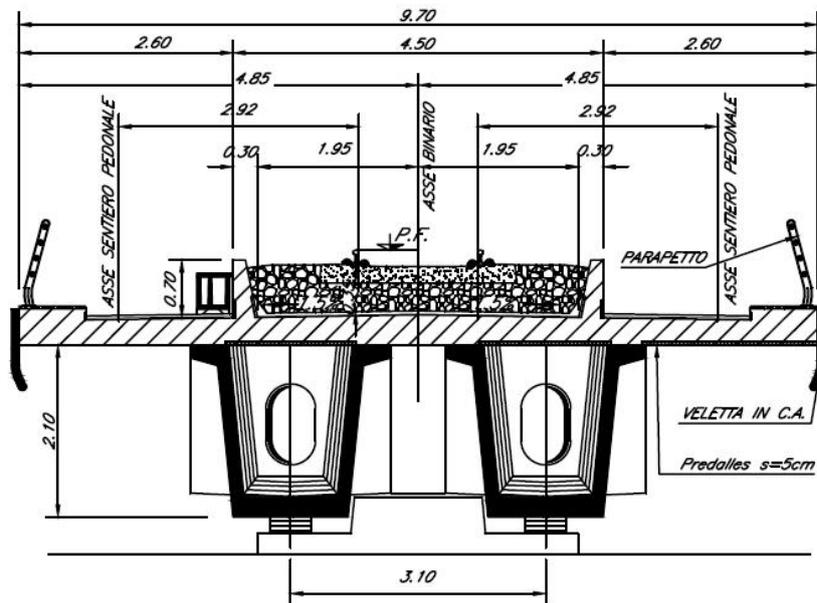
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 3.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 13.2x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

Per l'implementazione delle geometrie, vista la vastità delle casistiche, sono state adottate delle schematizzazioni in special modo per plinto di fondazione e pulvino. Per il pulvino, ad esempio, è stata adottata un'altezza costante di 2m ma, tenuto propriamente conto dei reali bracci e delle masse.



Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



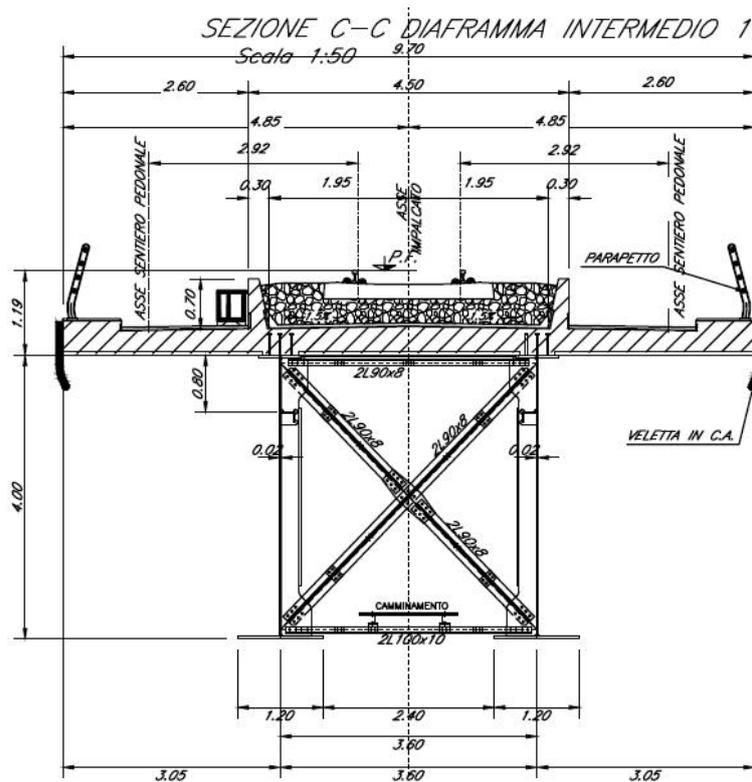
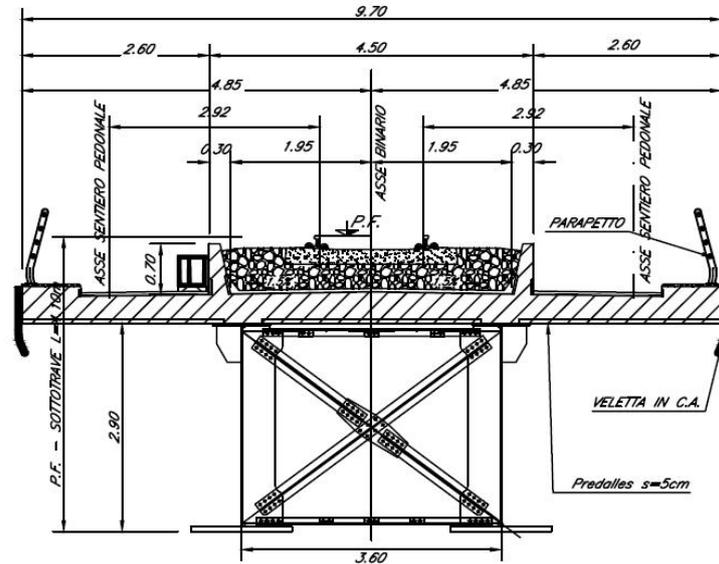


Figura 2: sezione trasversale impalcato

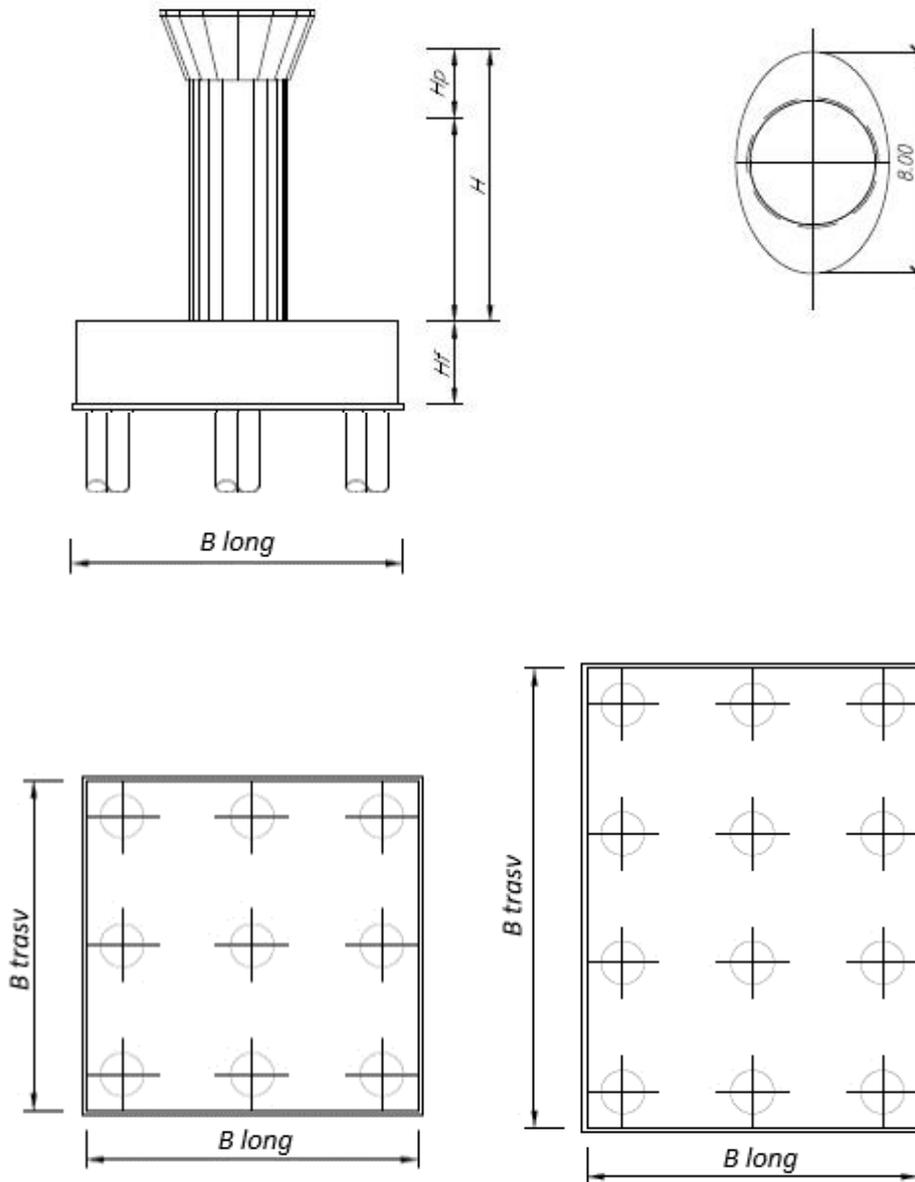


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - 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 modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*

3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

classe di resistenza conglomerato		dasse	C25/40	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	40	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	31476	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	33	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{cd}	25	<i>MPa</i>

- Calcestruzzo fondazioni armate

classe di resistenza conglomerato		dasse	C28/35	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	34	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	32308	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	36	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{cd}	28	<i>MPa</i>

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

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

classe di resistenza conglomerato		classe	C32/40	
resistenza caratteristica cubica a comp.		Rck	40	<i>MPa</i>
modulo elastico		Ec	33346	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		fcm	40	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		fck	32	<i>MPa</i>

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

denominazione tipo d'acciaio		nome	B450	
modulo elastico		Es	210000	<i>MPa</i>
tensione media di snervamento		fym	480	<i>MPa</i>
tensione caratteristica di snervamento		fyk	450	<i>MPa</i>
tensione di snervamento di calcolo		fyd	391.30	<i>MPa</i>
tensione caratteristica a rottura		ftk	540	<i>MPa</i>

Le verifiche del plinto di fondazione vengono condotte, a favore di sicurezza, con una classe di calcestruzzo C25/30.

3.1 Verifiche SLE

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 attesa, secondo quanto di seguito specificato.

3.1.1 Verifiche tensionali

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:

tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara) : 0.55 fck
- per combinazione quasi permanente : 0.40 fck

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

- per spessori minori di 5cm tali valori devono essere decrementati del 30%.

tensione massima di trazione dell'acciaio

- per combinazione caratteristica (rara) : $0.75 f_{yk}$

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

$$\begin{aligned} \sigma_{c \max QP} &= (0,40 f_{ck}) = 12.8 \text{ MPa} && \text{(Combinazione di Carico Quasi Permanente)} \\ \sigma_{c \max R} &= (0,55 f_{ck}) = 17.6 \text{ MPa} && \text{(Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)} \\ \sigma_{s \max R} &= (0,75 f_{yk}) = 337.5 \text{ MPa} && \text{(Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)} \end{aligned}$$

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	wk	Stato limite	wk
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 2 - 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:

- $w_1 = 0.2 \text{ mm}$
- $w_2 = 0.3 \text{ mm}$
- $w_3 = 0.4 \text{ mm}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

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 17.1.2018, 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 ” C4.1.2.2.4.5 Verifica allo stato limite di fessurazione” della Circolare 21 gennaio 2019 n.7/C.S.L.L:PP..

Considerando quanto sopra riportato, per una semplice implementazione nel programma di calcolo RC-SEC, la combinazione RARA riferita al gruppo 4 è stata implementata fittiziamente come “frequente” in modo da separarla ed applicare la restrizione dei 0.2mm. Tutte le combinazioni RARE restanti sono state verificate per le sole verifiche tensionali.

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 10.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	10.3	m
tipologia di sezione					circolare	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m ²
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m ⁴
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	1996	kN
PULVINO						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	1917	kN
FONDAZIONE						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	3	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	82.5	m ³
peso di volume del terreno				y	19	kN/3
Ulteriori distanze e bracci						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

4.2 Modelli di analisi e verifica

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 sono state 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 NTC18, 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 omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver
A1_SLU_gr1_Treno	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr2_Scarico	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr4_centrif	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr1+vento	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr2+vento	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr3+vento	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr4+vento	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_vento_gr1	1,35	1,5	1,16	0	0,58	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr2	1,35	1,5	0	1,16	0	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr3	1,35	1,5	1,16	0	1,16	0,58	0,58	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr4	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	1,5	0	0	0
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0	0	0
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	1	0	0,8	0	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0	0	0	0
SLE_fre_gr1+vento	1	1	1	0	0,8	0,4	0,8	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3+vento	1	1	1	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,2	0	0	0
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F fre	F cent	F serp	F att	Vento	E long	E tra	E ver
SLE qp gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE qp gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE qp gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE qp gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE qp gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE qp gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE qp gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE qp gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE qp vento gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE qp vento gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE qp vento gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE qp vento gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE qp gr1 temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE qp gr2 temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE qp gr3 temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE qp gr3 temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
E_103x	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3
E_103y	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3
E_103z	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1

Le combinazioni di carico sismiche che tengo conto della componente verticale negativa non vengono riportate in quanto poco significative.

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

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

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

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

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

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
- [Lunghezze] m
- [Forze] KN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, per la campata sinistra e destra:

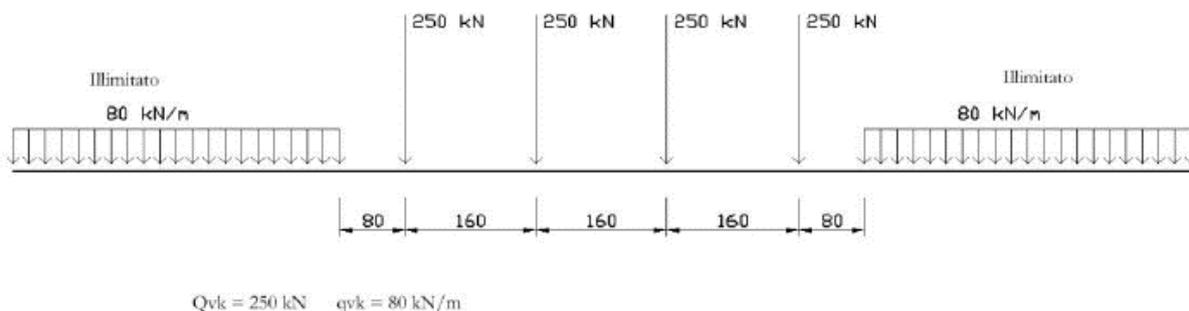
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5297	1497
scarichi estradosso Pila - G2	4327	1492
scarichi estradosso Fondazione - G1	9485	1497
scarichi estradotto Fondazione - G2	4327	1492
scarichi sui Pali - G1	25664	1497
scarichi sui Pali - G2	4327	1492

5.3 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 2018 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



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

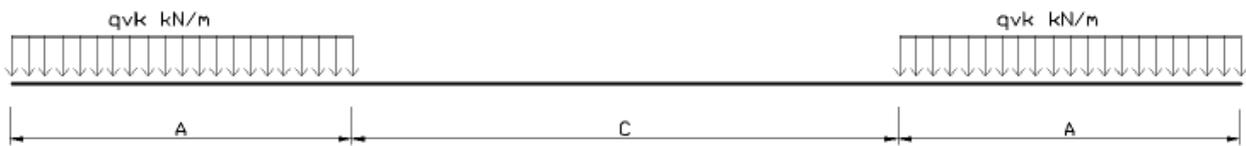
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

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 2018 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



SW/0

Carico distribuito	Qvk	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m

SW/2

Carico distribuito	Qvk	150	KN/m
Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

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).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE “α”
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

5.4 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 17.1.2018 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi} - 0.2}} + 0.73 \quad \text{con limitazione} \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

5.5 Disposizione treni di carico

La disposizione dei treni di carico è stata individuata per ottenere le seguenti massime sollecitazioni:

- Sforzo Assiale: il convoglio è localizzato sostanzialmente al di sopra della pila in esame
- Momento Longitudinale: il convoglio è localizzato sulla campata di luce maggiore, più o meno centrato a seconda dei rapporti di lunghezza del treno di carico e della campata.
- Momento Trasversale: è fornito dallo stesso schema di posizionamento del massimo sforzo

Da questi schemi si sono ottenute le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	3350	238	335
COMBO ML	2055	2467	206
COMBO MT	3350	238	335

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

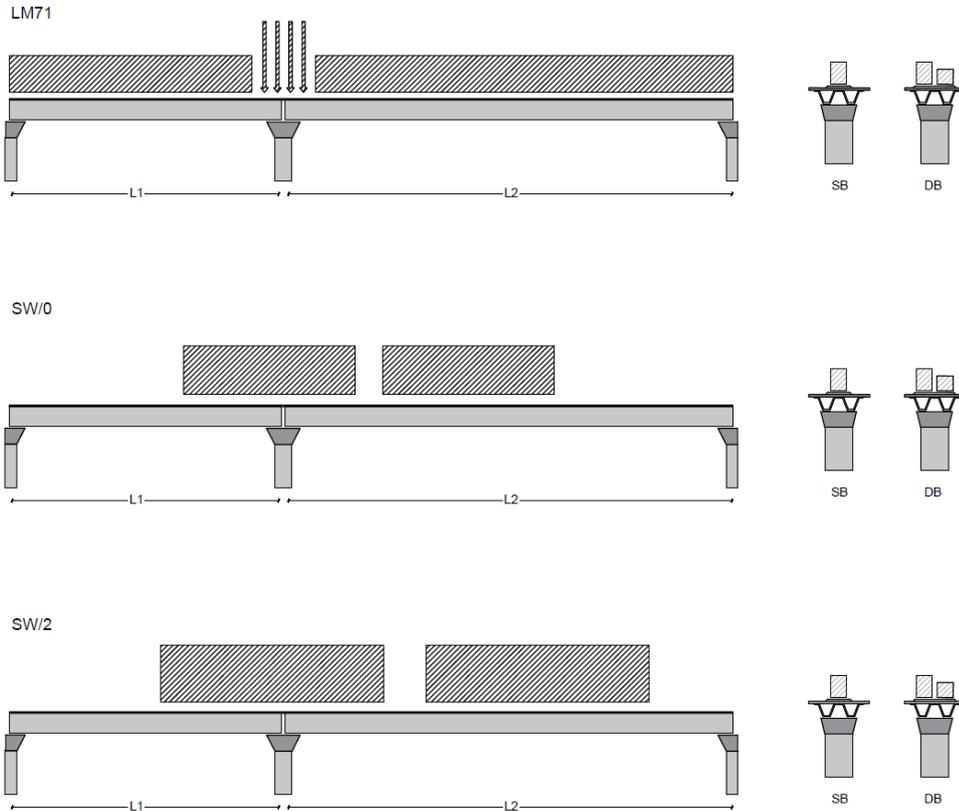


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

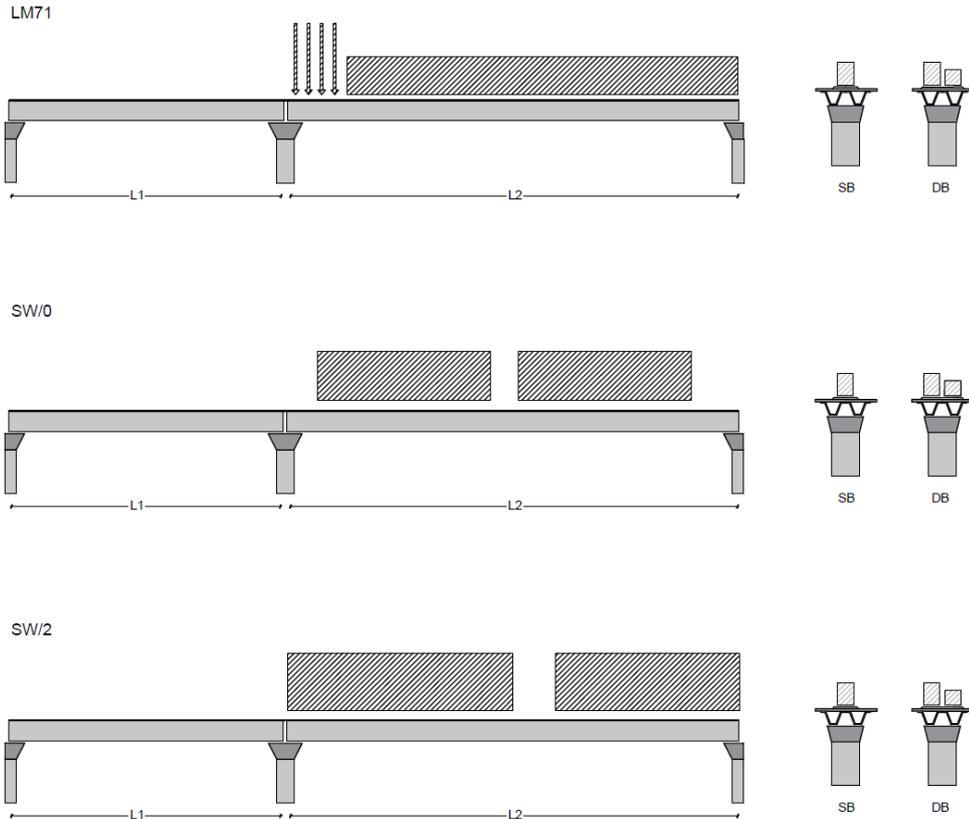


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

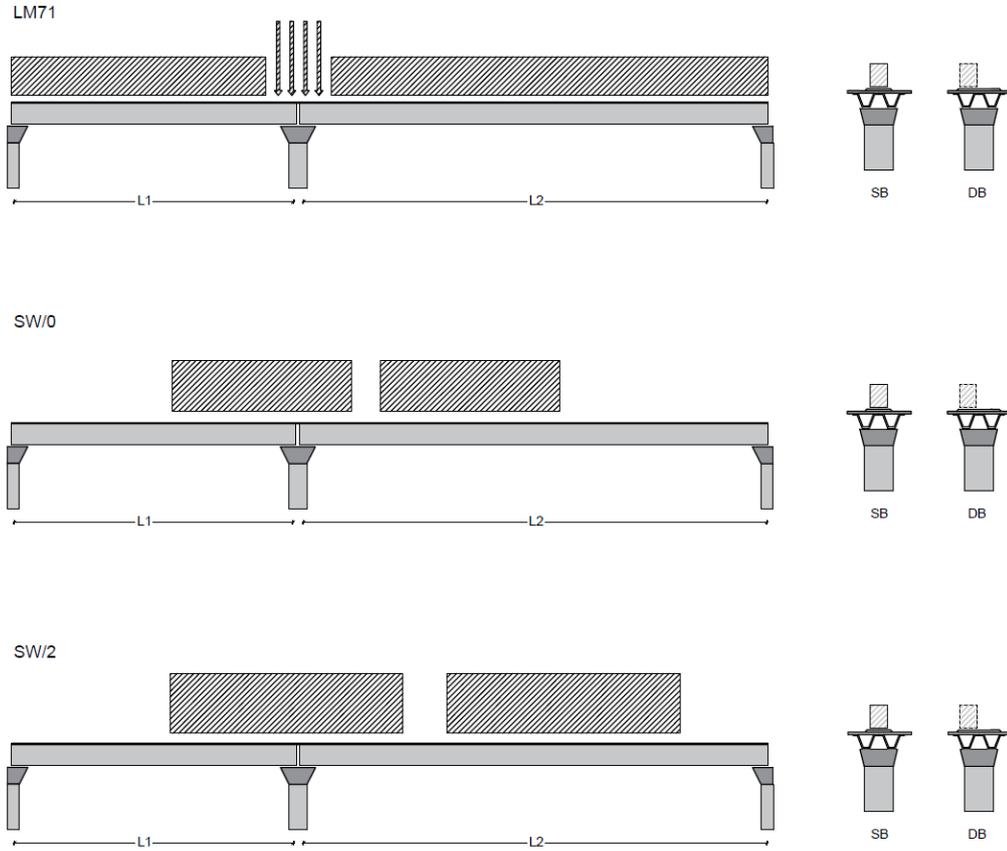


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	2950	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
LM71 e SW/0							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
LM71 caso a							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	14.0	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	4.5	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	16.9	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	5.4	kN/m
SW/2						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	180.32	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.81	kN/m

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	$\Phi \times 1 \times SW/2$
	< 100	V	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	$1 \times f \times (LM71''+''SW/0)$	$\Phi \times 1 \times 1 \times (LM71''+''SW/0)$
		120	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71''+''SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71''+''SW/0)$
	≤ 120	V	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71''+''SW/0)$	

Tab. 2.5.1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	4.8130438	0	4.81304	177.842	1125.74

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

5.6.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettifilo che in curva.

viadotto a binario		Singolo		
combinazione treni		SW/2		
valore caratteristico della forza		Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento		a	1	
coefficiente di adattamento				
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali				
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio			0.45	m
altezza impalcato + soletta			3.2	m
armamento			0.88	m
incremento altezza rotaia + alta			0.1	m
valore caratteristico della Forza		Fsk	100	kN
valore caratteristico Momento Tra		Msk	463	kN/m

Tale forza rappresenta l'azione complessiva in testa alla pila.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Singolo	
combinazione treni				SW/2	
posizionamento vincolo fissi				caso peggiore	
estradosso pulvino sommità binario		H	0.45	m	
lunghezza del binario		L	49.6	m	

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

FENATURA

LM/71					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	49.6	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1091.2	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	42.6		
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1491		

AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1000	kN	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

5.6.4 Forza d'attrito

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio mobili per traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni γ e ψ dei carichi da peso proprio strutturali e non, e dei carichi verticali da traffico. Si riporta per questo motivo un esempio di forza d'attrito "caratteristica" solo come esempio di calcolo, in quanto il calcolo è stato eseguito a valle della combinazione di carico.

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	49.6	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	5297	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	4327	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	7682	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	384.3	kN
momento longitudinale in testa pila		M	172.9	kN/m

5.6.5 Azione del Vento

Ricadendo nella classificazione ordinaria di ponti l'azione del vento è valutata come agente su una superficie continua, convenzionalmente alta 4m dal piano del ferro. Nel caso di ponte scarico si considera la superficie relativa alle barriere antirumore.

velocità di base di riferimento slm	Vbo	28	m/s
parametro di quota	ao	500	m
altitudine sul livello del mare	as	343	m
parametro adimensionale	ks	0.36	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
VENTO SULL'IMPALCATO				
ponte carico				
	altezza pila	z1	10.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	10.75	m
	altezza di riferimento	z	15.14	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.62	
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m ³
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m ²
	pressione statica di picco	qpicco	1404.67	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.78	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.78	m
		d/h	1.10478	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09618	
	forza trasversale	fx	25.9	
	forza equivalente in testa pila	Fx	955.2	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	4623.4	kn/m

ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	8.66	m	
rapporto geometrico	d/h	1.12009		
coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09197		
forza trasversale	fx	25.4		
forza equivalente in testa pila	Fx	618.4	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2955.9	kn/m	
VENTO SULLA PILA				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	10.3	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.3711		
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
pressione statica di picco	qpicco	1404.67	n/m2	
		1.40467	Kpa	
tipologia di sezione		circolare		
larghezza trasversale pila	b	0	m	
larghezza longitudinale pila	d	0	m	
raggio della sezione	R	1.75	m	
rapporto geometrico	b/d	0.1		
rapporto geometrico	r/b	0.1		
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2		
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75		
viscosità cinematica dell'aria	ν	1.5E-05	m/s	
numero di Reynolds	Re	8955874		
materiale pila		cls ruvido		
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.00057		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90761	
	rapporto geometrico	l/b	2.94286	
	snellezza effettiva	λ	2.94286	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64458	
	forza trasversale	f tras	0.8	
	forza equivalente in testa pila	F tras	8.5	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	6.2	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90761	
	rapporto geometrico	l/b	2.94286	
	snellezza effettiva	λ	2.94286	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64458	
	forza longitudinale	f lon	0.82177	
	forza equivalente in testa pila	F lon	8.46421	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	6.18	m

5.7 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. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

5.7.1 Inquadramento Sismico

La determinazione della pericolosità sismica di base è definita a partire dall'ubicazione dell'opera e dalle sue caratteristiche progettuali come la vita nominale V_N e la classe d'uso C_u . Sulla base del MDP [4]. I parametri indentificativi dell'opera sono:

Vita Nominale	Classe d'Uso	Coeff. D'uso
75	III	1.5

La geo-localizzazione permette di ottenere le coordinate geografiche delle singole opere e individuare puntualmente la domanda sismica secondo gli spettri normativi rappresentativi delle due componenti (orizzontale e verticale), ovvero determinare i singoli parametri indipendenti di riferimento.

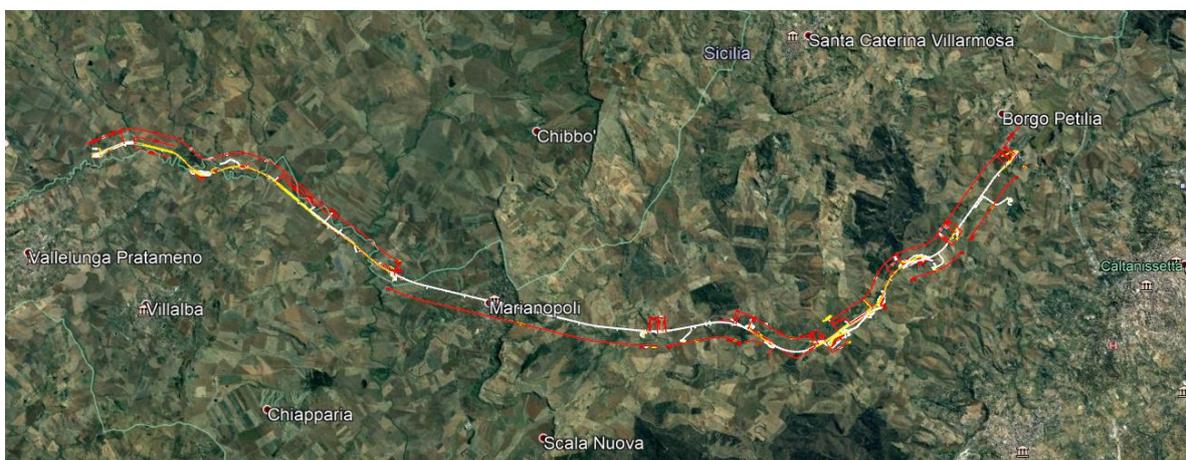


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

I parametri indipendenti per le forme spettrali di riferimento hanno una variazione spaziale lungo la linea poco influente tuttavia, per le seguenti analisi si è fatto riferimento alle coordinate dei singoli viadotti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

Tabella 3 - Sezione tipo esistente in viadotto (rifare la tabella N,E, ag Te* ..tutti i parametri sismici)

LOTTO 3A-B							
Viadotto Fer.	Binario	n° camp	L tot [m]	Rcurv. [m]	altitudine [m]	N [se]	E [se]
VI01	D	20	605	1188	416	37°43'18.70	13°40'18.19
VI02	D	8	215	1060	418	37°43'9.38	13°40'31.63
VI03	D	1	17	1300	434	37°43'3.15	13°41'14.35
VI04	D	32	800	inf	445	37°43'1.42	13°42'17.20
VI05-06	S	12	440	725	422	37°41'25.58	13°51'40.40
VI07	S	5	210	inf	410	37°41'14.75	13°52'13.14
VI08	S	26	780	725	385	37°40'20.84	13°52'59.62
VI09	S	6	150	733	382	37°40'0.09	13°53'10.68
VI10	S	19	575	1000	373	37°39'52.17	13°53'27.88
VI11	S	32	885	1000	367	37°39'29.61	13°53'47.03
VI12	S	39	1500	2950	343	37°37'42.58	13°54'0.85
VI13	S	3	100	inf	342	37°34'6.35	13°56'27.65
VI14	S	3	100	inf	340	37°33'57.11	13°56'38.61
VI15	S	16	650	inf	282	37°32'54.77	13°57'45.53
VI16	D	16	425	2500	300	37°32'12.39	13°58'38.40
VI17	S	46	1390	1050	317	37°32'8.62	13°59'56.29
VI18	S	9	250	inf	355	37°31'58.58	14° 1'21.91

5.7.2 Definizione della domanda sismica

Secondo le NTC2018 l'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione. Sulla base dello studio geologico del 2019, i terreni in esame sono prevalentemente di tipo C e B, pianeggianti o leggermente acclivi, tali da ricadere nella categoria topografica T1. Risulta quindi possibile tracciare lo spettro di riferimento normativo.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta ➔

Variabilità dei parametri ➔

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ➔

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

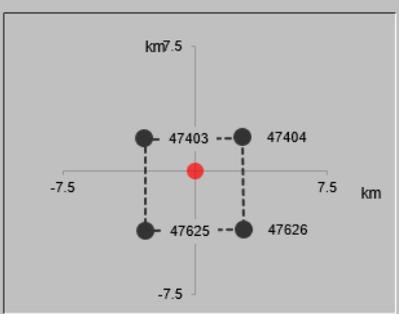
Interpolazione corretta

Interpolazione



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".

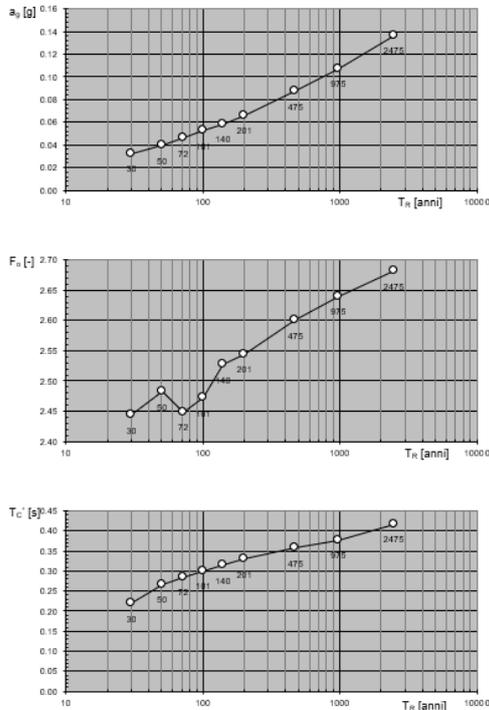
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

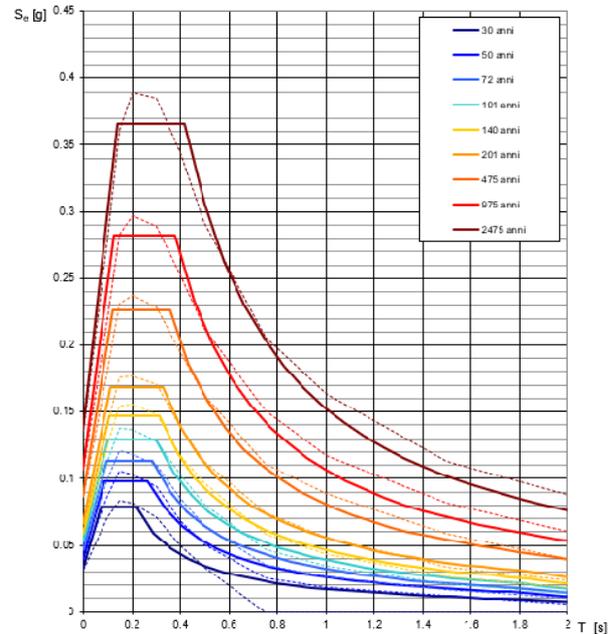
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 6 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.032	2.422	0.215
50	0.040	2.459	0.261
72	0.047	2.437	0.280
101	0.053	2.461	0.293
140	0.059	2.499	0.310
201	0.067	2.527	0.324
475	0.087	2.603	0.352
975	0.107	2.644	0.375
2475	0.136	2.710	0.409

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 7 - Tabella riassuntiva degli stati limite di riferimento del sito in esame

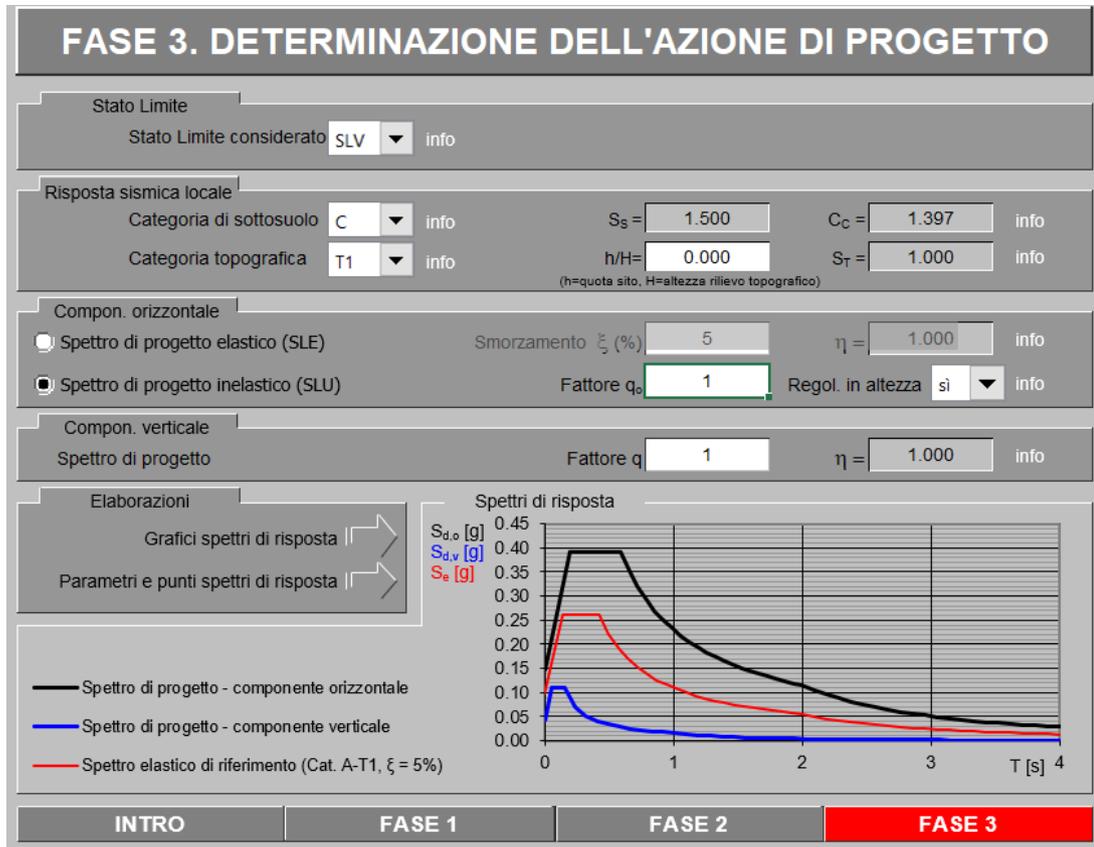
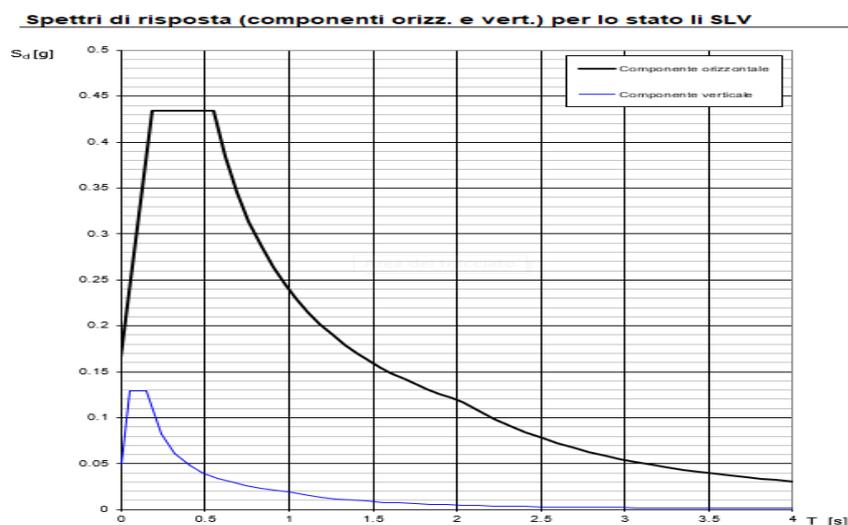


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.099 g
F_0	2.641
T_c	0.421 s
S_s	1.500
C_c	1.397
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.196 s
T_C	0.588 s
T_D	1.995 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_c \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

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

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.148
T_B	0.196	0.391
T_c	0.588	0.391
	0.655	0.351
	0.722	0.319
	0.789	0.292
	0.856	0.269
	0.923	0.249
	0.990	0.232
	1.057	0.218
	1.124	0.205
	1.191	0.193
	1.258	0.183
	1.325	0.174
	1.392	0.165
	1.459	0.158
	1.526	0.151
	1.593	0.144
	1.660	0.139
	1.727	0.133
	1.794	0.128
	1.861	0.124
	1.928	0.119
T_D	1.995	0.115
	2.091	0.105
	2.186	0.096
	2.282	0.088
	2.377	0.081
	2.472	0.075
	2.568	0.070
	2.663	0.065
	2.759	0.060
	2.854	0.056
	2.950	0.053
	3.045	0.049
	3.141	0.047
	3.236	0.044
	3.332	0.041
	3.427	0.039
	3.523	0.037
	3.618	0.035
	3.714	0.033
	3.809	0.032
	3.905	0.030
	4.000	0.029

La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

5.7.3 *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 NTC 2018. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila e quindi delle sollecitazioni sismiche, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello agli Elementi Finiti monodimensionali (Beam/Frame) mediante il software di calcolo Midas Civil. I Fattori di comportamento 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, la presso-flessione e la verifica del plinto se non tozzo;
- $q= 1$ per le verifiche a taglio degli elementi strutturali e le verifiche a capacità portante orizzontale dei pali.

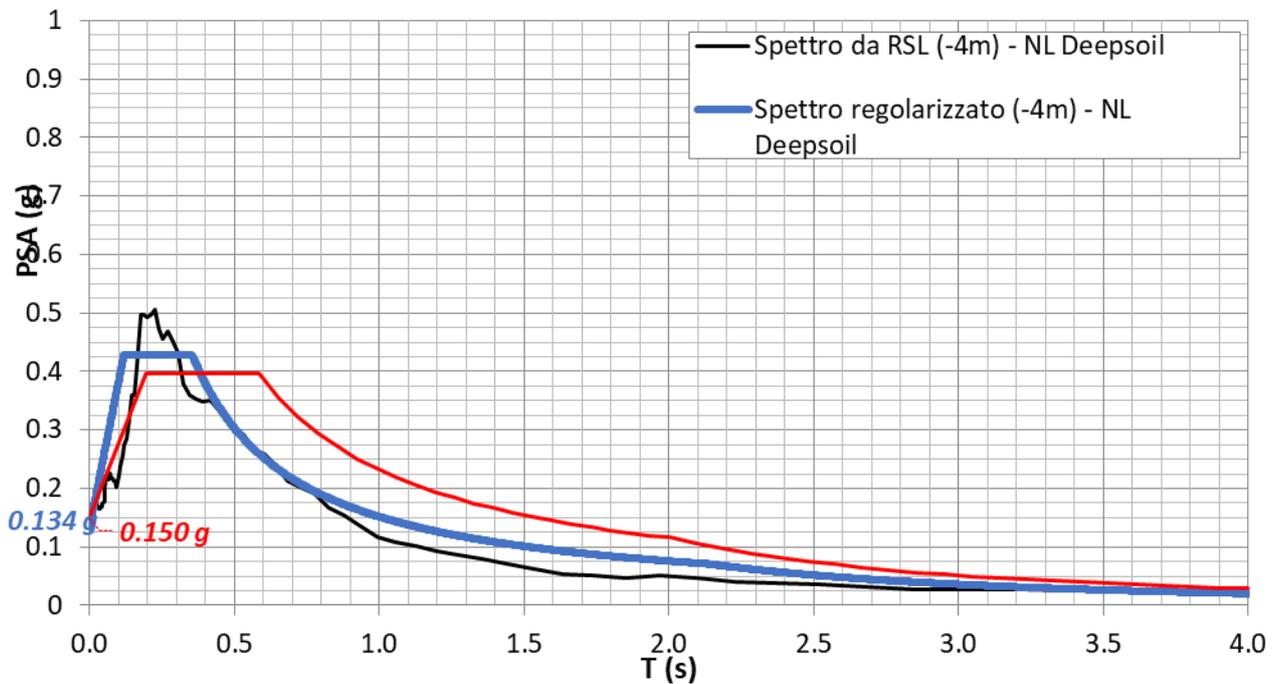
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

Nell'analisi sismica la massa partecipante riferita ai carichi da traffico è stata valutata in maniera distinta per le tre componenti del moto e successivamente messa in combinazione per le tre configurazioni statiche.

5.7.4 Risposta sismica locale

Si riporta graficamente quanto desunto da apposite analisi di Risposta Sismica Locale, volte alla quantificazione degli effetti locali di sito e alle possibili criticità emergenti in termini di fenomeni di risonanza delle strutture.

VI12 - prova: DH3AS50



In tale caso la RSL risulta essere più gravosa dell'analisi semplificata di Norma.

5.7.5 Check analisi statica

Direzione Longitudinale				
massa treno per direzione long		Com Nmax	7613	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1523	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	13637	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2727	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1996	kN
massa efficace pila		Mpe	2857	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	16494	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -130.1 KN
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5121	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1024	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9624	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10648	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1996	kN
massa efficace pila		Mpe	2857	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	13506	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -727.8 KN
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5121	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1024	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9624	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10648	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	1996	kN
massa efficace pila		Mpe	2857	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	13506	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -727.8 KN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

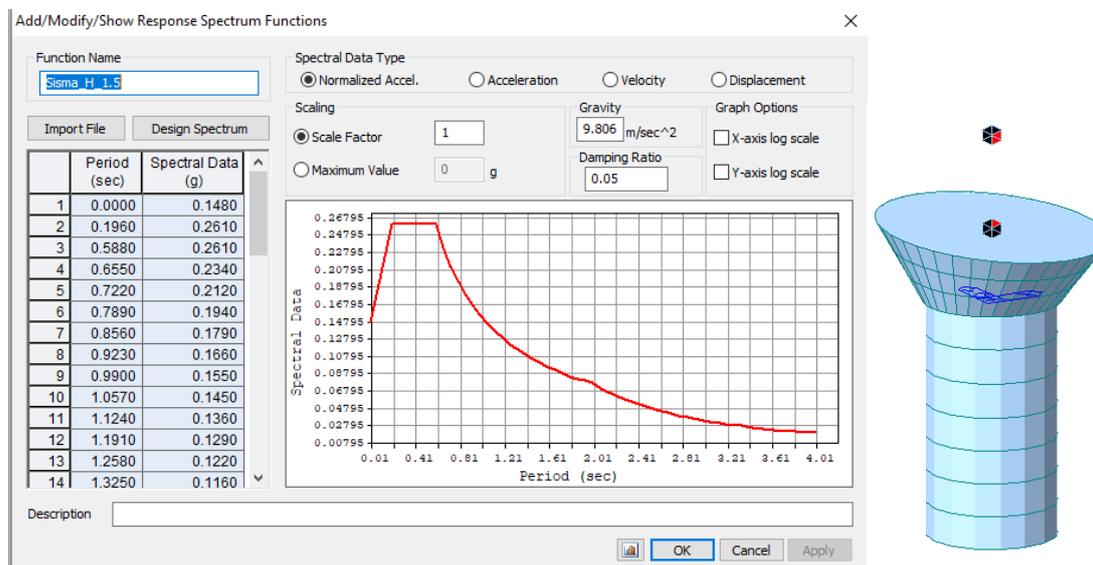
5.7.6 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	9.62	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	7.37	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	7.37	m ⁴
modulo elastico cls pila	E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	45.00	
modulo di calcolo	E	18340	MPa
calcestruzzo	f _{ck}	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino	H	10.30	m
altezza plinto di fondazione	h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	h _{ap}	0.45	m
altezza equivalente sdof	H _e	10.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	K _{tra}	1.5E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	K _{long}	3.3E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	K _{vert}	2.3E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	T _{tra}	0.67	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	T _{long}	0.41	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	T _{vert}	0.05	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.16	0.16	0.24	0.11	g
accelerazione componente longitudinale	0.29	0.29	0.43	0.21	g
accelerazione componente verticale	0.12	0.12	0.12	0.04	g
Sforzo assiale	1587	1587	1587	528	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2196	2415	3293	1547	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	4706	5177	7059	3538	kN
Momento flessionale trasversale	30836	33919	46253	21727	kN m
Momento flessionale longitudinale	51044	56103	76339	38253	kN m

5.7.7 Analisi dinamica modale

Nel caso specifico i periodi e quindi le forze alla base della pila sono stati valutati tramite una analisi spettrale. Le caratteristiche geometriche e meccaniche sono state definite coerentemente nei paragrafi precedenti. Le masse a diverse altezze sono associate alla tipologia di appoggio impalcato-pila, quindi differenti nelle due direzioni.



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA $q=1.5$	1436.91	2611.6	4152.99	33200.58	40699.31
SISMA $q=1$	1436.91	3913.72	6236.53	49777	61124.74
SISMA sld	478.98	1889.89	3101.67	24026.82	30398.87

Si procede con tali sollecitazioni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

6. SOLLECITAZIONI

Come precedentemente descritto si è valutata la posizione del singolo convoglio per massimizzare la sollecitazione d'interesse. Questo ha portato alla definizione di tre configurazioni per la progettazione e verifica del pulvino, del fusto pila, della fondazione e dei pali. Di seguito si riportano le tabelle di tutte le combinazioni di carico, funzione delle suddette configurazioni.

6.1 Combinazioni di carico

6.1.1 Configurazione 1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	21067.2	1080.98	623.42	7805.42	2539.41	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	14154.6	0	374.567	4477.47	1684.84	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	21067.2	2161.95	494.485	8291.86	1723.25	
A1_SLU_gr4_centrif_4	19582	1729.56	518.38	7485.14	2040.37	
A1_SLU_gr1+vento_5	21067.2	1088.55	1142.26	7805.42	4834.97	
A1_SLU_gr2+vento_6	14154.6	7.57894	893.407	4477.47	3980.4	
A1_SLU_gr3+vento_7	21067.2	2169.53	1013.33	8291.86	4018.81	
A1_SLU_gr4+vento_8	19582	1737.14	1037.22	7485.14	4335.93	
A1_SLU_vento_gr1_9	19582	877.412	1320.7	7095.98	5838.22	
A1_SLU_vento_gr2_10	14051.9	12.6316	1161.43	4433.63	5172.48	
A1_SLU_vento_gr3_11	19582	1742.19	1217.55	7485.14	5185.29	
A1_SLU_vento_gr4_12	19582	1742.19	1383.11	7485.14	5866.31	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14745.2	745.5	366.231	5434.82	1722.65	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	9977.88	0	251.816	3139.69	1159.03	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14745.2	1491	277.31	5770.3	1159.78	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13720.9	1192.8	306.081	5213.94	1384.01	
SLE_rar_gr1+vento_18	14745.2	750.553	712.125	5434.82	3253.02	
SLE_rar_gr2+vento_19	9977.88	5.05263	597.71	3139.69	2689.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	14745.2	1496.05	623.204	5770.3	2690.15	
SLE_rar_gr4+vento_21	13720.9	1197.85	651.974	5213.94	2914.39	
SLE_rar_vento_gr1_22	13720.9	604.821	849.809	4945.56	3919.89	
SLE_rar_vento_gr2_23	9907.08	8.42105	776.583	3109.45	3477.24	
SLE_rar_vento_gr3_24	13720.9	1201.22	778.672	5213.94	3469.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64	

SLE_fre_gr1_Treno_27	13720.9	596.4	251.478	4945.56	1359.44
SLE_fre_gr2_Scarico_28	9907.08	0	190.457	3109.45	922.274
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13720.9	1192.8	180.342	5213.94	909.143
SLE_fre_gr4_centrif_30	13720.9	1192.8	278.78	5213.94	1371.72
SLE_fre_gr1+vento_31	13720.9	598.084	366.776	4945.56	1869.56
SLE_fre_gr2+vento_32	9907.08	1.68421	305.755	3109.45	1432.4
SLE_fre_gr3+vento_33	13720.9	1194.48	295.639	5213.94	1419.27
SLE_fre_gr4+vento_34	13720.9	1194.48	394.077	5213.94	1881.85
SLE_fre_vento_gr1_35	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_vento_gr2_36	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_vento_gr3_37	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_vento_gr4_38	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_gr1_temp39	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr2_temp40	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr3_temp41	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr3_temp42	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_qp_gr1_Treno_44	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_45	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_47	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr2+vento_49	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr3+vento_50	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr4+vento_51	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr1_52	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr2_53	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr3_54	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr4_55	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr1_temp56	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp57	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp58	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp59	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_60	10054.9	4154.67	953.343	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	10054.9	1247.58	2781.46	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	11060.8	1247.58	953.343	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	10054.9	4569.97	1031.69	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	10054.9	1372.17	3042.62	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	11060.8	1372.17	1031.69	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	10054.9	6238.21	1343.98	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	10054.9	1872.64	4083.58	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	11060.8	1872.64	1343.98	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	9767.57	3103.35	736.83	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	9767.57	932.185	2059.75	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	10102.9	932.185	736.83	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	26721.5	1080.98	623.42	18939.5	8960.64
A1_SLU_gr2_Scarico_2	19808.9	0	374.567	4477.47	5542.87
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	26721.5	2161.95	494.485	30559.9	6816.44
A1_SLU_gr4_centrif_4	25236.3	1729.56	518.38	25299.6	7379.68
A1_SLU_gr1+vento_5	26721.5	1088.55	1142.26	19017.5	16600.3
A1_SLU_gr2+vento_6	19808.9	7.57894	893.407	4555.54	13182.5
A1_SLU_gr3+vento_7	26721.5	2169.53	1013.33	30638	14456.1
A1_SLU_gr4+vento_8	25236.3	1737.14	1037.22	25377.7	15019.3
A1_SLU_vento_gr1_9	25236.3	877.412	1320.7	16133.3	19441.4
A1_SLU_vento_gr2_10	19706.2	12.6316	1161.43	4563.73	17135.2
A1_SLU_vento_gr3_11	25236.3	1742.19	1217.55	25429.7	17726
A1_SLU_vento_gr4_12	25236.3	1742.19	1383.11	25429.7	20112.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	18933.6	745.5	366.231	13113.5	5494.83
SLE_rar_gr2_Scarico_15	14166.3	0	251.816	3139.69	3752.73
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	18933.6	1491	277.31	21127.6	4016.07
SLE_rar_gr4_centrif_17	17909.3	1192.8	306.081	17499.8	4536.64
SLE_rar_gr1+vento_18	18933.6	750.553	712.125	13165.5	10587.9
SLE_rar_gr2+vento_19	14166.3	5.05263	597.71	3191.73	8845.81
SLE_rar_gr3+vento_20	18933.6	1496.05	623.204	21179.6	9109.15
SLE_rar_gr4+vento_21	17909.3	1197.85	651.974	17551.8	9629.72
SLE_rar_vento_gr1_22	17909.3	604.821	849.809	11175.2	12672.9
SLE_rar_vento_gr2_23	14095.5	8.42105	776.583	3196.18	11476
SLE_rar_vento_gr3_24	17909.3	1201.22	778.672	17586.5	11489.9
SLE_rar_vento_gr4_25	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	17909.3	596.4	251.478	11088.5	3949.67
SLE_fre_gr2_Scarico_28	14095.5	0	190.457	3109.45	2883.98
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	17909.3	1192.8	180.342	17499.8	2766.66
SLE_fre_gr4_centrif_30	17909.3	1192.8	278.78	17499.8	4243.15
SLE_fre_gr1+vento_31	17909.3	598.084	366.776	11105.8	5647.36
SLE_fre_gr2+vento_32	14095.5	1.68421	305.755	3126.79	4581.67
SLE_fre_gr3+vento_33	17909.3	1194.48	295.639	17517.1	4464.35
SLE_fre_gr4+vento_34	17909.3	1194.48	394.077	17517.1	5940.85
SLE_fre_vento_gr1_35	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81

SLE_fre_vento_gr2_36	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_vento_gr3_37	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_vento_gr4_38	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_gr1_temp39	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr2_temp40	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr3_temp41	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr3_temp42	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_qp_gr1_Treno_44	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr2_Scarico_45	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr4_centrif_47	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr1+vento_48	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr2+vento_49	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr3+vento_50	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr4+vento_51	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr1_52	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr2_53	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr3_54	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr4_55	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr1_temp56	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr2_temp57	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_temp58	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_temp59	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
E_103x_SLV_q=1.5_60	14243.3	4154.67	953.343	43687.8	10494.9
E_103y_SLV_q=1.5_61	14243.3	1247.58	2781.46	15198.3	33735.3
E_103z_SLV_q=1.5_62	15249.2	1247.58	953.343	15198.3	10494.9
E_103x_SLV_q=1.36_63	14243.3	4569.97	1031.69	47757.7	11490.9
E_103y_SLV_q=1.36_64	14243.3	1372.17	3042.62	16419.3	37055.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	15249.2	1372.17	1031.69	16419.3	11490.9
E_103x_SLV_q=1_66	14243.3	6238.21	1343.98	64113.2	15467.8
E_103y_SLV_q=1_67	14243.3	1872.64	4083.58	21325.9	50311.7
E_103z_SLV_q=1_68	15249.2	1872.64	1343.98	21325.9	15467.8
E_103x_SLD_q=1_69	13956	3103.35	736.83	33387.4	7742.73
E_103y_SLD_q=1_70	13956	932.185	2059.75	12108.1	24561.5
E_103z_SLD_q=1_71	14291.2	932.185	736.83	12108.1	7742.73

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	42404	1080.98	623.42	22182.4	10830.9
A1_SLU_gr2_Scarico_2	35491.4	0	374.567	4477.47	6666.57
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	42404	2161.95	494.485	37045.8	8299.89
A1_SLU_gr4_centrif_4	40918.9	1729.56	518.38	30488.3	8934.81
A1_SLU_gr1+vento_5	42404	1088.55	1142.26	22283.2	20027
A1_SLU_gr2+vento_6	35491.4	7.57894	893.407	4578.27	15862.7
A1_SLU_gr3+vento_7	42404	2169.53	1013.33	37146.6	17496
A1_SLU_gr4+vento_8	40918.9	1737.14	1037.22	30589.1	18131
A1_SLU_vento_gr1_9	40918.9	877.412	1320.7	18765.6	23403.5
A1_SLU_vento_gr2_10	35388.8	12.6316	1161.43	4601.62	20619.5
A1_SLU_vento_gr3_11	40918.9	1742.19	1217.55	30656.3	21378.7
A1_SLU_vento_gr4_12	40918.9	1742.19	1383.11	30656.3	24261.7
SLE_rar_gr1_Treno_14	30550.3	745.5	366.231	15350	6593.52
SLE_rar_gr2_Scarico_15	25783	0	251.816	3139.69	4508.18
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	30550.3	1491	277.31	25600.6	4848
SLE_rar_gr4_centrif_17	29526	1192.8	306.081	21078.2	5454.88
SLE_rar_gr1+vento_18	30550.3	750.553	712.125	15417.2	12724.3
SLE_rar_gr2+vento_19	25783	5.05263	597.71	3206.89	10638.9
SLE_rar_gr3+vento_20	30550.3	1496.05	623.204	25667.8	10978.8
SLE_rar_gr4+vento_21	29526	1197.85	651.974	21145.4	11585.6
SLE_rar_vento_gr1_22	29526	604.821	849.809	12989.7	15222.3
SLE_rar_vento_gr2_23	25712.2	8.42105	776.583	3221.45	13805.8
SLE_rar_vento_gr3_24	29526	1201.22	778.672	21190.2	13825.9
SLE_rar_vento_gr4_25	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8
SLE_fre_gr1_Treno_27	29526	596.4	251.478	12877.7	4704.1
SLE_fre_gr2_Scarico_28	25712.2	0	190.457	3109.45	3455.35
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	29526	1192.8	180.342	21078.2	3307.69
SLE_fre_gr4_centrif_30	29526	1192.8	278.78	21078.2	5079.49
SLE_fre_gr1+vento_31	29526	598.084	366.776	12900.1	6747.69
SLE_fre_gr2+vento_32	25712.2	1.68421	305.755	3131.85	5498.94
SLE_fre_gr3+vento_33	29526	1194.48	295.639	21100.6	5351.27
SLE_fre_gr4+vento_34	29526	1194.48	394.077	21100.6	7123.08
SLE_fre_vento_gr1_35	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_vento_gr2_36	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24

SLE_fre_vento_gr3_37	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_vento_gr4_38	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_gr1_temp39	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr2_temp40	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr3_temp41	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr3_temp42	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_qp_gr1_Treno_44	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr2_Scarico_45	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr4_centrif_47	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr1+vento_48	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr2+vento_49	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr3+vento_50	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr4+vento_51	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr1_52	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr2_53	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr3_54	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr4_55	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr1_temp56	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr2_temp57	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_temp58	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_temp59	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
E_103x_SLV_q=1.5_60	26023.9	5082.45	1231.68	58935.1	14189.9
E_103y_SLV_q=1.5_61	26023.9	2175.36	3059.8	21724.4	42914.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	27412.2	2175.36	1231.68	21724.4	14189.9
E_103x_SLV_q=1.36_63	26023.9	5497.75	1310.02	64251	15420.9
E_103y_SLV_q=1.36_64	26023.9	2299.95	3320.96	23319.1	47018.2
E_103z_SLV_q=1.36_65	27412.2	2299.95	1310.02	23319.1	15420.9
E_103x_SLV_q=1_66	26023.9	7165.99	1622.31	85611.2	20334.7
E_103y_SLV_q=1_67	26023.9	2800.42	4361.92	29727.2	63397.4
E_103z_SLV_q=1_68	27412.2	2800.42	1622.31	29727.2	20334.7
E_103x_SLD_q=1_69	25630.3	3595.48	884.467	44173.8	10396.1
E_103y_SLD_q=1_70	25630.3	1424.31	2207.39	16381.1	31183.7
E_103z_SLD_q=1_71	26100	1424.31	884.467	16381.1	10396.1

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	19160.5	1080.98	554.781	11367.8	2317.86
A1_SLU_gr2_Scarico_73	14154.6	0	374.567	4477.47	1684.84
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	19160.5	2161.95	425.846	11854.2	1501.7
A1_SLU_gr4_centrif_75	18056.7	1729.56	463.469	10335	1863.13
A1_SLU_gr1+vento_76	19160.5	1088.55	1073.62	11367.8	4613.42
A1_SLU_gr2+vento_77	14154.6	7.57894	893.407	4477.47	3980.4
A1_SLU_gr3+vento_78	19160.5	2169.53	944.686	11854.2	3797.26
A1_SLU_gr4+vento_79	18056.7	1737.14	982.309	10335	4158.69
A1_SLU_vento_gr1_80	18056.7	877.412	1276.77	9945.88	5665.92
A1_SLU_vento_gr2_81	14051.9	12.6316	1161.43	4433.63	5172.48
A1_SLU_vento_gr3_82	18056.7	1742.19	1173.62	10335	5012.99
A1_SLU_vento_gr4_83	18056.7	1742.19	1328.2	10335	5689.07
SLE_rar_gr1_Treno_85	13430.3	745.5	334.673	7891.63	1576.95
SLE_rar_gr2_Scarico_86	9977.88	0	251.816	3139.69	1159.03
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	13430.3	1491	245.752	8227.1	1014.08
SLE_rar_gr4_centrif_88	12669	1192.8	280.834	7179.38	1267.46
SLE_rar_gr1+vento_89	13430.3	750.553	680.567	7891.63	3107.33
SLE_rar_gr2+vento_90	9977.88	5.05263	597.71	3139.69	2689.4
SLE_rar_gr3+vento_91	13430.3	1496.05	591.646	8227.1	2544.46
SLE_rar_gr4+vento_92	12669	1197.85	626.728	7179.38	2797.83
SLE_rar_vento_gr1_93	12669	604.821	829.611	6911	3805.61
SLE_rar_vento_gr2_94	9907.08	8.42105	776.583	3109.45	3477.24
SLE_rar_vento_gr3_95	12669	1201.22	758.475	7179.38	3355.32
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1201.22	857.324	7179.38	3818.08
SLE_fre_gr1_Treno_98	12669	596.4	234.647	6911	1246.67
SLE_fre_gr2_Scarico_99	9907.08	0	190.457	3109.45	922.274
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12669	1192.8	163.511	7179.38	796.375
SLE_fre_gr4_centrif_101	12669	1192.8	257.741	7179.38	1257.06
SLE_fre_gr1+vento_102	12669	598.084	349.945	6911	1756.8
SLE_fre_gr2+vento_103	9907.08	1.68421	305.755	3109.45	1432.4
SLE_fre_gr3+vento_104	12669	1194.48	278.808	7179.38	1306.5
SLE_fre_gr4+vento_105	12669	1194.48	373.039	7179.38	1767.19

SLE_fre_vento_gr1_106	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_vento_gr2_107	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_vento_gr3_108	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_vento_gr4_109	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_gr1_temp110	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr2_temp111	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr3_temp112	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr3_temp113	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_qp_gr1_Treno_115	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_116	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_118	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_119	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr2+vento_120	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr3+vento_121	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr4+vento_122	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr1_123	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr2_124	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr3_125	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr4_126	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr1_temp127	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp128	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp129	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp130	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_131	10054.9	4154.67	953.343	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	10054.9	1247.58	2781.46	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	11060.8	1247.58	953.343	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	10054.9	4569.97	1031.69	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	10054.9	1372.17	3042.62	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	11060.8	1372.17	1031.69	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	10054.9	6238.21	1343.98	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	10054.9	1872.64	4083.58	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	11060.8	1872.64	1343.98	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	9782.28	3539.72	633.981	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	9782.28	1063.09	1716.92	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	10151.9	1063.09	633.981	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	24814.8	1080.98	554.781	22501.8	8032.11
A1_SLU_gr2_Scarico_73	19808.9	0	374.567	4477.47	5542.87
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	24814.8	2161.95	425.846	34122.3	5887.91
A1_SLU_gr4_centrif_75	23711	1729.56	463.469	28149.5	6636.85
A1_SLU_gr1+vento_76	24814.8	1088.55	1073.62	22579.9	15671.7
A1_SLU_gr2+vento_77	19808.9	7.57894	893.407	4555.54	13182.5
A1_SLU_gr3+vento_78	24814.8	2169.53	944.686	34200.4	13527.5
A1_SLU_gr4+vento_79	23711	1737.14	982.309	28227.6	14276.5
A1_SLU_vento_gr1_80	23711	877.412	1276.77	18983.2	18816.6
A1_SLU_vento_gr2_81	19706.2	12.6316	1161.43	4563.73	17135.2
A1_SLU_vento_gr3_82	23711	1742.19	1173.62	28279.6	17101.3
A1_SLU_vento_gr4_83	23711	1742.19	1328.2	28279.6	19369.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	17618.6	745.5	334.673	15570.3	5024.09
SLE_rar_gr2_Scarico_86	14166.3	0	251.816	3139.69	3752.73
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	17618.6	1491	245.752	23584.4	3545.33
SLE_rar_gr4_centrif_88	16857.4	1192.8	280.834	19465.2	4160.05
SLE_rar_gr1+vento_89	17618.6	750.553	680.567	15622.3	10117.2
SLE_rar_gr2+vento_90	14166.3	5.05263	597.71	3191.73	8845.81
SLE_rar_gr3+vento_91	17618.6	1496.05	591.646	23636.4	8638.41
SLE_rar_gr4+vento_92	16857.4	1197.85	626.728	19517.3	9253.13
SLE_rar_vento_gr1_93	16857.4	604.821	829.611	13140.7	12350.6
SLE_rar_vento_gr2_94	14095.5	8.42105	776.583	3196.18	11476
SLE_rar_vento_gr3_95	16857.4	1201.22	758.475	19552	11167.6
SLE_rar_vento_gr4_96	16857.4	1201.22	857.324	19552	12648.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	16857.4	596.4	234.647	13053.9	3663.54
SLE_fre_gr2_Scarico_99	14095.5	0	190.457	3109.45	2883.98
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	16857.4	1192.8	163.511	19465.2	2480.53
SLE_fre_gr4_centrif_101	16857.4	1192.8	257.741	19465.2	3911.79
SLE_fre_gr1+vento_102	16857.4	598.084	349.945	13071.3	5361.23
SLE_fre_gr2+vento_103	14095.5	1.68421	305.755	3126.79	4581.67
SLE_fre_gr3+vento_104	16857.4	1194.48	278.808	19482.6	4178.23
SLE_fre_gr4+vento_105	16857.4	1194.48	373.039	19482.6	5609.49
SLE_fre_vento_gr1_106	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81

SLE_fre_vento_gr2_107	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_vento_gr3_108	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_vento_gr4_109	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_gr1_temp110	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr2_temp111	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr3_temp112	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr3_temp113	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_qp_gr1_Treno_115	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr2_Scarico_116	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr4_centrif_118	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr1+vento_119	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr2+vento_120	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr3+vento_121	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr4+vento_122	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr1_123	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr2_124	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr3_125	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr4_126	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr1_temp127	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr2_temp128	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_temp129	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_temp130	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
E_103x_SLV_q=1.5_131	14243.3	4154.67	953.343	43687.8	10494.9
E_103y_SLV_q=1.5_132	14243.3	1247.58	2781.46	15198.3	33735.3
E_103z_SLV_q=1.5_133	15249.2	1247.58	953.343	15198.3	10494.9
E_103x_SLV_q=1.36_134	14243.3	4569.97	1031.69	47757.7	11490.9
E_103y_SLV_q=1.36_135	14243.3	1372.17	3042.62	16419.3	37055.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	15249.2	1372.17	1031.69	16419.3	11490.9
E_103x_SLV_q=1_137	14243.3	6238.21	1343.98	64113.2	15467.8
E_103y_SLV_q=1_138	14243.3	1872.64	4083.58	21325.9	50311.7
E_103z_SLV_q=1_139	15249.2	1872.64	1343.98	21325.9	15467.8
E_103x_SLD_q=1_140	13970.7	3539.72	633.981	41241.6	7052.71
E_103y_SLD_q=1_141	13970.7	1063.09	1716.92	14464.4	22261.4
E_103z_SLD_q=1_142	14340.3	1063.09	633.981	14464.4	7052.71

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	40497.4	1080.98	554.781	25744.8	9696.45
A1_SLU_gr2_Scarico_73	35491.4	0	374.567	4477.47	6666.57
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	40497.4	2161.95	425.846	40608.2	7165.45
A1_SLU_gr4_centrif_75	39393.6	1729.56	463.469	33338.2	8027.26
A1_SLU_gr1+vento_76	40497.4	1088.55	1073.62	25845.6	18892.6
A1_SLU_gr2+vento_77	35491.4	7.57894	893.407	4578.27	15862.7
A1_SLU_gr3+vento_78	40497.4	2169.53	944.686	40709	16361.6
A1_SLU_gr4+vento_79	39393.6	1737.14	982.309	33439	17223.4
A1_SLU_vento_gr1_80	39393.6	877.412	1276.77	21615.5	22646.9
A1_SLU_vento_gr2_81	35388.8	12.6316	1161.43	4601.62	20619.5
A1_SLU_vento_gr3_82	39393.6	1742.19	1173.62	33506.2	20622.1
A1_SLU_vento_gr4_83	39393.6	1742.19	1328.2	33506.2	23354.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	29235.4	745.5	334.673	17806.8	6028.11
SLE_rar_gr2_Scarico_86	25783	0	251.816	3139.69	4508.18
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	29235.4	1491	245.752	28057.4	4282.59
SLE_rar_gr4_centrif_88	28474.1	1192.8	280.834	23043.6	5002.55
SLE_rar_gr1+vento_89	29235.4	750.553	680.567	17874	12158.9
SLE_rar_gr2+vento_90	25783	5.05263	597.71	3206.89	10638.9
SLE_rar_gr3+vento_91	29235.4	1496.05	591.646	28124.6	10413.3
SLE_rar_gr4+vento_92	28474.1	1197.85	626.728	23110.8	11133.3
SLE_rar_vento_gr1_93	28474.1	604.821	829.611	14955.1	14839.4
SLE_rar_vento_gr2_94	25712.2	8.42105	776.583	3221.45	13805.8
SLE_rar_vento_gr3_95	28474.1	1201.22	758.475	23155.6	13443
SLE_rar_vento_gr4_96	28474.1	1201.22	857.324	23155.6	15220.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	28474.1	596.4	234.647	14843.1	4367.48
SLE_fre_gr2_Scarico_99	25712.2	0	190.457	3109.45	3455.35
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	28474.1	1192.8	163.511	23043.6	2971.07
SLE_fre_gr4_centrif_101	28474.1	1192.8	257.741	23043.6	4685.02
SLE_fre_gr1+vento_102	28474.1	598.084	349.945	14865.5	6411.07
SLE_fre_gr2+vento_103	25712.2	1.68421	305.755	3131.85	5498.94
SLE_fre_gr3+vento_104	28474.1	1194.48	278.808	23066	5014.65
SLE_fre_gr4+vento_105	28474.1	1194.48	373.039	23066	6728.6
SLE_fre_vento_gr1_106	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24

SLE_fre_vento_gr2_107	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_vento_gr3_108	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_vento_gr4_109	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_gr1_temp110	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr2_temp111	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr3_temp112	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr3_temp113	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_qp_gr1_Treno_115	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr2_Scarico_116	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr4_centrif_118	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr1+vento_119	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr2+vento_120	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr3+vento_121	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr4+vento_122	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr1_123	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr2_124	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr3_125	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr4_126	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr1_temp127	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr2_temp128	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_temp129	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_temp130	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
E_103x_SLV_q=1.5_131	26023.9	5082.45	1231.68	58935.1	14189.9
E_103y_SLV_q=1.5_132	26023.9	2175.36	3059.8	21724.4	42914.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	27412.2	2175.36	1231.68	21724.4	14189.9
E_103x_SLV_q=1.36_134	26023.9	5497.75	1310.02	64251	15420.9
E_103y_SLV_q=1.36_135	26023.9	2299.95	3320.96	23319.1	47018.2
E_103z_SLV_q=1.36_136	27412.2	2299.95	1310.02	23319.1	15420.9
E_103x_SLV_q=1_137	26023.9	7165.99	1622.31	85611.2	20334.7
E_103y_SLV_q=1_138	26023.9	2800.42	4361.92	29727.2	63397.4
E_103z_SLV_q=1_139	27412.2	2800.42	1622.31	29727.2	20334.7
E_103x_SLD_q=1_140	25645	4031.84	781.619	53337.2	9397.56
E_103y_SLD_q=1_141	25645	1555.22	1864.56	19130.1	27855.1
E_103z_SLD_q=1_142	26149	1555.22	781.619	19130.1	9397.56

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	21067.2	1080.98	623.42	7805.42	2539.41
A1_SLU_gr2_Scarico_144	14154.6	0	374.567	4477.47	1684.84
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21067.2	2161.95	494.485	8291.86	1723.25
A1_SLU_gr4_centrif_146	19582	1729.56	518.38	7485.14	2040.37
A1_SLU_gr1+vento_147	21067.2	1088.55	1142.26	7805.42	4834.97
A1_SLU_gr2+vento_148	14154.6	7.57894	893.407	4477.47	3980.4
A1_SLU_gr3+vento_149	21067.2	2169.53	1013.33	8291.86	4018.81
A1_SLU_gr4+vento_150	19582	1737.14	1037.22	7485.14	4335.93
A1_SLU_vento_gr1_151	19582	877.412	1320.7	7095.98	5838.22
A1_SLU_vento_gr2_152	14051.9	12.6316	1161.43	4433.63	5172.48
A1_SLU_vento_gr3_153	19582	1742.19	1217.55	7485.14	5185.29
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1742.19	1383.11	7485.14	5866.31
SLE_rar_gr1_Treno_156	14745.2	745.5	366.231	5434.82	1722.65
SLE_rar_gr2_Scarico_157	9977.88	0	251.816	3139.69	1159.03
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14745.2	1491	277.31	5770.3	1159.78
SLE_rar_gr4_centrif_159	13720.9	1192.8	306.081	5213.94	1384.01
SLE_rar_gr1+vento_160	14745.2	750.553	712.125	5434.82	3253.02
SLE_rar_gr2+vento_161	9977.88	5.05263	597.71	3139.69	2689.4
SLE_rar_gr3+vento_162	14745.2	1496.05	623.204	5770.3	2690.15
SLE_rar_gr4+vento_163	13720.9	1197.85	651.974	5213.94	2914.39
SLE_rar_vento_gr1_164	13720.9	604.821	849.809	4945.56	3919.89
SLE_rar_vento_gr2_165	9907.08	8.42105	776.583	3109.45	3477.24
SLE_rar_vento_gr3_166	13720.9	1201.22	778.672	5213.94	3469.6
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64
SLE_fre_gr1_Treno_169	13720.9	596.4	251.478	4945.56	1359.44
SLE_fre_gr2_Scarico_170	9907.08	0	190.457	3109.45	922.274
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13720.9	1192.8	180.342	5213.94	909.143
SLE_fre_gr4_centrif_172	13720.9	1192.8	278.78	5213.94	1371.72
SLE_fre_gr1+vento_173	13720.9	598.084	366.776	4945.56	1869.56
SLE_fre_gr2+vento_174	9907.08	1.68421	305.755	3109.45	1432.4
SLE_fre_gr3+vento_175	13720.9	1194.48	295.639	5213.94	1419.27
SLE_fre_gr4+vento_176	13720.9	1194.48	394.077	5213.94	1881.85
SLE_fre_vento_gr1_177	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87

SLE_fre_vento_gr2_178	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_vento_gr3_179	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_vento_gr4_180	9623.88	4.21052	342.81	2988.49	1299.87
SLE_fre_gr1_temp181	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr2_temp182	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr3_temp183	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_fre_gr3_temp184	9623.88	1.68421	180.776	2988.49	539.59
SLE_qp_gr1_Treno_186	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_187	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_189	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr2+vento_191	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr3+vento_192	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr4+vento_193	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr1_194	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr2_195	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr3_196	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_vento_gr4_197	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr1_temp198	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp199	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp200	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp201	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_202	10054.9	4154.67	953.343	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	10054.9	1247.58	2781.46	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	11060.8	1247.58	953.343	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	10054.9	4569.97	1031.69	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	10054.9	1372.17	3042.62	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	11060.8	1372.17	1031.69	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	10054.9	6238.21	1343.98	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	10054.9	1872.64	4083.58	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	11060.8	1872.64	1343.98	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	9782.28	3539.72	633.981	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	9782.28	1063.09	1716.92	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	10151.9	1063.09	633.981	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	26721.5	1080.98	623.42	18939.5	8960.64
A1_SLU_gr2_Scarico_144	19808.9	0	374.567	4477.47	5542.87
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	26721.5	2161.95	494.485	30559.9	6816.44
A1_SLU_gr4_centrif_146	25236.3	1729.56	518.38	25299.6	7379.68
A1_SLU_gr1+vento_147	26721.5	1088.55	1142.26	19017.5	16600.3
A1_SLU_gr2+vento_148	19808.9	7.57894	893.407	4555.54	13182.5
A1_SLU_gr3+vento_149	26721.5	2169.53	1013.33	30638	14456.1
A1_SLU_gr4+vento_150	25236.3	1737.14	1037.22	25377.7	15019.3
A1_SLU_vento_gr1_151	25236.3	877.412	1320.7	16133.3	19441.4
A1_SLU_vento_gr2_152	19706.2	12.6316	1161.43	4563.73	17135.2
A1_SLU_vento_gr3_153	25236.3	1742.19	1217.55	25429.7	17726
A1_SLU_vento_gr4_154	25236.3	1742.19	1383.11	25429.7	20112.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	18933.6	745.5	366.231	13113.5	5494.83
SLE_rar_gr2_Scarico_157	14166.3	0	251.816	3139.69	3752.73
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	18933.6	1491	277.31	21127.6	4016.07
SLE_rar_gr4_centrif_159	17909.3	1192.8	306.081	17499.8	4536.64
SLE_rar_gr1+vento_160	18933.6	750.553	712.125	13165.5	10587.9
SLE_rar_gr2+vento_161	14166.3	5.05263	597.71	3191.73	8845.81
SLE_rar_gr3+vento_162	18933.6	1496.05	623.204	21179.6	9109.15
SLE_rar_gr4+vento_163	17909.3	1197.85	651.974	17551.8	9629.72
SLE_rar_vento_gr1_164	17909.3	604.821	849.809	11175.2	12672.9
SLE_rar_vento_gr2_165	14095.5	8.42105	776.583	3196.18	11476
SLE_rar_vento_gr3_166	17909.3	1201.22	778.672	17586.5	11489.9
SLE_rar_vento_gr4_167	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	17909.3	596.4	251.478	11088.5	3949.67
SLE_fre_gr2_Scarico_170	14095.5	0	190.457	3109.45	2883.98
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	17909.3	1192.8	180.342	17499.8	2766.66
SLE_fre_gr4_centrif_172	17909.3	1192.8	278.78	17499.8	4243.15
SLE_fre_gr1+vento_173	17909.3	598.084	366.776	11105.8	5647.36
SLE_fre_gr2+vento_174	14095.5	1.68421	305.755	3126.79	4581.67
SLE_fre_gr3+vento_175	17909.3	1194.48	295.639	17517.1	4464.35
SLE_fre_gr4+vento_176	17909.3	1194.48	394.077	17517.1	5940.85
SLE_fre_vento_gr1_177	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81

SLE_fre_vento_gr2_178	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_vento_gr3_179	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_vento_gr4_180	13812.3	4.21052	342.81	3031.85	4830.81
SLE_fre_gr1_temp181	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr2_temp182	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr3_temp183	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_fre_gr3_temp184	13812.3	1.68421	180.776	3005.83	2401.58
SLE_qp_gr1_Treno_186	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr2_Scarico_187	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr4_centrif_189	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr1+vento_190	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr2+vento_191	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr3+vento_192	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr4+vento_193	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr1_194	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr2_195	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr3_196	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_vento_gr4_197	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27
SLE_qp_gr1_temp198	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr2_temp199	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_temp200	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
SLE_qp_gr3_temp201	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574
E_103x_SLV_q=1.5_202	14243.3	4154.67	953.343	43687.8	10494.9
E_103y_SLV_q=1.5_203	14243.3	1247.58	2781.46	15198.3	33735.3
E_103z_SLV_q=1.5_204	15249.2	1247.58	953.343	15198.3	10494.9
E_103x_SLV_q=1.36_205	14243.3	4569.97	1031.69	47757.7	11490.9
E_103y_SLV_q=1.36_206	14243.3	1372.17	3042.62	16419.3	37055.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	15249.2	1372.17	1031.69	16419.3	11490.9
E_103x_SLV_q=1_208	14243.3	6238.21	1343.98	64113.2	15467.8
E_103y_SLV_q=1_209	14243.3	1872.64	4083.58	21325.9	50311.7
E_103z_SLV_q=1_210	15249.2	1872.64	1343.98	21325.9	15467.8
E_103x_SLD_q=1_211	13970.7	3539.72	633.981	41241.6	7052.71
E_103y_SLD_q=1_212	13970.7	1063.09	1716.92	14464.4	22261.4
E_103z_SLD_q=1_213	14340.3	1063.09	633.981	14464.4	7052.71

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	42404	1080.98	623.42	22182.4	10830.9
A1_SLU_gr2_Scarico_144	35491.4	0	374.567	4477.47	6666.57
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	42404	2161.95	494.485	37045.8	8299.89
A1_SLU_gr4_centrif_146	40918.9	1729.56	518.38	30488.3	8934.81
A1_SLU_gr1+vento_147	42404	1088.55	1142.26	22283.2	20027
A1_SLU_gr2+vento_148	35491.4	7.57894	893.407	4578.27	15862.7
A1_SLU_gr3+vento_149	42404	2169.53	1013.33	37146.6	17496
A1_SLU_gr4+vento_150	40918.9	1737.14	1037.22	30589.1	18131
A1_SLU_vento_gr1_151	40918.9	877.412	1320.7	18765.6	23403.5
A1_SLU_vento_gr2_152	35388.8	12.6316	1161.43	4601.62	20619.5
A1_SLU_vento_gr3_153	40918.9	1742.19	1217.55	30656.3	21378.7
A1_SLU_vento_gr4_154	40918.9	1742.19	1383.11	30656.3	24261.7
SLE_rar_gr1_Treno_156	30550.3	745.5	366.231	15350	6593.52
SLE_rar_gr2_Scarico_157	25783	0	251.816	3139.69	4508.18
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	30550.3	1491	277.31	25600.6	4848
SLE_rar_gr4_centrif_159	29526	1192.8	306.081	21078.2	5454.88
SLE_rar_gr1+vento_160	30550.3	750.553	712.125	15417.2	12724.3
SLE_rar_gr2+vento_161	25783	5.05263	597.71	3206.89	10638.9
SLE_rar_gr3+vento_162	30550.3	1496.05	623.204	25667.8	10978.8
SLE_rar_gr4+vento_163	29526	1197.85	651.974	21145.4	11585.6
SLE_rar_vento_gr1_164	29526	604.821	849.809	12989.7	15222.3
SLE_rar_vento_gr2_165	25712.2	8.42105	776.583	3221.45	13805.8
SLE_rar_vento_gr3_166	29526	1201.22	778.672	21190.2	13825.9
SLE_rar_vento_gr4_167	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8
SLE_fre_gr1_Treno_169	29526	596.4	251.478	12877.7	4704.1
SLE_fre_gr2_Scarico_170	25712.2	0	190.457	3109.45	3455.35
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	29526	1192.8	180.342	21078.2	3307.69
SLE_fre_gr4_centrif_172	29526	1192.8	278.78	21078.2	5079.49
SLE_fre_gr1+vento_173	29526	598.084	366.776	12900.1	6747.69
SLE_fre_gr2+vento_174	25712.2	1.68421	305.755	3131.85	5498.94
SLE_fre_gr3+vento_175	29526	1194.48	295.639	21100.6	5351.27
SLE_fre_gr4+vento_176	29526	1194.48	394.077	21100.6	7123.08
SLE_fre_vento_gr1_177	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24

SLE_fre_vento_gr2_178	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_vento_gr3_179	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_vento_gr4_180	25429	4.21052	342.81	3044.49	5859.24
SLE_fre_gr1_temp181	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr2_temp182	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr3_temp183	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_fre_gr3_temp184	25429	1.68421	180.776	3010.89	2943.91
SLE_qp_gr1_Treno_186	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr2_Scarico_187	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr4_centrif_189	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr1+vento_190	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr2+vento_191	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr3+vento_192	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr4+vento_193	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr1_194	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr2_195	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr3_196	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_vento_gr4_197	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86
SLE_qp_gr1_temp198	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr2_temp199	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_temp200	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
SLE_qp_gr3_temp201	25429	0	54.5651	2988.49	750.269
E_103x_SLV_q=1.5_202	26023.9	5082.45	1231.68	58935.1	14189.9
E_103y_SLV_q=1.5_203	26023.9	2175.36	3059.8	21724.4	42914.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	27412.2	2175.36	1231.68	21724.4	14189.9
E_103x_SLV_q=1.36_205	26023.9	5497.75	1310.02	64251	15420.9
E_103y_SLV_q=1.36_206	26023.9	2299.95	3320.96	23319.1	47018.2
E_103z_SLV_q=1.36_207	27412.2	2299.95	1310.02	23319.1	15420.9
E_103x_SLV_q=1_208	26023.9	7165.99	1622.31	85611.2	20334.7
E_103y_SLV_q=1_209	26023.9	2800.42	4361.92	29727.2	63397.4
E_103z_SLV_q=1_210	27412.2	2800.42	1622.31	29727.2	20334.7
E_103x_SLD_q=1_211	25645	4031.84	781.619	53337.2	9397.56
E_103y_SLD_q=1_212	25645	1555.22	1864.56	19130.1	27855.1
E_103z_SLD_q=1_213	26149	1555.22	781.619	19130.1	9397.56

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

6.2.1 Stati limiti di esercizio

Configurazione1

TESTA PILA						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_14		14745.2	745.5	366.231	5434.82	1722.65
SLE_rar_gr3+vento_20		14745.2	1496.05	623.204	5770.3	2690.15
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		14745.2	1491	277.31	5770.3	1159.78
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64
SLE_rar_gr4_centrif_17		13720.9	1192.8	306.081	5213.94	1384.01
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1201.22	306.081	5213.94	3934.64
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64
SLE_rar_gr4_centrif_17		13720.9	1192.8	306.081	5213.94	1384.01
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64
SLE_qp_gr1_Treno_44		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
SLE_qp_gr1_Treno_44		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68
E_103x_SLD_q=1_69		9767.57	3103.35	736.83	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		9767.57	932.185	2059.75	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		10102.9	932.185	736.83	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	18933.6	745.5	366.231	13113.5	5494.83	
SLE_rar_gr3+vento_20	18933.6	1496.05	623.204	21179.6	9109.15	
SLE_rar_vento_gr4_25	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	18933.6	1496.05	623.204	21179.6	9109.15	
SLE_rar_vento_gr4_25	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	17909.3	1192.8	306.081	17499.8	4536.64	
SLE_rar_vento_gr4_25	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574	
SLE_qp_gr1+vento_48	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
E_103x_SLD_q=1_69	13956	3103.35	736.83	33387.4	7742.73	
E_103y_SLD_q=1_70	13956	932.185	2059.75	12108.1	24561.5	
E_103z_SLD_q=1_71	14291.2	932.185	736.83	12108.1	7742.73	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	30550.3	745.5	366.231	15350	6593.52	
SLE_rar_gr3+vento_20	30550.3	1496.05	623.204	25667.8	10978.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_gr3+vento_20	30550.3	1496.05	623.204	25667.8	10978.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_gr4_centrif_17	29526	1192.8	306.081	21078.2	5454.88	
SLE_rar_vento_gr4_25	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_qp_gr1_Treno_44	25429	0	54.5651	2988.49	750.269	
SLE_qp_gr1+vento_48	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_48	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_48	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_48	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
E_103x_SLD_q=1_69	25630.3	3595.48	884.467	44173.8	10396.1	
E_103y_SLD_q=1_70	25630.3	1424.31	2207.39	16381.1	31183.7	
E_103z_SLD_q=1_71	26100	1424.31	884.467	16381.1	10396.1	

Configurazione2

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	13430.3	745.5	334.673	7891.63	1576.95	
SLE_rar_gr3+vento_91	13430.3	1496.05	591.646	8227.1	2544.46	
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1201.22	857.324	7179.38	3818.08	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	13430.3	1491	245.752	8227.1	1014.08	
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1201.22	857.324	7179.38	3818.08	
SLE_rar_gr4_centrif_88	12669	1192.8	280.834	7179.38	1267.46	
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1201.22	857.324	7179.38	3818.08	
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1201.22	857.324	7179.38	3818.08	
SLE_rar_gr4_centrif_88	12669	1192.8	280.834	7179.38	1267.46	
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1201.22	857.324	7179.38	3818.08	
SLE_qp_gr1_Treno_115	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_119	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68	
SLE_qp_gr1+vento_119	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68	
SLE_qp_gr1_Treno_115	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_119	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68	
E_103x_SLD_q=1_140	9782.28	3539.72	633.981	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141	9782.28	1063.09	1716.92	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142	10151.9	1063.09	633.981	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	17618.6	745.5	366.231	13113.5	5494.83	
SLE_rar_gr3+vento_91	17618.6	1496.05	591.646	23636.4	8638.41	
SLE_rar_vento_gr4_96	16857.4	1201.22	857.324	19552	12648.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	17618.6	1496.05	591.646	23636.4	8638.41	
SLE_rar_vento_gr4_96	16857.4	1201.22	857.324	19552	12648.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	16857.4	1192.8	280.834	19465.2	4160.05	
SLE_rar_vento_gr4_96	16857.4	1201.22	857.324	19552	12648.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	16857.4	1201.22	857.324	19552	12648.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	16857.4	1201.22	857.324	19552	12648.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	16857.4	1201.22	857.324	19552	12648.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574	
SLE_qp_gr1+vento_119	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
E_103x_SLD_q=1_140	13970.7	3539.72	633.981	41241.6	7052.71	
E_103y_SLD_q=1_141	13970.7	1063.09	1716.92	14464.4	22261.4	
E_103z_SLD_q=1_142	14340.3	1063.09	633.981	14464.4	7052.71	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	29235.4	745.5	366.231	15350	6593.52	
SLE_rar_gr3+vento_91	29235.4	1496.05	591.646	28124.6	10413.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	28474.1	1201.22	857.324	23155.6	15220.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	29235.4	1496.05	591.646	28124.6	10413.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	28474.1	1201.22	857.324	23155.6	15220.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	28474.1	1192.8	280.834	23043.6	5002.55	
SLE_rar_vento_gr4_96	28474.1	1201.22	857.324	23155.6	15220.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	28474.1	1201.22	857.324	23155.6	15220.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	28474.1	1201.22	857.324	23155.6	15220.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	28474.1	1201.22	857.324	23155.6	15220.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	25429	0	54.5651	2988.49	750.269	
SLE_qp_gr1+vento_119	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_119	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_119	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_119	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
E_103x_SLD_q=1_140	25645	4031.84	781.619	53337.2	9397.56	
E_103y_SLD_q=1_141	25645	1555.22	1864.56	19130.1	27855.1	
E_103z_SLD_q=1_142	26149	1555.22	781.619	19130.1	9397.56	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14745.2	745.5	366.231	5434.82	1722.65	
SLE_rar_gr3+vento_162	14745.2	1496.05	623.204	5770.3	2690.15	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14745.2	1491	277.31	5770.3	1159.78	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13720.9	1192.8	306.081	5213.94	1384.01	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13720.9	1192.8	306.081	5213.94	1384.01	
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1201.22	882.57	5213.94	3934.64	
SLE_qp_gr1_Treno_186	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68	
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	1.68421	169.863	2988.49	534.68	
SLE_qp_gr1_Treno_186	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	1.68421	169.863	169.863	534.68	
E_103x_SLD_q=1_211	9782.28	3539.72	633.981	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	9782.28	1063.09	1716.92	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	10151.9	1063.09	633.981	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	18933.6	745.5	366.231	13113.5	5494.83	
SLE_rar_gr3+vento_162	18933.6	1496.05	623.204	21179.6	9109.15	
SLE_rar_vento_gr4_167	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	18933.6	1496.05	623.204	21179.6	9109.15	
SLE_rar_vento_gr4_167	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	17909.3	1192.8	306.081	17499.8	4536.64	
SLE_rar_vento_gr4_167	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	17909.3	1201.22	882.57	17586.5	13025.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	13812.3	0	54.5651	2988.49	586.574	
SLE_qp_gr1+vento_190	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	13812.3	1.68421	169.863	3005.83	2284.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	13812.3	1.68421	169.863	169.863	2284.27	
E_103x_SLD_q=1_211	13970.7	3539.72	633.981	41241.6	7052.71	
E_103y_SLD_q=1_212	13970.7	1063.09	1716.92	14464.4	22261.4	
E_103z_SLD_q=1_213	14340.3	1063.09	633.981	14464.4	7052.71	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	30550.3	745.5	366.231	15350	6593.52	
SLE_rar_gr3+vento_162	30550.3	1496.05	623.204	25667.8	10978.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_gr3+vento_162	30550.3	1496.05	623.204	25667.8	10978.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_gr4_centrif_159	29526	1192.8	306.081	21078.2	5454.88	
SLE_rar_vento_gr4_167	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	29526	1201.22	882.57	21190.2	15672.8	
SLE_qp_gr1_Treno_186	25429	0	54.5651	2988.49	750.269	
SLE_qp_gr1+vento_190	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_190	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_190	25429	1.68421	169.863	3010.89	2793.86	
SLE_qp_gr1+vento_190	25429	1.68421	169.863	169.863	2793.86	
E_103x_SLD_q=1_211	25645	4031.84	781.619	53337.2	9397.56	
E_103y_SLD_q=1_212	25645	1555.22	1864.56	19130.1	27855.1	
E_103z_SLD_q=1_213	26149	1555.22	781.619	19130.1	9397.56	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		21067.2	1080.98	623.42	7805.42	2539.41
A1_SLU_gr3+vento_7		21067.2	2169.53	1013.33	8291.86	4018.81
A1_SLU_vento_gr4_12		19582	1742.19	1383.11	7485.14	5866.31
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		21067.2	2161.95	494.485	8291.86	1723.25
A1_SLU_vento_gr4_12		19582	1742.19	1383.11	7485.14	5866.31
E_103x_SLV_q=1.5_60		10054.9	4154.67	953.343	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		10054.9	1247.58	2781.46	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		11060.8	1247.58	953.343	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		10054.9	6238.21	1343.98	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		10054.9	1872.64	4083.58	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		11060.8	1872.64	1343.98	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		26721.5	1080.98	623.42	18939.5	8960.64
A1_SLU_gr3+vento_7		26721.5	2169.53	1013.33	30638	14456.1
A1_SLU_vento_gr4_12		25236.3	1742.19	1383.11	25429.7	20112.4
A1_SLU_gr3+vento_7		26721.5	2169.53	1013.33	30638	14456.1
A1_SLU_vento_gr4_12		25236.3	1742.19	1383.11	25429.7	20112.4
E_103x_SLV_q=1.5_60		14243.3	4154.67	953.343	43687.8	10494.9
E_103y_SLV_q=1.5_61		14243.3	1247.58	2781.46	15198.3	33735.3
E_103z_SLV_q=1.5_62		15249.2	1247.58	953.343	15198.3	10494.9
E_103x_SLV_q=1_66		14243.3	6238.21	1343.98	64113.2	15467.8
E_103y_SLV_q=1_67		14243.3	1872.64	4083.58	21325.9	50311.7
E_103z_SLV_q=1_68		15249.2	1872.64	1343.98	21325.9	15467.8
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		42404	1080.98	623.42	22182.4	10830.9
A1_SLU_gr3+vento_7		42404	2169.53	1013.33	37146.6	17496
A1_SLU_vento_gr4_12		40918.9	1742.19	1383.11	30656.3	24261.7
A1_SLU_gr3+vento_7		42404	2169.53	1013.33	37146.6	17496
A1_SLU_vento_gr4_12		40918.9	1742.19	1383.11	30656.3	24261.7
E_103x_SLV_q=1.36_63		26023.9	5497.75	1310.02	64251	15420.9
E_103y_SLV_q=1.36_64		26023.9	2299.95	3320.96	23319.1	47018.2
E_103z_SLV_q=1.36_65		27412.2	2299.95	1310.02	23319.1	15420.9
E_103x_SLV_q=1_66		26023.9	7165.99	1622.31	85611.2	20334.7
E_103y_SLV_q=1_67		26023.9	2800.42	4361.92	29727.2	63397.4
E_103z_SLV_q=1_68		27412.2	2800.42	1622.31	29727.2	20334.7

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		19160.5	1080.98	554.781	11367.8	2317.86
A1_SLU_gr3+vento_78		19160.5	2169.53	944.686	11854.2	3797.26
A1_SLU_vento_gr4_83		18056.7	1742.19	1328.2	10335	5689.07
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		19160.5	2161.95	425.846	11854.2	1501.7
A1_SLU_vento_gr4_83		18056.7	1742.19	1328.2	10335	5689.07
E_103x_SLV_q=1.5_131		10054.9	4154.67	953.343	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		10054.9	1247.58	2781.46	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		11060.8	1247.58	953.343	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		10054.9	6238.21	1343.98	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		10054.9	1872.64	4083.58	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		11060.8	1872.64	1343.98	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		24814.8	1080.98	554.781	22501.8	8032.11
A1_SLU_gr3+vento_78		24814.8	2169.53	944.686	34200.4	13527.5
A1_SLU_vento_gr4_83		23711	1742.19	1328.2	28279.6	19369.6
A1_SLU_gr3+vento_78		24814.8	2169.53	944.686	34200.4	13527.5
A1_SLU_vento_gr4_83		23711	1742.19	1328.2	28279.6	19369.6
E_103x_SLV_q=1.5_131		14243.3	4154.67	953.343	43687.8	10494.9
E_103y_SLV_q=1.5_132		14243.3	1247.58	2781.46	15198.3	33735.3
E_103z_SLV_q=1.5_133		15249.2	1247.58	953.343	15198.3	10494.9
E_103x_SLV_q=1_137		14243.3	6238.21	1343.98	64113.2	15467.8
E_103y_SLV_q=1_138		14243.3	1872.64	4083.58	21325.9	50311.7
E_103z_SLV_q=1_139		15249.2	1872.64	1343.98	21325.9	15467.8
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		40497.4	1080.98	554.781	25744.8	9696.45
A1_SLU_gr3+vento_78		40497.4	2169.53	944.686	40709	16361.6
A1_SLU_vento_gr4_83		39393.6	1742.19	1328.2	33506.2	23354.2
A1_SLU_gr3+vento_78		40497.4	2169.53	944.686	40709	16361.6
A1_SLU_vento_gr4_83		39393.6	1742.19	1328.2	33506.2	23354.2
E_103x_SLV_q=1.36_134		26023.9	5497.75	1310.02	64251	15420.9
E_103y_SLV_q=1.36_135		26023.9	2299.95	3320.96	23319.1	47018.2
E_103z_SLV_q=1.36_136		27412.2	2299.95	1310.02	23319.1	15420.9
E_103x_SLV_q=1_137		26023.9	7165.99	1622.31	85611.2	20334.7
E_103y_SLV_q=1_138		26023.9	2800.42	4361.92	29727.2	63397.4
E_103z_SLV_q=1_139		27412.2	2800.42	1622.31	29727.2	20334.7

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	21067.2	1080.98	623.42	7805.42	2539.41	
A1_SLU_gr3+vento_149	21067.2	2169.53	1013.33	8291.86	4018.81	
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1742.19	1383.11	7485.14	5866.31	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21067.2	2161.95	494.485	8291.86	1723.25	
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1742.19	1383.11	7485.14	5866.31	
E_103x_SLV_q=1.5_202	10054.9	4154.67	953.343	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	10054.9	1247.58	2781.46	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	11060.8	1247.58	953.343	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	10054.9	6238.21	1343.98	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	10054.9	1872.64	4083.58	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	11060.8	1872.64	1343.98	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	26721.5	1080.98	623.42	18939.5	8960.64	
A1_SLU_gr3+vento_149	26721.5	2169.53	1013.33	30638	14456.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	25236.3	1742.19	1383.11	25429.7	20112.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	26721.5	2169.53	1013.33	30638	14456.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	25236.3	1742.19	1383.11	25429.7	20112.4	
E_103x_SLV_q=1.5_202	14243.3	4154.67	953.343	43687.8	10494.9	
E_103y_SLV_q=1.5_203	14243.3	1247.58	2781.46	15198.3	33735.3	
E_103z_SLV_q=1.5_204	15249.2	1247.58	953.343	15198.3	10494.9	
E_103x_SLV_q=1_208	14243.3	6238.21	1343.98	64113.2	15467.8	
E_103y_SLV_q=1_209	14243.3	1872.64	4083.58	21325.9	50311.7	
E_103z_SLV_q=1_210	15249.2	1872.64	1343.98	21325.9	15467.8	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	42404	1080.98	623.42	22182.4	10830.9	
A1_SLU_gr3+vento_149	42404	2169.53	1013.33	37146.6	17496	
A1_SLU_vento_gr4_154	40918.9	1742.19	1383.11	30656.3	24261.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	42404	2169.53	1013.33	37146.6	17496	
A1_SLU_vento_gr4_154	40918.9	1742.19	1383.11	30656.3	24261.7	
E_103x_SLV_q=1.36_205	26023.9	5497.75	1310.02	64251	15420.9	
E_103y_SLV_q=1.36_206	26023.9	2299.95	3320.96	23319.1	47018.2	
E_103z_SLV_q=1.36_207	27412.2	2299.95	1310.02	23319.1	15420.9	
E_103x_SLV_q=1_208	26023.9	7165.99	1622.31	85611.2	20334.7	
E_103y_SLV_q=1_209	26023.9	2800.42	4361.92	29727.2	63397.4	
E_103z_SLV_q=1_210	27412.2	2800.42	1622.31	29727.2	20334.7	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

7. VERIFICHE STRUTTURALI

Le armature di calcolo derivanti dalle verifiche di resistenza e di esercizio soddisfano le quantità minime indicate dalla normativa, si riepilogano i quantitativi di ciascun elemento.

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	212 Φ 28 interasse 20 cm*	Φ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 3 strati Φ 30/10 Long 2.5 strati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	24 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/20	9.7 cm

**è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'interasse minimo.*

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

Secondo quanto riportano al paragrafo 7.3 e 7.3.6.1 delle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018, adottando un fattore di comportamento pari a 1.5, la struttura può essere progettata come non dissipativa:

Tab. 7.3.I – Limiti su q e modalità di modellazione dell'azione sismica

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

“Nel caso di analisi lineare la verifica di duttilità si può ritenere soddisfatta, rispettando per tutti gli elementi strutturali, sia primari sia secondari, le regole specifiche per i dettagli costruttivi precisate nel presente capitolo per le

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

diverse tipologie costruttive; tali regole sono da considerarsi aggiuntive rispetto a quanto previsto nel Cap. 4 e a quanto imposto dalle regole della progettazione in capacità, il cui rispetto è comunque obbligatorio per gli elementi strutturali primari delle strutture a comportamento dissipativo.

Per strutture a comportamento dissipativo, qualora non siano rispettate le regole specifiche dei dettagli costruttivi, quali precisate nel presente capitolo, occorrerà procedere a verifiche di duttilità, diversamente specificato nei paragrafi successivi relativi alle diverse tipologie costruttive, accertando che la capacità in duttilità della costruzione sia almeno pari:

- a 1,2 volte la domanda in duttilità locale, valutata in corrispondenza dello SLV, nel caso si utilizzino modelli lineari,*
- alla domanda in duttilità locale e globale allo SLC, nel caso si utilizzino modelli non lineari.*

Le verifiche di duttilità non sono dovute nel caso di progettazione con $q \leq 1,5$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

8.1 Modellazione

La geometria della sezione della pila è stata implementata all'interno del software di calcolo RC-SEC con i relativi ferri di armatura longitudinale.

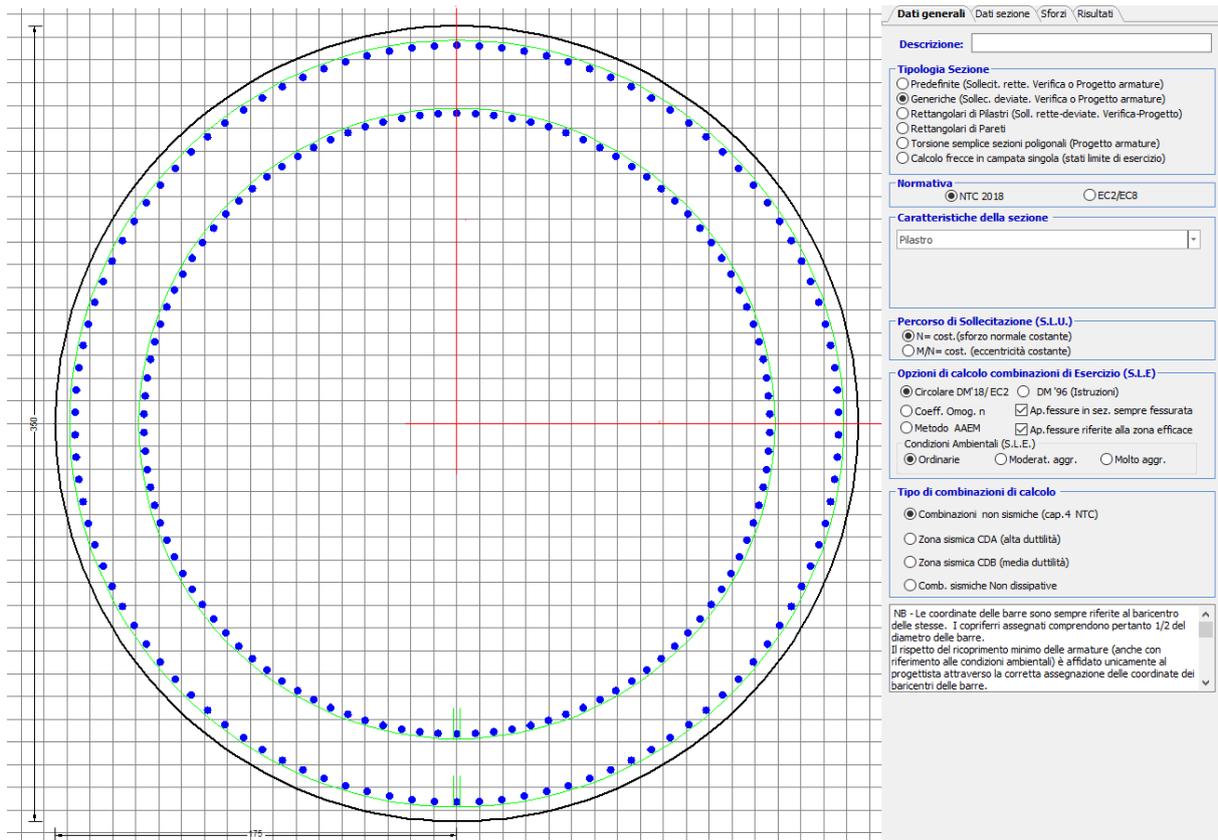


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 212 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 15cm lungo il bordo esterno ed internamente alla sezione.

8.2 Verifica a presso flessione

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

Descrizione Sezione:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica di Pilastro
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi baric. X',Y' // assi coordinate.
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 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:
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 DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 175.0 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 circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. 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 equidist. disposte lungo la circonferenza
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	166.5	106	26
2	0.0	0.0	136.5	106	26

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' // asse X coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord. con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.

Vx

Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	26721.48	18939.46	8960.64	0.00	0.00
2	26721.48	30638.01	14456.06	0.00	0.00
3	25236.30	25429.71	20112.37	0.00	0.00
4	26721.48	30638.01	14456.06	0.00	0.00
5	25236.30	25429.71	20112.37	0.00	0.00
6	14243.33	43687.80	10494.85	0.00	0.00
7	14243.33	15198.28	33735.26	0.00	0.00
8	15249.17	15198.28	10494.85	0.00	0.00
9	24814.85	22501.83	8032.11	0.00	0.00
10	24814.85	34200.38	13527.53	0.00	0.00
11	23710.99	28279.60	19369.55	0.00	0.00
12	24814.85	34200.38	13527.53	0.00	0.00
13	23710.99	28279.60	19369.55	0.00	0.00
14	14243.33	43687.80	10494.85	0.00	0.00
15	14243.33	15198.28	33735.26	0.00	0.00
16	15249.17	15198.28	10494.85	0.00	0.00
17	26721.48	18939.46	8960.64	0.00	0.00
18	26721.48	30638.01	14456.06	0.00	0.00
19	25236.30	25429.71	20112.37	0.00	0.00
20	26721.48	30638.01	14456.06	0.00	0.00
21	25236.30	25429.71	20112.37	0.00	0.00
22	14243.33	43687.80	10494.85	0.00	0.00
23	14243.33	15198.28	33735.26	0.00	0.00
24	15249.17	15198.28	10494.85	0.00	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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My

Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	18933.57	13113.47	5494.83
2	18933.57	21179.64	9109.15
3	17909.30	17586.51	13025.11
4	18933.57	21179.64	9109.15
5	17909.30	17586.51	13025.11
6	17618.65	13113.47	5494.83
7	17618.65	23636.45	8638.41
8	16857.37	19551.96	12648.51
9	17618.65	23636.45	8638.41
10	16857.37	19551.96	12648.51
11	18933.57	13113.47	5494.83
12	18933.57	21179.64	9109.15
13	17909.30	17586.51	13025.11
14	18933.57	21179.64	9109.15
15	17909.30	17586.51	13025.11
16	13955.95	33387.36	7742.73
17	13955.95	12108.15	24561.50
18	14291.24	12108.15	7742.73
19	13970.66	41241.62	7052.71
20	13970.66	14464.43	22261.44
21	14340.26	14464.43	7052.71
22	13970.66	41241.62	7052.71

23	13970.66	14464.43	22261.44
24	14340.26	14464.43	7052.71

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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	17909.30	17499.78 (29005.84)	4536.64 (7519.47)
2	17909.30	17586.51 (20899.25)	13025.11 (15478.62)
3	17909.30	17586.51 (20899.25)	13025.11 (15478.62)
4	17909.30	17586.51 (20899.25)	13025.11 (15478.62)
5	17909.30	17586.51 (20899.25)	13025.11 (15478.62)
6	16857.37	19465.22 (26001.76)	4160.05 (5557.02)
7	16857.37	19551.96 (20362.12)	12648.51 (13172.62)
8	16857.37	19551.96 (20362.12)	12648.51 (13172.62)
9	16857.37	19551.96 (20362.12)	12648.51 (13172.62)
10	16857.37	19551.96 (20362.12)	12648.51 (13172.62)
11	17909.30	17499.78 (29005.84)	4536.64 (7519.47)
12	17909.30	17586.51 (20899.25)	13025.11 (15478.62)
13	17909.30	17586.51 (20899.25)	13025.11 (15478.62)
14	17909.30	17586.51 (20899.25)	13025.11 (15478.62)
15	17909.30	17586.51 (20899.25)	13025.11 (15478.62)

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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	13812.26	2988.49 (0.00)	586.57 (0.00)
2	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
3	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
4	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
5	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
6	13812.26	2988.49 (0.00)	586.57 (0.00)
7	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
8	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
9	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
10	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
11	13812.26	2988.49 (0.00)	586.57 (0.00)
12	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
13	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
14	13812.26	3005.83 (0.00)	2284.27 (0.00)
15	13812.26	169.86 (0.00)	2284.27 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.5 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
 MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
 MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. 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 [cm²]. [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	26721.48	18939.46	8960.64	26721.36	74420.42(74420.42)	35211.43(35211.43)	3.931125.6(288.6)	
2	S	26721.48	30638.01	14456.06	26721.36	74457.10(74457.10)	35133.80(35133.80)	2.431125.6(288.6)	
3	S	25236.30	25429.71	20112.37	25236.29	63763.00(63763.00)	50423.56(50423.56)	2.511125.6(288.6)	
4	S	26721.48	30638.01	14456.06	26721.36	74457.10(74457.10)	35133.80(35133.80)	2.431125.6(288.6)	
5	S	25236.30	25429.71	20112.37	25236.29	63763.00(63763.00)	50423.56(50423.56)	2.511125.6(288.6)	
6	S	14243.33	43687.80	10494.85	14243.07	70693.10(70693.10)	16982.52(16982.52)	1.621125.6(288.6)	
7	S	14243.33	15198.28	33735.26	14243.32	29862.31(29862.31)	66288.76(66288.76)	1.961125.6(288.6)	
8	S	15249.17	15198.28	10494.85	15249.18	60530.50(60530.50)	41797.32(41797.32)	3.981125.6(288.6)	
9	S	24814.85	22501.83	8032.11	24815.05	76277.26(76277.26)	27239.47(27239.47)	3.391125.6(288.6)	
10	S	24814.85	34200.38	13527.53	24814.72	75316.10(75316.10)	29783.87(29783.87)	2.201125.6(288.6)	
11	S	23710.99	28279.60	19369.55	23710.86	66166.90(66166.90)	45316.37(45316.37)	2.341125.6(288.6)	
12	S	24814.85	34200.38	13527.53	24814.72	75316.10(75316.10)	29783.87(29783.87)	2.201125.6(288.6)	
13	S	23710.99	28279.60	19369.55	23710.86	66166.90(66166.90)	45316.37(45316.37)	2.341125.6(288.6)	
14	S	14243.33	43687.80	10494.85	14243.07	70693.10(70693.10)	16982.52(16982.52)	1.621125.6(288.6)	
15	S	14243.33	15198.28	33735.26	14243.32	29862.31(29862.31)	66288.76(66288.76)	1.961125.6(288.6)	
16	S	15249.17	15198.28	10494.85	15249.18	60530.50(60530.50)	41797.32(41797.32)	3.981125.6(288.6)	
17	S	26721.48	18939.46	8960.64	26721.36	74420.42(74420.42)	35211.43(35211.43)	3.931125.6(288.6)	
18	S	26721.48	30638.01	14456.06	26721.36	74457.10(74457.10)	35133.80(35133.80)	2.431125.6(288.6)	
19	S	25236.30	25429.71	20112.37	25236.29	63763.00(63763.00)	50423.56(50423.56)	2.511125.6(288.6)	
20	S	26721.48	30638.01	14456.06	26721.36	74457.10(74457.10)	35133.80(35133.80)	2.431125.6(288.6)	
21	S	25236.30	25429.71	20112.37	25236.29	63763.00(63763.00)	50423.56(50423.56)	2.511125.6(288.6)	
22	S	14243.33	43687.80	10494.85	14243.07	70693.10(70693.10)	16982.52(16982.52)	1.621125.6(288.6)	
23	S	14243.33	15198.28	33735.26	14243.32	29862.31(29862.31)	66288.76(66288.76)	1.961125.6(288.6)	

24 S 15249.17 15198.28 10494.85 15249.18 60530.50(60530.50) 41797.32(41797.32) 3.981125.6(288.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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	74.8	171.7	0.00324	67.1	152.4	-0.00671	-67.1	-152.4
2	0.00350	74.7	139.3	0.00324	67.1	152.4	-0.00671	-67.1	-152.4
3	0.00350	108.6	139.3	0.00324	101.0	132.3	-0.00691	-101.0	-132.3
4	0.00350	74.7	139.3	0.00324	67.1	152.4	-0.00671	-67.1	-152.4
5	0.00350	108.6	139.3	0.00324	101.0	132.3	-0.00691	-101.0	-132.3
6	0.00350	40.9	171.7	0.00320	39.1	161.8	-0.00867	-39.1	-161.8
7	0.00350	159.6	139.3	0.00320	150.3	71.6	-0.00866	-150.3	-71.6
8	0.00350	99.4	139.3	0.00320	93.0	138.1	-0.00848	-93.0	-138.1
9	0.00350	58.8	139.3	0.00324	58.0	156.1	-0.00696	-58.0	-156.1
10	0.00350	64.4	139.3	0.00324	58.0	156.1	-0.00696	-58.0	-156.1
11	0.00350	98.9	171.7	0.00324	93.0	138.1	-0.00712	-93.0	-138.1
12	0.00350	64.4	139.3	0.00324	58.0	156.1	-0.00696	-58.0	-156.1
13	0.00350	98.9	139.3	0.00324	93.0	138.1	-0.00712	-93.0	-138.1
14	0.00350	40.9	139.3	0.00320	39.1	161.8	-0.00867	-39.1	-161.8
15	0.00350	159.6	13.0	0.00320	150.3	71.6	-0.00866	-150.3	-71.6
16	0.00350	99.4	170.5	0.00320	93.0	138.1	-0.00848	-93.0	-138.1
17	0.00350	74.8	77.4	0.00324	67.1	152.4	-0.00671	-67.1	-152.4
18	0.00350	74.7	147.4	0.00324	67.1	152.4	-0.00671	-67.1	-152.4
19	0.00350	108.6	172.5	0.00324	101.0	132.3	-0.00691	-101.0	-132.3
20	0.00350	74.7	95.3	0.00324	67.1	152.4	-0.00671	-67.1	-152.4
21	0.00350	108.6	157.3	0.00324	101.0	132.3	-0.00691	-101.0	-132.3
22	0.00350	40.9	172.5	0.00320	39.1	161.8	-0.00867	-39.1	-161.8
23	0.00350	159.6	95.3	0.00320	150.3	71.6	-0.00866	-150.3	-71.6
24	0.00350	99.4	157.3	0.00320	93.0	138.1	-0.00848	-93.0	-138.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000012786	0.000027024	-0.001731759	----	----
2	0.000012757	0.000027037	-0.001731743	----	----
3	0.000018906	0.000023904	-0.001833374	----	----
4	0.000012757	0.000027037	-0.001731743	----	----
5	0.000018906	0.000023904	-0.001833374	----	----
6	0.000008322	0.000034641	-0.002734638	----	----
7	0.000032481	0.000014633	-0.002734330	----	----
8	0.000019934	0.000028868	-0.002639332	----	----
9	0.000010302	0.000028860	-0.001862685	----	----
10	0.000011271	0.000028497	-0.001862842	----	----
11	0.000017574	0.000025657	-0.001942290	----	----

12	0.000011271	0.000028497	-0.001862842	----	----
13	0.000017574	0.000025657	-0.001942290	----	----
14	0.000008322	0.000034641	-0.002734638	----	----
15	0.000032481	0.000014633	-0.002734330	----	----
16	0.000019934	0.000028868	-0.002639332	----	----
17	0.000012786	0.000027024	-0.001731759	----	----
18	0.000012757	0.000027037	-0.001731743	----	----
19	0.000018906	0.000023904	-0.001833374	----	----
20	0.000012757	0.000027037	-0.001731743	----	----
21	0.000018906	0.000023904	-0.001833374	----	----
22	0.000008322	0.000034641	-0.002734638	----	----
23	0.000032481	0.000014633	-0.002734330	----	----
24	0.000019934	0.000028868	-0.002639332	----	----

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	4.50	67.6	0.0	-17.4	-67.1	-152.4	3254	84.9
2	S	7.07	69.1	0.0	-74.0	-67.1	-152.4	8272	201.8
3	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
4	S	7.07	69.1	0.0	-74.0	-67.1	-152.4	8272	201.8
5	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
6	S	4.44	67.6	0.0	-20.9	-67.1	-152.4	3835	90.3
7	S	7.77	60.1	0.0	-99.7	-58.0	-156.1	9723	228.3
8	S	7.18	95.1	0.0	-88.6	-93.0	-138.1	9418	223.0
9	S	7.77	60.1	0.0	-99.7	-58.0	-156.1	9723	228.3
10	S	7.18	95.1	0.0	-88.6	-93.0	-138.1	9418	223.0
11	S	4.50	67.6	0.0	-17.4	-67.1	-152.4	3254	84.9
12	S	7.07	69.1	0.0	-74.0	-67.1	-152.4	8272	201.8
13	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
14	S	7.07	69.1	0.0	-74.0	-67.1	-152.4	8272	201.8
15	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
16	S	10.83	39.5	0.0	-214.7	-39.1	-161.8	12294	276.1
17	S	8.59	157.0	0.0	-147.6	-150.3	-71.6	11549	260.2
18	S	4.40	94.3	0.0	-33.7	-93.0	-138.1	6161	154.0
19	S	13.28	29.5	0.0	-289.8	-29.5	-163.9	12740	281.4
20	S	8.31	146.7	0.0	-139.5	-140.8	-88.9	11425	260.2
21	S	4.92	76.7	0.0	-45.5	-76.0	-148.1	7446	185.8
22	S	13.28	29.5	0.0	-289.8	-29.5	-163.9	12740	281.4
23	S	8.31	146.7	0.0	-139.5	-140.8	-88.9	11425	260.2
24	S	4.92	76.7	0.0	-45.5	-76.0	-148.1	7446	185.8

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 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 $A_{c\ eff}$ [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 = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	527	0.027 (990.00)	39546.00	16570.64
2	S	-0.00039	0	0.833	26.0	72	0.00022 (0.00022)	547	0.121 (990.00)	23943.76	10297.97
3	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (990.00)	20899.25	15478.62
4	S	-0.00039	0	0.833	26.0	72	0.00022 (0.00022)	547	0.121 (990.00)	23943.76	10297.97
5	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (990.00)	20899.25	15478.62
6	S	-0.00012	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	558	0.035 (990.00)	35407.74	14836.61
7	S	-0.00053	0	0.833	26.0	72	0.00030 (0.00030)	559	0.167 (990.00)	22396.93	8185.40
8	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	556	0.148 (990.00)	20362.12	13172.62
9	S	-0.00053	0	0.833	26.0	72	0.00030 (0.00030)	559	0.167 (990.00)	22396.93	8185.40
10	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	556	0.148 (990.00)	20362.12	13172.62
11	S	-0.00010	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	527	0.027 (990.00)	39546.00	16570.64
12	S	-0.00039	0	0.833	26.0	72	0.00022 (0.00022)	547	0.121 (990.00)	23943.76	10297.97
13	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (990.00)	20899.25	15478.62
14	S	-0.00039	0	0.833	26.0	72	0.00022 (0.00022)	547	0.121 (990.00)	23943.76	10297.97
15	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (990.00)	20899.25	15478.62
16	S	-0.00112	0	0.833	26.0	72	0.00064 (0.00064)	573	0.369 (990.00)	19263.59	4467.34
17	S	-0.00077	0	0.833	26.0	72	0.00044 (0.00044)	572	0.253 (990.00)	9298.95	18863.01
18	S	-0.00018	0	0.833	26.0	72	0.00010 (0.00010)	540	0.054 (990.00)	25327.73	16196.18
19	S	-0.00151	0	0.833	26.0	72	0.00087 (0.00087)	578	0.503 (990.00)	18693.33	3196.74
20	S	-0.00073	0	0.833	26.0	72	0.00042 (0.00042)	568	0.238 (990.00)	11577.47	17818.27
21	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00014 (0.00014)	540	0.074 (990.00)	24757.44	12071.48
22	S	-0.00151	0	0.833	26.0	72	0.00087 (0.00087)	578	0.503 (990.00)	18693.33	3196.74
23	S	-0.00073	0	0.833	26.0	72	0.00042 (0.00042)	568	0.238 (990.00)	11577.47	17818.27
24	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00014 (0.00014)	540	0.074 (990.00)	24757.44	12071.48

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	5.53	43.9	0.0	-42.6	-39.1	-161.8	6195	154.0
2	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
3	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
4	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
5	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
6	S	6.09	36.6	0.0	-61.0	-39.1	-161.8	7952	196.4
7	S	7.18	95.1	0.0	-88.6	-93.0	-138.1	9418	223.0
8	S	7.18	95.1	0.0	-88.6	-93.0	-138.1	9418	223.0
9	S	7.18	95.1	0.0	-88.6	-93.0	-138.1	9418	223.0
10	S	7.18	95.1	0.0	-88.6	-93.0	-138.1	9418	223.0
11	S	5.53	43.9	0.0	-42.6	-39.1	-161.8	6195	154.0
12	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
13	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
14	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8
15	S	6.71	104.2	0.0	-70.6	-101.0	-132.3	8306	201.8

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	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	541	0.069 (0.20)	29005.84	7519.47
2	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (0.20)	20899.25	15478.62

3	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (0.20)	20899.25	15478.62
4	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (0.20)	20899.25	15478.62
5	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (0.20)	20899.25	15478.62
6	S	-0.00032	0	0.833	26.0	72	0.00018 (0.00018)	543	0.099 (0.20)	26001.76	5557.02
7	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	556	0.148 (0.20)	20362.12	13172.62
8	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	556	0.148 (0.20)	20362.12	13172.62
9	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	556	0.148 (0.20)	20362.12	13172.62
10	S	-0.00047	0	0.833	26.0	72	0.00027 (0.00027)	556	0.148 (0.20)	20362.12	13172.62
11	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	541	0.069 (0.20)	29005.84	7519.47
12	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (0.20)	20899.25	15478.62
13	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (0.20)	20899.25	15478.62
14	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (0.20)	20899.25	15478.62
15	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	548	0.116 (0.20)	20899.25	15478.62

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	1.79	33.7	0.0	10.2	-29.5	-163.9	---	---
2	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
3	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
4	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
5	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
6	S	1.79	33.7	0.0	10.2	-29.5	-163.9	---	---
7	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
8	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
9	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
10	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
11	S	1.79	33.7	0.0	10.2	-29.5	-163.9	---	---
12	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
13	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
14	S	1.93	105.9	0.0	8.2	-101.0	-132.3	---	---
15	S	1.65	174.5	0.0	12.2	-165.8	-14.8	---	---

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
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm	
bracci staffe	bs	4		
area armature trasversale	A_{sw}	5	cm ²	
passo staffe	s	15	cm	
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm	
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm	
sezione	tipo	circolare		
tipologia di varifica taglio	secondo	statica $q=1$		
Direzione Longidinale				
resistenza ridotta	$f'c$	11	Mpa	
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione staffe	α	90	gradi	
inclinazione biella	ϑ	22	gradi	
resistenza puntoni	V_c	27404	kN	
resistenza staffe	V_s	7457	kN	
taglio resisistente	V_r	7457	kN	
taglio massimo agente	V_{ed}	6275	kN	
	V_{ed}/V_{rd}	0.84		
Direzione Trasversale				
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione biella	ϑ	22	gradi	
resistenza puntoni	V_c	27404	kN	
resistenza staffe	V_s	7457	kN	
taglio resisistente	V_r	7457	kN	
taglio massimo agente	V_{ed}	5257	kN	
	V_{ed}/V_{rd}	0.71		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

8.4 Verifica minimi di armatura

Secondo quanto prescritto dalle NTC2018 e dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” i quantitativi minimi di armatura da rispettare sono:

- *L'area dell'armatura longitudinale dovrà essere non inferiore allo 0,6% dell'area della sezione effettiva del calcestruzzo. Questa prescrizione non si applica ai tratti di pile che, per motivi idraulici, sono realizzati a sezione piena; per queste, fatte salve le esigenze di calcolo, si manterrà l'armatura corrispondente alla sezione del tratto cavo immediatamente superiore;*
- *Le barre di armatura longitudinale non dovranno distare fra loro più di 300 mm compatibilmente con i limiti forniti nella Tab. 2.5.2.2.6-1;*

Diametro delle barre [mm]	Massimo interasse delle barre [mm]
32	300
24	250
20	200

Tab. 2.5.2.2.6-1 – Diametri e relativi interassi massimi delle barre

- *Non è ammesso l'impiego di staffe elicoidali (spiral);*
- *Non è consentito congiungere tra loro i bracci delle staffe per sovrapposizione. Le staffe devono essere chiuse risvoltando i bracci nel nucleo di calcestruzzo mediante la piegatura dei ferri di 135° verso l'interno e per una lunghezza non inferiore a 10 volte il diametro della staffa;*
- *Nella zona di spiccato delle pile e in quella di sommità delle pile a telaio, per un tratto di lunghezza non inferiore a 3 metri non è consentito operare alcun tipo di giunzione delle armature verticali; al di fuori di tale tratto è consentito congiungere, in modo graduale, le barre verticali mediante sovrapposizione o altro. In particolare, le giunzioni devono essere effettuate in modo da interessare non più di 1/3 delle barre longitudinali presenti nella generica sezione, sfalsando due riprese di armatura successive di almeno 40 diametri in senso verticale;*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

- *L'interasse delle armature trasversali s non deve essere superiore a 10 volte il diametro delle barre longitudinali, né a 1/5 del diametro del nucleo della sezione interna alle stesse;*
- *Nelle pile a sezione cava dovranno prevedersi spille di collegamento fra le armature longitudinali in numero di almeno 6 a metro quadro;*
- *Nel caso in cui il fattore di struttura “q” sia minore o uguale ad 1,5 l'armatura di confinamento delle pile si devono rispettare le limitazioni sulla percentuale meccanica:*

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	212	
diámetro del ferro longitudinale	fi	30	mm
diámetro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	149854	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm ³
		1.56%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.14	g
coefficiente di verifica	ζ	0.03	
interasse staffe	s	150	mm
diámetro armature trasversale	φ	12	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm ²
Area totale staffe	Asw	2.26	mm ²
area totale legature	Asl	12.69	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0592	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

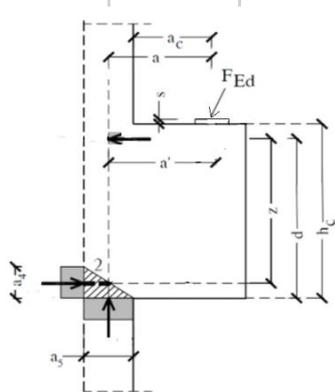
8.5 Verifica spostamenti

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle escursioni longitudinali per tutte le tipologie di luce presenti lungo la linea:

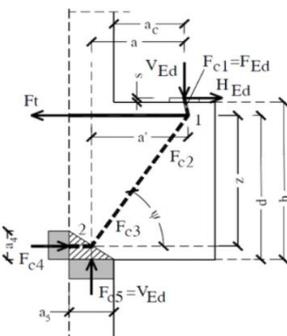
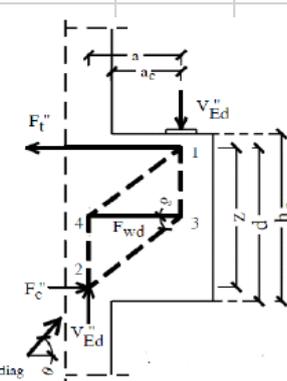
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

L imp (m)	EL (cm)	Corsa appoggi (cm)	Escursione giunti (cm)	Varco (cm)
17.9	12.0	7.5	7.0	8.0
25	14.0	8.8	8.0	9.0
40	17.0	10.6	9.5	10.5
50	19.0	11.9	10.5	11.5
60	22.0	13.8	12.0	13.0

9. PULVINO

<u>Geometria mensola</u>					
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]	
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]	
	profondità	b	2000	[mm]	
	copriferro	c	85	[mm]	
	applicazione carico	ac	50	[mm]	
	altezza utile	d	1915	[mm]	
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]	
<i>tipologia di mensola:</i>		MENSOLA MOLTO TOZZA $2a < z$			
<u>Materiali</u>					
	resistenza a compressione cilindrica	fck	32	[Mpa]	
	resistenza di calcolo	fcd	18.13333333	[Mpa]	
	coefficiente riduttivo	h'	0.872	[Mpa]	
	tensione massima nodo CCC	sRd1,max	15.81226667	[Mpa]	
	tensione massima nodo CCT	sRd2,max	13.44042667	[Mpa]	
	resistenza dell'acciaio	fyk	450	[Mpa]	
	resistenza di calcolo dell'acciaio	fyd	391.3043478	[Mpa]	

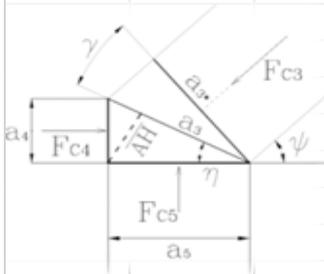
9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

<u>Calcolo armatura principale</u>					
con riferimento al modello 1 di traliccio semplificato, si determina l'armatura principale allo SLU					
	azione esterna applicata	Fed = Fc5	6038.356964	[Kn]	
	forza orizzontale trasmessa	Hed	132.7426089		
	braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
	larghezza risultante di riferimento	a5	190.9390061	[mm]	
	braccio della forza di compressione	a	145.4695031	[mm]	
	trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	619.721986	[Kn]	
	armatura superiore	As	1583.733964	[mm2]	
	diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]	
	passo armature	p	15	[cm]	
	numero di strati di barre	nst	1		
	numeri ferri predisposti in b	n	13.33333333		
	areare ferri resistenti	Ares	2679.466667	[mm2]	
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.691866644			
<i>verifica nodo 1 CCC</i>	lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
	tensione di compressione 4	s4	0.404518268	[Mpa]	Oke
<u>Calcolo armatura secondaria orizzontale</u>					
	angolo di inclinazione	Ψ	84.13722712	[gradi]	
	coefficiente di ripartizione	c	14.07868824	[%]	
	braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
	braccio della forza di compressione	a	145.4695031	[mm]	
	trazione nelle barre secondarie	Fwd	975.6525713	[Kn]	
	armatura secondaria	As	2493.334349	[mm2]	
	armatura minima 0.25As	Amin	669.8666667		
	diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]	
	passo armature direzione b	s	15	[cm]	
	numero di strati di barre	nst	1		
	numeri ferri predisposti in b	n	13.33333333		
	areare ferri resistenti	Ares	2679.466667	[mm2]	
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.691866644			
<i>verifica nodo 2 CCT</i> (sotto la piastra)	area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]	
	tensione di compr. sotto la piastra	sc1	9.434932756	[Mpa]	Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	6038.356964	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	619.721986	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	6070.134297	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	190.9390061	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	789.4388539	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	191.9429246	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	70.17903367	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.404518268	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	3.844588005	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.8123419	[Mpa]	OK



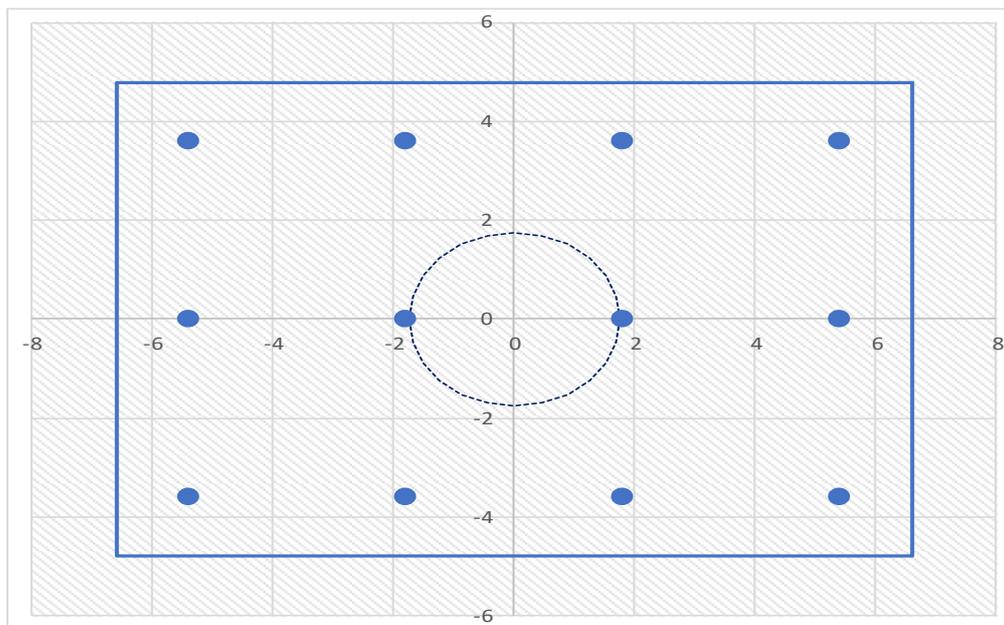
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	6038.356964	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	6070.134297	[Kn]	
		trazione barra	T	619.721986	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	814.0016723	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	84.13722712	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	9.43	≤	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	9.32	≤	13.44 Ok

10. PLINTO DI FONDAZIONE

Per la progettazione e verifica del plinto di fondazione è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti sui singoli pali. Tali sollecitazioni sono state identificate mediante una ripartizione rigida dal baricentro della fondazione.

numero di pali	n.	9		
diametro pali	D	1.2	m	
interasse pali	i	3.6	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.85	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>	



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

Dalle sollecitazioni ottenute precedentemente nel baricentro in corrispondenza dell'intradosso della fondazione si sono ottenute le seguenti sollecitazioni in testa palo:

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	6431.3	4267.8	6855.0
2	0	-3.6	2991.8	1515.3	-1071.9
3	3.6	3.6	7241.3	7202.9	7796.5
4	3.6	-3.6	3801.8	4450.4	-130.5
5	-3.6	-3.6	2181.8	-1419.8	-2013.4
6	-3.6	3.6	5621.3	1332.7	5913.6
7	3.6	0	5521.6	5826.6	3833.0
8	-3.6	0	3901.6	-43.5	1950.1
9	0	0	4711.6	2891.5	2891.5
	0	0	4711.6	2891.5	2891.5
	0	0	4711.6	2891.5	2891.5
	0	0	4711.6	2891.5	2891.5
taglio combinato in			199.5426	431.9582	612.278
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4422.1	4267.8	6855.0
2	0	-3.6	1669.5	1515.3	-1071.9
3	3.6	3.6	5363.5	7202.9	7796.5
4	3.6	-3.6	2611.0	4450.4	-130.5
5	-3.6	-3.6	728.1	-1419.8	-2013.4
6	-3.6	3.6	3480.6	1332.7	5913.6
7	3.6	0	3987.2	5826.6	3833.0
8	-3.6	0	2104.4	-43.5	1950.1
9	0	0	3045.8	2891.5	2891.5
	0	0	3045.8	2891.5	2891.5
	0	0	3045.8	2891.5	2891.5
	0	0	3045.8	2891.5	2891.5
taglio combinato in			269.6995	431.9582	612.278

Il plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone ricadendo nella categoria di elementi tozzi. La larghezza collaborante è stata valutata tramite una diffusione a 45° rispetto al diametro del palo più sollecitato, quindi fermata in corrispondenza della pila o della linea media dell'interasse del palo successivo.

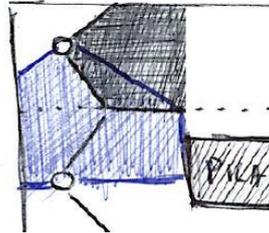


Figura 12 - mensola di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

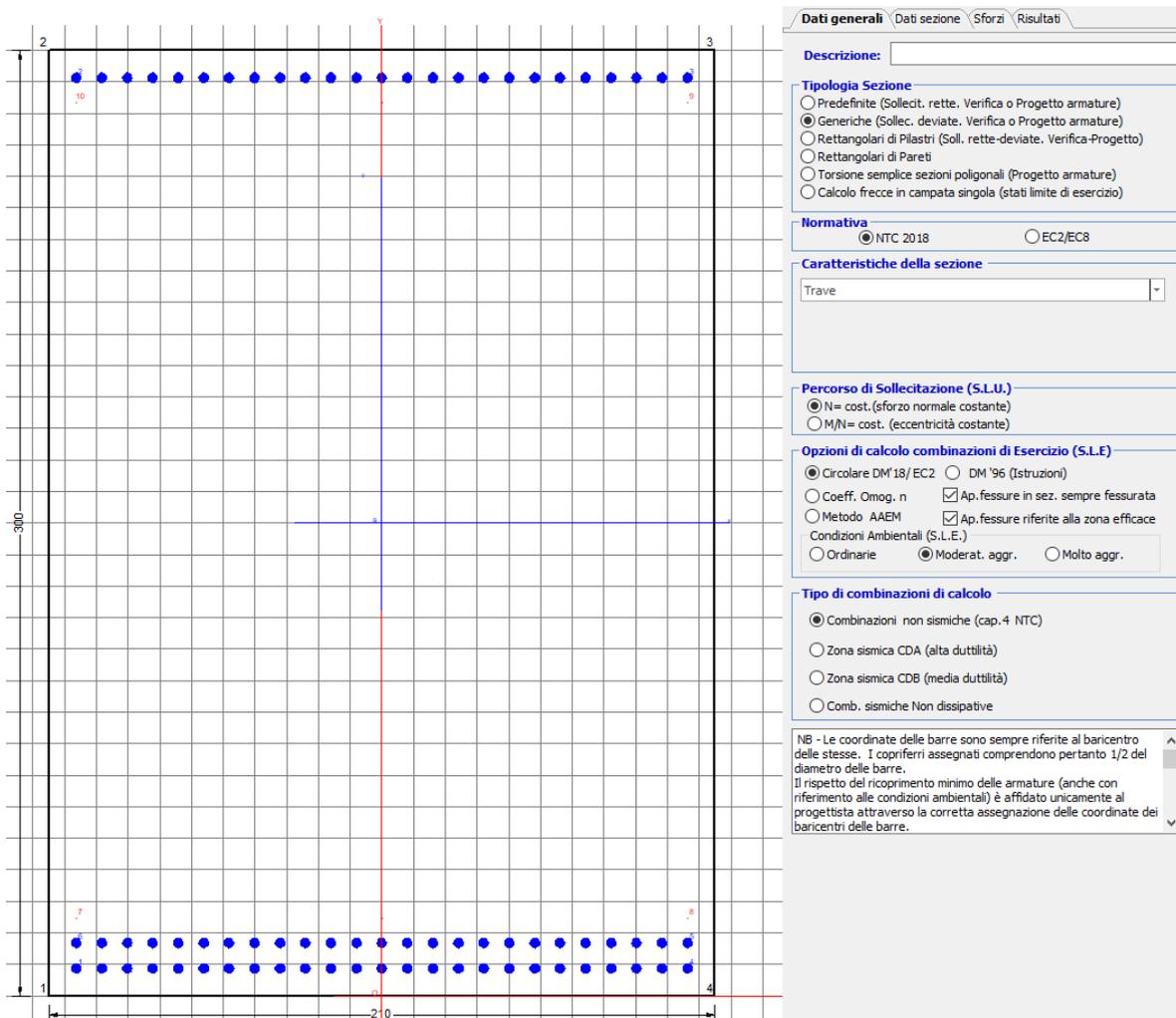
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	5.4	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.48999	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	24.8087	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	5309.48	KN
forza di trazione risultante		T	11486.2	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	9557.07	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	6371.38	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>					
area dell'armatura inferiore richiesta in tras				At	24423.9 mm2
diametro armatura				Φ	30 mm
passo armatura trasversale				p	10 cm
numero di strati				ns	2.5
lunghezza di collaborazione				L	2.05988 m
numero di ferri per strato				n	21
area complessiva sulla lunghezza collaborante				Ares	37110.1 mm2
				coef. Sicur	0.65815
area dell'armatura inferiore richiesta in long				Al	16282.6 mm2
diametro armatura				Φ	30
passo armatura longitudinale				p	10 cm
numero di strati				ns	1.5
lunghezza di collaborazione				L	2.1 m
numero di ferri per strato				n	21
area complessiva sulla lunghezza collaborante				Ares	22266 mm2
				coef. Sicur	0.73128
tasso di lavoro armatura allo SLU				σ_t	257.533 MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU				σ_l	286.148 MPa

10.2 Verifica a presso-flessione

10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 210x300

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	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
	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 DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

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	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	1	1
5	10	9	1	1

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	16550.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	15623.00	0.00	0.00	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	0.00	13322.00	0.00

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	0.00	10965.00 (11009.99)	0.00 (0.00)

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	0.00	5572.00 (11009.99)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 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)
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	16550.00	0.00	0.00	38307.58	0.00	2.31	353.5(90.5)
2	S	0.00	15623.00	0.00	0.00	38307.58	0.00	2.45	353.5(90.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000121823	-0.033046789	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121823	-0.033046789	0.099	0.700

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	4.32	105.0	300.0	-146.8	-48.2	8.7	6720	353.5

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00077	0	0.925	29.9	72	0.00054 (0.00044)	424	0.229 (990.00)	11009.99	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	3.56	105.0	300.0	-120.8	-32.1	8.7	6720	353.5

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	-0.00063	0	0.925	29.9	72	0.00041 (0.00036)	424	0.173 (0.20)	11009.99	0.00

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

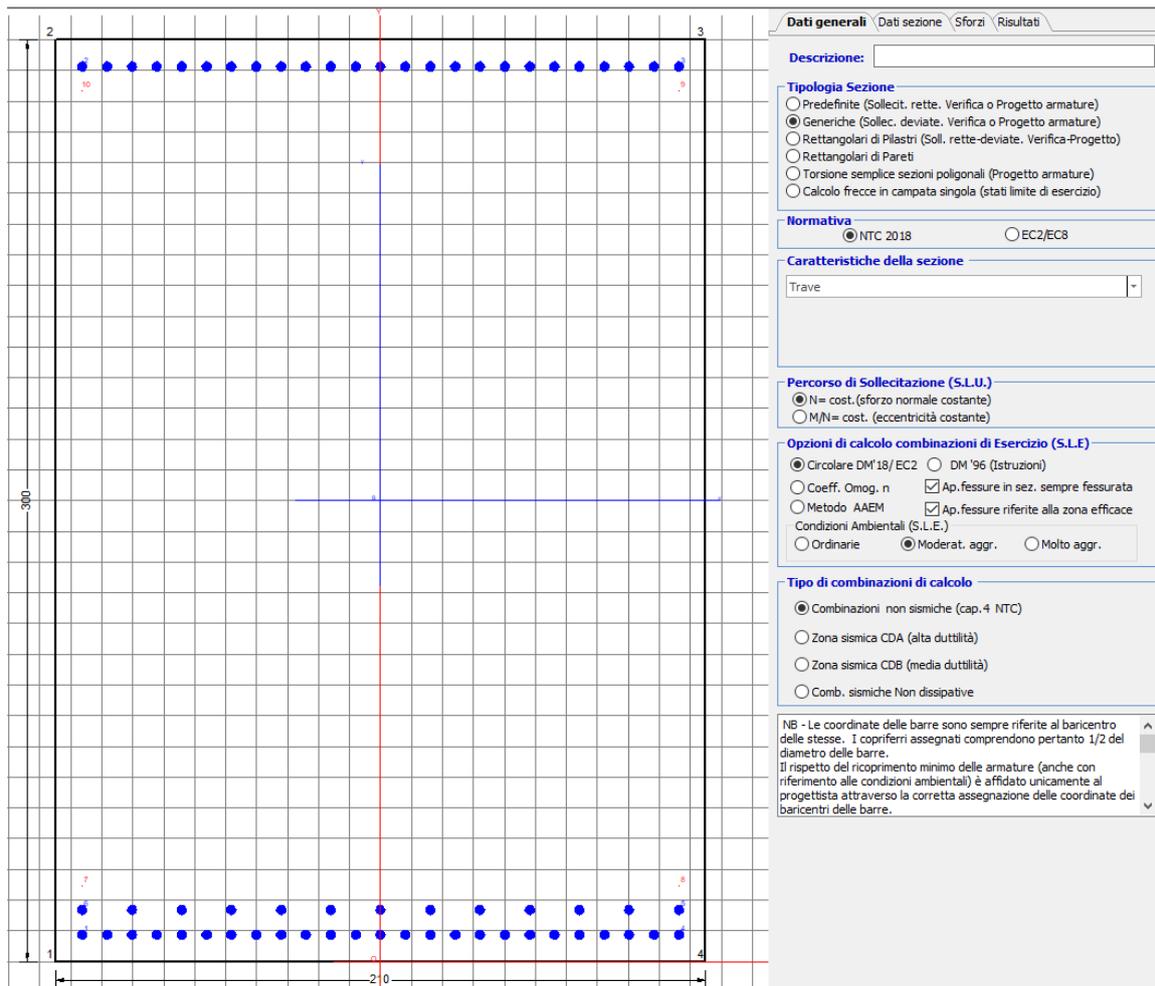
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.81	-105.0	300.0	-61.4	-88.3	8.7	6720	353.5

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	-0.00032	0	0.925	29.9	72	0.00018 (0.00018)	424	0.078 (0.20)	11009.99	0.00

10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione Y 210x300

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
Resis. compr. di progetto fcd: 14.160 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
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 $\beta_1^*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1^*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

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	2	3	23	30
2	6	5	11	30
3	1	4	23	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	10962.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	10407.00	0.00	0.00	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	0.00	8873.00	0.00

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	0.00	7231.00 (10464.27)	0.00 (0.00)

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	0.00	3699.00 (10464.27)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	10962.00	0.00	0.00	29475.00	0.00	2.69	268.6(90.5)
2	S	0.00	10407.00	0.00	0.00	29475.00	0.00	2.83	268.6(90.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.061	-105.0	300.0	0.00177	-96.3	291.3	-0.05432	-96.3	8.7
2	0.00350	0.061	-105.0	300.0	0.00177	-96.3	291.3	-0.05432	-96.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000198494	-0.056048237	0.061	0.700
2	0.000000000	0.000198494	-0.056048237	0.061	0.700

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	3.13	105.0	300.0	-125.7	-24.1	8.7	5985	268.6

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 f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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	= (e1 + e2)/(2*e1) [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 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 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	-0.00065	0	0.936	29.9	72	0.00041 (0.00038)	457	0.187 (990.00)	10464.27	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	2.55	105.0	300.0	-102.5	48.2	8.7	5985	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	0.936	29.9	72	0.00031 (0.00031)	457	0.141 (0.20)	10464.27	0.00

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	1.30	105.0	300.0	-52.4	-80.3	8.7	5985	268.6

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	-0.00027	0	0.936	29.9	72	0.00016 (0.00016)	457	0.072 (0.20)	10464.27	0.00

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

10.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			ϑ	45	gradi
perimetro zona critica			u1	20.169	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	3.21	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			α	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	17.1813	m ²
coefficiente carico			β	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	5309.48	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.75546	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.15109	
valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.0069	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00406	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00801	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.43264	MPa
			vRd,c	0.60679	MPa
				0.71299	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

11. PALI DI FONDAZIONE

11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

11.2 Verifica strutturale

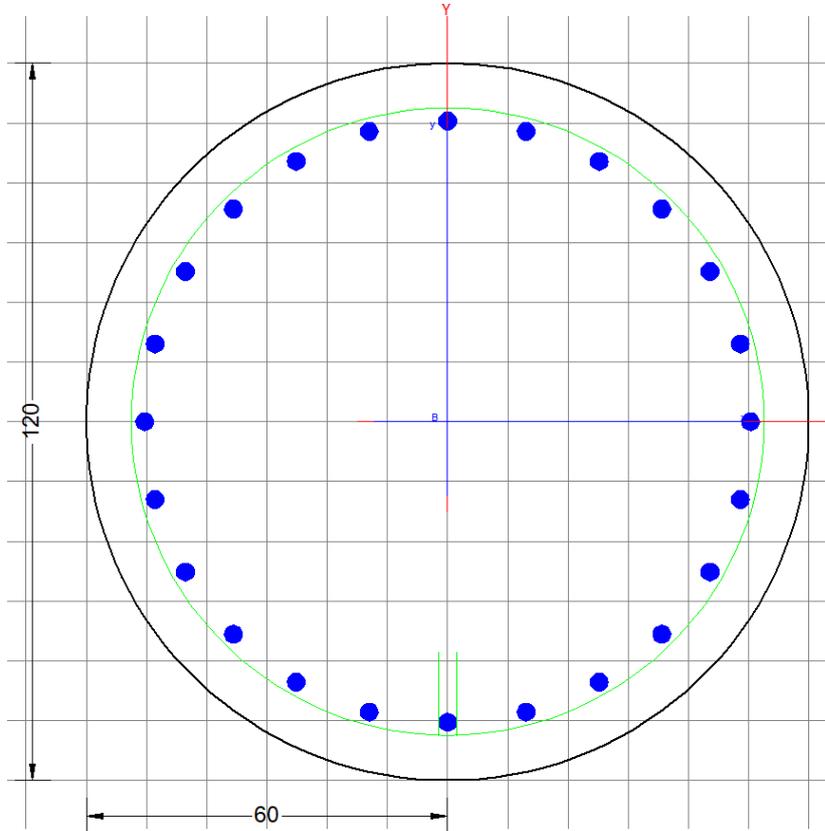
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	42404	2170	1013	37147	17496	
E_103x_SLV_q=1.36_63	26024	5498	1310	64251	15421	
E_103y_SLV_q=1.36_64	26024	2300	3321	23319	47018	
E_103x_SLV_q=1.36_63	26024	5498	1310	64251	15421	
E_103y_SLV_q=1.36_64	26024	2300	3321	23319	47018	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	1.8	3.6	4985.48	4542.39	3413.71
2	1.8	-3.6	2405.86	80.5121	1794.32
3	5.4	3.6	5309.48	4827.96	4284.41
4	5.4	-3.6	2729.86	366.085	2665.03
5	-5.4	-3.6	1757.86	-490.63	52.9106
6	-5.4	3.6	4337.48	3971.24	1672.29
7	5.4	0	4019.67	2597.02	3474.72
8	-5.4	0	3047.67	1740.3	862.602
9	-1.8	0	3371.67	2025.88	1733.31
10	1.8	0	3695.67	2311.45	2604.02
11	-1.8	-3.6	2081.86	-205.06	923.618
12	-1.8	3.6	4661.48	4256.81	2543
taglio equivalente			199.543	470.973	336.635
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.75
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	5309	181	84	542	253
combo2	4828	458	109	1374	328
combo3	4284	192	277	575	830
combo4	-491	458	109	1374	328



Dati generali | Dati sezione | Sforzi | Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione

- Predefinite (Sollecit. rette. Verifica o Progetto armature)
- Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)
- Rettangolari di Pilastri (Soll. rette-deviate. Verifica-Progetto)
- Rettangolari di Pareti
- Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)
- Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

Normativa

- NTC 2018
- EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro

Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)

- N= cost. (sforzo normale costante)
- M/N= cost. (eccentricità costante)

Opzioni di calcolo combinazioni di Esercizio (S.L.E.)

- Circolare DM'18/EC2
- DM '96 (Istruzioni)
- Coeff. Omog. n
- Ap.fessure in sez. sempre fessurata
- Metodo AAEM
- Ap.fessure riferite alla zona efficace Condizioni Ambientali (S.L.E.)
- Ordinarie
- Moderat. aggr.
- Molto aggr.

Tipo di combinazioni di calcolo

- Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)
- Zona sismica CDA (alta duttilità)
- Zona sismica CDB (media duttilità)
- Comb. sismiche Non dissipative

NB - Le coordinate delle barre sono sempre riferite al baricentro delle stesse. I copriferrì assegnati comprendono pertanto 1/2 del diametro delle barre. Il rispetto del ricoprimento minimo delle armature (anche con riferimento alle condizioni ambientali) è affidato unicamente al progettista attraverso la corretta assegnazione delle coordinate dei baricentri delle barre.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo 1.2

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C25/30
Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 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
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 DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 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 circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. 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 equidist. disposte lungo la circonferenza
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	50.3	24	30

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	5498.84	497.19	221.42	0.00	0.00
2	1888.00	247.72	121.68	0.00	0.00
3	5498.84	497.19	221.42	0.00	0.00
4	5425.73	399.27	317.32	0.00	0.00
5	5498.84	497.19	221.42	0.00	0.00
6	5425.73	399.27	317.32	0.00	0.00
7	5323.94	1369.51	385.74	0.00	0.00
8	-215.57	1369.51	385.74	0.00	0.00
9	5323.94	1369.51	385.74	0.00	0.00
10	5006.34	655.06	945.65	0.00	0.00
11	5323.94	1369.51	385.74	0.00	0.00
12	5006.34	655.06	945.65	0.00	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	3906.38	342.85	140.00
2	1454.68	275.29	200.31
3	3906.38	342.85	140.00
4	3854.65	275.29	206.00
5	3906.38	342.85	140.00
6	3854.65	275.29	206.00
7	4529.91	835.15	242.50
8	507.40	835.15	242.50
9	4318.81	835.15	242.50
10	4085.16	372.33	590.61
11	4318.81	885.91	242.50
12	4085.16	372.33	590.61

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	3854.65	275.29 (0.00)	206.00 (0.00)
2	1454.68	275.29 (1484.66)	200.31 (1080.29)
3	3854.65	275.29 (0.00)	206.00 (0.00)
4	3854.65	275.29 (0.00)	206.00 (0.00)
5	3854.65	275.29 (0.00)	206.00 (0.00)
6	3854.65	275.29 (0.00)	206.00 (0.00)

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	2687.37	0.39 (0.00)	41.23 (0.00)
2	2311.11	0.39 (0.00)	41.23 (0.00)
3	2687.37	0.39 (0.00)	41.23 (0.00)
4	2687.37	0.39 (0.00)	41.23 (0.00)
5	2687.37	0.39 (0.00)	41.23 (0.00)
6	2687.37	0.39 (0.00)	41.23 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:

8.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.1 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 [cm²]. [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	5498.84	497.19	221.42	5498.90	3479.80	1547.09	7.00	169.6(33.9)
2	S	1888.00	247.72	121.68	1887.84	2971.82	1453.03	11.99	169.6(33.9)
3	S	5498.84	497.19	221.42	5498.90	3479.80	1547.09	7.00	169.6(33.9)
4	S	5425.73	399.27	317.32	5425.52	2977.54	2364.68	7.46	169.6(33.9)
5	S	5498.84	497.19	221.42	5498.90	3479.80	1547.09	7.00	169.6(33.9)
6	S	5425.73	399.27	317.32	5425.52	2977.54	2364.68	7.46	169.6(33.9)
7	S	5323.94	1369.51	385.74	5323.99	3655.87	1029.22	2.67	169.6(33.9)
8	S	-215.57	1369.51	385.74	-215.54	2650.17	750.38	1.94	169.6(33.9)
9	S	5323.94	1369.51	385.74	5323.99	3655.87	1029.22	2.67	169.6(33.9)
10	S	5006.34	655.06	945.65	5006.38	2147.40	3098.75	3.28	169.6(33.9)
11	S	5323.94	1369.51	385.74	5323.99	3655.87	1029.22	2.67	169.6(33.9)
12	S	5006.34	655.06	945.65	5006.38	2147.40	3098.75	3.28	169.6(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Xc 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	24.4	0.6	0.00289	25.2	43.6	-0.00321	-25.2	-43.6
2	0.00350	26.5	0.6	0.00266	25.2	43.6	-0.00593	-25.2	-43.6
3	0.00350	24.4	0.6	0.00289	25.2	43.6	-0.00321	-25.2	-43.6
4	0.00350	37.3	0.6	0.00288	35.6	35.6	-0.00325	-35.6	-35.6
5	0.00350	24.4	0.6	0.00289	25.2	43.6	-0.00321	-25.2	-43.6
6	0.00350	37.3	0.6	0.00288	35.6	35.6	-0.00325	-35.6	-35.6
7	0.00350	16.3	57.6	0.00290	13.0	48.6	-0.00333	-13.0	-48.6
8	0.00350	16.3	57.6	0.00241	13.0	48.6	-0.00885	-13.0	-48.6
9	0.00350	16.3	57.6	0.00290	13.0	48.6	-0.00333	-13.0	-48.6
10	0.00350	49.3	32.0	0.00287	43.6	25.2	-0.00349	-43.6	-25.2
11	0.00350	16.3	57.9	0.00290	13.0	48.6	-0.00333	-13.0	-48.6
12	0.00350	49.3	32.0	0.00287	43.6	25.2	-0.00349	-43.6	-25.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000024810	0.000055709	-0.000159036	----	----
2	0.000037734	0.000076821	-0.001635264	----	----
3	0.000024810	0.000055709	-0.000159036	----	----
4	0.000038171	0.000048029	-0.000180981	----	----
5	0.000024810	0.000055709	-0.000159036	----	----
6	0.000038171	0.000048029	-0.000180981	----	----
7	0.000016794	0.000059625	-0.000216719	----	----
8	0.000030361	0.000107793	-0.003219263	----	----
9	0.000016794	0.000059625	-0.000216719	----	----
10	0.000052190	0.000036152	-0.000309281	----	----
11	0.000016794	0.000059625	-0.000216719	----	----
12	0.000052190	0.000036152	-0.000309281	----	----

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	4.48	22.7	0.0	21.6	-13.0	-48.6	----	----
2	S	2.62	35.3	0.0	-4.6	-25.2	-43.6	487	14.1
3	S	4.48	22.7	0.0	21.6	-13.0	-48.6	----	----
4	S	4.32	35.9	0.0	22.5	-25.2	-43.6	----	----
5	S	4.48	22.7	0.0	21.6	-13.0	-48.6	----	----
6	S	4.32	35.9	0.0	22.5	-25.2	-43.6	----	----
7	S	7.19	16.7	0.0	-0.4	-13.0	-48.6	352	7.1
8	S	6.30	16.7	0.0	-135.4	-13.0	-48.6	1693	42.4
9	S	7.05	16.7	0.0	-3.1	-13.0	-48.6	375	7.1
10	S	6.08	50.8	0.0	4.9	-43.6	-25.2	0	0.0
11	S	7.30	15.8	0.0	-6.6	-13.0	-48.6	355	7.1
12	S	6.08	50.8	0.0	4.9	-43.6	-25.2	0	0.0

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.742	30.0	82	0.00001 (0.00001)	539	0.007 (990.00)	1484.66	1080.29
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00005	0	0.522	30.0	82	0.00000 (0.00000)	544	0.001 (990.00)	3421.37	993.45
8	S	-0.00078	0	0.833	30.0	82	0.00041 (0.00041)	618	0.251 (990.00)	605.95	175.95
9	S	-0.00006	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	604	0.006 (990.00)	2750.67	798.70
10	S	-0.00001	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.005 (990.00)	5354.33	8493.34
11	S	-0.00008	0	0.694	30.0	82	0.00002 (0.00002)	634	0.013 (990.00)	2276.92	623.26
12	S	-0.00001	0	0.694	30.0	82	0.00002 (0.00002)	0	0.005 (990.00)	5354.33	8493.34

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	4.32	35.9	0.0	22.5	-25.2	-43.6	---	---
2	S	2.62	35.3	0.0	-4.6	-25.2	-43.6	487	14.1
3	S	4.32	35.9	0.0	22.5	-25.2	-43.6	---	---
4	S	4.32	35.9	0.0	22.5	-25.2	-43.6	---	---
5	S	4.32	35.9	0.0	22.5	-25.2	-43.6	---	---
6	S	4.32	35.9	0.0	22.5	-25.2	-43.6	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.742	30.0	82	0.00001 (0.00001)	539	0.007 (0.20)	1484.66	1080.29
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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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	2.12	60.0	0.0	26.8	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.85	60.0	0.0	22.7	-50.3	0.0	---	---
3	S	2.12	60.0	0.0	26.8	-50.3	0.0	---	---
4	S	2.12	60.0	0.0	26.8	-50.3	0.0	---	---
5	S	2.12	60.0	0.0	26.8	-50.3	0.0	---	---
6	S	2.12	60.0	0.0	26.8	-50.3	0.0	---	---

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
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI12 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1500 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205002	REV. B

11.3 Verifica a taglio

A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente,

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	42404	2170	1013	37147	17496	
E_103x_SLV_q=1_66	26024	7166	1622	85611	20335	
E_103y_SLV_q=1_67	26024	2800	4362	29727	63397	
E_103x_SLV_q=1_66	26024	7166	1622	85611	20335	
E_103y_SLV_q=1_67	26024	2800	4362	29727	63397	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	7166	2800
sollecitazione massima direzione y	Ty	1622	4362
vettore complessivo, singolo palo	T	612	432

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm ²
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f _{yd}	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f _{ck}	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f _{cd}	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' _c	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	β	22	gradi
resistenza puntoni	V _c	2839	kN
resistenza staffe	V _s	977	kN
taglio resisistente	V _r	977	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	612	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.63	

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	160 kg/mc
Plinto di fondazione	140 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc