

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 - P26

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1205 003 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.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783

File: RS3T30D09CLVI1205003B

n. Elab.: 09_315_2

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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 26 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 11.00m, ed impalcato 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.

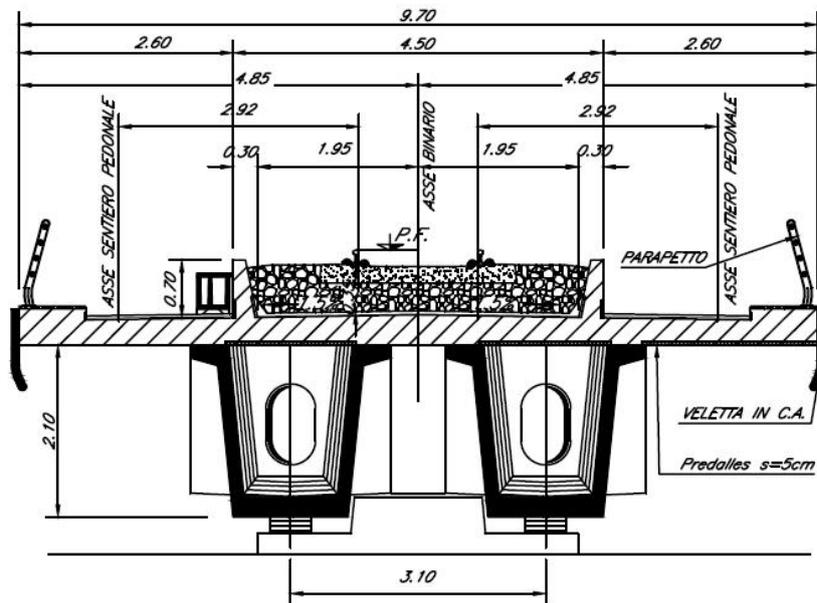
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 3.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

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



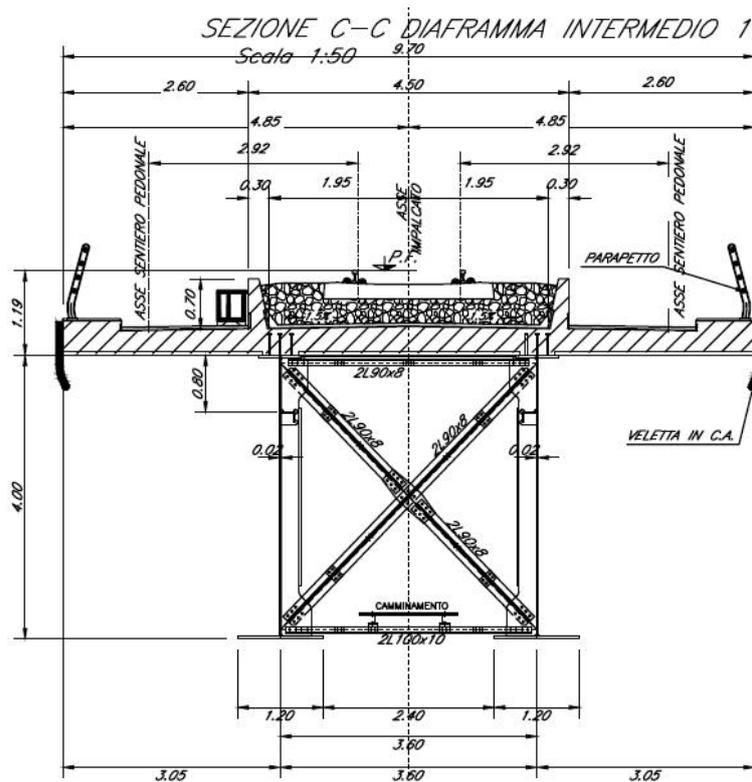
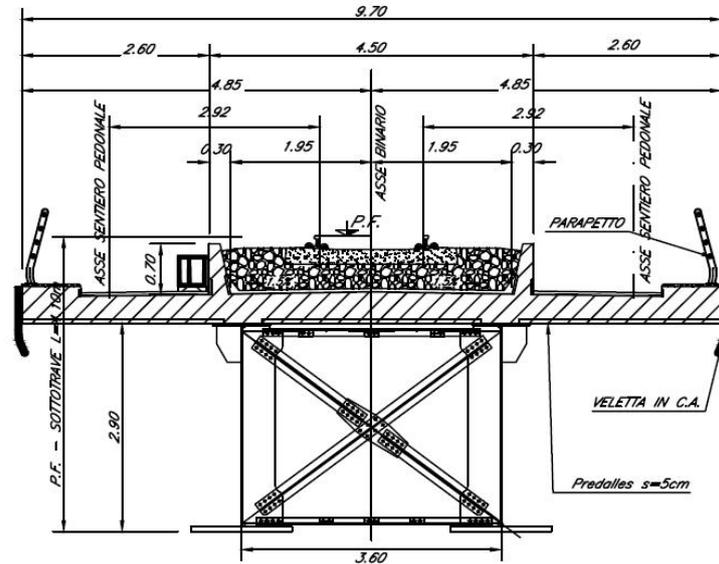


Figura 2: sezione trasversale impalcato

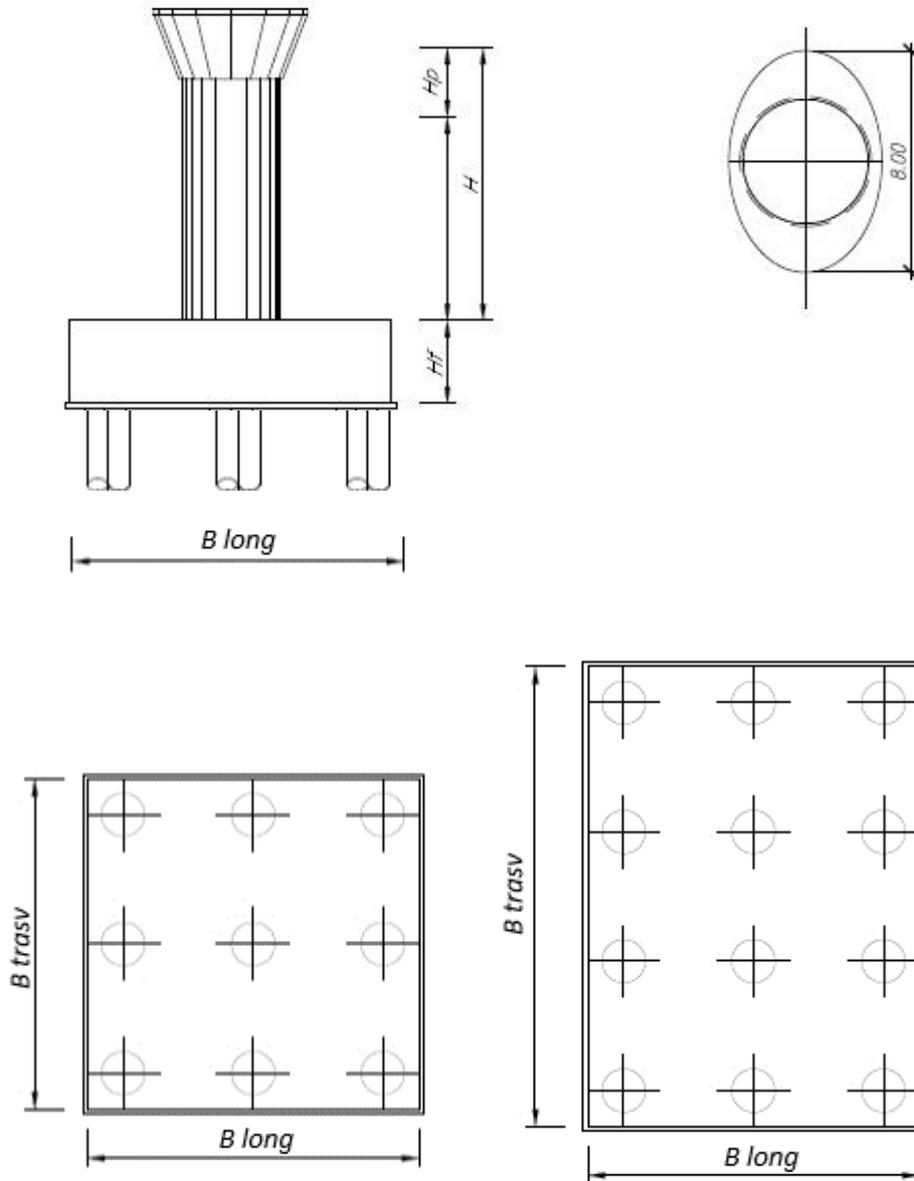


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pile

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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>

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	REV. B

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

classe di resistenza conglomerato		classe	C32/40	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	40	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	33346	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	40	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{ck}	32	<i>MPa</i>

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

denominazione tipo d'acciaio		nome	B450	
modulo elastico		E _s	210000	<i>MPa</i>
tensione media di snervamento		f _{ym}	480	<i>MPa</i>
tensione caratteristica di snervamento		f _{yk}	450	<i>MPa</i>
tensione di snervamento di calcolo		f _{yd}	391.30	<i>MPa</i>
tensione caratteristica a rottura		f _{tk}	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 f_{ck}
- per combinazione quasi permanente : 0.40 f_{ck}
- per spessori minori di 5cm tali valori devono essere decrementati del 30%.

 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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	REV. B

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:

$$\sigma_{c \max QP} = (0,40 f_{cK}) = 12.8 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{c \max R} = (0,55 f_{cK}) = 17.6 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

$$\sigma_{s \max R} = (0,75 f_{yk}) = 337.5 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

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 – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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 11.00m. 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	11	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	2165	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	1538	kN
FONDAZIONE						
asse minore ellisse				a	13.2	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	117.1	m ³
peso di vulume 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 – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	0,8	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	0,8	0	0,4	0,8	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	0,8	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	0,8	0	0,4	0,8	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	0,8	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_gp_gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_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 ripotate 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	REV. B

5. ANALISI DEI CARICHI

5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

viadotto a binario					Singolo		
lato impalcato					SX		DX
tipologia di impalcato					2TR		2TR
luce impalcato					50	m	50
							m
DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE							
altezza cassoncino			h		2.8	m	2.8
spessore medio soletta			s		0.4	m	0.4
estradosso impalcato			H		3.2	m	3.2
spessore ballast + rotaia			hb		0.88	m	0.88
altezza PF da estradosso trave			h2		1.19	m	1.19
							m
lunghezza travata			L		49.6	m	49.6
luce appoggi travata			La		48	m	48
larghezza totale impalcato			B		9.7	m	
peso permanente strutturale			G1		6544	kN	6544
peso permanenti non strutt			G2		5570	kN	5570
							kN

Altezze da intradosso del cassoncino							
baricentro del cassoncino			gc		1.12	m	1.12
area cassoncino			Ac		0.12	m ²	0.12
baricentro della soletta			gs		2.33	m	2.33
area soletta			As		3.00	m ²	3.00
							m ²
baricentro sezione trave+soletta	(da intradosso trave)		Gb1		2.09	m	2.09
baricentro del ballast	(da intradosso trave)		Gb2		3.64	m	3.64
altezza piano del ferro	(da intradosso trave)		H		3.99	m	3.99
baricentro treno	(da intradosso trave)		Gb3		5.79	m	5.79
							m

 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 – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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:

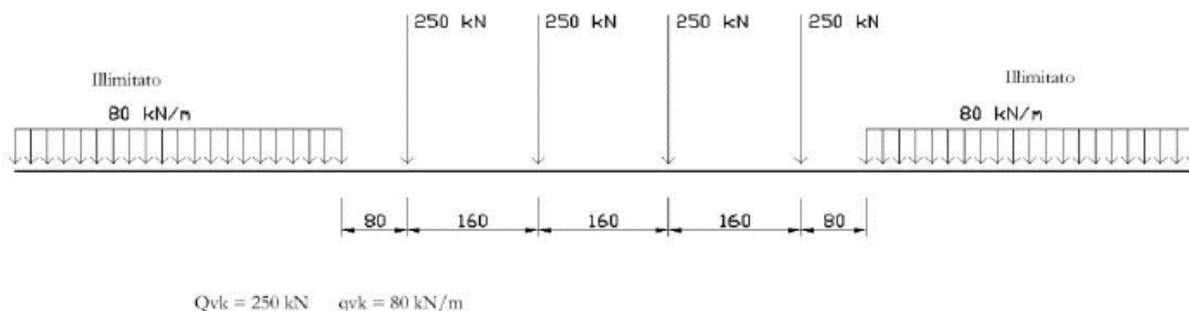
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	6544	0
scarichi estradosso Pila - G2	5570	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	10901	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	5570	0
scarichi sui Pali - G1	23742	0
scarichi sui Pali - G2	5570	0

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;

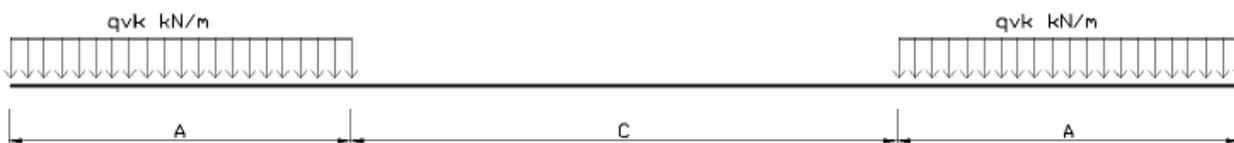
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	5255	628	525
COMBO ML	3188	3825	319
COMBO MT	5255	628	525

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

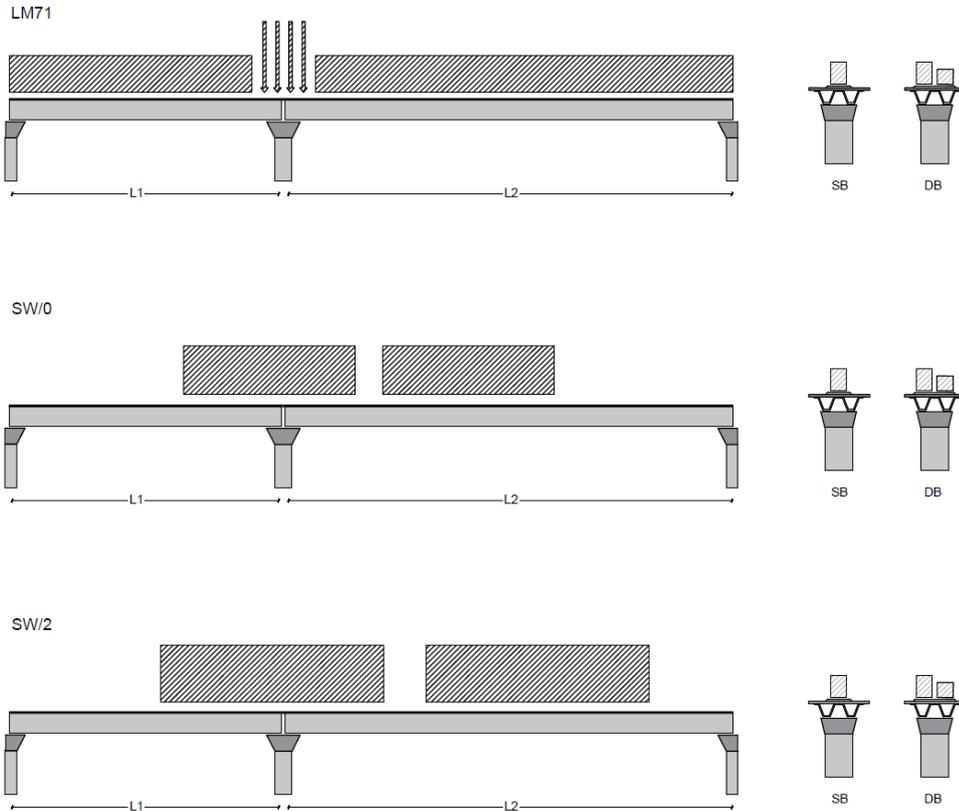


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

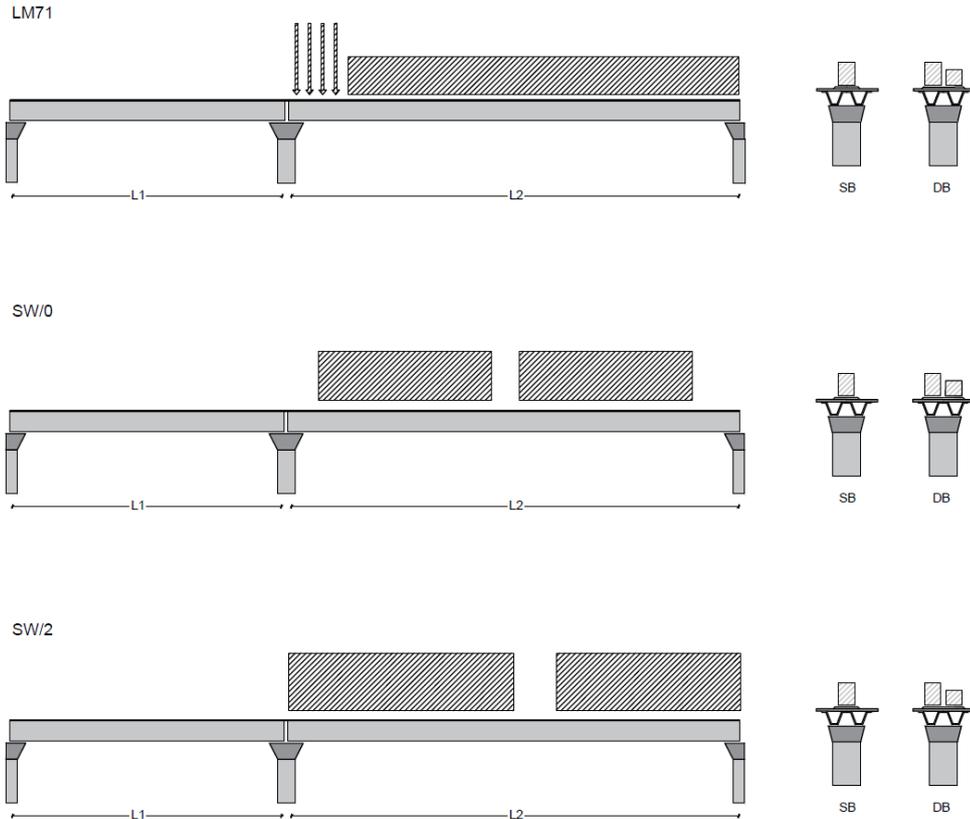


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

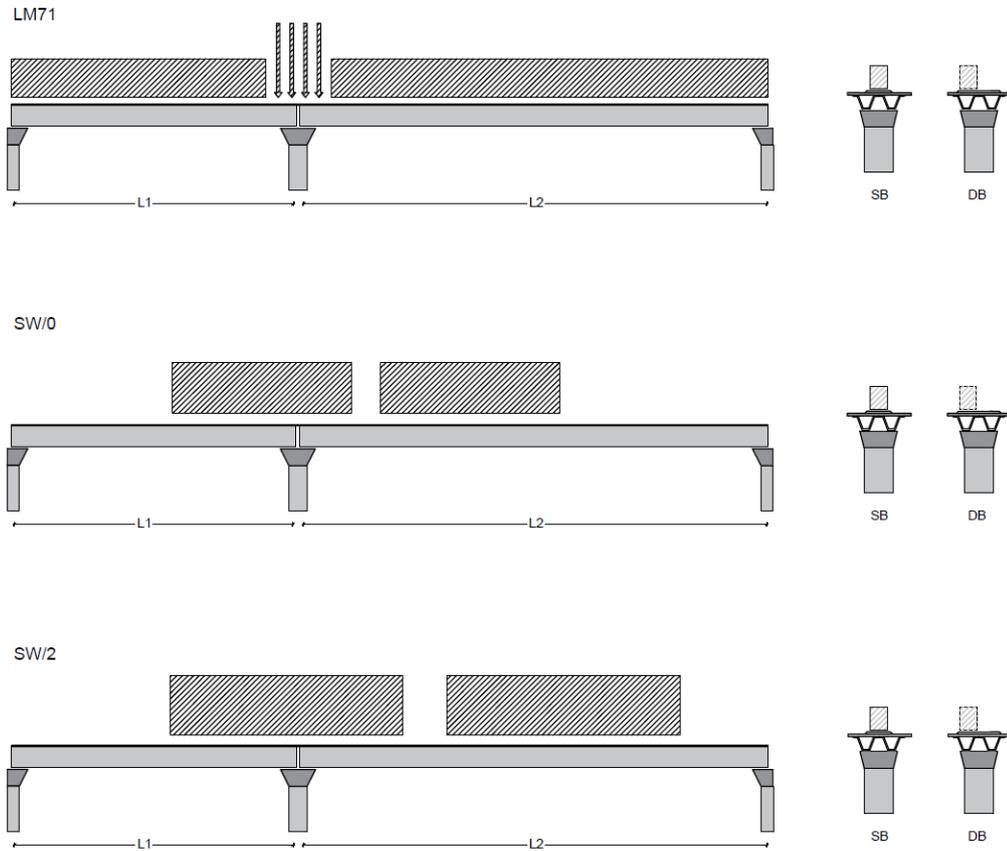


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	48	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.793494	
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.							
						SX	
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	289.0	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	92.5	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	12.2	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	3.9	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	0.79	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	262.8	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	84.1	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	14.2	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.6	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	157.66	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.21	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	4.2080742	0	4.20807	208.7205	1321.2

 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 – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	6544	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	5570	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	6716	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	365.6	kN
momento longitudinale in testa pila		M	164.5	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	11	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	11.45	m
	altezza di riferimento	z	16.15	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.67	
	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	1427.77	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	4.4	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	9.4	m
		d/h	1.03191	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.11622	
	forza trasversale	fx	28.4	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1408.7	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	7255.0	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	9.28	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.04526			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.11255			
	forza trasversale	fx	28.0			
	forza equivalente in testa pila	Fx	1388.3	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	7066.6	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	11	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.41316			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1427.77	n/m2		
			1.42777	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	9103119			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90821	
	rapporto geometrico	l/b	3.14286	
	snellezza effettiva	λ	3.14286	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64729	
	forza trasversale	f tras	0.8	
	forza equivalente in testa pila	F tras	9.2	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	6.6	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	0.90821	
	rapporto geometrico	l/b	3.14286	
	snellezza effettiva	λ	3.14286	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64729	
	forza longitudinale	f lon	0.83935	
	forza equivalente in testa pila	F lon	9.23286	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	6.6	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.

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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.

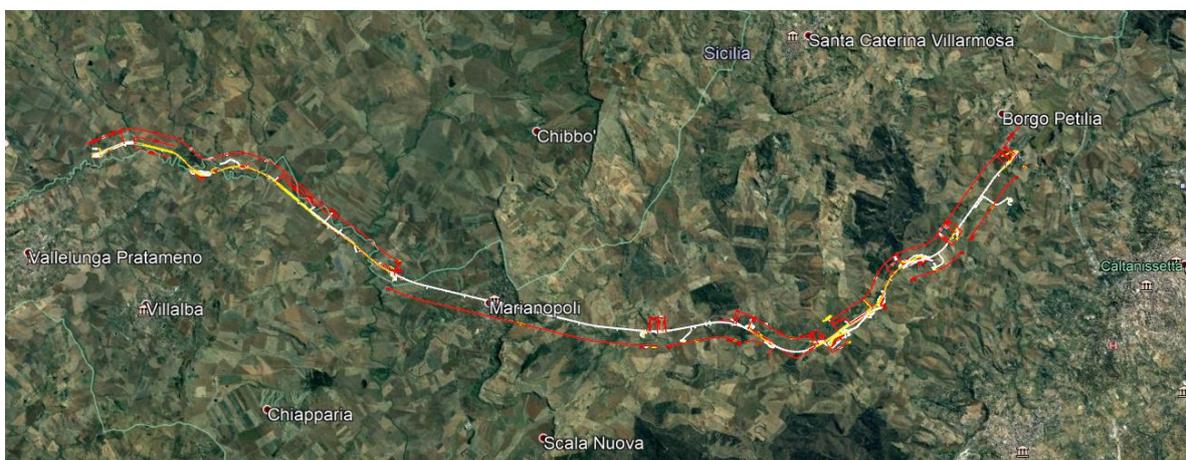


Figura 4 – Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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

Ricerca per comune

LONGITUDINE

LATITUDINE

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

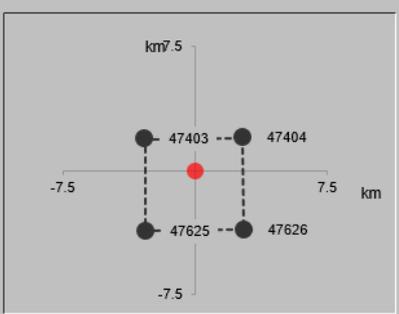
Interpolazione

superficie rigata



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

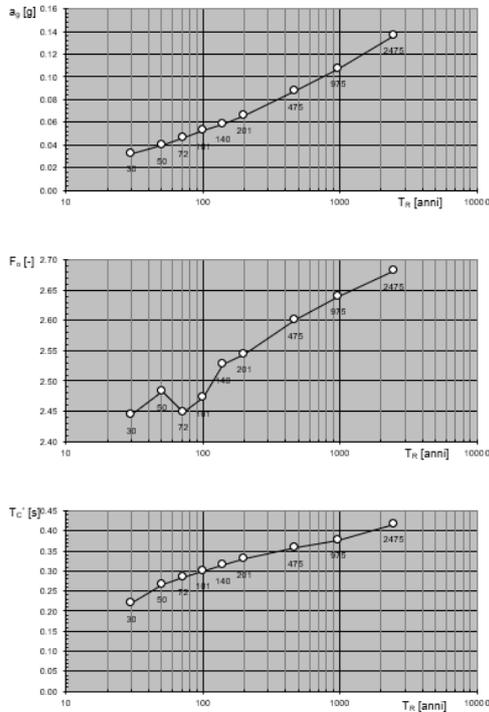
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

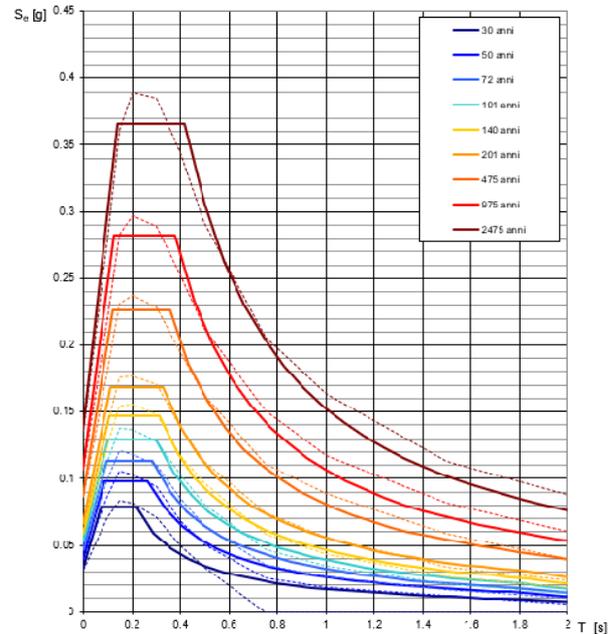
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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

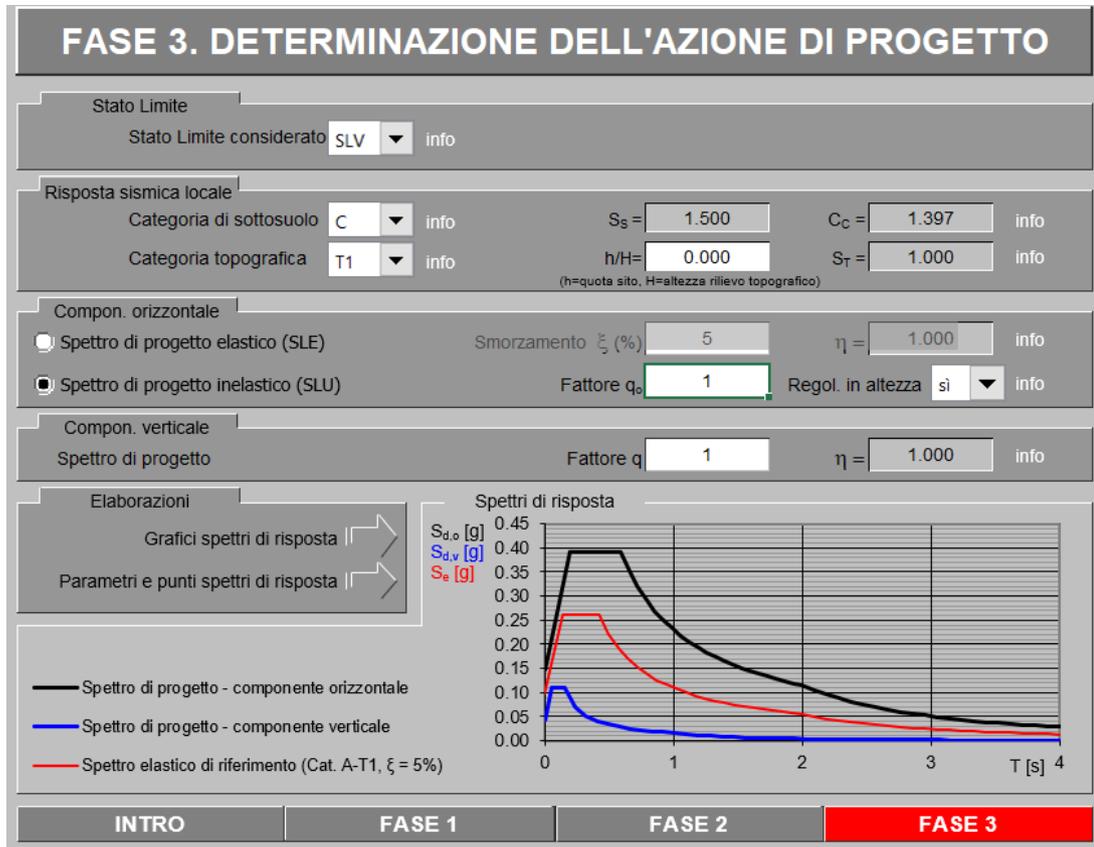
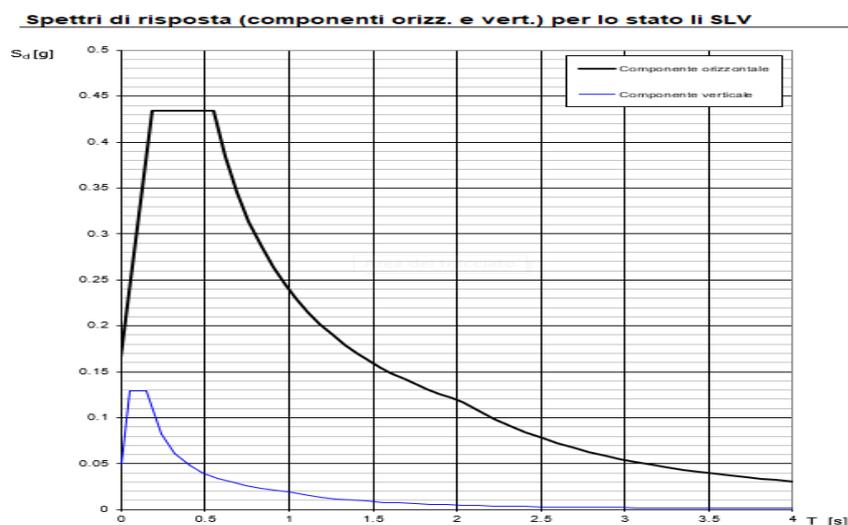


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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.

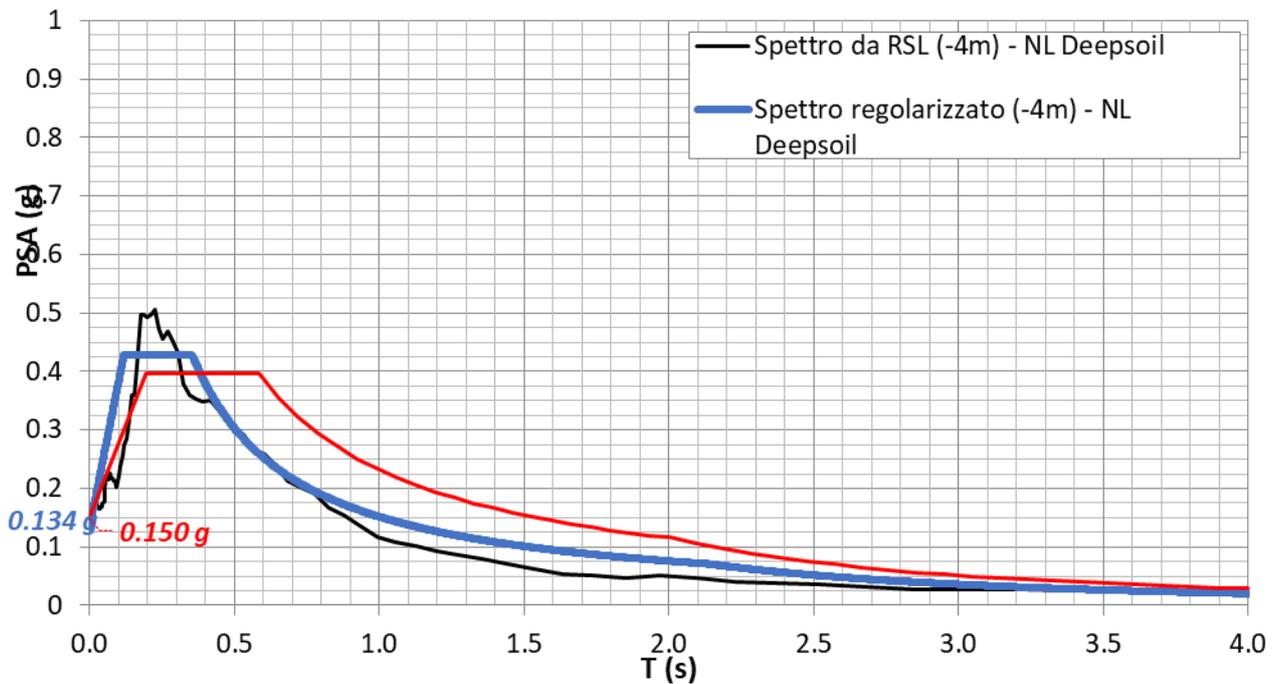
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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	6376	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1275	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	13389	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2678	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2165	kN
massa efficace pila		Mpe	2914	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	16303	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		NO per -235.7 KN	
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5255	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1051	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	13165	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2165	kN
massa efficace pila		Mpe	2914	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	16079	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		NO per -280.5 KN	
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5255	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1051	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	13165	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2165	kN
massa efficace pila		Mpe	2914	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	16079	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		NO per -280.5 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	REV. B

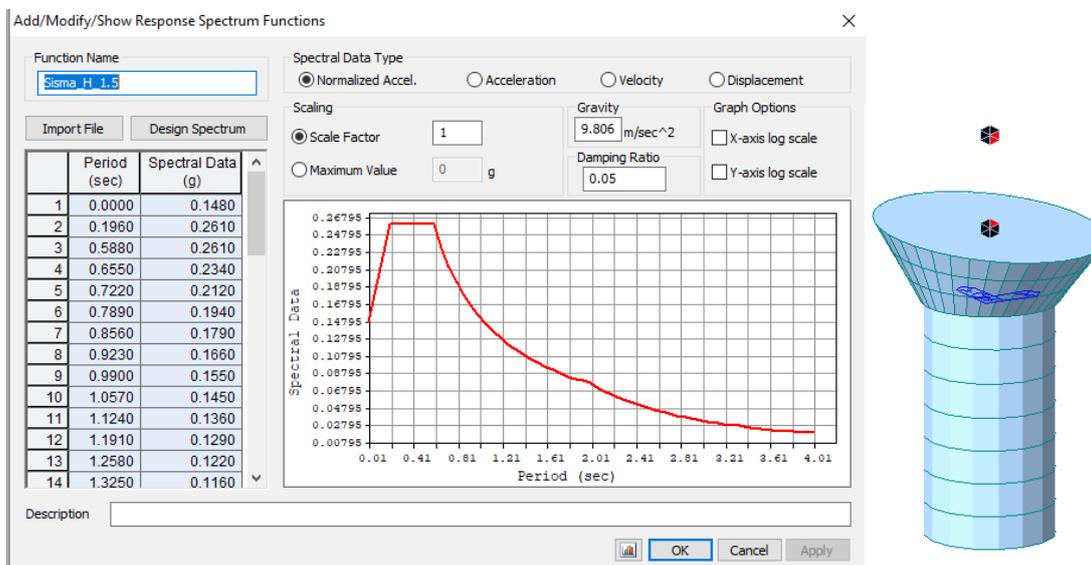
5.7.6 *Analisi statica equivalente*

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	11.00	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	11.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	1.3E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	2.7E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	2.2E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	0.72	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.49	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	0.23	0.23	0.34	0.14	g
accelerazione componente longitudinale	0.28	0.28	0.42	0.20	g
accelerazione componente verticale	0.12	0.12	0.12	0.04	g
Sforzo assiale	1993	1993	1993	662	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3624	3986	5436	2275	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	4583	5041	6874	3233	kN
Momento flessionale trasversale	53385	58723	80077	33512	kN m
Momento flessionale longitudinale	52577	57825	78814	37128	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	1734.65	2497.2	3701.7	34479.48	39821.97
SISMA q=1	1734.65	3742.56	5550.55	51702	59720.69
SISMA sld	578.22	1765.69	2719.32	24372.67	29255.83

Si procede con tali sollecitazioni.

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	24809.3	1080.98	700.712	1397.18	2856.82	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	17885.8	0	451.467	0	1982.71	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	24809.3	2161.95	549.39	1883.62	1898.95	
A1_SLU_gr4_centrif_4	23285.4	1729.56	585.323	1506.9	2296.59	
A1_SLU_gr1+vento_5	24809.3	1089.28	1958.52	1397.18	9216.79	
A1_SLU_gr2+vento_6	17885.8	8.30958	1709.28	0	8342.68	
A1_SLU_gr3+vento_7	24809.3	2170.26	1807.2	1883.62	8258.91	
A1_SLU_gr4+vento_8	23285.4	1737.87	1843.13	1506.9	8656.56	
A1_SLU_vento_gr1_9	23285.4	878.629	2613.03	1117.75	12865.7	
A1_SLU_vento_gr2_10	17746.6	13.8493	2453.52	0	12184.3	
A1_SLU_vento_gr3_11	23285.4	1743.41	2491.98	1506.9	12099.4	
A1_SLU_vento_gr4_12	23285.4	1743.41	2681.68	1506.9	12896.5	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17369.1	745.5	417.347	963.575	1940.56	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	12594.3	0	302.751	0	1363.51	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17369.1	1491	312.987	1299.05	1279.96	
SLE_rar_gr4_centrif_17	16318.1	1192.8	350.38	1039.24	1559.88	
SLE_rar_gr1+vento_18	17369.1	751.04	1255.89	963.575	6180.54	
SLE_rar_gr2+vento_19	12594.3	5.53972	1141.29	0	5603.49	
SLE_rar_gr3+vento_20	17369.1	1496.54	1151.53	1299.05	5519.94	
SLE_rar_gr4+vento_21	16318.1	1198.34	1188.92	1039.24	5799.85	
SLE_rar_vento_gr1_22	16318.1	605.633	1711.27	770.86	8610	
SLE_rar_vento_gr2_23	12498.3	9.23286	1637.93	0	8156.61	
SLE_rar_vento_gr3_24	16318.1	1202.03	1627.78	1039.24	8081.52	
SLE_rar_vento_gr4_25	16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51	

SLE_fre_gr1_Treno_27	16318.1	596.4	289.245	770.86	1532.37
SLE_fre_gr2_Scarico_28	12498.3	0	228.128	0	1084.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16318.1	1192.8	205.757	1039.24	1003.89
SLE_fre_gr4_centrif_30	16318.1	1192.8	319.812	1039.24	1546.12
SLE_fre_gr1+vento_31	16318.1	598.247	568.759	770.86	2945.69
SLE_fre_gr2+vento_32	12498.3	1.84657	507.642	0	2497.8
SLE_fre_gr3+vento_33	16318.1	1194.65	485.271	1039.24	2417.21
SLE_fre_gr4+vento_34	16318.1	1194.65	599.326	1039.24	2959.45
SLE_fre_vento_gr1_35	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_vento_gr2_36	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_vento_gr3_37	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_vento_gr4_38	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_gr1_temp39	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr2_temp40	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr3_temp41	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr3_temp42	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_qp_gr1_Treno_44	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr2_Scarico_45	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr4_centrif_47	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr1+vento_48	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr2+vento_49	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr3+vento_50	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr4+vento_51	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr1_52	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr2_53	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr3_54	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr4_55	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr1_temp56	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr2_temp57	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_temp58	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_temp59	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
E_103x_SLV_q=1.5_60	12634.7	3703.55	1097.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	12634.7	1112.36	2845.47	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	13848.9	1112.36	1097.43	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	12634.7	4073.72	1172.35	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	12634.7	1223.41	3095.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	13848.9	1223.41	1172.35	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	12634.7	5552.4	1471.04	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	12634.7	1667.01	4090.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	13848.9	1667.01	1471.04	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	12287.7	2721.17	877.98	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	12287.7	817.643	2113.96	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	12692.5	817.643	877.98	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30690.9	1080.98	700.712	13287.9	10564.6
A1_SLU_gr2_Scarico_2	23767.4	0	451.467	0	6948.85
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30690.9	2161.95	549.39	25665.1	7942.23
A1_SLU_gr4_centrif_4	29167	1729.56	585.323	20532.1	8735.14
A1_SLU_gr1+vento_5	30690.9	1089.28	1958.52	13379.3	30760.5
A1_SLU_gr2+vento_6	23767.4	8.30958	1709.28	91.4053	27144.8
A1_SLU_gr3+vento_7	30690.9	2170.26	1807.2	25756.5	28138.1
A1_SLU_gr4+vento_8	29167	1737.87	1843.13	20623.5	28931
A1_SLU_vento_gr1_9	29167	878.629	2613.03	10782.7	41609
A1_SLU_vento_gr2_10	23628.2	13.8493	2453.52	152.342	39173
A1_SLU_vento_gr3_11	29167	1743.41	2491.98	20684.4	39511.1
A1_SLU_vento_gr4_12	29167	1743.41	2681.68	20684.4	42395
SLE_rar_gr1_Treno_14	21725.8	745.5	417.347	9164.07	6531.38
SLE_rar_gr2_Scarico_15	16951	0	302.751	0	4693.78
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	21725.8	1491	312.987	17700	4722.81
SLE_rar_gr4_centrif_17	20674.9	1192.8	350.38	14160	5414.05
SLE_rar_gr1+vento_18	21725.8	751.04	1255.89	9225.01	19995.3
SLE_rar_gr2+vento_19	16951	5.53972	1141.29	60.9369	18157.7
SLE_rar_gr3+vento_20	21725.8	1496.54	1151.53	17761	18186.7
SLE_rar_gr4+vento_21	20674.9	1198.34	1188.92	14221	18878
SLE_rar_vento_gr1_22	20674.9	605.633	1711.27	7432.82	27433.9
SLE_rar_vento_gr2_23	16855	9.23286	1637.93	101.561	26173.8
SLE_rar_vento_gr3_24	20674.9	1202.03	1627.78	14261.6	25987.1
SLE_rar_vento_gr4_25	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9
SLE_fre_gr1_Treno_27	20674.9	596.4	289.245	7331.26	4714.06
SLE_fre_gr2_Scarico_28	16855	0	228.128	0	3593.88
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	20674.9	1192.8	205.757	14160	3267.21
SLE_fre_gr4_centrif_30	20674.9	1192.8	319.812	14160	5064.06
SLE_fre_gr1+vento_31	20674.9	598.247	568.759	7351.57	9202.04
SLE_fre_gr2+vento_32	16855	1.84657	507.642	20.3123	8081.86
SLE_fre_gr3+vento_33	20674.9	1194.65	485.271	14180.4	7755.19
SLE_fre_gr4+vento_34	20674.9	1194.65	599.326	14180.4	9552.04
SLE_fre_vento_gr1_35	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2

SLE_fre_vento_gr2_36	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_vento_gr3_37	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_vento_gr4_38	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_gr1_temp39	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr2_temp40	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr3_temp41	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr3_temp42	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_qp_gr1_Treno_44	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr2_Scarico_45	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr4_centrif_47	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr1+vento_48	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr2+vento_49	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr3+vento_50	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr4+vento_51	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr1_52	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr2_53	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr3_54	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr4_55	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr1_temp56	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr2_temp57	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_temp58	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_temp59	16471	0	68.7592	0	787.292
E_103x_SLV_q=1.5_60	16991.4	3703.55	1097.43	39822	11788.1
E_103y_SLV_q=1.5_61	16991.4	1112.36	2845.47	11946.6	35923.7
E_103z_SLV_q=1.5_62	18205.7	1112.36	1097.43	11946.6	11788.1
E_103x_SLV_q=1.36_63	16991.4	4073.72	1172.35	43804.2	12822.5
E_103y_SLV_q=1.36_64	16991.4	1223.41	3095.19	13141.3	39371.7
E_103z_SLV_q=1.36_65	18205.7	1223.41	1172.35	13141.3	12822.5
E_103x_SLV_q=1_66	16991.4	5552.4	1471.04	59720.7	16954.9
E_103y_SLV_q=1_67	16991.4	1667.01	4090.83	17916.2	53146.3
E_103z_SLV_q=1_68	18205.7	1667.01	1471.04	17916.2	16954.9
E_103x_SLD_q=1_69	16644.5	2721.17	877.98	29255.8	8756.07
E_103y_SLD_q=1_70	16644.5	817.643	2113.96	8776.75	25816.9
E_103z_SLD_q=1_71	17049.3	817.643	877.98	8776.75	8756.07

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	48026.7	1080.98	700.712	16530.8	12666.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	41103.2	0	451.467	0	8303.25
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	48026.7	2161.95	549.39	32150.9	9590.4
A1_SLU_gr4_centrif_4	46502.8	1729.56	585.323	25720.7	10491.1
A1_SLU_gr1+vento_5	48026.7	1089.28	1958.52	16647.2	36636.1
A1_SLU_gr2+vento_6	41103.2	8.30958	1709.28	116.334	32272.6
A1_SLU_gr3+vento_7	48026.7	2170.26	1807.2	32267.3	33559.7
A1_SLU_gr4+vento_8	46502.8	1737.87	1843.13	25837.1	34460.4
A1_SLU_vento_gr1_9	46502.8	878.629	2613.03	13418.6	49448.1
A1_SLU_vento_gr2_10	40964	13.8493	2453.52	193.89	46533.6
A1_SLU_vento_gr3_11	46502.8	1743.41	2491.98	25914.6	46987
A1_SLU_vento_gr4_12	46502.8	1743.41	2681.68	25914.6	50440
SLE_rar_gr1_Treno_14	34567.2	745.5	417.347	11400.6	7783.42
SLE_rar_gr2_Scarico_15	29792.4	0	302.751	0	5602.04
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	34567.2	1491	312.987	22173	5661.77
SLE_rar_gr4_centrif_17	33516.2	1192.8	350.38	17738.4	6465.19
SLE_rar_gr1+vento_18	34567.2	751.04	1255.89	11478.1	23763
SLE_rar_gr2+vento_19	29792.4	5.53972	1141.29	77.556	21581.6
SLE_rar_gr3+vento_20	34567.2	1496.54	1151.53	22250.6	21641.3
SLE_rar_gr4+vento_21	33516.2	1198.34	1188.92	17816	22444.7
SLE_rar_vento_gr1_22	33516.2	605.633	1711.27	9249.72	32567.8
SLE_rar_vento_gr2_23	29696.4	9.23286	1637.93	129.26	31087.6
SLE_rar_vento_gr3_24	33516.2	1202.03	1627.78	17867.7	30870.4
SLE_rar_vento_gr4_25	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8
SLE_fre_gr1_Treno_27	33516.2	596.4	289.245	9120.46	5581.8
SLE_fre_gr2_Scarico_28	29696.4	0	228.128	0	4278.27
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	33516.2	1192.8	205.757	17738.4	3884.48
SLE_fre_gr4_centrif_30	33516.2	1192.8	319.812	17738.4	6023.49
SLE_fre_gr1+vento_31	33516.2	598.247	568.759	9146.31	10908.3
SLE_fre_gr2+vento_32	29696.4	1.84657	507.642	25.852	9604.79
SLE_fre_gr3+vento_33	33516.2	1194.65	485.271	17764.3	9211
SLE_fre_gr4+vento_34	33516.2	1194.65	599.326	17764.3	11350
SLE_fre_vento_gr1_35	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_vento_gr2_36	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9

SLE_fre_vento_gr3_37	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_vento_gr4_38	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_gr1_temp39	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr2_temp40	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr3_temp41	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr3_temp42	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_qp_gr1_Treno_44	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr2_Scarico_45	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr4_centrif_47	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr1+vento_48	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr2+vento_49	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr3+vento_50	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr4+vento_51	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr1_52	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr2_53	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr3_54	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr4_55	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr1_temp56	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr2_temp57	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_temp58	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_temp59	29312.4	0	68.7592	0	993.57
E_103x_SLV_q=1.5_60	30013.9	5224.18	1553.62	55494.5	16449
E_103y_SLV_q=1.5_61	30013.9	2632.99	3301.66	19845.6	45828.7
E_103z_SLV_q=1.5_62	31650.9	2632.99	1553.62	19845.6	16449
E_103x_SLV_q=1.36_63	30013.9	5594.35	1628.54	60587.2	17708.1
E_103y_SLV_q=1.36_64	30013.9	2744.04	3551.38	21373.4	50025.8
E_103z_SLV_q=1.36_65	31650.9	2744.04	1628.54	21373.4	17708.1
E_103x_SLV_q=1_66	30013.9	7073.03	1927.23	80939.8	22736.6
E_103y_SLV_q=1_67	30013.9	3187.65	4547.02	27479.1	66787.3
E_103z_SLV_q=1_68	31650.9	3187.65	1927.23	27479.1	22736.6
E_103x_SLD_q=1_69	29549.5	3478.63	1105.22	39691.7	12071.7
E_103y_SLD_q=1_70	29549.5	1575.11	2341.2	13502.1	32840.5
E_103z_SLD_q=1_71	30102.9	1575.11	1105.22	13502.1	12071.7

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	21812.1	1080.98	592.814	6033.2	2508.55
A1_SLU_gr2_Scarico_73	17885.8	0	451.467	0	1982.71
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	21812.1	2161.95	441.492	6519.64	1550.68
A1_SLU_gr4_centrif_75	20887.6	1729.56	499.005	5215.71	2017.98
A1_SLU_gr1+vento_76	21812.1	1089.28	1850.63	6033.2	8868.51
A1_SLU_gr2+vento_77	17885.8	8.30958	1709.28	0	8342.68
A1_SLU_gr3+vento_78	21812.1	2170.26	1699.3	6519.64	7910.64
A1_SLU_gr4+vento_79	20887.6	1737.87	1756.82	5215.71	8377.94
A1_SLU_vento_gr1_80	20887.6	878.629	2543.98	4826.56	12594.8
A1_SLU_vento_gr2_81	17746.6	13.8493	2453.52	0	12184.3
A1_SLU_vento_gr3_82	20887.6	1743.41	2422.92	5215.71	11828.5
A1_SLU_vento_gr4_83	20887.6	1743.41	2595.36	5215.71	12617.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	15302.1	745.5	367.739	4160.83	1711.54
SLE_rar_gr2_Scarico_86	12594.3	0	302.751	0	1363.51
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	15302.1	1491	263.378	4496.3	1050.94
SLE_rar_gr4_centrif_88	14664.5	1192.8	310.693	3597.04	1376.66
SLE_rar_gr1+vento_89	15302.1	751.04	1206.28	4160.83	5951.52
SLE_rar_gr2+vento_90	12594.3	5.53972	1141.29	0	5603.49
SLE_rar_gr3+vento_91	15302.1	1496.54	1101.92	4496.3	5290.92
SLE_rar_gr4+vento_92	14664.5	1198.34	1149.23	3597.04	5616.63
SLE_rar_vento_gr1_93	14664.5	605.633	1679.52	3328.66	8430.35
SLE_rar_vento_gr2_94	12498.3	9.23286	1637.93	0	8156.61
SLE_rar_vento_gr3_95	14664.5	1202.03	1596.03	3597.04	7901.87
SLE_rar_vento_gr4_96	14664.5	1202.03	1708.26	3597.04	8443.29
SLE_fre_gr1_Treno_98	14664.5	596.4	262.787	3328.66	1355.1
SLE_fre_gr2_Scarico_99	12498.3	0	228.128	0	1084.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	14664.5	1192.8	179.299	3597.04	826.619
SLE_fre_gr4_centrif_101	14664.5	1192.8	286.74	3597.04	1365.88
SLE_fre_gr1+vento_102	14664.5	598.247	542.301	3328.66	2768.43
SLE_fre_gr2+vento_103	12498.3	1.84657	507.642	0	2497.8
SLE_fre_gr3+vento_104	14664.5	1194.65	458.813	3597.04	2239.94
SLE_fre_gr4+vento_105	14664.5	1194.65	566.254	3597.04	2779.2

SLE_fre_vento_gr1_106	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_vento_gr2_107	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_vento_gr3_108	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_vento_gr4_109	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_gr1_temp110	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr2_temp111	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr3_temp112	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr3_temp113	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_qp_gr1_Treno_115	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr2_Scarico_116	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr4_centrif_118	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr1+vento_119	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr2+vento_120	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr3+vento_121	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr4+vento_122	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr1_123	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr2_124	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr3_125	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr4_126	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr1_temp127	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr2_temp128	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_temp129	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_temp130	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
E_103x_SLV_q=1.5_131	12634.7	3703.55	1097.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	12634.7	1112.36	2845.47	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	13848.9	1112.36	1097.43	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	12634.7	4073.72	1172.35	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	12634.7	1223.41	3095.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	13848.9	1223.41	1172.35	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	12634.7	5552.4	1471.04	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	12634.7	1667.01	4090.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	13848.9	1667.01	1471.04	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	12312.8	3235.32	1030.71	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	12312.8	971.888	2623.05	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	12775.9	971.888	1030.71	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	27693.7	1080.98	592.814	17923.9	9029.5
A1_SLU_gr2_Scarico_73	23767.4	0	451.467	0	6948.85
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	27693.7	2161.95	441.492	30301.1	6407.09
A1_SLU_gr4_centrif_75	26769.2	1729.56	499.005	24240.9	7507.03
A1_SLU_gr1+vento_76	27693.7	1089.28	1850.63	18015.3	29225.4
A1_SLU_gr2+vento_77	23767.4	8.30958	1709.28	91.4053	27144.8
A1_SLU_gr3+vento_78	27693.7	2170.26	1699.3	30392.5	26603
A1_SLU_gr4+vento_79	26769.2	1737.87	1756.82	24332.3	27702.9
A1_SLU_vento_gr1_80	26769.2	878.629	2543.98	14491.5	40578.6
A1_SLU_vento_gr2_81	23628.2	13.8493	2453.52	152.342	39173
A1_SLU_vento_gr3_82	26769.2	1743.41	2422.92	24393.2	38480.7
A1_SLU_vento_gr4_83	26769.2	1743.41	2595.36	24393.2	41166.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	19658.8	745.5	367.739	12361.3	5756.66
SLE_rar_gr2_Scarico_86	16951	0	302.751	0	4693.78
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	19658.8	1491	263.378	20897.3	3948.1
SLE_rar_gr4_centrif_88	19021.3	1192.8	310.693	16717.8	4794.28
SLE_rar_gr1+vento_89	19658.8	751.04	1206.28	12422.3	19220.6
SLE_rar_gr2+vento_90	16951	5.53972	1141.29	60.9369	18157.7
SLE_rar_gr3+vento_91	19658.8	1496.54	1101.92	20958.2	17412
SLE_rar_gr4+vento_92	19021.3	1198.34	1149.23	16778.8	18258.2
SLE_rar_vento_gr1_93	19021.3	605.633	1679.52	9990.62	26905.1
SLE_rar_vento_gr2_94	16855	9.23286	1637.93	101.561	26173.8
SLE_rar_vento_gr3_95	19021.3	1202.03	1596.03	16819.4	25458.2
SLE_rar_vento_gr4_96	19021.3	1202.03	1708.26	16819.4	27234.2
SLE_fre_gr1_Treno_98	19021.3	596.4	262.787	9889.06	4245.76
SLE_fre_gr2_Scarico_99	16855	0	228.128	0	3593.88
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	19021.3	1192.8	179.299	16717.8	2798.91
SLE_fre_gr4_centrif_101	19021.3	1192.8	286.74	16717.8	4520.02
SLE_fre_gr1+vento_102	19021.3	598.247	542.301	9909.37	8733.74
SLE_fre_gr2+vento_103	16855	1.84657	507.642	20.3123	8081.86
SLE_fre_gr3+vento_104	19021.3	1194.65	458.813	16738.2	7286.89
SLE_fre_gr4+vento_105	19021.3	1194.65	566.254	16738.2	9008
SLE_fre_vento_gr1_106	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2

SLE_fre_vento_gr2_107	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_vento_gr3_108	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_vento_gr4_109	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_gr1_temp110	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr2_temp111	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr3_temp112	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr3_temp113	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_qp_gr1_Treno_115	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr2_Scarico_116	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr4_centrif_118	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr1+vento_119	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr2+vento_120	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr3+vento_121	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr4+vento_122	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr1_123	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr2_124	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr3_125	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr4_126	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr1_temp127	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr2_temp128	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_temp129	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_temp130	16471	0	68.7592	0	787.292
E_103x_SLV_q=1.5_131	16991.4	3703.55	1097.43	39822	11788.1
E_103y_SLV_q=1.5_132	16991.4	1112.36	2845.47	11946.6	35923.7
E_103z_SLV_q=1.5_133	18205.7	1112.36	1097.43	11946.6	11788.1
E_103x_SLV_q=1.36_134	16991.4	4073.72	1172.35	43804.2	12822.5
E_103y_SLV_q=1.36_135	16991.4	1223.41	3095.19	13141.3	39371.7
E_103z_SLV_q=1.36_136	18205.7	1223.41	1172.35	13141.3	12822.5
E_103x_SLV_q=1_137	16991.4	5552.4	1471.04	59720.7	16954.9
E_103y_SLV_q=1_138	16991.4	1667.01	4090.83	17916.2	53146.3
E_103z_SLV_q=1_139	18205.7	1667.01	1471.04	17916.2	16954.9
E_103x_SLD_q=1_140	16669.5	3235.32	1030.71	37128.4	11498
E_103y_SLD_q=1_141	16669.5	971.888	2623.05	11138.5	34956.7
E_103z_SLD_q=1_142	17132.6	971.888	1030.71	11138.5	11498

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	45029.5	1080.98	592.814	21166.9	10807.9
A1_SLU_gr2_Scarico_73	41103.2	0	451.467	0	8303.25
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	45029.5	2161.95	441.492	36786.9	7731.56
A1_SLU_gr4_centrif_75	44105	1729.56	499.005	29429.6	9004.04
A1_SLU_gr1+vento_76	45029.5	1089.28	1850.63	21283.2	34777.3
A1_SLU_gr2+vento_77	41103.2	8.30958	1709.28	116.334	32272.6
A1_SLU_gr3+vento_78	45029.5	2170.26	1699.3	36903.3	31700.9
A1_SLU_gr4+vento_79	44105	1737.87	1756.82	29545.9	32973.4
A1_SLU_vento_gr1_80	44105	878.629	2543.98	17127.4	48210.5
A1_SLU_vento_gr2_81	40964	13.8493	2453.52	193.89	46533.6
A1_SLU_vento_gr3_82	44105	1743.41	2422.92	29623.4	45749.4
A1_SLU_vento_gr4_83	44105	1743.41	2595.36	29623.4	48952.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	32500.1	745.5	367.739	14597.8	6859.88
SLE_rar_gr2_Scarico_86	29792.4	0	302.751	0	5602.04
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	32500.1	1491	263.378	25370.3	4738.23
SLE_rar_gr4_centrif_88	31862.6	1192.8	310.693	20296.2	5726.36
SLE_rar_gr1+vento_89	32500.1	751.04	1206.28	14675.4	22839.4
SLE_rar_gr2+vento_90	29792.4	5.53972	1141.29	77.556	21581.6
SLE_rar_gr3+vento_91	32500.1	1496.54	1101.92	25447.9	20717.8
SLE_rar_gr4+vento_92	31862.6	1198.34	1149.23	20373.8	21705.9
SLE_rar_vento_gr1_93	31862.6	605.633	1679.52	11807.5	31943.6
SLE_rar_vento_gr2_94	29696.4	9.23286	1637.93	129.26	31087.6
SLE_rar_vento_gr3_95	31862.6	1202.03	1596.03	20425.5	30246.3
SLE_rar_vento_gr4_96	31862.6	1202.03	1708.26	20425.5	32359
SLE_fre_gr1_Treno_98	31862.6	596.4	262.787	11678.3	5034.12
SLE_fre_gr2_Scarico_99	29696.4	0	228.128	0	4278.27
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	31862.6	1192.8	179.299	20296.2	3336.81
SLE_fre_gr4_centrif_101	31862.6	1192.8	286.74	20296.2	5380.24
SLE_fre_gr1+vento_102	31862.6	598.247	542.301	11704.1	10360.6
SLE_fre_gr2+vento_103	29696.4	1.84657	507.642	25.852	9604.79
SLE_fre_gr3+vento_104	31862.6	1194.65	458.813	20322.1	8663.33
SLE_fre_gr4+vento_105	31862.6	1194.65	566.254	20322.1	10706.8
SLE_fre_vento_gr1_106	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9

SLE_fre_vento_gr2_107	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_vento_gr3_108	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_vento_gr4_109	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_gr1_temp110	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr2_temp111	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr3_temp112	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr3_temp113	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_qp_gr1_Treno_115	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr2_Scarico_116	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr4_centrif_118	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr1+vento_119	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr2+vento_120	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr3+vento_121	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr4+vento_122	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr1_123	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr2_124	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr3_125	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr4_126	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr1_temp127	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr2_temp128	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_temp129	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_temp130	29312.4	0	68.7592	0	993.57
E_103x_SLV_q=1.5_131	30013.9	5224.18	1553.62	55494.5	16449
E_103y_SLV_q=1.5_132	30013.9	2632.99	3301.66	19845.6	45828.7
E_103z_SLV_q=1.5_133	31650.9	2632.99	1553.62	19845.6	16449
E_103x_SLV_q=1.36_134	30013.9	5594.35	1628.54	60587.2	17708.1
E_103y_SLV_q=1.36_135	30013.9	2744.04	3551.38	21373.4	50025.8
E_103z_SLV_q=1.36_136	31650.9	2744.04	1628.54	21373.4	17708.1
E_103x_SLV_q=1_137	30013.9	7073.03	1927.23	80939.8	22736.6
E_103y_SLV_q=1_138	30013.9	3187.65	4547.02	27479.1	66787.3
E_103z_SLV_q=1_139	31650.9	3187.65	1927.23	27479.1	22736.6
E_103x_SLD_q=1_140	29574.5	3992.79	1257.95	49106.7	15271.8
E_103y_SLD_q=1_141	29574.5	1729.36	2850.29	16326.6	43507.6
E_103z_SLD_q=1_142	30186.3	1729.36	1257.95	16326.6	15271.8

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	24809.3	1080.98	700.712	1397.18	2856.82
A1_SLU_gr2_Scarico_144	17885.8	0	451.467	0	1982.71
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	24809.3	2161.95	549.39	1883.62	1898.95
A1_SLU_gr4_centrif_146	23285.4	1729.56	585.323	1506.9	2296.59
A1_SLU_gr1+vento_147	24809.3	1089.28	1958.52	1397.18	9216.79
A1_SLU_gr2+vento_148	17885.8	8.30958	1709.28	0	8342.68
A1_SLU_gr3+vento_149	24809.3	2170.26	1807.2	1883.62	8258.91
A1_SLU_gr4+vento_150	23285.4	1737.87	1843.13	1506.9	8656.56
A1_SLU_vento_gr1_151	23285.4	878.629	2613.03	1117.75	12865.7
A1_SLU_vento_gr2_152	17746.6	13.8493	2453.52	0	12184.3
A1_SLU_vento_gr3_153	23285.4	1743.41	2491.98	1506.9	12099.4
A1_SLU_vento_gr4_154	23285.4	1743.41	2681.68	1506.9	12896.5
SLE_rar_gr1_Treno_156	17369.1	745.5	417.347	963.575	1940.56
SLE_rar_gr2_Scarico_157	12594.3	0	302.751	0	1363.51
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	17369.1	1491	312.987	1299.05	1279.96
SLE_rar_gr4_centrif_159	16318.1	1192.8	350.38	1039.24	1559.88
SLE_rar_gr1+vento_160	17369.1	751.04	1255.89	963.575	6180.54
SLE_rar_gr2+vento_161	12594.3	5.53972	1141.29	0	5603.49
SLE_rar_gr3+vento_162	17369.1	1496.54	1151.53	1299.05	5519.94
SLE_rar_gr4+vento_163	16318.1	1198.34	1188.92	1039.24	5799.85
SLE_rar_vento_gr1_164	16318.1	605.633	1711.27	770.86	8610
SLE_rar_vento_gr2_165	12498.3	9.23286	1637.93	0	8156.61
SLE_rar_vento_gr3_166	16318.1	1202.03	1627.78	1039.24	8081.52
SLE_rar_vento_gr4_167	16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51
SLE_fre_gr1_Treno_169	16318.1	596.4	289.245	770.86	1532.37
SLE_fre_gr2_Scarico_170	12498.3	0	228.128	0	1084.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	16318.1	1192.8	205.757	1039.24	1003.89
SLE_fre_gr4_centrif_172	16318.1	1192.8	319.812	1039.24	1546.12
SLE_fre_gr1+vento_173	16318.1	598.247	568.759	770.86	2945.69
SLE_fre_gr2+vento_174	12498.3	1.84657	507.642	0	2497.8
SLE_fre_gr3+vento_175	16318.1	1194.65	485.271	1039.24	2417.21
SLE_fre_gr4+vento_176	16318.1	1194.65	599.326	1039.24	2959.45
SLE_fre_vento_gr1_177	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26

SLE_fre_vento_gr2_178	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_vento_gr3_179	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_vento_gr4_180	12114.3	4.61643	767.544	0	3564.26
SLE_fre_gr1_temp181	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr2_temp182	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr3_temp183	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_fre_gr3_temp184	12114.3	1.84657	362.025	0	1450.46
SLE_qp_gr1_Treno_186	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr2_Scarico_187	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr4_centrif_189	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr1+vento_190	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr2+vento_191	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr3+vento_192	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr4+vento_193	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr1_194	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr2_195	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr3_196	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_vento_gr4_197	12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr1_temp198	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr2_temp199	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_temp200	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr3_temp201	12114.3	0	68.7592	0	30.9416
E_103x_SLV_q=1.5_202	12634.7	3703.55	1097.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	12634.7	1112.36	2845.47	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	13848.9	1112.36	1097.43	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	12634.7	4073.72	1172.35	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	12634.7	1223.41	3095.19	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	13848.9	1223.41	1172.35	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	12634.7	5552.4	1471.04	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	12634.7	1667.01	4090.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	13848.9	1667.01	1471.04	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	12312.8	3235.32	1030.71	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	12312.8	971.888	2623.05	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	12775.9	971.888	1030.71	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	30690.9	1080.98	700.712	13287.9	10564.6
A1_SLU_gr2_Scarico_144	23767.4	0	451.467	0	6948.85
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	30690.9	2161.95	549.39	25665.1	7942.23
A1_SLU_gr4_centrif_146	29167	1729.56	585.323	20532.1	8735.14
A1_SLU_gr1+vento_147	30690.9	1089.28	1958.52	13379.3	30760.5
A1_SLU_gr2+vento_148	23767.4	8.30958	1709.28	91.4053	27144.8
A1_SLU_gr3+vento_149	30690.9	2170.26	1807.2	25756.5	28138.1
A1_SLU_gr4+vento_150	29167	1737.87	1843.13	20623.5	28931
A1_SLU_vento_gr1_151	29167	878.629	2613.03	10782.7	41609
A1_SLU_vento_gr2_152	23628.2	13.8493	2453.52	152.342	39173
A1_SLU_vento_gr3_153	29167	1743.41	2491.98	20684.4	39511.1
A1_SLU_vento_gr4_154	29167	1743.41	2681.68	20684.4	42395
SLE_rar_gr1_Treno_156	21725.8	745.5	417.347	9164.07	6531.38
SLE_rar_gr2_Scarico_157	16951	0	302.751	0	4693.78
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	21725.8	1491	312.987	17700	4722.81
SLE_rar_gr4_centrif_159	20674.9	1192.8	350.38	14160	5414.05
SLE_rar_gr1+vento_160	21725.8	751.04	1255.89	9225.01	19995.3
SLE_rar_gr2+vento_161	16951	5.53972	1141.29	60.9369	18157.7
SLE_rar_gr3+vento_162	21725.8	1496.54	1151.53	17761	18186.7
SLE_rar_gr4+vento_163	20674.9	1198.34	1188.92	14221	18878
SLE_rar_vento_gr1_164	20674.9	605.633	1711.27	7432.82	27433.9
SLE_rar_vento_gr2_165	16855	9.23286	1637.93	101.561	26173.8
SLE_rar_vento_gr3_166	20674.9	1202.03	1627.78	14261.6	25987.1
SLE_rar_vento_gr4_167	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9
SLE_fre_gr1_Treno_169	20674.9	596.4	289.245	7331.26	4714.06
SLE_fre_gr2_Scarico_170	16855	0	228.128	0	3593.88
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	20674.9	1192.8	205.757	14160	3267.21
SLE_fre_gr4_centrif_172	20674.9	1192.8	319.812	14160	5064.06
SLE_fre_gr1+vento_173	20674.9	598.247	568.759	7351.57	9202.04
SLE_fre_gr2+vento_174	16855	1.84657	507.642	20.3123	8081.86
SLE_fre_gr3+vento_175	20674.9	1194.65	485.271	14180.4	7755.19
SLE_fre_gr4+vento_176	20674.9	1194.65	599.326	14180.4	9552.04
SLE_fre_vento_gr1_177	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2

SLE_fre_vento_gr2_178	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_vento_gr3_179	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_vento_gr4_180	16471	4.61643	767.544	50.7807	12007.2
SLE_fre_gr1_temp181	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr2_temp182	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr3_temp183	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_fre_gr3_temp184	16471	1.84657	362.025	20.3123	5432.73
SLE_qp_gr1_Treno_186	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr2_Scarico_187	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr4_centrif_189	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr1+vento_190	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr2+vento_191	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr3+vento_192	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr4+vento_193	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr1_194	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr2_195	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr3_196	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_vento_gr4_197	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27
SLE_qp_gr1_temp198	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr2_temp199	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_temp200	16471	0	68.7592	0	787.292
SLE_qp_gr3_temp201	16471	0	68.7592	0	787.292
E_103x_SLV_q=1.5_202	16991.4	3703.55	1097.43	39822	11788.1
E_103y_SLV_q=1.5_203	16991.4	1112.36	2845.47	11946.6	35923.7
E_103z_SLV_q=1.5_204	18205.7	1112.36	1097.43	11946.6	11788.1
E_103x_SLV_q=1.36_205	16991.4	4073.72	1172.35	43804.2	12822.5
E_103y_SLV_q=1.36_206	16991.4	1223.41	3095.19	13141.3	39371.7
E_103z_SLV_q=1.36_207	18205.7	1223.41	1172.35	13141.3	12822.5
E_103x_SLV_q=1_208	16991.4	5552.4	1471.04	59720.7	16954.9
E_103y_SLV_q=1_209	16991.4	1667.01	4090.83	17916.2	53146.3
E_103z_SLV_q=1_210	18205.7	1667.01	1471.04	17916.2	16954.9
E_103x_SLD_q=1_211	16669.5	3235.32	1030.71	37128.4	11498
E_103y_SLD_q=1_212	16669.5	971.888	2623.05	11138.5	34956.7
E_103z_SLD_q=1_213	17132.6	971.888	1030.71	11138.5	11498

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	48026.7	1080.98	700.712	16530.8	12666.8
A1_SLU_gr2_Scarico_144	41103.2	0	451.467	0	8303.25
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	48026.7	2161.95	549.39	32150.9	9590.4
A1_SLU_gr4_centrif_146	46502.8	1729.56	585.323	25720.7	10491.1
A1_SLU_gr1+vento_147	48026.7	1089.28	1958.52	16647.2	36636.1
A1_SLU_gr2+vento_148	41103.2	8.30958	1709.28	116.334	32272.6
A1_SLU_gr3+vento_149	48026.7	2170.26	1807.2	32267.3	33559.7
A1_SLU_gr4+vento_150	46502.8	1737.87	1843.13	25837.1	34460.4
A1_SLU_vento_gr1_151	46502.8	878.629	2613.03	13418.6	49448.1
A1_SLU_vento_gr2_152	40964	13.8493	2453.52	193.89	46533.6
A1_SLU_vento_gr3_153	46502.8	1743.41	2491.98	25914.6	46987
A1_SLU_vento_gr4_154	46502.8	1743.41	2681.68	25914.6	50440
SLE_rar_gr1_Treno_156	34567.2	745.5	417.347	11400.6	7783.42
SLE_rar_gr2_Scarico_157	29792.4	0	302.751	0	5602.04
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	34567.2	1491	312.987	22173	5661.77
SLE_rar_gr4_centrif_159	33516.2	1192.8	350.38	17738.4	6465.19
SLE_rar_gr1+vento_160	34567.2	751.04	1255.89	11478.1	23763
SLE_rar_gr2+vento_161	29792.4	5.53972	1141.29	77.556	21581.6
SLE_rar_gr3+vento_162	34567.2	1496.54	1151.53	22250.6	21641.3
SLE_rar_gr4+vento_163	33516.2	1198.34	1188.92	17816	22444.7
SLE_rar_vento_gr1_164	33516.2	605.633	1711.27	9249.72	32567.8
SLE_rar_vento_gr2_165	29696.4	9.23286	1637.93	129.26	31087.6
SLE_rar_vento_gr3_166	33516.2	1202.03	1627.78	17867.7	30870.4
SLE_rar_vento_gr4_167	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8
SLE_fre_gr1_Treno_169	33516.2	596.4	289.245	9120.46	5581.8
SLE_fre_gr2_Scarico_170	29696.4	0	228.128	0	4278.27
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	33516.2	1192.8	205.757	17738.4	3884.48
SLE_fre_gr4_centrif_172	33516.2	1192.8	319.812	17738.4	6023.49
SLE_fre_gr1+vento_173	33516.2	598.247	568.759	9146.31	10908.3
SLE_fre_gr2+vento_174	29696.4	1.84657	507.642	25.852	9604.79
SLE_fre_gr3+vento_175	33516.2	1194.65	485.271	17764.3	9211
SLE_fre_gr4+vento_176	33516.2	1194.65	599.326	17764.3	11350
SLE_fre_vento_gr1_177	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9

SLE_fre_vento_gr2_178	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_vento_gr3_179	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_vento_gr4_180	29312.4	4.61643	767.544	64.63	14309.9
SLE_fre_gr1_temp181	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr2_temp182	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr3_temp183	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_fre_gr3_temp184	29312.4	1.84657	362.025	25.852	6518.8
SLE_qp_gr1_Treno_186	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr2_Scarico_187	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr4_centrif_189	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr1+vento_190	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr2+vento_191	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr3+vento_192	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr4+vento_193	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr1_194	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr2_195	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr3_196	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_vento_gr4_197	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09
SLE_qp_gr1_temp198	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr2_temp199	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_temp200	29312.4	0	68.7592	0	993.57
SLE_qp_gr3_temp201	29312.4	0	68.7592	0	993.57
E_103x_SLV_q=1.5_202	30013.9	5224.18	1553.62	55494.5	16449
E_103y_SLV_q=1.5_203	30013.9	2632.99	3301.66	19845.6	45828.7
E_103z_SLV_q=1.5_204	31650.9	2632.99	1553.62	19845.6	16449
E_103x_SLV_q=1.36_205	30013.9	5594.35	1628.54	60587.2	17708.1
E_103y_SLV_q=1.36_206	30013.9	2744.04	3551.38	21373.4	50025.8
E_103z_SLV_q=1.36_207	31650.9	2744.04	1628.54	21373.4	17708.1
E_103x_SLV_q=1_208	30013.9	7073.03	1927.23	80939.8	22736.6
E_103y_SLV_q=1_209	30013.9	3187.65	4547.02	27479.1	66787.3
E_103z_SLV_q=1_210	31650.9	3187.65	1927.23	27479.1	22736.6
E_103x_SLD_q=1_211	29574.5	3992.79	1257.95	49106.7	15271.8
E_103y_SLD_q=1_212	29574.5	1729.36	2850.29	16326.6	43507.6
E_103z_SLD_q=1_213	30186.3	1729.36	1257.95	16326.6	15271.8

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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		17369.1	745.5	417.347	963.575	1940.56
SLE_rar_gr3+vento_20		17369.1	1496.54	1151.53	1299.05	5519.94
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		17369.1	1491	312.987	1299.05	1279.96
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51
SLE_rar_gr4_centrif_17		16318.1	1192.8	350.38	1039.24	1559.88
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1202.03	350.38	1039.24	8626.51
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51
SLE_rar_gr4_centrif_17		16318.1	1192.8	350.38	1039.24	1559.88
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51
SLE_qp_gr1_Treno_44		12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr1+vento_48		12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr1+vento_48		12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
SLE_qp_gr1_Treno_44		12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr1+vento_48		12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27
E_103x_SLD_q=1_69		12287.7	2721.17	877.98	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		12287.7	817.643	2113.96	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		12692.5	817.643	877.98	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	21725.8	745.5	417.347	9164.07	6531.38	
SLE_rar_gr3+vento_20	21725.8	1496.54	1151.53	17761	18186.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_gr3+vento_20	21725.8	1496.54	1151.53	17761	18186.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_gr4_centrif_17	20674.9	1192.8	350.38	14160	5414.05	
SLE_rar_vento_gr4_25	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_qp_gr1_Treno_44	16471	0	68.7592	0	787.292	
SLE_qp_gr1+vento_48	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_48	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
E_103x_SLD_q=1_69	16644.5	2721.17	877.98	29255.8	8756.07	
E_103y_SLD_q=1_70	16644.5	817.643	2113.96	8776.75	25816.9	
E_103z_SLD_q=1_71	17049.3	817.643	877.98	8776.75	8756.07	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	34567.2	745.5	417.347	11400.6	7783.42	
SLE_rar_gr3+vento_20	34567.2	1496.54	1151.53	22250.6	21641.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_gr3+vento_20	34567.2	1496.54	1151.53	22250.6	21641.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_gr4_centrif_17	33516.2	1192.8	350.38	17738.4	6465.19	
SLE_rar_vento_gr4_25	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_qp_gr1_Treno_44	29312.4	0	68.7592	0	993.57	
SLE_qp_gr1+vento_48	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
E_103x_SLD_q=1_69	29549.5	3478.63	1105.22	39691.7	12071.7	
E_103y_SLD_q=1_70	29549.5	1575.11	2341.2	13502.1	32840.5	
E_103z_SLD_q=1_71	30102.9	1575.11	1105.22	13502.1	12071.7	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		15302.1	745.5	367.739	4160.83	1711.54	
SLE_rar_gr3+vento_91		15302.1	1496.54	1101.92	4496.3	5290.92	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1202.03	1708.26	3597.04	8443.29	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		15302.1	1491	263.378	4496.3	1050.94	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1202.03	1708.26	3597.04	8443.29	
SLE_rar_gr4_centrif_88		14664.5	1192.8	310.693	3597.04	1376.66	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1202.03	1708.26	3597.04	8443.29	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1202.03	1708.26	3597.04	8443.29	
SLE_rar_gr4_centrif_88		14664.5	1192.8	310.693	3597.04	1376.66	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1202.03	1708.26	3597.04	8443.29	
SLE_qp_gr1_Treno_115		12114.3	0	68.7592	0	30.9416	
SLE_qp_gr1+vento_119		12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27	
SLE_qp_gr1+vento_119		12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27	
SLE_qp_gr1_Treno_115		12114.3	0	68.7592	0	30.9416	
SLE_qp_gr1+vento_119		12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27	
E_103x_SLD_q=1_140		12312.8	3235.32	1030.71	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		12312.8	971.888	2623.05	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		12775.9	971.888	1030.71	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	19658.8	745.5	417.347	9164.07	6531.38	
SLE_rar_gr3+vento_91	19658.8	1496.54	1101.92	20958.2	17412	
SLE_rar_vento_gr4_96	19021.3	1202.03	1708.26	16819.4	27234.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	19658.8	1496.54	1101.92	20958.2	17412	
SLE_rar_vento_gr4_96	19021.3	1202.03	1708.26	16819.4	27234.2	
SLE_rar_gr4_centrif_88	19021.3	1192.8	310.693	16717.8	4794.28	
SLE_rar_vento_gr4_96	19021.3	1202.03	1708.26	16819.4	27234.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	19021.3	1202.03	1708.26	16819.4	27234.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	19021.3	1202.03	1708.26	16819.4	27234.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	19021.3	1202.03	1708.26	16819.4	27234.2	
SLE_qp_gr1_Treno_115	16471	0	68.7592	0	787.292	
SLE_qp_gr1+vento_119	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_119	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
E_103x_SLD_q=1_140	16669.5	3235.32	1030.71	37128.4	11498	
E_103y_SLD_q=1_141	16669.5	971.888	2623.05	11138.5	34956.7	
E_103z_SLD_q=1_142	17132.6	971.888	1030.71	11138.5	11498	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	32500.1	745.5	417.347	11400.6	7783.42	
SLE_rar_gr3+vento_91	32500.1	1496.54	1101.92	25447.9	20717.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	31862.6	1202.03	1708.26	20425.5	32359	
SLE_rar_gr3+vento_91	32500.1	1496.54	1101.92	25447.9	20717.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	31862.6	1202.03	1708.26	20425.5	32359	
SLE_rar_gr4_centrif_88	31862.6	1192.8	310.693	20296.2	5726.36	
SLE_rar_vento_gr4_96	31862.6	1202.03	1708.26	20425.5	32359	
SLE_rar_vento_gr4_96	31862.6	1202.03	1708.26	20425.5	32359	
SLE_rar_vento_gr4_96	31862.6	1202.03	1708.26	20425.5	32359	
SLE_rar_vento_gr4_96	31862.6	1202.03	1708.26	20425.5	32359	
SLE_qp_gr1_Treno_115	29312.4	0	68.7592	0	993.57	
SLE_qp_gr1+vento_119	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
E_103x_SLD_q=1_140	29574.5	3992.79	1257.95	49106.7	15271.8	
E_103y_SLD_q=1_141	29574.5	1729.36	2850.29	16326.6	43507.6	
E_103z_SLD_q=1_142	30186.3	1729.36	1257.95	16326.6	15271.8	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		17369.1	745.5	417.347	963.575	1940.56	
SLE_rar_gr3+vento_162		17369.1	1496.54	1151.53	1299.05	5519.94	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		17369.1	1491	312.987	1299.05	1279.96	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51	
SLE_rar_gr4_centrif_159		16318.1	1192.8	350.38	1039.24	1559.88	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51	
SLE_rar_gr4_centrif_159		16318.1	1192.8	350.38	1039.24	1559.88	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1202.03	1747.95	1039.24	8626.51	
SLE_qp_gr1_Treno_186		12114.3	0	68.7592	0	30.9416	
SLE_qp_gr1+vento_190		12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27	
SLE_qp_gr1+vento_190		12114.3	1.84657	348.273	0	1444.27	
SLE_qp_gr1_Treno_186		12114.3	0	68.7592	0	30.9416	
SLE_qp_gr1+vento_190		12114.3	1.84657	348.273	348.273	1444.27	
E_103x_SLD_q=1_211		12312.8	3235.32	1030.71	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		12312.8	971.888	2623.05	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		12775.9	971.888	1030.71	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	21725.8	745.5	417.347	9164.07	6531.38	
SLE_rar_gr3+vento_162	21725.8	1496.54	1151.53	17761	18186.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_gr3+vento_162	21725.8	1496.54	1151.53	17761	18186.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_gr4_centrif_159	20674.9	1192.8	350.38	14160	5414.05	
SLE_rar_vento_gr4_167	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	20674.9	1202.03	1747.95	14261.6	27853.9	
SLE_qp_gr1_Treno_186	16471	0	68.7592	0	787.292	
SLE_qp_gr1+vento_190	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	16471	1.84657	348.273	20.3123	5275.27	
SLE_qp_gr1+vento_190	16471	1.84657	348.273	348.273	5275.27	
E_103x_SLD_q=1_211	16669.5	3235.32	1030.71	37128.4	11498	
E_103y_SLD_q=1_212	16669.5	971.888	2623.05	11138.5	34956.7	
E_103z_SLD_q=1_213	17132.6	971.888	1030.71	11138.5	11498	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	34567.2	745.5	417.347	11400.6	7783.42	
SLE_rar_gr3+vento_162	34567.2	1496.54	1151.53	22250.6	21641.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_gr3+vento_162	34567.2	1496.54	1151.53	22250.6	21641.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_gr4_centrif_159	33516.2	1192.8	350.38	17738.4	6465.19	
SLE_rar_vento_gr4_167	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	33516.2	1202.03	1747.95	17867.7	33097.8	
SLE_qp_gr1_Treno_186	29312.4	0	68.7592	0	993.57	
SLE_qp_gr1+vento_190	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	29312.4	1.84657	348.273	25.852	6320.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	29312.4	1.84657	348.273	348.273	6320.09	
E_103x_SLD_q=1_211	29574.5	3992.79	1257.95	49106.7	15271.8	
E_103y_SLD_q=1_212	29574.5	1729.36	2850.29	16326.6	43507.6	
E_103z_SLD_q=1_213	30186.3	1729.36	1257.95	16326.6	15271.8	

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		24809.3	1080.98	700.712	1397.18	2856.82
A1_SLU_gr3+vento_7		24809.3	2170.26	1807.2	1883.62	8258.91
A1_SLU_vento_gr4_12		23285.4	1743.41	2681.68	1506.9	12896.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		24809.3	2161.95	549.39	1883.62	1898.95
A1_SLU_vento_gr4_12		23285.4	1743.41	2681.68	1506.9	12896.5
E_103x_SLV_q=1.5_60		12634.7	3703.55	1097.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		12634.7	1112.36	2845.47	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		13848.9	1112.36	1097.43	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		12634.7	5552.4	1471.04	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		12634.7	1667.01	4090.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		13848.9	1667.01	1471.04	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		30690.9	1080.98	700.712	13287.9	10564.6
A1_SLU_gr3+vento_7		30690.9	2170.26	1807.2	25756.5	28138.1
A1_SLU_vento_gr4_12		29167	1743.41	2681.68	20684.4	42395
A1_SLU_gr3+vento_7		30690.9	2170.26	1807.2	25756.5	28138.1
A1_SLU_vento_gr4_12		29167	1743.41	2681.68	20684.4	42395
E_103x_SLV_q=1.5_60		16991.4	3703.55	1097.43	39822	11788.1
E_103y_SLV_q=1.5_61		16991.4	1112.36	2845.47	11946.6	35923.7
E_103z_SLV_q=1.5_62		18205.7	1112.36	1097.43	11946.6	11788.1
E_103x_SLV_q=1_66		16991.4	5552.4	1471.04	59720.7	16954.9
E_103y_SLV_q=1_67		16991.4	1667.01	4090.83	17916.2	53146.3
E_103z_SLV_q=1_68		18205.7	1667.01	1471.04	17916.2	16954.9
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		48026.7	1080.98	700.712	16530.8	12666.8
A1_SLU_gr3+vento_7		48026.7	2170.26	1807.2	32267.3	33559.7
A1_SLU_vento_gr4_12		46502.8	1743.41	2681.68	25914.6	50440
A1_SLU_gr3+vento_7		48026.7	2170.26	1807.2	32267.3	33559.7
A1_SLU_vento_gr4_12		46502.8	1743.41	2681.68	25914.6	50440
E_103x_SLV_q=1.36_63		30013.9	5594.35	1628.54	60587.2	17708.1
E_103y_SLV_q=1.36_64		30013.9	2744.04	3551.38	21373.4	50025.8
E_103z_SLV_q=1.36_65		31650.9	2744.04	1628.54	21373.4	17708.1
E_103x_SLV_q=1_66		30013.9	7073.03	1927.23	80939.8	22736.6
E_103y_SLV_q=1_67		30013.9	3187.65	4547.02	27479.1	66787.3
E_103z_SLV_q=1_68		31650.9	3187.65	1927.23	27479.1	22736.6

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		21812.1	1080.98	592.814	6033.2	2508.55
A1_SLU_gr3+vento_78		21812.1	2170.26	1699.3	6519.64	7910.64
A1_SLU_vento_gr4_83		20887.6	1743.41	2595.36	5215.71	12617.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		21812.1	2161.95	441.492	6519.64	1550.68
A1_SLU_vento_gr4_83		20887.6	1743.41	2595.36	5215.71	12617.9
E_103x_SLV_q=1.5_131		12634.7	3703.55	1097.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		12634.7	1112.36	2845.47	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		13848.9	1112.36	1097.43	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		12634.7	5552.4	1471.04	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		12634.7	1667.01	4090.83	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		13848.9	1667.01	1471.04	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		27693.7	1080.98	592.814	17923.9	9029.5
A1_SLU_gr3+vento_78		27693.7	2170.26	1699.3	30392.5	26603
A1_SLU_vento_gr4_83		26769.2	1743.41	2595.36	24393.2	41166.9
A1_SLU_gr3+vento_78		27693.7	2170.26	1699.3	30392.5	26603
A1_SLU_vento_gr4_83		26769.2	1743.41	2595.36	24393.2	41166.9
E_103x_SLV_q=1.5_131		16991.4	3703.55	1097.43	39822	11788.1
E_103y_SLV_q=1.5_132		16991.4	1112.36	2845.47	11946.6	35923.7
E_103z_SLV_q=1.5_133		18205.7	1112.36	1097.43	11946.6	11788.1
E_103x_SLV_q=1_137		16991.4	5552.4	1471.04	59720.7	16954.9
E_103y_SLV_q=1_138		16991.4	1667.01	4090.83	17916.2	53146.3
E_103z_SLV_q=1_139		18205.7	1667.01	1471.04	17916.2	16954.9
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		45029.5	1080.98	592.814	21166.9	10807.9
A1_SLU_gr3+vento_78		45029.5	2170.26	1699.3	36903.3	31700.9
A1_SLU_vento_gr4_83		44105	1743.41	2595.36	29623.4	48952.9
A1_SLU_gr3+vento_78		45029.5	2170.26	1699.3	36903.3	31700.9
A1_SLU_vento_gr4_83		44105	1743.41	2595.36	29623.4	48952.9
E_103x_SLV_q=1.36_134		30013.9	5594.35	1628.54	60587.2	17708.1
E_103y_SLV_q=1.36_135		30013.9	2744.04	3551.38	21373.4	50025.8
E_103z_SLV_q=1.36_136		31650.9	2744.04	1628.54	21373.4	17708.1
E_103x_SLV_q=1_137		30013.9	7073.03	1927.23	80939.8	22736.6
E_103y_SLV_q=1_138		30013.9	3187.65	4547.02	27479.1	66787.3
E_103z_SLV_q=1_139		31650.9	3187.65	1927.23	27479.1	22736.6

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	24809.3	1080.98	700.712	1397.18	2856.82	
A1_SLU_gr3+vento_149	24809.3	2170.26	1807.2	1883.62	8258.91	
A1_SLU_vento_gr4_154	23285.4	1743.41	2681.68	1506.9	12896.5	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	24809.3	2161.95	549.39	1883.62	1898.95	
A1_SLU_vento_gr4_154	23285.4	1743.41	2681.68	1506.9	12896.5	
E_103x_SLV_q=1.5_202	12634.7	3703.55	1097.43	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	12634.7	1112.36	2845.47	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	13848.9	1112.36	1097.43	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	12634.7	5552.4	1471.04	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	12634.7	1667.01	4090.83	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	13848.9	1667.01	1471.04	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	30690.9	1080.98	700.712	13287.9	10564.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	30690.9	2170.26	1807.2	25756.5	28138.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	29167	1743.41	2681.68	20684.4	42395	
A1_SLU_gr3+vento_149	30690.9	2170.26	1807.2	25756.5	28138.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	29167	1743.41	2681.68	20684.4	42395	
E_103x_SLV_q=1.5_202	16991.4	3703.55	1097.43	39822	11788.1	
E_103y_SLV_q=1.5_203	16991.4	1112.36	2845.47	11946.6	35923.7	
E_103z_SLV_q=1.5_204	18205.7	1112.36	1097.43	11946.6	11788.1	
E_103x_SLV_q=1_208	16991.4	5552.4	1471.04	59720.7	16954.9	
E_103y_SLV_q=1_209	16991.4	1667.01	4090.83	17916.2	53146.3	
E_103z_SLV_q=1_210	18205.7	1667.01	1471.04	17916.2	16954.9	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	48026.7	1080.98	700.712	16530.8	12666.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	48026.7	2170.26	1807.2	32267.3	33559.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	46502.8	1743.41	2681.68	25914.6	50440	
A1_SLU_gr3+vento_149	48026.7	2170.26	1807.2	32267.3	33559.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	46502.8	1743.41	2681.68	25914.6	50440	
E_103x_SLV_q=1.36_205	30013.9	5594.35	1628.54	60587.2	17708.1	
E_103y_SLV_q=1.36_206	30013.9	2744.04	3551.38	21373.4	50025.8	
E_103z_SLV_q=1.36_207	31650.9	2744.04	1628.54	21373.4	17708.1	
E_103x_SLV_q=1_208	30013.9	7073.03	1927.23	80939.8	22736.6	
E_103y_SLV_q=1_209	30013.9	3187.65	4547.02	27479.1	66787.3	
E_103z_SLV_q=1_210	31650.9	3187.65	1927.23	27479.1	22736.6	

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	265 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 4 strati Φ 30/10 Long 3 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 – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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 $q \leq 1,5$.

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.

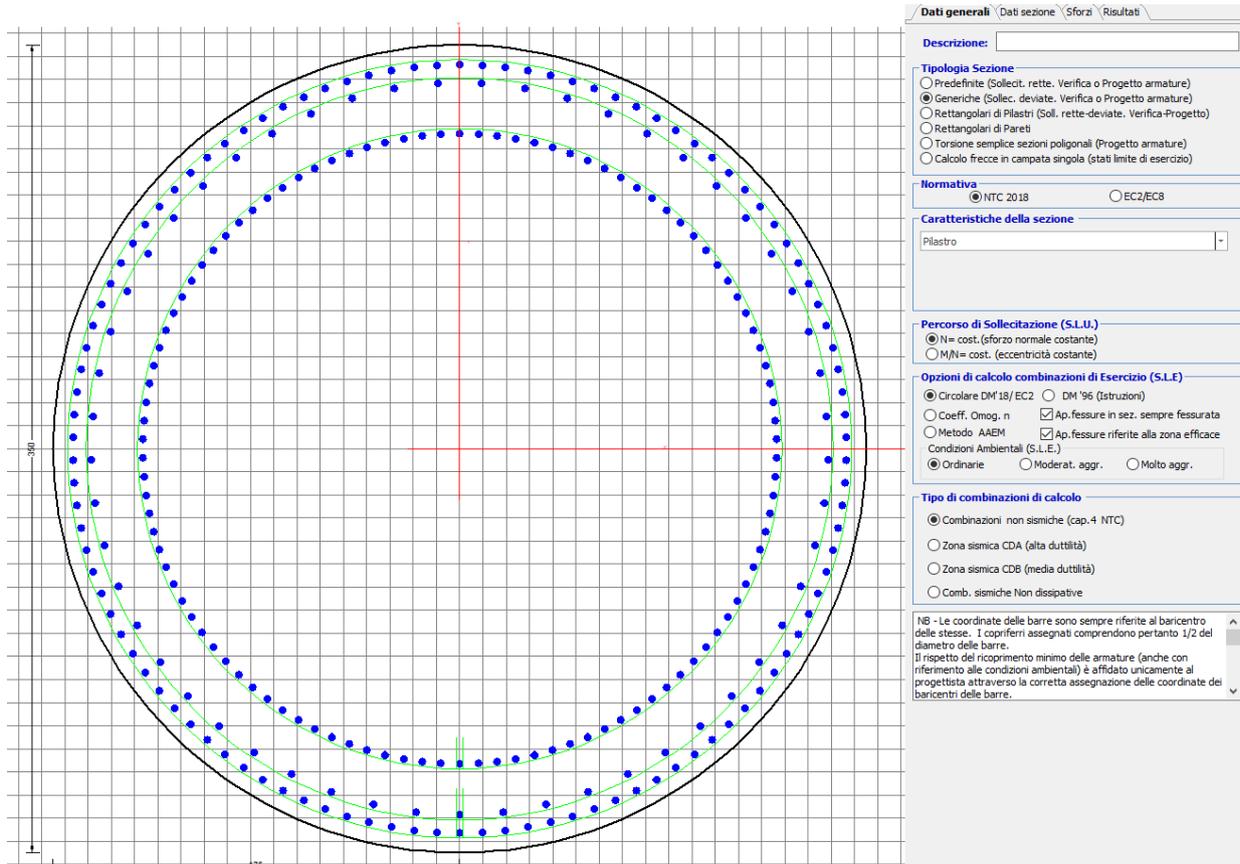


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 265 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 10cm lungo il bordo esterno e speculari internamente.

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 Pilastrino
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Riferimento Sforzi assegnati:
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi baric. X',Y' // assi coordinate.

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

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:	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: 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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. 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
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	166.5	106	30
2	0.0	0.0	136.5	106	30
3	0.0	0.0	158.6	53	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' // 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	30690.87	13287.91	10564.65	0.00	0.00
2	30690.87	25756.48	28138.13	0.00	0.00
3	29166.98	20684.40	42394.98	0.00	0.00
4	30690.87	25756.48	28138.13	0.00	0.00
5	29166.98	20684.40	42394.98	0.00	0.00
6	16992.41	43832.90	16579.32	0.00	0.00
7	16992.41	13149.87	51894.43	0.00	0.00
8	18208.94	13149.87	16579.32	0.00	0.00
9	27693.71	17923.93	9029.50	0.00	0.00
10	27693.71	30392.49	26602.99	0.00	0.00
11	26769.25	24393.21	41166.86	0.00	0.00
12	27693.71	30392.49	26602.99	0.00	0.00
13	26769.25	24393.21	41166.86	0.00	0.00
14	16992.41	43832.90	16579.32	0.00	0.00
15	16992.41	13149.87	51894.43	0.00	0.00
16	18208.94	13149.87	16579.32	0.00	0.00
17	30690.87	13287.91	10564.65	0.00	0.00
18	30690.87	25756.48	28138.13	0.00	0.00
19	29166.98	20684.40	42394.98	0.00	0.00
20	30690.87	25756.48	28138.13	0.00	0.00
21	29166.98	20684.40	42394.98	0.00	0.00
22	16992.41	43832.90	16579.32	0.00	0.00
23	16992.41	13149.87	51894.43	0.00	0.00
24	18208.94	13149.87	16579.32	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	21725.84	9164.07	6531.38
2	21725.84	17760.99	18186.75
3	20674.88	14261.60	27853.94
4	21725.84	17760.99	18186.75
5	20674.88	14261.60	27853.94
6	19658.83	9164.07	6531.38
7	19658.83	20958.24	17412.03
8	19021.27	16819.40	27234.17
9	19658.83	20958.24	17412.03
10	19021.27	16819.40	27234.17
11	21725.84	9164.07	6531.38
12	21725.84	17760.99	18186.75
13	20674.88	14261.60	27853.94
14	21725.84	17760.99	18186.75
15	20674.88	14261.60	27853.94
16	16644.83	31237.09	10204.75
17	16644.83	9371.13	30645.89
18	17050.34	9371.13	10204.75
19	16669.28	37087.11	11486.64

20	16669.28	11126.13	34918.83
21	17131.87	11126.13	11486.64
22	16669.28	37087.11	11486.64
23	16669.28	11126.13	34918.83
24	17131.87	11126.13	11486.64

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	20674.88	14160.04 (51719.21)	5414.05 (19774.69)
2	20674.88	14261.60 (12346.27)	27853.94 (24113.15)
3	20674.88	14261.60 (12346.27)	27853.94 (24113.15)
4	20674.88	14261.60 (12346.27)	27853.94 (24113.15)
5	20674.88	14261.60 (12346.27)	27853.94 (24113.15)
6	19021.27	16717.84 (37989.98)	4794.28 (10894.63)
7	19021.27	16819.40 (13579.15)	27234.17 (21987.52)
8	19021.27	16819.40 (13579.15)	27234.17 (21987.52)
9	19021.27	16819.40 (13579.15)	27234.17 (21987.52)
10	19021.27	16819.40 (13579.15)	27234.17 (21987.52)
11	20674.88	14160.04 (51719.21)	5414.05 (19774.69)
12	20674.88	14261.60 (12346.27)	27853.94 (24113.15)
13	20674.88	14261.60 (12346.27)	27853.94 (24113.15)
14	20674.88	14261.60 (12346.27)	27853.94 (24113.15)
15	20674.88	14261.60 (12346.27)	27853.94 (24113.15)

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	16471.03	0.00 (0.00)	787.29 (0.00)
2	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
3	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
4	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
5	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
6	16471.03	0.00 (0.00)	787.29 (0.00)
7	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
8	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
9	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
10	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
11	16471.03	0.00 (0.00)	787.29 (0.00)
12	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
13	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
14	16471.03	20.31 (0.00)	5275.27 (0.00)
15	16471.03	348.27 (0.00)	5275.27 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 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	30690.87	13287.91	10564.65	30690.81	89773.04(89773.04)	71351.96(71351.96)	6.76	1873.2(288.6)
2	S	30690.87	25756.48	28138.13	30690.83	77420.57(77420.57)	84579.27(84579.27)	3.01	1873.2(288.6)
3	S	29166.98	20684.40	42394.98	29166.97	49921.70(49921.70)	102336.12(102336.12)	2.41	1873.2(288.6)
4	S	30690.87	25756.48	28138.13	30690.83	77420.57(77420.57)	84579.27(84579.27)	3.01	1873.2(288.6)
5	S	29166.98	20684.40	42394.98	29166.97	49921.70(49921.70)	102336.12(102336.12)	2.41	1873.2(288.6)
6	S	16992.41	43832.90	16579.32	16992.35	99565.63(99565.63)	37640.31(37640.31)	2.27	1873.2(288.6)
7	S	16992.41	13149.87	51894.43	16992.28	26164.57(26164.57)	103167.68(103167.68)	1.99	1873.2(288.6)
8	S	18208.94	13149.87	16579.32	18208.88	66640.58(66640.58)	84030.55(84030.55)	5.07	1873.2(288.6)
9	S	27693.71	17923.93	9029.50	27693.76	100971.13(100971.13)	50866.85(50866.85)	5.63	1873.2(288.6)
10	S	27693.71	30392.49	26602.99	27693.83	85073.57(85073.57)	74465.23(74465.23)	2.80	1873.2(288.6)
11	S	26769.25	24393.21	41166.86	26769.08	57364.64(57364.64)	96813.25(96813.25)	2.35	1873.2(288.6)
12	S	27693.71	30392.49	26602.99	27693.83	85073.57(85073.57)	74465.23(74465.23)	2.80	1873.2(288.6)
13	S	26769.25	24393.21	41166.86	26769.08	57364.64(57364.64)	96813.25(96813.25)	2.35	1873.2(288.6)
14	S	16992.41	43832.90	16579.32	16992.35	99565.63(99565.63)	37640.31(37640.31)	2.27	1873.2(288.6)
15	S	16992.41	13149.87	51894.43	16992.28	26164.57(26164.57)	103167.68(103167.68)	1.99	1873.2(288.6)
16	S	18208.94	13149.87	16579.32	18208.88	66640.58(66640.58)	84030.55(84030.55)	5.07	1873.2(288.6)
17	S	30690.87	13287.91	10564.65	30690.81	89773.04(89773.04)	71351.96(71351.96)	6.76	1873.2(288.6)
18	S	30690.87	25756.48	28138.13	30690.83	77420.57(77420.57)	84579.27(84579.27)	3.01	1873.2(288.6)
19	S	29166.98	20684.40	42394.98	29166.97	49921.70(49921.70)	102336.12(102336.12)	2.41	1873.2(288.6)
20	S	30690.87	25756.48	28138.13	30690.83	77420.57(77420.57)	84579.27(84579.27)	3.01	1873.2(288.6)
21	S	29166.98	20684.40	42394.98	29166.97	49921.70(49921.70)	102336.12(102336.12)	2.41	1873.2(288.6)
22	S	16992.41	43832.90	16579.32	16992.35	99565.63(99565.63)	37640.31(37640.31)	2.27	1873.2(288.6)

23	S	16992.41	13149.87	51894.43	16992.28	26164.57(26164.57)	103167.68(103167.68)	1.991873.2(288.6)
24	S	18208.94	13149.87	16579.32	18208.88	66640.58(66640.58)	84030.55(84030.55)	5.071873.2(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	108.9	0.0	0.00327	101.0	132.3	-0.00560	-101.0	-132.3
2	0.00350	129.1	0.7	0.00327	122.8	112.4	-0.00560	-122.8	-112.4
3	0.00350	157.3	0.7	0.00327	150.3	71.6	-0.00573	-150.3	-71.6
4	0.00350	129.1	0.7	0.00327	122.8	112.4	-0.00560	-122.8	-112.4
5	0.00350	157.3	0.7	0.00327	150.3	71.6	-0.00573	-150.3	-71.6
6	0.00350	61.9	0.0	0.00324	58.0	156.1	-0.00696	-58.0	-156.1
7	0.00350	169.6	0.7	0.00324	160.6	43.9	-0.00696	-160.6	-43.9
8	0.00350	137.1	0.7	0.00324	129.3	104.9	-0.00682	-129.3	-104.9
9	0.00350	78.7	0.7	0.00327	76.0	148.1	-0.00586	-76.0	-148.1
10	0.00350	115.3	0.7	0.00327	108.7	126.1	-0.00586	-108.7	-126.1
11	0.00350	150.6	0.0	0.00326	140.8	88.9	-0.00595	-140.8	-88.9
12	0.00350	115.3	0.7	0.00327	108.7	126.1	-0.00586	-108.7	-126.1
13	0.00350	150.6	0.7	0.00326	140.8	88.9	-0.00595	-140.8	-88.9
14	0.00350	61.9	0.7	0.00324	58.0	156.1	-0.00696	-58.0	-156.1
15	0.00350	169.6	11.5	0.00324	160.6	43.9	-0.00696	-160.6	-43.9
16	0.00350	137.1	166.3	0.00324	129.3	104.9	-0.00682	-129.3	-104.9
17	0.00350	108.9	51.2	0.00327	101.0	132.3	-0.00560	-101.0	-132.3
18	0.00350	129.1	118.4	0.00327	122.8	112.4	-0.00560	-122.8	-112.4
19	0.00350	157.3	167.2	0.00327	150.3	71.6	-0.00573	-150.3	-71.6
20	0.00350	129.1	53.1	0.00327	122.8	112.4	-0.00560	-122.8	-112.4
21	0.00350	157.3	121.8	0.00327	150.3	71.6	-0.00573	-150.3	-71.6
22	0.00350	61.9	167.2	0.00324	58.0	156.1	-0.00696	-58.0	-156.1
23	0.00350	169.6	53.1	0.00324	160.6	43.9	-0.00696	-160.6	-43.9
24	0.00350	137.1	121.8	0.00324	129.3	104.9	-0.00682	-129.3	-104.9

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	0.000016581	0.000020855	-0.001162587	----	----
2	0.000019655	0.000017991	-0.001162975	----	----
3	0.000024297	0.000011854	-0.001231082	----	----
4	0.000019655	0.000017991	-0.001162975	----	----
5	0.000024297	0.000011854	-0.001231082	----	----
6	0.000010834	0.000028642	-0.001858966	----	----
7	0.000029687	0.000007523	-0.001859483	----	----
8	0.000023680	0.000018781	-0.001789122	----	----

9	0.000012336	0.000024488	-0.001298406	----	----
10	0.000018060	0.000020632	-0.001298408	----	----
11	0.000023807	0.000014106	-0.001342623	----	----
12	0.000018060	0.000020632	-0.001298408	----	----
13	0.000023807	0.000014106	-0.001342623	----	----
14	0.000010834	0.000028642	-0.001858966	----	----
15	0.000029687	0.000007523	-0.001859483	----	----
16	0.000023680	0.000018781	-0.001789122	----	----
17	0.000016581	0.000020855	-0.001162587	----	----
18	0.000019655	0.000017991	-0.001162975	----	----
19	0.000024297	0.000011854	-0.001231082	----	----
20	0.000019655	0.000017991	-0.001162975	----	----
21	0.000024297	0.000011854	-0.001231082	----	----
22	0.000010834	0.000028642	-0.001858966	----	----
23	0.000029687	0.000007523	-0.001859483	----	----
24	0.000023680	0.000018781	-0.001789122	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.59	101.6	0.0	-0.1	-93.0	-138.1	419	14.1
2	S	6.54	125.2	0.0	-54.6	-116.0	-119.5	6902	296.9
3	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
4	S	6.54	125.2	0.0	-54.6	-116.0	-119.5	6902	296.9
5	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
6	S	3.43	101.6	0.0	-2.8	-93.0	-138.1	412	14.1
7	S	6.92	111.8	0.0	-72.0	-108.7	-126.1	8301	346.4
8	S	8.06	148.9	0.0	-101.9	-140.8	-88.9	9659	388.8
9	S	6.92	111.8	0.0	-72.0	-108.7	-126.1	8301	346.4
10	S	8.06	148.9	0.0	-101.9	-140.8	-88.9	9659	388.8
11	S	3.59	101.6	0.0	-0.1	-93.0	-138.1	419	14.1
12	S	6.54	125.2	0.0	-54.6	-116.0	-119.5	6902	296.9
13	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
14	S	6.54	125.2	0.0	-54.6	-116.0	-119.5	6902	296.9
15	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
16	S	8.22	54.3	0.0	-118.0	-48.6	-159.2	10586	402.9
17	S	8.02	167.4	0.0	-113.1	-157.7	-53.3	10448	395.8
18	S	3.76	128.9	0.0	-15.5	-122.8	-112.4	3472	169.6
19	S	9.65	51.8	0.0	-154.2	-48.6	-159.2	11324	424.1
20	S	9.13	166.7	0.0	-140.9	-157.7	-53.3	11098	431.2
21	S	4.23	125.7	0.0	-23.9	-122.8	-112.4	4797	183.8
22	S	9.65	51.8	0.0	-154.2	-48.6	-159.2	11324	424.1
23	S	9.13	166.7	0.0	-140.9	-157.7	-53.3	11098	431.2
24	S	4.23	125.7	0.0	-23.9	-122.8	-112.4	4797	183.8

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] = 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	Copri ferro [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	-0.00001	0	0.523	30.0	70	0.00000 (0.00000)	396	0.000 (990.00)	284601.99	202840.41
2	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	436	0.071 (990.00)	22031.56	22559.70
3	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (990.00)	12346.27	24113.15
4	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	436	0.071 (990.00)	22031.56	22559.70
5	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (990.00)	12346.27	24113.15
6	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	485	0.004 (990.00)	104581.26	74536.74
7	S	-0.00038	0	0.833	30.0	70	0.00022 (0.00022)	442	0.095 (990.00)	21799.98	18111.34
8	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	449	0.137 (990.00)	13579.15	21987.52
9	S	-0.00038	0	0.833	30.0	70	0.00022 (0.00022)	442	0.095 (990.00)	21799.98	18111.34
10	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	449	0.137 (990.00)	13579.15	21987.52
11	S	-0.00001	0	0.523	30.0	70	0.00000 (0.00000)	396	0.000 (990.00)	284601.99	202840.41
12	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	436	0.071 (990.00)	22031.56	22559.70
13	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (990.00)	12346.27	24113.15
14	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	436	0.071 (990.00)	22031.56	22559.70
15	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (990.00)	12346.27	24113.15
16	S	-0.00062	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	461	0.163 (990.00)	23157.21	7565.16
17	S	-0.00059	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	462	0.157 (990.00)	7184.31	23494.47
18	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	412	0.019 (990.00)	31269.75	34051.39
19	S	-0.00081	0	0.833	30.0	70	0.00046 (0.00046)	465	0.215 (990.00)	22154.18	6861.61
20	S	-0.00074	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	457	0.193 (990.00)	7154.45	22453.91
21	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	460	0.033 (990.00)	26859.17	27729.47
22	S	-0.00081	0	0.833	30.0	70	0.00046 (0.00046)	465	0.215 (990.00)	22154.18	6861.61
23	S	-0.00074	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	457	0.193 (990.00)	7154.45	22453.91
24	S	-0.00013	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	460	0.033 (990.00)	26859.17	27729.47

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	4.23	62.5	0.0	-12.9	-58.0	-156.1	2522	134.3
2	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
3	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
4	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
5	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
6	S	4.61	48.2	0.0	-25.0	-48.6	-159.2	4599	183.8
7	S	8.06	148.9	0.0	-101.9	-140.8	-88.9	9659	388.8
8	S	8.06	148.9	0.0	-101.9	-140.8	-88.9	9659	388.8
9	S	8.06	148.9	0.0	-101.9	-140.8	-88.9	9659	388.8
10	S	8.06	148.9	0.0	-101.9	-140.8	-88.9	9659	388.8
11	S	4.23	62.5	0.0	-12.9	-58.0	-156.1	2522	134.3
12	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
13	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
14	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6
15	S	7.91	155.8	0.0	-90.5	-150.3	-71.6	8948	374.6

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	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	398	0.015 (0.20)	51719.21	19774.69
2	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (0.20)	12346.27	24113.15
3	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (0.20)	12346.27	24113.15
4	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (0.20)	12346.27	24113.15
5	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (0.20)	12346.27	24113.15
6	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	451	0.034 (0.20)	37989.98	10894.63
7	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	449	0.137 (0.20)	13579.15	21987.52
8	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	449	0.137 (0.20)	13579.15	21987.52
9	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	449	0.137 (0.20)	13579.15	21987.52
10	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	449	0.137 (0.20)	13579.15	21987.52
11	S	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	398	0.015 (0.20)	51719.21	19774.69
12	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (0.20)	12346.27	24113.15
13	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (0.20)	12346.27	24113.15
14	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (0.20)	12346.27	24113.15
15	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	441	0.120 (0.20)	12346.27	24113.15

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	1.45	175.0	0.0	18.0	-166.4	-4.9	---	---
2	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
3	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
4	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
5	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
6	S	1.45	175.0	0.0	18.0	-166.4	-4.9	---	---
7	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
8	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
9	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
10	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
11	S	1.45	175.0	0.0	18.0	-166.4	-4.9	---	---
12	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
13	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
14	S	2.19	175.0	0.0	7.5	-166.4	-4.9	---	---
15	S	2.19	174.6	0.0	7.5	-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 rettrangular	sb	0	cm	
sezione	tipo	circolare		
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$		
Direzione Longitudinale				
resistenza ridotta	$f'c$	9	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	23293	kN	
resistenza staffe	V_s	7457	kN	
taglio resisistente	V_r	7457	kN	
taglio massimo agente	V_{ed}	5744	kN	
	V_{ed}/V_{rd}	0.77		
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	23293	kN	
resistenza staffe	V_s	7457	kN	
taglio resisistente	V_r	7457	kN	
taglio massimo agente	V_{ed}	4417	kN	
	V_{ed}/V_{rd}	0.59		

 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 – P26	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	265	
diametro del ferro longitudinale	fi	30	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	187317	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm ³
		1.95%	>0.6%
minimi per confinamento se q ≤ 1.5			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.14	g
coefficiente di verifica	ζ	0.03	
interasse staffe	s	150	mm
diametro 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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	REV. B

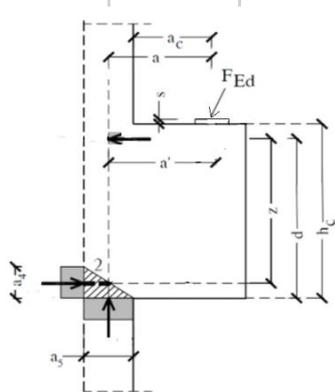
8.5 Verifica spostamenti

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

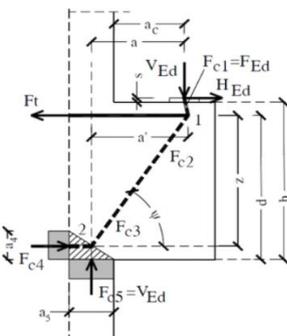
9. PULVINO

<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

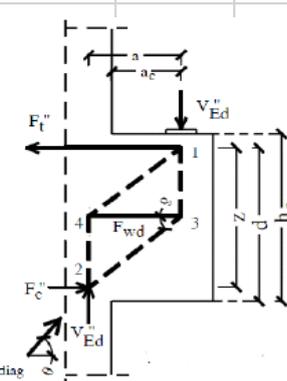
Calcolo armatura principale

con riferimento al modello 1 di traliccio semplificato, si determina l'armatura principale allo SLU

	modello 1	azione esterna applicata	Fed = Fc5	7672.718208	[Kn]	
		forza orizzontale trasmessa	Hed	175.177985		
		braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
		larghezza risultante di riferimento	a5	242.6191757	[mm]	
		braccio della forza di compressione	a	171.3095878	[mm]	
		trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	919.14518	[Kn]	
		armatura superiore	As	2348.926571	[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	1.140719637			

verifica nodo 1 CCC	lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
	tensione di compressione 4	s4	0.599964217	[Mpa]	Oke

Calcolo armatura secondaria orizzontale

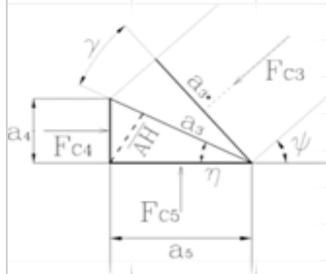
	modello 2	angolo di inclinazione	Ψ	83.16540053	[gradi]	
		coefficiente di ripartizione	c	15.81009039	[%]	
		braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
		braccio della forza di compressione	a	171.3095878	[mm]	
		trazione nelle barre secondarie	Fwd	1367.721909	[Kn]	
		armatura secondaria	As	3495.289324	[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	1.140719637			

verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra)	area piastra di contatto	Aap	1440000	[mm2]	
	tensione di compr. sotto la piastra	sc1	5.328276533	[Mpa]	Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	7672.718208	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	919.14518	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	7727.671764	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	242.6191757	[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	803.5048627	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	244.3555061	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	65.62730727	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.599964217	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	4.808727441	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81235448	[Mpa]	OK



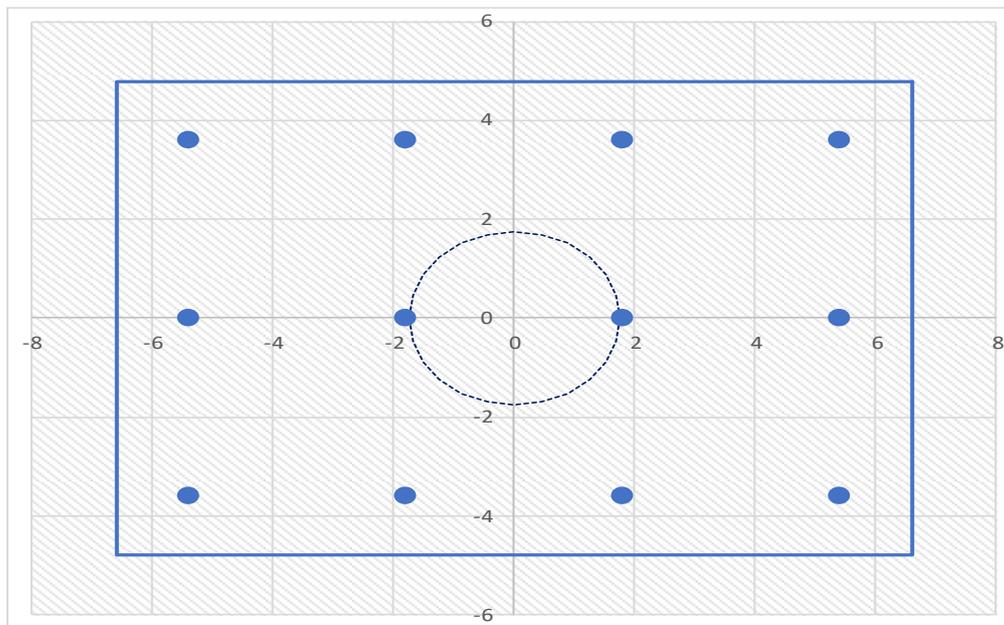
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	7672.718208	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	7727.671764	[Kn]	
		trazione barra	T	919.14518	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	1200	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	1200	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	1212.656679	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	83.16540053	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	5.33	\leq	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	5.31	\leq	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.	12		
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	3.65	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	1.216667	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.616667	<i>Plinto basso</i>	



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	1.8	3.6	5433.4	4073.7	5522.1
2	1.8	-3.6	3192.6	2165.4	-98.7
3	5.4	3.6	6054.8	5310.5	5943.1
4	5.4	-3.6	3814.0	3402.2	322.3
5	-5.4	-3.6	1949.6	-308.2	-940.8
6	-5.4	3.6	4190.4	1600.1	4680.0
7	5.4	0	4934.4	4356.4	3132.7
8	-5.4	0	3070.0	646.0	1869.6
9	-1.8	0	3691.5	1882.8	2290.6
10	1.8	0	4313.0	3119.6	2711.7
11	-1.8	-3.6	2571.1	928.6	-519.8
12	-1.8	3.6	4811.9	2836.9	5101.0
	taglio combinato in		235.3485	462.7553	610.908
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	1.8	3.6	3802.2	4073.7	5522.1
2	1.8	-3.6	1894.0	2165.4	-98.7
3	5.4	3.6	4223.3	5310.5	5943.1
4	5.4	-3.6	2315.0	3402.2	322.3
5	-5.4	-3.6	1051.9	-308.2	-940.8
6	-5.4	3.6	2960.1	1600.1	4680.0
7	5.4	0	3269.1	4356.4	3132.7
8	-5.4	0	2006.0	646.0	1869.6
9	-1.8	0	2427.1	1882.8	2290.6
10	1.8	0	2848.1	3119.6	2711.7
11	-1.8	-3.6	1472.9	928.6	-519.8
12	-1.8	3.6	3381.2	2836.9	5101.0
	taglio combinato in		310.4132	462.7553	610.908

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.

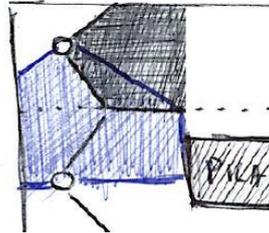


Figura 12 - mensola di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

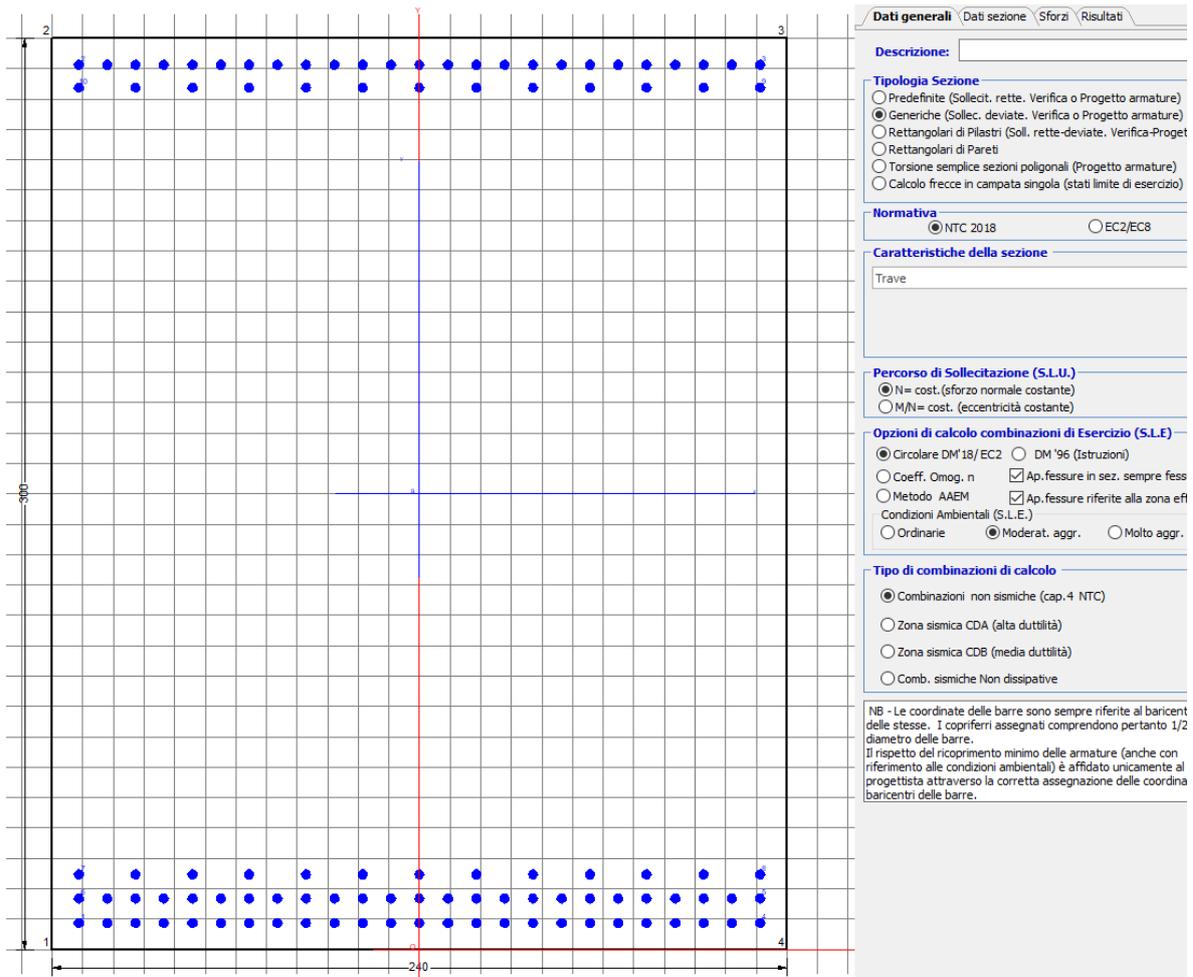
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	5.4	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.48999	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	24.8087	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	6176.15	KN
forza di trazione risultante		T	13361.1	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	11117.1	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	7411.39	KN
lunghezza collaborante			media	

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	28410.6	mm ²
diámetro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	2	
lunghezza di collaborazione		L	2.40258	m
numero di ferri per strato		n	24	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	33929.2	mm ²
		coef. Sicur	0.83735	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	18940.4	mm ²
diámetro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	2	
lunghezza di collaborazione		L	2.4	m
numero di ferri per strato		n	24	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	33929.2	mm ²
		coef. Sicur	0.55823	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ _t	327.655	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ _l	218.437	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 240x300

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	-120.0	0.0
2	-120.0	300.0
3	120.0	300.0
4	120.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-111.3	8.7	30
2	-111.3	291.3	30
3	111.3	291.3	30
4	111.3	8.7	30
5	111.3	16.7	30
6	-111.3	16.7	30
7	-111.3	24.7	30
8	111.3	24.7	30
9	111.3	283.7	30
10	-111.3	283.7	30

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	11	30
5	9	10	11	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	20368.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	17045.00	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	15042.00	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	14002.00 (12948.75)	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	7178.00 (12948.75)	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: 4.6 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	20368.00	0.00	0.00	47669.31	0.00	2.34445.3(103.4)	
2	S	0.00	17045.00	0.00	0.00	47669.31	0.00	2.80445.3(103.4)	

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	0.097	-120.0	300.0	0.00242	-111.3	291.3	-0.03253	-111.3	8.7
2	0.00350	0.097	-120.0	300.0	0.00242	-111.3	291.3	-0.03253	-111.3	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	0.000123699	-0.033609821	0.097	0.700
2	0.000000000	0.000123699	-0.033609821	0.097	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	4.03	-120.0	300.0	-134.5	-55.7	8.7	9120	445.3

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 eff
k2	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k3	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k4	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
\emptyset	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
e sm - e cm	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace A_c eff [eq.(7.11)EC2]
sr max	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
wk	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Mx fess.	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
My fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00070	0	0.910	30.0	72	0.00047 (0.00040)	435	0.203 (990.00)	12948.75	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	3.75	120.0	300.0	-125.2	-27.8	8.7	9120	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.910	30.0	72	0.00042 (0.00038)	435	0.183 (0.20)	12948.75	0.00

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

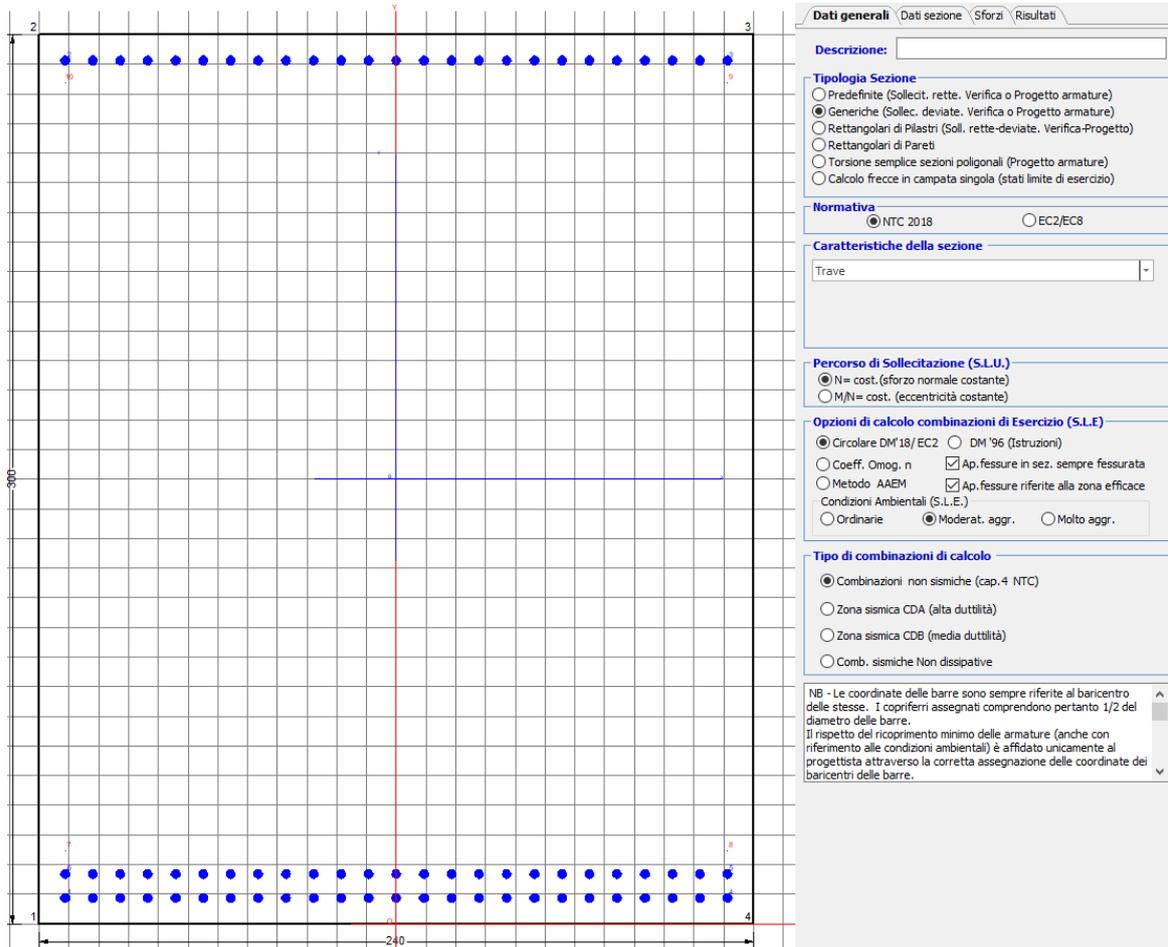
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.92	-120.0	300.0	-64.2	-37.1	8.7	9120	445.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00033	0	0.910	30.0	72	0.00019 (0.00019)	435	0.084 (0.20)	12948.75	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 240x300

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	-120.0	0.0
2	-120.0	300.0
3	120.0	300.0
4	120.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-111.3	8.7	30
2	-111.3	291.3	30
3	111.3	291.3	30
4	111.3	8.7	30
5	111.3	16.7	30
6	-111.3	16.7	30
7	-111.3	24.7	1
8	111.3	24.7	1
9	111.3	283.7	1
10	-111.3	283.7	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

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	13578.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	11363.00	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	10028.00	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	9335.00 (12157.99)	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	4785.00 (12157.99)	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)
	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	13578.00	0.00	0.00	38409.67	0.00	2.83353.4(103.4)	
2	S	0.00	11363.00	0.00	0.00	38409.67	0.00	3.38353.4(103.4)	

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	0.086	-120.0	300.0	0.00229	-111.3	291.3	-0.03706	-111.3	8.7
2	0.00350	0.086	-120.0	300.0	0.00229	-111.3	291.3	-0.03706	-111.3	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	0.000139245	-0.038273425	0.086	0.700
2	0.000000000	0.000139245	-0.038273425	0.086	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	3.03	-120.0	300.0	-110.1	-74.2	8.7	7680	353.4

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 fctm
e1	Esito della verifica
	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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00057	0	0.926	30.0	72	0.00033 (0.00033)	450	0.151 (990.00)	12157.99	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	2.82	120.0	300.0	-102.5	9.3	8.7	7680	353.4

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	0.926	30.0	72	0.00031 (0.00031)	450	0.138 (0.20)	12157.99	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	1.45	120.0	300.0	-52.5	27.8	8.7	7680	353.4

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	0.926	30.0	72	0.00016 (0.00016)	450	0.071 (0.20)	12157.99	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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	6176.15	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.87877	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.17575	
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	0.00541	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00542	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00766	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.50326	MPa
			vRd,c	0.62495	MPa
				0.80528	

 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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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

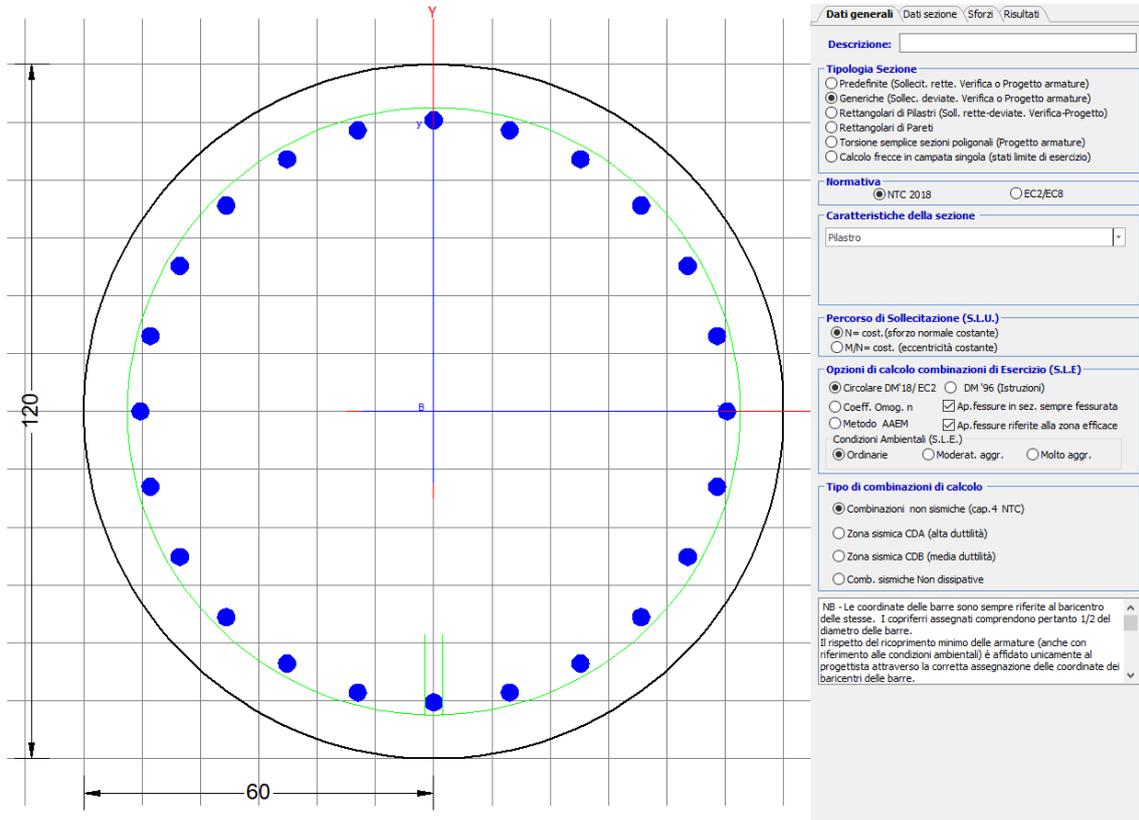
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	48027	2170	1807	32267	33560	
E_103x_SLV_q=1.36_63	30014	5594	1629	60587	17708	
E_103y_SLV_q=1.36_64	30014	2744	3551	21373	50026	
E_103x_SLV_q=1.36_63	30014	5594	1629	60587	17708	
A1_SLU_vento_gr4_12	46503	1743	2682	25915	50440	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	1.8	3.6	5433.35	4768.85	5242.08
2	1.8	-3.6	3192.57	561.401	3442.45
3	5.4	3.6	6054.83	5096.78	6176.15
4	5.4	-3.6	3814.05	889.329	4376.53
5	-5.4	-3.6	1949.62	-94.455	1574.31
6	-5.4	3.6	4190.4	4112.99	3373.93
7	5.4	0	4934.44	2993.05	5276.34
8	-5.4	0	3070.01	2009.27	2474.12
9	-1.8	0	3691.48	2337.2	3408.19
10	1.8	0	4312.96	2665.12	4342.27
11	-1.8	-3.6	2571.09	233.473	2508.38
12	-1.8	3.6	4811.87	4440.92	4308.01
taglio equivalente			235.349	485.547	266.548
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.75
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	6055	181	151	543	452
combo2	5097	466	136	1399	407
combo3	6176	145	223	436	670
combo4	-94	466	136	1399	407



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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. 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	6176.15	399.53	614.55	0.00	0.00
2	1287.02	247.72	160.58	0.00	0.00
3	6054.83	497.35	414.15	0.00	0.00
4	6176.15	399.53	614.55	0.00	0.00
5	6054.83	497.35	414.15	0.00	0.00
6	6176.15	399.53	614.55	0.00	0.00
7	5096.78	1282.04	373.21	0.00	0.00
8	-94.45	1282.04	373.21	0.00	0.00
9	5096.78	1282.04	373.21	0.00	0.00
10	4632.90	628.84	813.86	0.00	0.00
11	5096.78	1282.04	373.21	0.00	0.00
12	4632.90	628.84	813.86	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	4332.81	275.47	400.57
2	1047.14	275.47	391.48
3	4254.33	342.96	263.89
4	4332.81	275.47	400.57
5	4254.33	342.96	263.89
6	4332.81	275.47	400.57
7	4593.86	797.19	253.28
8	335.23	797.19	253.28
9	4175.97	797.19	253.28
10	3843.52	360.96	536.53
11	4175.97	915.01	253.28
12	3843.52	360.96	653.19

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	4332.81	275.47 (0.00)	400.57 (0.00)
2	1047.14	275.47 (508.11)	391.48 (722.10)
3	4332.81	275.47 (0.00)	400.57 (0.00)
4	4332.81	275.47 (0.00)	400.57 (0.00)
5	4332.81	275.47 (0.00)	400.57 (0.00)
6	4332.81	275.47 (0.00)	400.57 (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	2619.15	0.42 (0.00)	79.81 (0.00)
2	2266.24	0.42 (0.00)	79.81 (0.00)
3	2619.15	0.42 (0.00)	79.81 (0.00)
4	2619.15	0.42 (0.00)	79.81 (0.00)
5	2619.15	0.42 (0.00)	79.81 (0.00)
6	2619.15	0.42 (0.00)	79.81 (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	6176.15	399.53	614.55	6176.39	2086.71	3221.34	5.24	169.6(33.9)
2	S	1287.02	247.72	160.58	1286.96	2660.81	1720.63	10.73	169.6(33.9)
3	S	6054.83	497.35	414.15	6054.64	2941.94	2455.43	5.92	169.6(33.9)
4	S	6176.15	399.53	614.55	6176.39	2086.71	3221.34	5.24	169.6(33.9)
5	S	6054.83	497.35	414.15	6054.64	2941.94	2455.43	5.92	169.6(33.9)
6	S	6176.15	399.53	614.55	6176.39	2086.71	3221.34	5.24	169.6(33.9)
7	S	5096.78	1282.04	373.21	5097.06	3632.57	1059.67	2.83	169.6(33.9)
8	S	-94.45	1282.04	373.21	-94.27	2677.28	784.94	2.09	169.6(33.9)
9	S	5096.78	1282.04	373.21	5097.06	3632.57	1059.67	2.83	169.6(33.9)
10	S	4632.90	628.84	813.86	4632.82	2283.99	2955.72	3.63	169.6(33.9)
11	S	5096.78	1282.04	373.21	5097.06	3632.57	1059.67	2.83	169.6(33.9)
12	S	4632.90	628.84	813.86	4632.82	2283.99	2955.72	3.63	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	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	50.3	0.3	0.00293	43.6	25.2	-0.00289	-43.6	-25.2
2	0.00350	32.6	0.3	0.00260	25.2	43.6	-0.00662	-25.2	-43.6
3	0.00350	38.4	0.3	0.00292	35.6	35.6	-0.00294	-35.6	-35.6
4	0.00350	50.3	0.3	0.00293	43.6	25.2	-0.00289	-43.6	-25.2
5	0.00350	38.4	0.3	0.00292	35.6	35.6	-0.00294	-35.6	-35.6
6	0.00350	50.3	0.3	0.00293	43.6	25.2	-0.00289	-43.6	-25.2
7	0.00350	16.8	57.2	0.00289	13.0	48.6	-0.00345	-13.0	-48.6
8	0.00350	16.8	57.2	0.00243	13.0	48.6	-0.00865	-13.0	-48.6
9	0.00350	16.8	57.2	0.00289	13.0	48.6	-0.00345	-13.0	-48.6
10	0.00350	47.5	33.5	0.00284	35.6	35.6	-0.00370	-35.6	-35.6
11	0.00350	16.8	57.8	0.00289	13.0	48.6	-0.00345	-13.0	-48.6
12	0.00350	47.5	29.0	0.00284	35.6	35.6	-0.00370	-35.6	-35.6

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	0.000048628	0.000031614	0.000019911	----	----
2	0.000049953	0.000077061	-0.002010131	----	----
3	0.000037445	0.000044967	-0.000010970	----	----
4	0.000048628	0.000031614	0.000019911	----	----
5	0.000037445	0.000044967	-0.000010970	----	----
6	0.000048628	0.000031614	0.000019911	----	----
7	0.000017616	0.000060514	-0.000281568	----	----
8	0.000030792	0.000105774	-0.003109894	----	----
9	0.000017616	0.000060514	-0.000281568	----	----
10	0.000051818	0.000040038	-0.000429046	----	----
11	0.000017616	0.000060514	-0.000281568	----	----
12	0.000051818	0.000040038	-0.000429046	----	----

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	5.30	49.4	0.0	19.6	-43.6	-25.2	----	----
2	S	3.45	49.1	0.0	-33.4	-43.6	-25.2	1029	28.3
3	S	5.01	36.6	0.0	21.9	-35.6	-35.6	----	----
4	S	5.30	49.4	0.0	19.6	-43.6	-25.2	----	----
5	S	5.01	36.6	0.0	21.9	-35.6	-35.6	----	----
6	S	5.30	49.4	0.0	19.6	-43.6	-25.2	----	----
7	S	7.07	18.2	0.0	2.5	-13.0	-48.6	0	0.0
8	S	6.04	18.2	0.0	-139.8	-13.0	-48.6	1757	42.4
9	S	6.80	18.2	0.0	-2.7	-13.0	-48.6	362	7.1
10	S	5.67	49.8	0.0	5.3	-43.6	-25.2	0	0.0
11	S	7.38	16.0	0.0	-11.1	-13.0	-48.6	372	7.1
12	S	6.14	52.5	0.0	-0.9	-43.6	-25.2	362	7.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
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*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 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00

2	S	-0.00021	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	588	0.059 (990.00)	508.11	722.10
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	-0.00003	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	0	0.005 (990.00)	4744.81	1507.50
8	S	-0.00080	0	0.833	30.0	82	0.00042 (0.00042)	631	0.265 (990.00)	582.43	185.05
9	S	-0.00006	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	593	0.005 (990.00)	2788.97	886.10
10	S	-0.00001	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.004 (990.00)	7594.01	11287.71
11	S	-0.00011	0	0.743	30.0	82	0.00003 (0.00003)	678	0.023 (990.00)	1892.70	523.91
12	S	-0.00005	0	0.540	30.0	82	0.00000 (0.00000)	561	0.002 (990.00)	1627.14	2944.46

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	5.30	49.4	0.0	19.6	-43.6	-25.2	---	---
2	S	3.45	49.1	0.0	-33.4	-43.6	-25.2	1029	28.3
3	S	5.30	49.4	0.0	19.6	-43.6	-25.2	---	---
4	S	5.30	49.4	0.0	19.6	-43.6	-25.2	---	---
5	S	5.30	49.4	0.0	19.6	-43.6	-25.2	---	---
6	S	5.30	49.4	0.0	19.6	-43.6	-25.2	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00021	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	588	0.059 (0.20)	508.11	722.10
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	2.25	60.0	0.0	23.9	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.99	60.0	0.0	20.0	-50.3	0.0	---	---
3	S	2.25	60.0	0.0	23.9	-50.3	0.0	---	---
4	S	2.25	60.0	0.0	23.9	-50.3	0.0	---	---
5	S	2.25	60.0	0.0	23.9	-50.3	0.0	---	---
6	S	2.25	60.0	0.0	23.9	-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 – P26</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1205003	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	48027	2170	1807	32267	33560	
E_103x_SLV_q=1_66	30014	7073	1927	80940	22737	
E_103y_SLV_q=1_67	30014	3188	4547	27479	66787	
E_103x_SLV_q=1_66	30014	7073	1927	80940	22737	
E_103y_SLV_q=1_67	30014	3188	4547	27479	66787	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	7073	3188
sollecitazione massima direzione y	Ty	1927	4547
vettore complessivo, singolo palo	T	611	463

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}	611	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.63	

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	190 kg/mc
Plinto di fondazione	150 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc