

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 3)

VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 650m

Relazione di calcolo Pile - P6

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1505 006 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

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

File: RS3T30D09CLVI1505006B

n. Elab.: 09_371_5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
3.	MATERIALI	8
3.1	Verifiche SLE.....	9
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	9
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	10
4.	DATI DI BASE	11
4.1	Geometrie di base.....	11
4.2	Modelli di analisi e verifica	13
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	13
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	18
5.	ANALISI DEI CARICHI	19
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	19
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	20
5.3	Carichi da traffico verticali	20
5.4	Effetti dinamici	22
5.5	Disposizione treni di carico.....	22
5.6	Carichi da traffico orizzontali	26
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i>	26
5.6.2	<i>Serpeggio</i>	28
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	29
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i>	30
5.6.5	<i>Azione del Vento</i>	30
5.7	Azione Sismica	33
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	34
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	35
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	40
5.7.4	<i>Check analisi statica</i>	41
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i>	42
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i>	43
5.8	Azione Idrostatica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI	47
6.1	Combinazioni di carico	47
6.1.1	<i>Configurazione 1</i>	47

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

6.1.2	Configurazione2	53
6.1.3	Configurazione 3	59
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	65
6.2.1	Stati limiti di esercizio	65
6.2.2	Stati limiti ultimi	71
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA	74
8.1	Modellazione	76
8.2	Verifica a presso flessione	76
8.3	Verifica a taglio	85
8.4	Verifica minimi di armatura	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
9.1	Dimensionamento armature	93
9.2	Verifica a presso-flessione.....	95
9.2.1	Direzione trasversale.....	95
9.2.2	Direzione longitudinale.....	100
9.3	Verifica a punzonamento	105
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	106
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	106
10.2	Verifica strutturale	106
10.3	Verifica a taglio	114
11.	INCIDENZE	115

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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 VI15 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 6 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 18.00m, 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

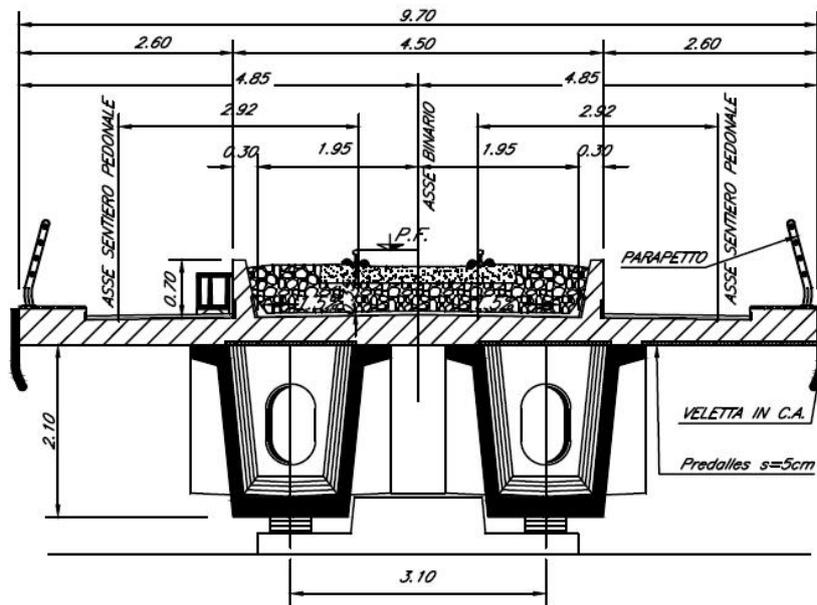
Il viadotto VI15 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 650m, ed è costituito da 16 campate isostatiche di luce 25m, 40m, 50m e 60m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, gli impalcati di luce maggiore con una sezione mista a due travi.

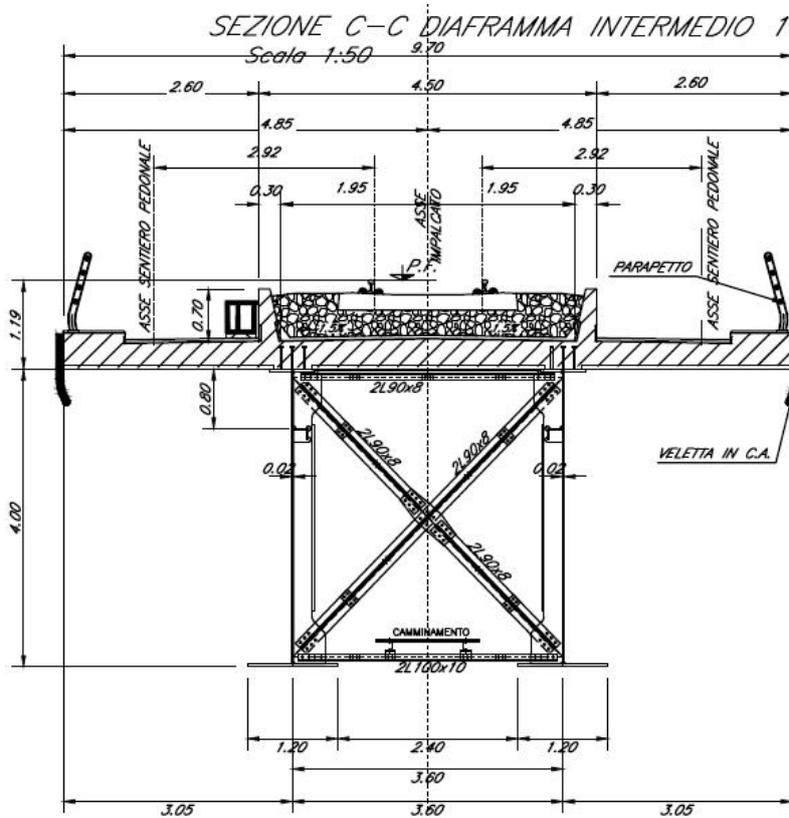
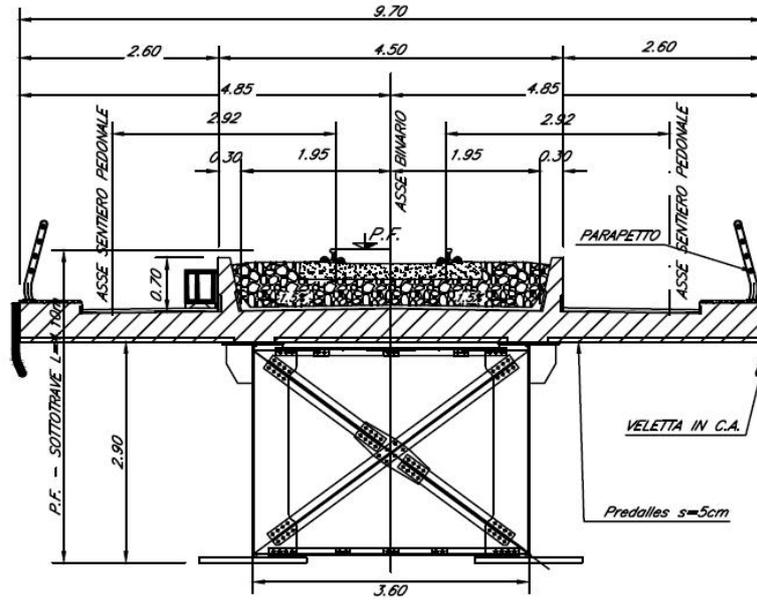
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 4.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 2.50m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 16.5x12, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.50 m.



Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx





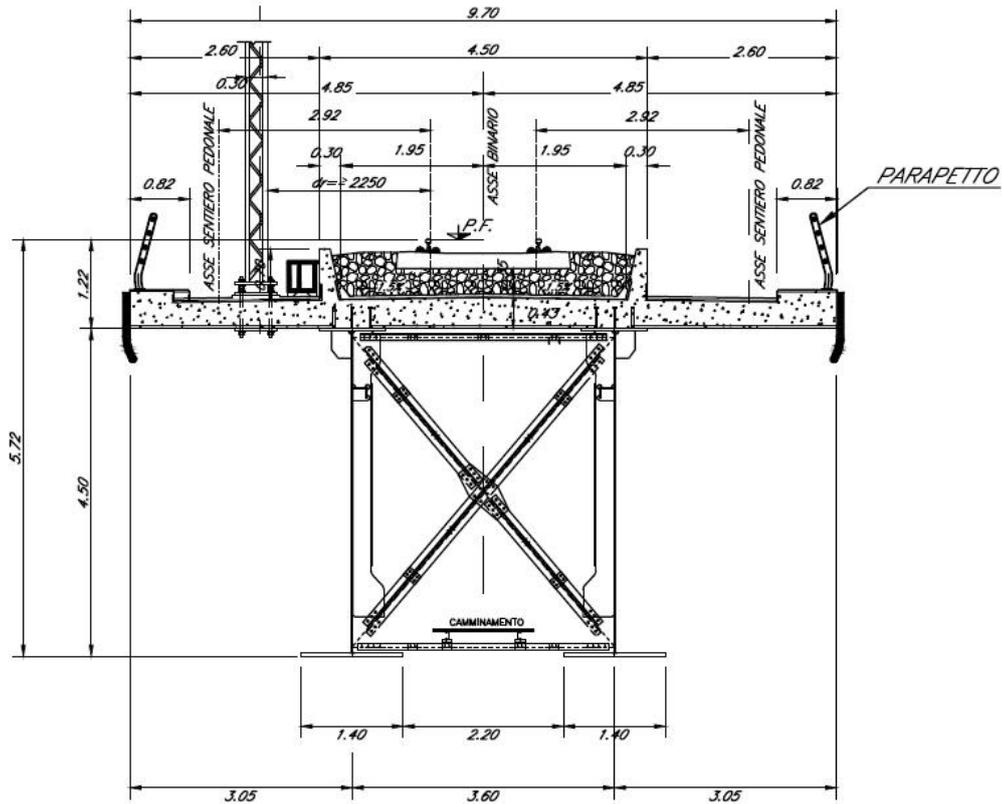


Figura 2: sezione trasversale impalcato

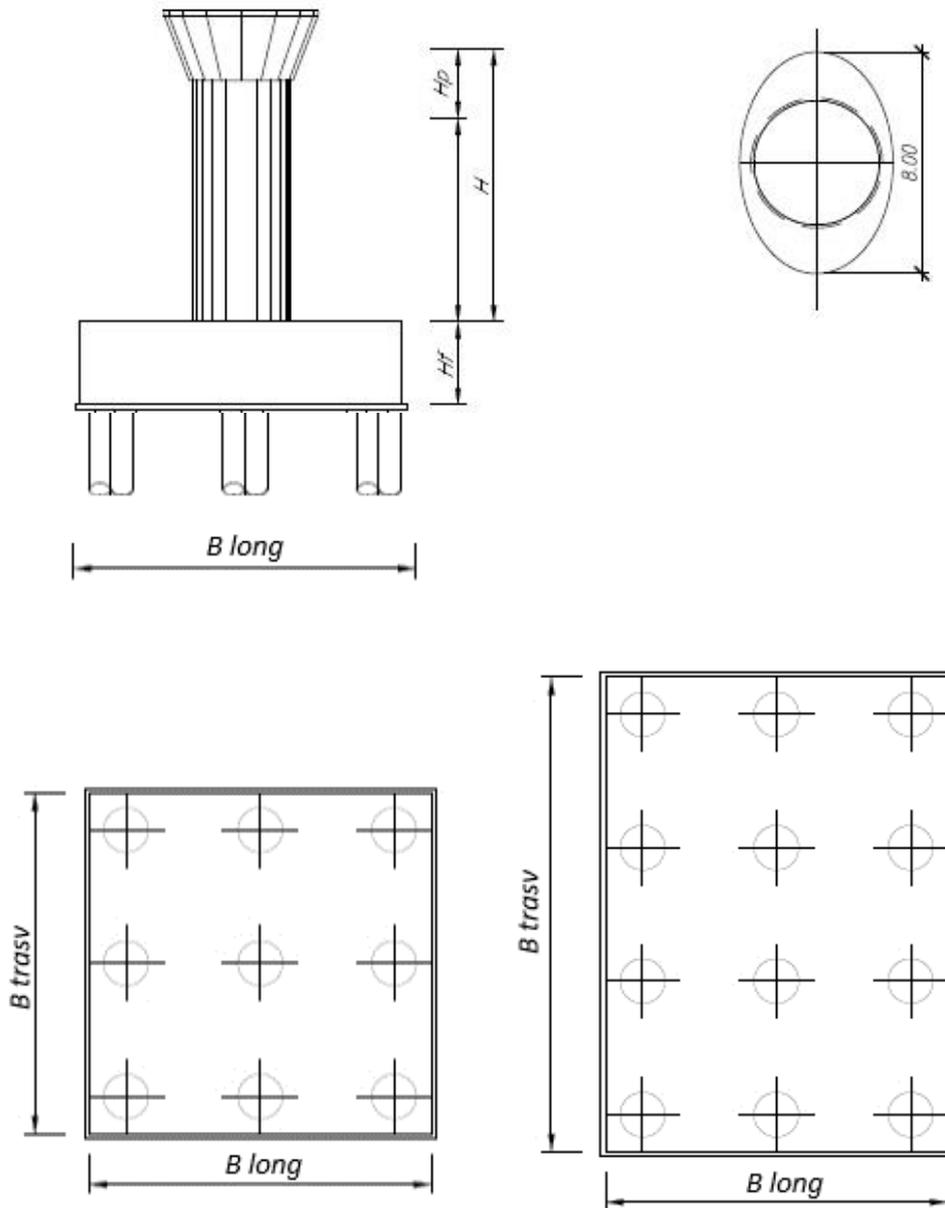


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pile

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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	C25/30	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	30	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	31476	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	33	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{cd}	25	<i>MPa</i>

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

3.1 Verifiche SLE

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

3.1.1 Verifiche tensionali

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

tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]. In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

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

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wk	Stato limite	wk
A	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
C	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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 4.5m, una altezza complessiva di 18.00m. 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 1500mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	18	m
tipologia di sezione					circolare	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	2.25	m
area della sezione				A	15.904	m ²
inerzia sezione direzione trasversale				I11	20.129	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	20.129	m ⁴
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	6362	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	1794	kN
FONDAZIONE						
asse minore ellisse				a	16.5	m
asse maggiore ellisse				b	12	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	182.1	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4_centrif_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4+vento_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr4_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1_	1.35	1.5	1.16	0	0.58	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2_	1.35	1.5	0	1.16	0	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	0.58	0.58	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr4_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
SLE_rar_gr1_Treno_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_centrif_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_Treno_	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico_	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_centrif_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento_	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento_	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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 m
spessore medio soletta				s	0.4	m		0.4 m
estradosso impalcato				H	3.2	m		3.2 m
spessore ballast + rotaia				hb	0.88	m		0.88 m
altezza PF da estradosso trave				h2	1.19	m		1.19 m
lunghezza travata				L	49.6	m		49.6 m
luce appoggi travata				La	48	m		48 m
larghezza totale impalcato				B	9.7	m		
peso permanente strutturale				G1	6544	kN		6544 kN
peso permanenti non strutt				G2	5570	kN		5570 kN
Altezze da intradosso del cassoncino								
baricentro del cassoncino				gc	1.12	m		1.12 m
area cassoncino				Ac	0.12	m ²		0.12 m ²
baricentro della soletta				gs	2.33	m		2.33 m
area soletta				As	3.00	m ²		3.00 m ²
baricentro sezione trave+soletta		(da intradosso trave)		Gb1	2.09	m		2.09 m
baricentro del ballast		(da intradosso trave)		Gb2	3.64	m		3.64 m
altezza piano del ferro		(da intradosso trave)		H	3.99	m		3.99 m
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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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:

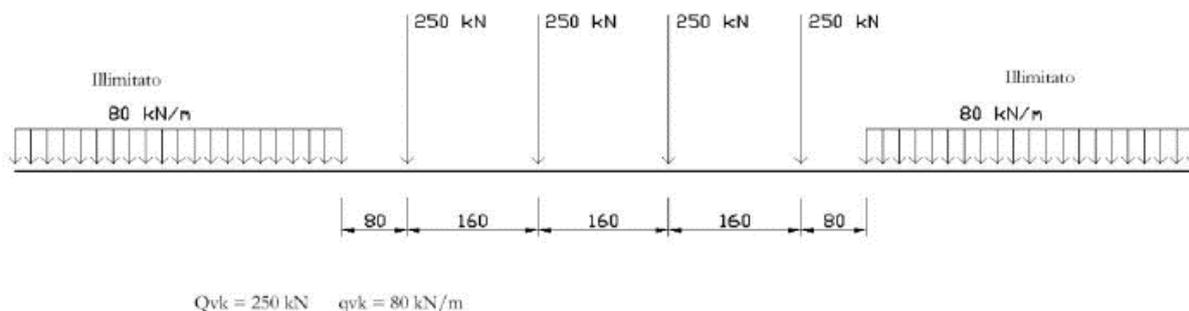
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	6544	0
scarichi estradosso Pila - G2	5570	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	15098	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	5570	0
scarichi sui Pali - G1	29549	0
scarichi sui Pali - G2	5570	0

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;

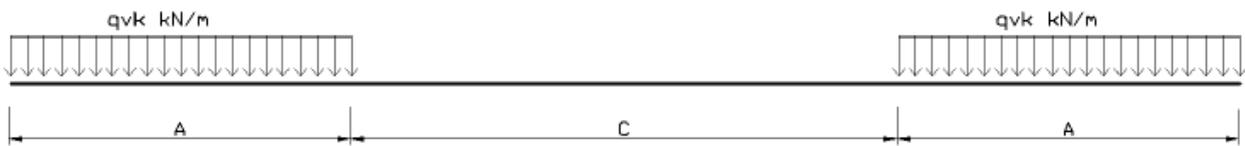
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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:

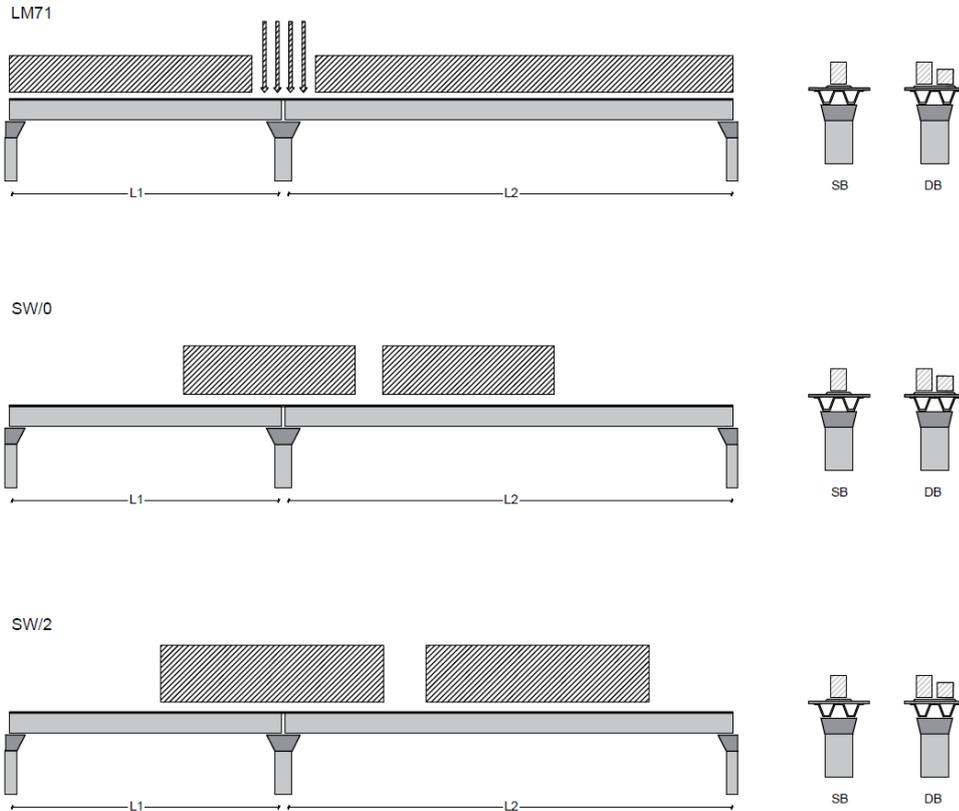


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

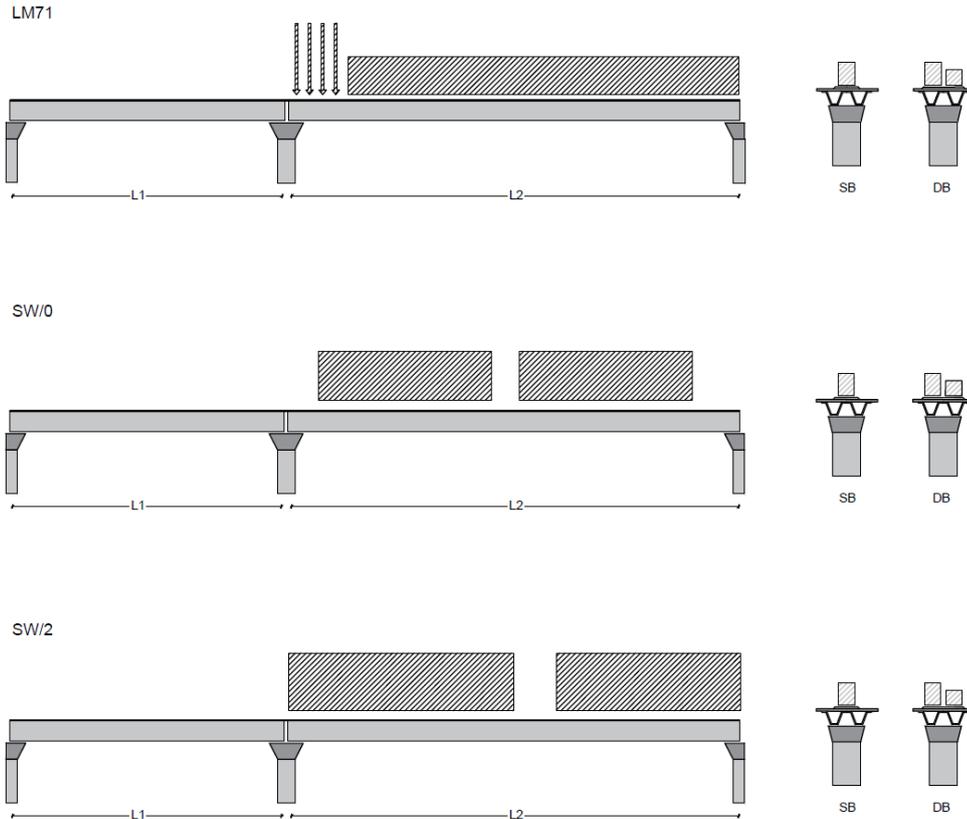


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

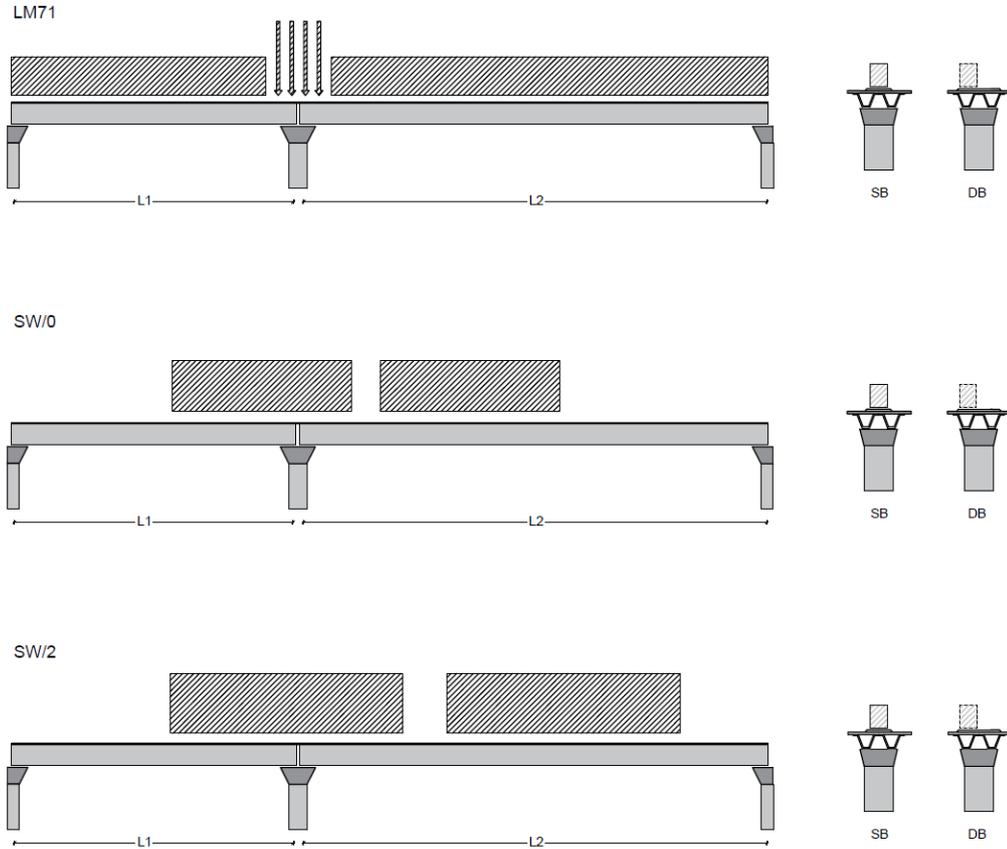


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	10000000	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	0.0	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	0.0	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	0.0	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.0	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	0.00	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	0.0012414	0	0.00124	0.061573	0.38975

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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	282	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	18	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	18.45	m
	altezza di riferimento	z	23.15	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.91	
	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	1559.49	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	31.0	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1538.7	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	7924.3	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	30.6		
forza equivalente in testa pila	Fx	1516.4	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	7718.6	kn/m	
VENTO SULLA PILA				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	18	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.73815		
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
pressione statica di picco	qpicco	1559.49	n/m2	
		1.55949	Kpa	
tipologia di sezione		circolare		
larghezza trasversale pila	b	0	m	
larghezza longitudinale pila	d	0	m	
raggio della sezione	R	2.25	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	1.3E+07		
materiale pila		cls ruvido		
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.00044		

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90652	
	rapporto geometrico	l/b	4	
	snellezza effettiva	λ	4	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65725	
	forza trasversale	f tras	0.9	
	forza equivalente in testa pila	F tras	16.7	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	10.8	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	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	0.90652	
	rapporto geometrico	l/b	4	
	snellezza effettiva	λ	4	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65725	
	forza longitudinale	f lon	0.92917	
	forza equivalente in testa pila	F lon	16.725	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	10.8	m

5.7 Azione Sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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.

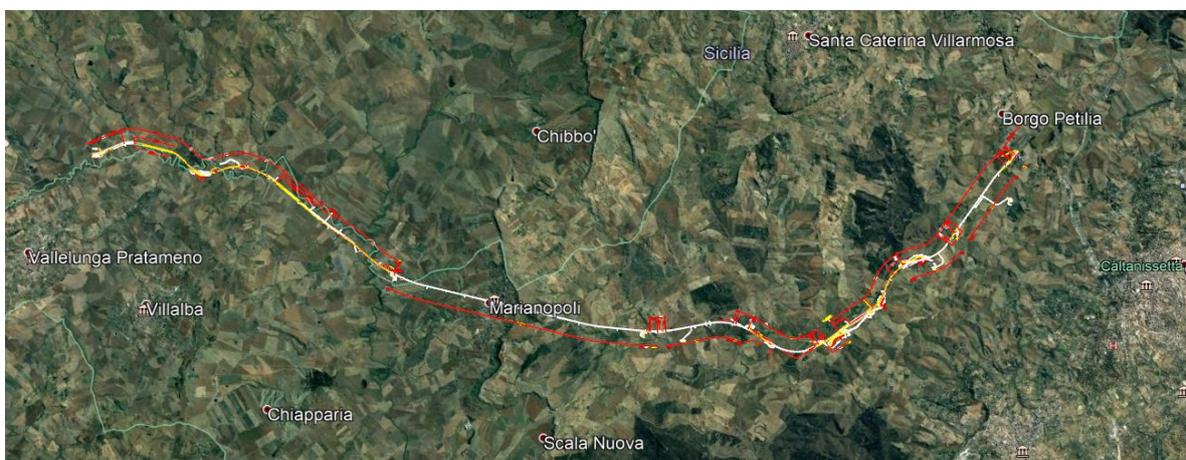


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

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

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

5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE LATITUDINE

13.96265 37.54598

Ricerca per comune

REGIONE PROVINCIA COMUNE

Sicilia Catania Mineo

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

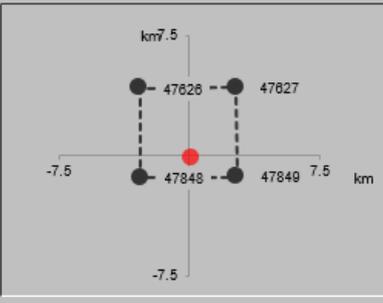
Interpolazione

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".

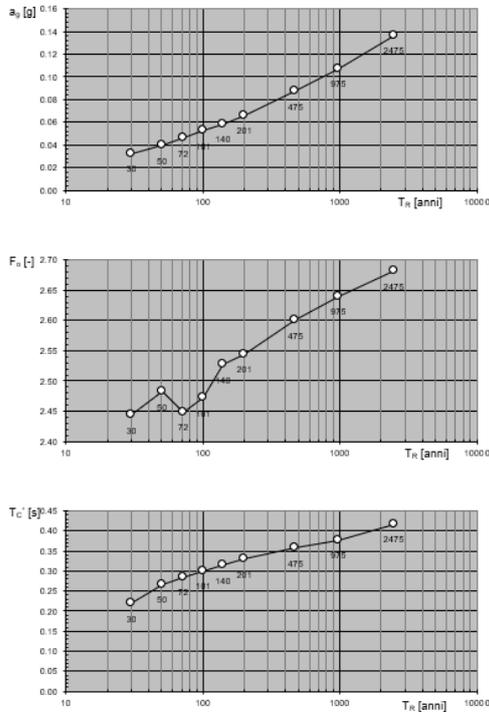
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

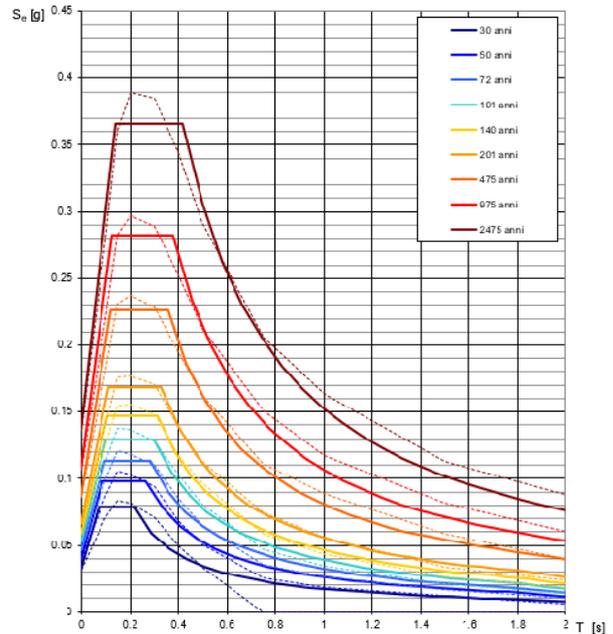
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato **SLV** info

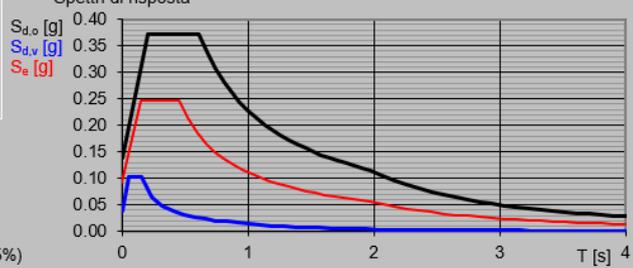
Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo **C** info $S_s = 1.500$ $C_c = 1.368$ info
 Categoria topografica **T1** info $h/H = 0.000$ $S_r = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 **1** Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q **1** $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

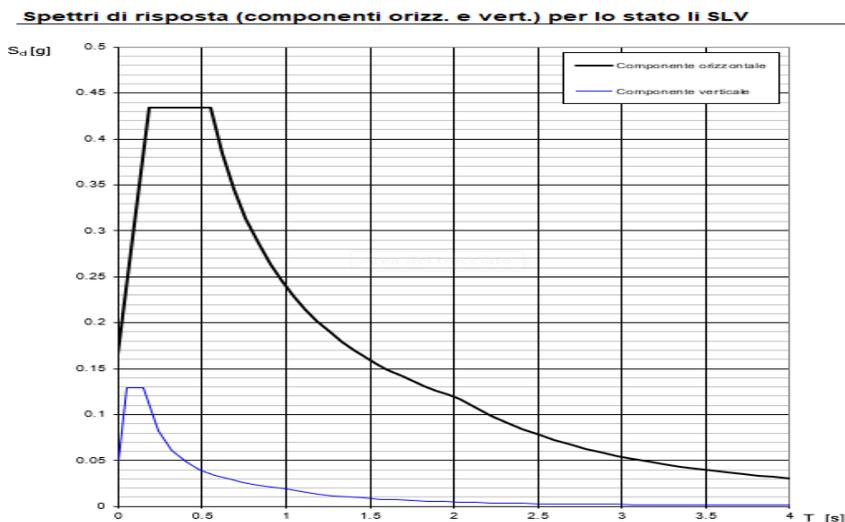
Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

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	0.093 g
F_o	2.674
T_c	0.448 s
S_s	1.500
C_c	1.368
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.204 s
T_C	0.613 s
T_D	1.970 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)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.139
$T_B \leftarrow$	0.204	0.371
$T_C \leftarrow$	0.613	0.371
	0.678	0.336
	0.742	0.307
	0.807	0.282
	0.872	0.261
	0.936	0.243
	1.001	0.227
	1.066	0.214
	1.130	0.201
	1.195	0.191
	1.259	0.181
	1.324	0.172
	1.389	0.164
	1.453	0.157
	1.518	0.150
	1.583	0.144
	1.647	0.138
	1.712	0.133
	1.776	0.128
	1.841	0.124
	1.906	0.119
$T_D \leftarrow$	1.970	0.116
	2.067	0.105
	2.164	0.096
	2.260	0.088
	2.357	0.081
	2.454	0.075
	2.550	0.069
	2.647	0.064
	2.744	0.060
	2.840	0.056
	2.937	0.052
	3.033	0.049
	3.130	0.046
	3.227	0.043
	3.323	0.041
	3.420	0.038
	3.517	0.036
	3.613	0.034
	3.710	0.033
	3.807	0.031
	3.903	0.029
	4.000	0.028

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 dell

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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 *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	6362	kN
massa efficace pila			Mpe	4313	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	17702	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1634.7 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	6362	kN
massa efficace pila			Mpe	4313	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	17478	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1679.5 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	6362	kN
massa efficace pila			Mpe	4313	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	17478	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -1679.5 KN	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

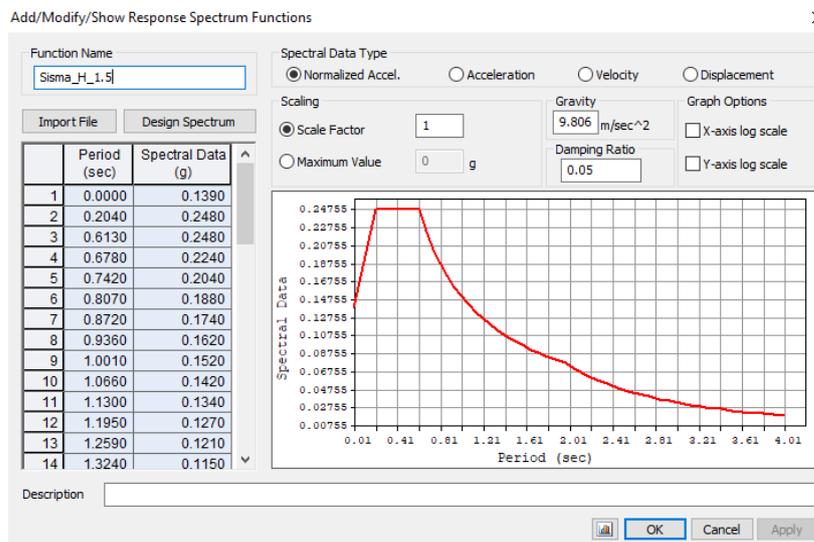
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m ²
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	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	18.00	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	18.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	1.1E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	1.8E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	2.4E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	0.87	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.68	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T _{vert}	0.06	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.17	0.17	0.26	0.10	g
accelerazione componente longitudinale	0.22	0.22	0.34	0.13	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.10	g
Sforzo assiale	2060	2060	2060	2115	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3528	3880	5291	1998	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	4587	5045	6880	2580	kN
Momento flessionale trasversale	76661	84327	114991	43427	kN m
Momento flessionale longitudinale	84729	93191	127041	47701	kN m

5.7.6 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	1909.9	3643.29	4404.44	72167.13	75255.76
SISMA q=1	1909.9	5468.22	6585.29	108426.9	112576.76
SISMA sld	636.64	2040.35	2583.18	40181.51	44053.82

Si procede con tali sollecitazioni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

5.8 Azione Idrostatica

Secondo quanto prescritto nelle cap5.2.2.8 delle NTC2018 le azioni idrodinamiche devono essere considerate sia come pressione sulle parti immerse che come effetti di modificazioni locali dell'alveo. In riferimento alla relazione idraulica si richiamano in forma tabellare i dati di base per la progettazione e verifica strutturale.

6.3.14 Escavazioni localizzate viadotto VI15

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma pilino	Base pilino [m]	Lunghezza pilino [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	0.00	0.00	13	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	1.04	1.01	13	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.53	plinto non scoperto
P03	1.44	1.29	19	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.23	plinto non scoperto
P04	3.02	1.61	10	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.24	plinto scoperto
P05	2.00	1.94	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.18	plinto scoperto
P06	1.73	1.51	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.89	plinto scoperto
P07	0.98	1.52	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.40	plinto scoperto
P08	0.00	0.00	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P09	0.44	0.49	18	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.46	plinto scoperto
P10	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P11	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P12	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P13	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P14	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P15	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

Tabella 19: Viadotto VI15, massima profondità di escavazione

Il livello medio annuo risulta essere di circa 5m pertanto si ritengono trascurabili gli effetti idrodinamici. Per quanto riguarda la pressione statica che esercita l'acqua può essere valutata con la seguente espressione:

$$p = \frac{1}{2} \rho C_D v^2$$

dove il coefficiente di forma varia tipicamente tra 0.5 e 1.5 ed è stato valutato secondo la seguente tabella:

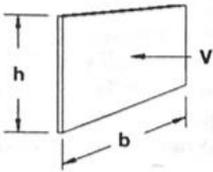
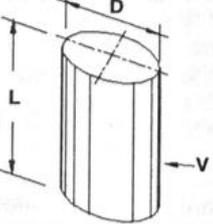
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

Figura 11 - Coefficiente di forma (M.P. Pietrangeli - Progettazione e costruzione di ponti 1996)

Poiché l'azione è dipendente dall'altezza idrica di progetto si riporta un esempio al passo e successivamente una tabella riassuntiva dell'azione caratteristica.

velocità dell'acqua	v	1.51	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m ⁴
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	22.3	m
altezza idrica Tr 300	h300	1.73	m
scalzamento massimo Tr300	dl	6.89	m
tipologia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	2.25	m
rapporto geometrico	L/D	0.002444	m
viscosità cinamatica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynolds	Re	7600671	
coefficiente di forma	Cd	0.35	*

* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.399018	kN/m2
forza risultante		Fidro	56.94963	kN
momento alla base pila		Mpila	-75.2279	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	3.23	3	2.39
D	2.25	9.6	1.5
L/D	1.436	3.2	1.593333333
Re	3.80E+06	1.62E+07	2.53E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.3990175	1.345259	0.3990175
B	2.25	9.6	4
F	2.90	50.24	3.81
M	4.68	-75.35	-4.56

Secondo quanto prescritto nel capitolo 5.1.2.3 delle NTC18, le azioni caratteristiche idrostatiche devono essere combinate differientemente con le altre azioni variabili. Lo scalzamento ad esse associate, per tanto, dovrà essere valutato e verificato in entrambe le condizioni.

Nel caso specifico, l'effetto globale dell'azione idrostatica sui vari elementi strutturali risulta poco significativa. Quindi, tali combinazioni sono state implementate per la verifica geotecnica dei pali di fondazione, che vede una riduzione complessiva della sollecitazione ma anche della lunghezza portante del palo stesso.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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	398.157	1397.18	941.642	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	17885.8	0	148.912	0	67.5353	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	24809.3	2161.95	398.112	1883.62	941.359	
A1_SLU_gr4_centrif_4	23285.4	1729.56	343.279	1506.9	764.453	
A1_SLU_gr1+vento_5	24809.3	1096.03	1777.99	1397.18	7888.37	
A1_SLU_gr2+vento_6	17885.8	15.0525	1528.74	0	7014.26	
A1_SLU_gr3+vento_7	24809.3	2177	1777.94	1883.62	7888.09	
A1_SLU_gr4+vento_8	23285.4	1744.61	1723.11	1506.9	7711.18	
A1_SLU_vento_gr1_9	23285.4	889.867	2574.36	1117.75	12311.4	
A1_SLU_vento_gr2_10	17746.6	25.0875	2414.84	0	11630.1	
A1_SLU_vento_gr3_11	23285.4	1754.65	2574.32	1506.9	12311.2	
A1_SLU_vento_gr4_12	23285.4	1754.65	2643	1506.9	12342.3	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17369.1	745.5	208.688	963.575	619.752	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	12594.3	0	94.0926	0	42.7037	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17369.1	1491	208.657	1299.05	619.557	
SLE_rar_gr4_centrif_17	16318.1	1192.8	183.452	1039.24	503.228	
SLE_rar_gr1+vento_18	17369.1	755.535	1128.58	963.575	5250.9	
SLE_rar_gr2+vento_19	12594.3	10.035	1013.98	0	4673.86	
SLE_rar_gr3+vento_20	17369.1	1501.03	1128.54	1299.05	5250.71	
SLE_rar_gr4+vento_21	16318.1	1202.83	1103.34	1039.24	5134.38	
SLE_rar_vento_gr1_22	16318.1	613.125	1679.92	770.86	8205.31	
SLE_rar_vento_gr2_23	12498.3	16.725	1606.58	0	7751.92	
SLE_rar_vento_gr3_24	16318.1	1209.52	1679.89	1039.24	8205.15	
SLE_rar_vento_gr4_25	16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81	

SLE_fre_gr1_Treno_27	16318.1	596.4	122.318	770.86	475.717
SLE_fre_gr2_Scarico_28	12498.3	0	61.2006	0	27.8299
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16318.1	1192.8	122.293	1039.24	475.561
SLE_fre_gr4_centrif_30	16318.1	1192.8	152.885	1039.24	489.472
SLE_fre_gr1+vento_31	16318.1	599.745	428.947	770.86	2019.43
SLE_fre_gr2+vento_32	12498.3	3.345	367.83	0	1571.55
SLE_fre_gr3+vento_33	16318.1	1196.14	428.923	1039.24	2019.28
SLE_fre_gr4+vento_34	16318.1	1196.14	459.515	1039.24	2033.19
SLE_fre_vento_gr1_35	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_vento_gr2_36	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_vento_gr3_37	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_vento_gr4_38	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_gr1_temp39	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr2_temp40	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr3_temp41	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr3_temp42	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
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	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr2+vento_49	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr3+vento_50	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr4+vento_51	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr1_52	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr2_53	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr3_54	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr4_55	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
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	12687.3	4407.78	1468.38	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	12687.3	1324.68	4018.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	14024.2	1324.68	1468.38	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	12687.3	4848.23	1577.67	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	12687.3	1456.81	4383.01	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	14024.2	1456.81	1577.67	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	12687.3	6588.63	2015.85	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	12687.3	1978.93	5843.61	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	14024.2	1978.93	2015.85	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	12305.3	2586.52	987.493	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	12305.3	778.299	2415.74	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	12750.9	778.299	987.493	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	36356.8	1080.98	398.157	20854.7	8108.46
A1_SLU_gr2_Scarico_2	29433.3	0	148.912	0	2747.95
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	36356.8	2161.95	398.112	40798.7	8107.37
A1_SLU_gr4_centrif_4	34832.9	1729.56	343.279	32639	6943.47
A1_SLU_gr1+vento_5	36356.8	1096.03	1777.99	21125.7	39892.2
A1_SLU_gr2+vento_6	29433.3	15.0525	1528.74	270.945	34531.6
A1_SLU_gr3+vento_7	36356.8	2177	1777.94	41069.7	39891.1
A1_SLU_gr4+vento_8	34832.9	1744.61	1723.11	32909.9	38727.2
A1_SLU_vento_gr1_9	34832.9	889.867	2574.36	17135.4	58649.9
A1_SLU_vento_gr2_10	29294.1	25.0875	2414.84	451.575	55097.2
A1_SLU_vento_gr3_11	34832.9	1754.65	2574.32	33090.6	58649
A1_SLU_vento_gr4_12	34832.9	1754.65	2643	33090.6	59916.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	25922.8	745.5	208.688	14382.6	4376.13
SLE_rar_gr2_Scarico_15	21148	0	94.0926	0	1736.37
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	25922.8	1491	208.657	28137	4375.38
SLE_rar_gr4_centrif_17	24871.8	1192.8	183.452	22509.6	3805.37
SLE_rar_gr1+vento_18	25922.8	755.535	1128.58	14563.2	25565.3
SLE_rar_gr2+vento_19	21148	10.035	1013.98	180.63	22925.5
SLE_rar_gr3+vento_20	25922.8	1501.03	1128.54	28317.7	25564.5
SLE_rar_gr4+vento_21	24871.8	1202.83	1103.34	22690.3	24994.5
SLE_rar_vento_gr1_22	24871.8	613.125	1679.92	11807.1	38443.8
SLE_rar_vento_gr2_23	21052	16.725	1606.58	301.05	36670.3
SLE_rar_vento_gr3_24	24871.8	1209.52	1679.89	22810.7	38443.2
SLE_rar_vento_gr4_25	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6
SLE_fre_gr1_Treno_27	24871.8	596.4	122.318	11506.1	2677.44
SLE_fre_gr2_Scarico_28	21052	0	61.2006	0	1129.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	24871.8	1192.8	122.293	22509.6	2676.84
SLE_fre_gr4_centrif_30	24871.8	1192.8	152.885	22509.6	3241.41
SLE_fre_gr1+vento_31	24871.8	599.745	428.947	11566.3	9740.49
SLE_fre_gr2+vento_32	21052	3.345	367.83	60.2099	8192.49
SLE_fre_gr3+vento_33	24871.8	1196.14	428.923	22569.8	9739.89
SLE_fre_gr4+vento_34	24871.8	1196.14	459.515	22569.8	10304.5
SLE_fre_vento_gr1_35	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2

SLE_fre_vento_gr2_36	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_vento_gr3_37	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_vento_gr4_38	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_gr1_temp39	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr2_temp40	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr3_temp41	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr3_temp42	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_qp_gr1_Treno_44	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr2_Scarico_45	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr4_centrif_47	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr1+vento_48	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr2+vento_49	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr3+vento_50	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr4+vento_51	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr1_52	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr2_53	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr3_54	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr4_55	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr1_temp56	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr2_temp57	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_temp58	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_temp59	20668	0	68.7592	0	1268.61
E_103x_SLV_q=1.5_60	21241	4407.78	1468.38	75255.8	23224.8
E_103y_SLV_q=1.5_61	21241	1324.68	4018.68	22576.7	73741.8
E_103z_SLV_q=1.5_62	22577.9	1324.68	1468.38	22576.7	23224.8
E_103x_SLV_q=1.36_63	21241	4848.23	1577.67	82781.3	25389.8
E_103y_SLV_q=1.36_64	21241	1456.81	4383.01	24834.4	80958.5
E_103z_SLV_q=1.36_65	22577.9	1456.81	1577.67	24834.4	25389.8
E_103x_SLV_q=1_66	21241	6588.63	2015.85	112577	34102.7
E_103y_SLV_q=1_67	21241	1978.93	5843.61	33773	110002
E_103z_SLV_q=1_68	22577.9	1978.93	2015.85	33773	34102.7
E_103x_SLD_q=1_69	20859	2586.52	987.493	44053.8	13629.1
E_103y_SLD_q=1_70	20859	778.299	2415.74	13216.1	41756.2
E_103z_SLD_q=1_71	21304.6	778.299	987.493	13216.1	13629.1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	55865.3	1080.98	398.157	24097.7	9302.93
A1_SLU_gr2_Scarico_2	48941.8	0	148.912	0	3194.68
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	55865.3	2161.95	398.112	47284.6	9301.71
A1_SLU_gr4_centrif_4	54341.4	1729.56	343.279	37827.7	7973.3
A1_SLU_gr1+vento_5	55865.3	1096.03	1777.99	24413.8	45226.1
A1_SLU_gr2+vento_6	48941.8	15.0525	1528.74	316.102	39117.9
A1_SLU_gr3+vento_7	55865.3	2177	1777.94	47600.7	45224.9
A1_SLU_gr4+vento_8	54341.4	1744.61	1723.11	38143.8	43896.5
A1_SLU_vento_gr1_9	54341.4	889.867	2574.36	19805	66372.9
A1_SLU_vento_gr2_10	48802.6	25.0875	2414.84	526.837	62341.7
A1_SLU_vento_gr3_11	54341.4	1754.65	2574.32	38354.5	66372
A1_SLU_vento_gr4_12	54341.4	1754.65	2643	38354.5	67845.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	40373.5	745.5	208.688	16619.1	5002.2
SLE_rar_gr2_Scarico_15	35598.7	0	94.0926	0	2018.65
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	40373.5	1491	208.657	32610	5001.36
SLE_rar_gr4_centrif_17	39322.6	1192.8	183.452	26088	4355.73
SLE_rar_gr1+vento_18	40373.5	755.535	1128.58	16829.8	28951
SLE_rar_gr2+vento_19	35598.7	10.035	1013.98	210.735	25967.4
SLE_rar_gr3+vento_20	40373.5	1501.03	1128.54	32820.8	28950.2
SLE_rar_gr4+vento_21	39322.6	1202.83	1103.34	26298.8	28304.5
SLE_rar_vento_gr1_22	39322.6	613.125	1679.92	13646.5	43483.6
SLE_rar_vento_gr2_23	35502.7	16.725	1606.58	351.225	41490
SLE_rar_vento_gr3_24	39322.6	1209.52	1679.89	26439.3	43482.9
SLE_rar_vento_gr4_25	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4
SLE_fre_gr1_Treno_27	39322.6	596.4	122.318	13295.3	3044.4
SLE_fre_gr2_Scarico_28	35502.7	0	61.2006	0	1313.04
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	39322.6	1192.8	122.293	26088	3043.72
SLE_fre_gr4_centrif_30	39322.6	1192.8	152.885	26088	3700.06
SLE_fre_gr1+vento_31	39322.6	599.745	428.947	13365.5	11027.3
SLE_fre_gr2+vento_32	35502.7	3.345	367.83	70.2449	9295.97
SLE_fre_gr3+vento_33	39322.6	1196.14	428.923	26158.3	11026.7
SLE_fre_gr4+vento_34	39322.6	1196.14	459.515	26158.3	11683
SLE_fre_vento_gr1_35	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_vento_gr2_36	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2

SLE_fre_vento_gr3_37	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_vento_gr4_38	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_gr1_temp39	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr2_temp40	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr3_temp41	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr3_temp42	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_qp_gr1_Treno_44	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr2_Scarico_45	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr4_centrif_47	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr1+vento_48	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr2+vento_49	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr3+vento_50	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr4+vento_51	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr1_52	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr2_53	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr3_54	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr4_55	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr1_temp56	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr2_temp57	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_temp58	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_temp59	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
E_103x_SLV_q=1.5_60	35856.6	5907.57	1918.31	92978.5	28979.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	35856.6	2824.46	4468.61	31050.1	87147.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	37578.2	2824.46	1918.31	31050.1	28979.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	35856.6	6348.01	2027.61	101825	31472.6
E_103y_SLV_q=1.36_64	35856.6	2956.59	4832.94	33704.2	95457.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	37578.2	2956.59	2027.61	33704.2	31472.6
E_103x_SLV_q=1_66	35856.6	8088.42	2465.79	136842	41500.1
E_103y_SLV_q=1_67	35856.6	3478.71	6293.54	44209.2	128882
E_103z_SLV_q=1_68	37578.2	3478.71	2465.79	44209.2	41500.1
E_103x_SLD_q=1_69	35611	3337.1	1212.67	54065.1	17267.1
E_103y_SLD_q=1_70	35611	1528.88	2640.91	17802.8	49678.9
E_103z_SLD_q=1_71	36759.7	1528.88	1212.67	17802.8	17267.1

6.1.2 Configurazione2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	21812.1	1080.98	290.259	6033.2	593.372
A1_SLU_gr2_Scarico_73	17885.8	0	148.912	0	67.5353
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	21812.1	2161.95	290.214	6519.64	593.089
A1_SLU_gr4_centrif_75	20887.6	1729.56	256.96	5215.71	485.836
A1_SLU_gr1+vento_76	21812.1	1096.03	1670.09	6033.2	7540.1
A1_SLU_gr2+vento_77	17885.8	15.0525	1528.74	0	7014.26
A1_SLU_gr3+vento_78	21812.1	2177	1670.05	6519.64	7539.82
A1_SLU_gr4+vento_79	20887.6	1744.61	1636.79	5215.71	7432.56
A1_SLU_vento_gr1_80	20887.6	889.867	2505.3	4826.56	12040.6
A1_SLU_vento_gr2_81	17746.6	25.0875	2414.84	0	11630.1
A1_SLU_vento_gr3_82	20887.6	1754.65	2505.27	5215.71	12040.4
A1_SLU_vento_gr4_83	20887.6	1754.65	2556.68	5215.71	12063.7
SLE_rar_gr1_Treno_85	15302.1	745.5	159.08	4160.83	390.727
SLE_rar_gr2_Scarico_86	12594.3	0	94.0926	0	42.7037
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	15302.1	1491	159.049	4496.3	390.532
SLE_rar_gr4_centrif_88	14664.5	1192.8	143.766	3597.04	320.008
SLE_rar_gr1+vento_89	15302.1	755.535	1078.97	4160.83	5021.88
SLE_rar_gr2+vento_90	12594.3	10.035	1013.98	0	4673.86
SLE_rar_gr3+vento_91	15302.1	1501.03	1078.94	4496.3	5021.68
SLE_rar_gr4+vento_92	14664.5	1202.83	1063.65	3597.04	4951.16
SLE_rar_vento_gr1_93	14664.5	613.125	1648.17	3328.66	8025.66
SLE_rar_vento_gr2_94	12498.3	16.725	1606.58	0	7751.92
SLE_rar_vento_gr3_95	14664.5	1209.52	1648.14	3597.04	8025.5
SLE_rar_vento_gr4_96	14664.5	1209.52	1676.91	3597.04	8038.59
SLE_fre_gr1_Treno_98	14664.5	596.4	95.8604	3328.66	298.45
SLE_fre_gr2_Scarico_99	12498.3	0	61.2006	0	27.8299
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	14664.5	1192.8	95.8357	3597.04	298.294
SLE_fre_gr4_centrif_101	14664.5	1192.8	119.813	3597.04	309.229
SLE_fre_gr1+vento_102	14664.5	599.745	402.49	3328.66	1842.17
SLE_fre_gr2+vento_103	12498.3	3.345	367.83	0	1571.55
SLE_fre_gr3+vento_104	14664.5	1196.14	402.465	3597.04	1842.01
SLE_fre_gr4+vento_105	14664.5	1196.14	426.442	3597.04	1852.95

SLE_fre_vento_gr1_106	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_vento_gr2_107	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_vento_gr3_108	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_vento_gr4_109	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_gr1_temp110	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr2_temp111	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr3_temp112	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr3_temp113	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
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	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr2+vento_120	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr3+vento_121	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr4+vento_122	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr1_123	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr2_124	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr3_125	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr4_126	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
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	12687.3	4407.78	1468.38	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	12687.3	1324.68	4018.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	14024.2	1324.68	1468.38	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	12687.3	4848.23	1577.67	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	12687.3	1456.81	4383.01	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	14024.2	1456.81	1577.67	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	12687.3	6588.63	2015.85	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	12687.3	1978.93	5843.61	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	14024.2	1978.93	2015.85	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	12748.7	2583.09	974.871	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	12748.7	777.27	2373.66	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	14229	777.27	974.871	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	33359.6	1080.98	290.259	25490.8	5818.03
A1_SLU_gr2_Scarico_73	29433.3	0	148.912	0	2747.95
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	33359.6	2161.95	290.214	45434.7	5816.94
A1_SLU_gr4_centrif_75	32435.2	1729.56	256.96	36347.8	5111.12
A1_SLU_gr1+vento_76	33359.6	1096.03	1670.09	25761.7	37601.7
A1_SLU_gr2+vento_77	29433.3	15.0525	1528.74	270.945	34531.6
A1_SLU_gr3+vento_78	33359.6	2177	1670.05	45705.7	37600.6
A1_SLU_gr4+vento_79	32435.2	1744.61	1636.79	36618.7	36894.8
A1_SLU_vento_gr1_80	32435.2	889.867	2505.3	20844.2	57136
A1_SLU_vento_gr2_81	29294.1	25.0875	2414.84	451.575	55097.2
A1_SLU_vento_gr3_82	32435.2	1754.65	2505.27	36799.4	57135.2
A1_SLU_vento_gr4_83	32435.2	1754.65	2556.68	36799.4	58084
SLE_rar_gr1_Treno_85	23855.8	745.5	159.08	17579.8	3254.16
SLE_rar_gr2_Scarico_86	21148	0	94.0926	0	1736.37
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	23855.8	1491	159.049	31334.3	3253.41
SLE_rar_gr4_centrif_88	23218.2	1192.8	143.766	25067.4	2907.79
SLE_rar_gr1+vento_89	23855.8	755.535	1078.97	17760.5	24443.3
SLE_rar_gr2+vento_90	21148	10.035	1013.98	180.63	22925.5
SLE_rar_gr3+vento_91	23855.8	1501.03	1078.94	31514.9	24442.5
SLE_rar_gr4+vento_92	23218.2	1202.83	1063.65	25248.1	24096.9
SLE_rar_vento_gr1_93	23218.2	613.125	1648.17	14364.9	37692.7
SLE_rar_vento_gr2_94	21052	16.725	1606.58	301.05	36670.3
SLE_rar_vento_gr3_95	23218.2	1209.52	1648.14	25368.5	37692.1
SLE_rar_vento_gr4_96	23218.2	1209.52	1676.91	25368.5	38223
SLE_fre_gr1_Treno_98	23218.2	596.4	95.8604	14063.9	2023.94
SLE_fre_gr2_Scarico_99	21052	0	61.2006	0	1129.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	23218.2	1192.8	95.8357	25067.4	2023.34
SLE_fre_gr4_centrif_101	23218.2	1192.8	119.813	25067.4	2465.87
SLE_fre_gr1+vento_102	23218.2	599.745	402.49	14124.1	9086.98
SLE_fre_gr2+vento_103	21052	3.345	367.83	60.2099	8192.49
SLE_fre_gr3+vento_104	23218.2	1196.14	402.465	25127.7	9086.38
SLE_fre_gr4+vento_105	23218.2	1196.14	426.442	25127.7	9528.91
SLE_fre_vento_gr1_106	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2

SLE_fre_vento_gr2_107	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_vento_gr3_108	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_vento_gr4_109	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_gr1_temp110	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr2_temp111	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr3_temp112	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr3_temp113	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_qp_gr1_Treno_115	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr2_Scarico_116	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr4_centrif_118	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr1+vento_119	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr2+vento_120	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr3+vento_121	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr4+vento_122	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr1_123	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr2_124	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr3_125	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr4_126	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr1_temp127	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr2_temp128	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_temp129	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_temp130	20668	0	68.7592	0	1268.61
E_103x_SLV_q=1.5_131	21241	4407.78	1468.38	75255.8	23224.8
E_103y_SLV_q=1.5_132	21241	1324.68	4018.68	22576.7	73741.8
E_103z_SLV_q=1.5_133	22577.9	1324.68	1468.38	22576.7	23224.8
E_103x_SLV_q=1.36_134	21241	4848.23	1577.67	82781.3	25389.8
E_103y_SLV_q=1.36_135	21241	1456.81	4383.01	24834.4	80958.5
E_103z_SLV_q=1.36_136	22577.9	1456.81	1577.67	24834.4	25389.8
E_103x_SLV_q=1_137	21241	6588.63	2015.85	112577	34102.7
E_103y_SLV_q=1_138	21241	1978.93	5843.61	33773	110002
E_103z_SLV_q=1_139	22577.9	1978.93	2015.85	33773	34102.7
E_103x_SLD_q=1_140	21302.4	2583.09	974.871	47701.5	14602.7
E_103y_SLD_q=1_141	21302.4	777.27	2373.66	14310.4	45001.5
E_103z_SLD_q=1_142	22782.7	777.27	974.871	14310.4	14602.7

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	52868.1	1080.98	290.259	28733.7	6688.8
A1_SLU_gr2_Scarico_73	48941.8	0	148.912	0	3194.68
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	52868.1	2161.95	290.214	51920.6	6687.58
A1_SLU_gr4_centrif_75	51943.6	1729.56	256.96	41536.5	5882
A1_SLU_gr1+vento_76	52868.1	1096.03	1670.09	29049.8	42612
A1_SLU_gr2+vento_77	48941.8	15.0525	1528.74	316.102	39117.9
A1_SLU_gr3+vento_78	52868.1	2177	1670.05	52236.7	42610.8
A1_SLU_gr4+vento_79	51943.6	1744.61	1636.79	41852.6	41805.2
A1_SLU_vento_gr1_80	51943.6	889.867	2505.3	23513.8	64651.9
A1_SLU_vento_gr2_81	48802.6	25.0875	2414.84	526.837	62341.7
A1_SLU_vento_gr3_82	51943.6	1754.65	2505.27	42063.3	64651
A1_SLU_vento_gr4_83	51943.6	1754.65	2556.68	42063.3	65754
SLE_rar_gr1_Treno_85	38306.5	745.5	159.08	19816.3	3731.4
SLE_rar_gr2_Scarico_86	35598.7	0	94.0926	0	2018.65
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	38306.5	1491	159.049	35807.3	3730.56
SLE_rar_gr4_centrif_88	37669	1192.8	143.766	28645.8	3339.09
SLE_rar_gr1+vento_89	38306.5	755.535	1078.97	20027.1	27680.2
SLE_rar_gr2+vento_90	35598.7	10.035	1013.98	210.735	25967.4
SLE_rar_gr3+vento_91	38306.5	1501.03	1078.94	36018	27679.4
SLE_rar_gr4+vento_92	37669	1202.83	1063.65	28856.6	27287.9
SLE_rar_vento_gr1_93	37669	613.125	1648.17	16204.3	42637.2
SLE_rar_vento_gr2_94	35502.7	16.725	1606.58	351.225	41490
SLE_rar_vento_gr3_95	37669	1209.52	1648.14	28997.1	42636.5
SLE_rar_vento_gr4_96	37669	1209.52	1676.91	28997.1	43253.8
SLE_fre_gr1_Treno_98	37669	596.4	95.8604	15853.1	2311.52
SLE_fre_gr2_Scarico_99	35502.7	0	61.2006	0	1313.04
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	37669	1192.8	95.8357	28645.8	2310.84
SLE_fre_gr4_centrif_101	37669	1192.8	119.813	28645.8	2825.3
SLE_fre_gr1+vento_102	37669	599.745	402.49	15923.3	10294.5
SLE_fre_gr2+vento_103	35502.7	3.345	367.83	70.2449	9295.97
SLE_fre_gr3+vento_104	37669	1196.14	402.465	28716.1	10293.8
SLE_fre_gr4+vento_105	37669	1196.14	426.442	28716.1	10808.2
SLE_fre_vento_gr1_106	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2

SLE_fre_vento_gr2_107	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_vento_gr3_108	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_vento_gr4_109	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_gr1_temp110	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr2_temp111	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr3_temp112	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr3_temp113	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_qp_gr1_Treno_115	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr2_Scarico_116	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr4_centrif_118	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr1+vento_119	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr2+vento_120	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr3+vento_121	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr4+vento_122	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr1_123	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr2_124	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr3_125	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr4_126	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr1_temp127	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr2_temp128	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_temp129	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_temp130	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
E_103x_SLV_q=1.5_131	35856.6	5907.57	1918.31	92978.5	28979.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	35856.6	2824.46	4468.61	31050.1	87147.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	37578.2	2824.46	1918.31	31050.1	28979.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	35856.6	6348.01	2027.61	101825	31472.6
E_103y_SLV_q=1.36_135	35856.6	2956.59	4832.94	33704.2	95457.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	37578.2	2956.59	2027.61	33704.2	31472.6
E_103x_SLV_q=1_137	35856.6	8088.42	2465.79	136842	41500.1
E_103y_SLV_q=1_138	35856.6	3478.71	6293.54	44209.2	128882
E_103z_SLV_q=1_139	37578.2	3478.71	2465.79	44209.2	41500.1
E_103x_SLD_q=1_140	36054.4	3333.67	1200.04	57702.5	18202.8
E_103y_SLD_q=1_141	36054.4	1527.85	2598.84	18894	52798
E_103z_SLD_q=1_142	38237.7	1527.85	1200.04	18894	18202.8

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

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	398.157	1397.18	941.642	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	17885.8	0	148.912	0	67.5353	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	24809.3	2161.95	398.112	1883.62	941.359	
A1_SLU_gr4_centrif_146	23285.4	1729.56	343.279	1506.9	764.453	
A1_SLU_gr1+vento_147	24809.3	1096.03	1777.99	1397.18	7888.37	
A1_SLU_gr2+vento_148	17885.8	15.0525	1528.74	0	7014.26	
A1_SLU_gr3+vento_149	24809.3	2177	1777.94	1883.62	7888.09	
A1_SLU_gr4+vento_150	23285.4	1744.61	1723.11	1506.9	7711.18	
A1_SLU_vento_gr1_151	23285.4	889.867	2574.36	1117.75	12311.4	
A1_SLU_vento_gr2_152	17746.6	25.0875	2414.84	0	11630.1	
A1_SLU_vento_gr3_153	23285.4	1754.65	2574.32	1506.9	12311.2	
A1_SLU_vento_gr4_154	23285.4	1754.65	2643	1506.9	12342.3	
SLE_rar_gr1_Treno_156	17369.1	745.5	208.688	963.575	619.752	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	12594.3	0	94.0926	0	42.7037	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	17369.1	1491	208.657	1299.05	619.557	
SLE_rar_gr4_centrif_159	16318.1	1192.8	183.452	1039.24	503.228	
SLE_rar_gr1+vento_160	17369.1	755.535	1128.58	963.575	5250.9	
SLE_rar_gr2+vento_161	12594.3	10.035	1013.98	0	4673.86	
SLE_rar_gr3+vento_162	17369.1	1501.03	1128.54	1299.05	5250.71	
SLE_rar_gr4+vento_163	16318.1	1202.83	1103.34	1039.24	5134.38	
SLE_rar_vento_gr1_164	16318.1	613.125	1679.92	770.86	8205.31	
SLE_rar_vento_gr2_165	12498.3	16.725	1606.58	0	7751.92	
SLE_rar_vento_gr3_166	16318.1	1209.52	1679.89	1039.24	8205.15	
SLE_rar_vento_gr4_167	16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81	
SLE_fre_gr1_Treno_169	16318.1	596.4	122.318	770.86	475.717	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	12498.3	0	61.2006	0	27.8299	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	16318.1	1192.8	122.293	1039.24	475.561	
SLE_fre_gr4_centrif_172	16318.1	1192.8	152.885	1039.24	489.472	
SLE_fre_gr1+vento_173	16318.1	599.745	428.947	770.86	2019.43	
SLE_fre_gr2+vento_174	12498.3	3.345	367.83	0	1571.55	
SLE_fre_gr3+vento_175	16318.1	1196.14	428.923	1039.24	2019.28	
SLE_fre_gr4+vento_176	16318.1	1196.14	459.515	1039.24	2033.19	
SLE_fre_vento_gr1_177	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23	

SLE_fre_vento_gr2_178	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_vento_gr3_179	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_vento_gr4_180	12114.3	8.36249	835.332	0	3890.23
SLE_fre_gr1_temp181	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr2_temp182	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr3_temp183	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
SLE_fre_gr3_temp184	12114.3	3.345	389.14	0	1580.85
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	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr2+vento_191	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr3+vento_192	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr4+vento_193	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr1_194	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr2_195	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr3_196	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_vento_gr4_197	12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
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	12687.3	4407.78	1468.38	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	12687.3	1324.68	4018.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	14024.2	1324.68	1468.38	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	12687.3	4848.23	1577.67	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	12687.3	1456.81	4383.01	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	14024.2	1456.81	1577.67	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	12687.3	6588.63	2015.85	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	12687.3	1978.93	5843.61	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	14024.2	1978.93	2015.85	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	12748.7	2583.09	974.871	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	12748.7	777.27	2373.66	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	14229	777.27	974.871	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	36356.8	1080.98	398.157	20854.7	8108.46
A1_SLU_gr2_Scarico_144	29433.3	0	148.912	0	2747.95
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	36356.8	2161.95	398.112	40798.7	8107.37
A1_SLU_gr4_centrif_146	34832.9	1729.56	343.279	32639	6943.47
A1_SLU_gr1+vento_147	36356.8	1096.03	1777.99	21125.7	39892.2
A1_SLU_gr2+vento_148	29433.3	15.0525	1528.74	270.945	34531.6
A1_SLU_gr3+vento_149	36356.8	2177	1777.94	41069.7	39891.1
A1_SLU_gr4+vento_150	34832.9	1744.61	1723.11	32909.9	38727.2
A1_SLU_vento_gr1_151	34832.9	889.867	2574.36	17135.4	58649.9
A1_SLU_vento_gr2_152	29294.1	25.0875	2414.84	451.575	55097.2
A1_SLU_vento_gr3_153	34832.9	1754.65	2574.32	33090.6	58649
A1_SLU_vento_gr4_154	34832.9	1754.65	2643	33090.6	59916.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	25922.8	745.5	208.688	14382.6	4376.13
SLE_rar_gr2_Scarico_157	21148	0	94.0926	0	1736.37
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	25922.8	1491	208.657	28137	4375.38
SLE_rar_gr4_centrif_159	24871.8	1192.8	183.452	22509.6	3805.37
SLE_rar_gr1+vento_160	25922.8	755.535	1128.58	14563.2	25565.3
SLE_rar_gr2+vento_161	21148	10.035	1013.98	180.63	22925.5
SLE_rar_gr3+vento_162	25922.8	1501.03	1128.54	28317.7	25564.5
SLE_rar_gr4+vento_163	24871.8	1202.83	1103.34	22690.3	24994.5
SLE_rar_vento_gr1_164	24871.8	613.125	1679.92	11807.1	38443.8
SLE_rar_vento_gr2_165	21052	16.725	1606.58	301.05	36670.3
SLE_rar_vento_gr3_166	24871.8	1209.52	1679.89	22810.7	38443.2
SLE_rar_vento_gr4_167	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6
SLE_fre_gr1_Treno_169	24871.8	596.4	122.318	11506.1	2677.44
SLE_fre_gr2_Scarico_170	21052	0	61.2006	0	1129.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	24871.8	1192.8	122.293	22509.6	2676.84
SLE_fre_gr4_centrif_172	24871.8	1192.8	152.885	22509.6	3241.41
SLE_fre_gr1+vento_173	24871.8	599.745	428.947	11566.3	9740.49
SLE_fre_gr2+vento_174	21052	3.345	367.83	60.2099	8192.49
SLE_fre_gr3+vento_175	24871.8	1196.14	428.923	22569.8	9739.89
SLE_fre_gr4+vento_176	24871.8	1196.14	459.515	22569.8	10304.5
SLE_fre_vento_gr1_177	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2

SLE_fre_vento_gr2_178	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_vento_gr3_179	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_vento_gr4_180	20668	8.36249	835.332	150.525	18926.2
SLE_fre_gr1_temp181	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr2_temp182	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr3_temp183	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_fre_gr3_temp184	20668	3.345	389.14	60.2099	8585.37
SLE_qp_gr1_Treno_186	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr2_Scarico_187	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr4_centrif_189	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr1+vento_190	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr2+vento_191	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr3+vento_192	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr4+vento_193	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr1_194	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr2_195	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr3_196	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_vento_gr4_197	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65
SLE_qp_gr1_temp198	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr2_temp199	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_temp200	20668	0	68.7592	0	1268.61
SLE_qp_gr3_temp201	20668	0	68.7592	0	1268.61
E_103x_SLV_q=1.5_202	21241	4407.78	1468.38	75255.8	23224.8
E_103y_SLV_q=1.5_203	21241	1324.68	4018.68	22576.7	73741.8
E_103z_SLV_q=1.5_204	22577.9	1324.68	1468.38	22576.7	23224.8
E_103x_SLV_q=1.36_205	21241	4848.23	1577.67	82781.3	25389.8
E_103y_SLV_q=1.36_206	21241	1456.81	4383.01	24834.4	80958.5
E_103z_SLV_q=1.36_207	22577.9	1456.81	1577.67	24834.4	25389.8
E_103x_SLV_q=1_208	21241	6588.63	2015.85	112577	34102.7
E_103y_SLV_q=1_209	21241	1978.93	5843.61	33773	110002
E_103z_SLV_q=1_210	22577.9	1978.93	2015.85	33773	34102.7
E_103x_SLD_q=1_211	21302.4	2583.09	974.871	47701.5	14602.7
E_103y_SLD_q=1_212	21302.4	777.27	2373.66	14310.4	45001.5
E_103z_SLD_q=1_213	22782.7	777.27	974.871	14310.4	14602.7

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	55865.3	1080.98	398.157	24097.7	9302.93
A1_SLU_gr2_Scarico_144	48941.8	0	148.912	0	3194.68
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	55865.3	2161.95	398.112	47284.6	9301.71
A1_SLU_gr4_centrif_146	54341.4	1729.56	343.279	37827.7	7973.3
A1_SLU_gr1+vento_147	55865.3	1096.03	1777.99	24413.8	45226.1
A1_SLU_gr2+vento_148	48941.8	15.0525	1528.74	316.102	39117.9
A1_SLU_gr3+vento_149	55865.3	2177	1777.94	47600.7	45224.9
A1_SLU_gr4+vento_150	54341.4	1744.61	1723.11	38143.8	43896.5
A1_SLU_vento_gr1_151	54341.4	889.867	2574.36	19805	66372.9
A1_SLU_vento_gr2_152	48802.6	25.0875	2414.84	526.837	62341.7
A1_SLU_vento_gr3_153	54341.4	1754.65	2574.32	38354.5	66372
A1_SLU_vento_gr4_154	54341.4	1754.65	2643	38354.5	67845.3
SLE_rar_gr1_Treno_156	40373.5	745.5	208.688	16619.1	5002.2
SLE_rar_gr2_Scarico_157	35598.7	0	94.0926	0	2018.65
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	40373.5	1491	208.657	32610	5001.36
SLE_rar_gr4_centrif_159	39322.6	1192.8	183.452	26088	4355.73
SLE_rar_gr1+vento_160	40373.5	755.535	1128.58	16829.8	28951
SLE_rar_gr2+vento_161	35598.7	10.035	1013.98	210.735	25967.4
SLE_rar_gr3+vento_162	40373.5	1501.03	1128.54	32820.8	28950.2
SLE_rar_gr4+vento_163	39322.6	1202.83	1103.34	26298.8	28304.5
SLE_rar_vento_gr1_164	39322.6	613.125	1679.92	13646.5	43483.6
SLE_rar_vento_gr2_165	35502.7	16.725	1606.58	351.225	41490
SLE_rar_vento_gr3_166	39322.6	1209.52	1679.89	26439.3	43482.9
SLE_rar_vento_gr4_167	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4
SLE_fre_gr1_Treno_169	39322.6	596.4	122.318	13295.3	3044.4
SLE_fre_gr2_Scarico_170	35502.7	0	61.2006	0	1313.04
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	39322.6	1192.8	122.293	26088	3043.72
SLE_fre_gr4_centrif_172	39322.6	1192.8	152.885	26088	3700.06
SLE_fre_gr1+vento_173	39322.6	599.745	428.947	13365.5	11027.3
SLE_fre_gr2+vento_174	35502.7	3.345	367.83	70.2449	9295.97
SLE_fre_gr3+vento_175	39322.6	1196.14	428.923	26158.3	11026.7
SLE_fre_gr4+vento_176	39322.6	1196.14	459.515	26158.3	11683
SLE_fre_vento_gr1_177	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2

SLE_fre_vento_gr2_178	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_vento_gr3_179	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_vento_gr4_180	35118.7	8.36249	835.332	175.612	21432.2
SLE_fre_gr1_temp181	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr2_temp182	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr3_temp183	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_fre_gr3_temp184	35118.7	3.345	389.14	70.2449	9752.79
SLE_qp_gr1_Treno_186	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr2_Scarico_187	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr4_centrif_189	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr1+vento_190	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr2+vento_191	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr3+vento_192	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr4+vento_193	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr1_194	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr2_195	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr3_196	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_vento_gr4_197	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82
SLE_qp_gr1_temp198	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr2_temp199	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_temp200	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
SLE_qp_gr3_temp201	35118.7	0	68.7592	0	1474.88
E_103x_SLV_q=1.5_202	35856.6	5907.57	1918.31	92978.5	28979.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	35856.6	2824.46	4468.61	31050.1	87147.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	37578.2	2824.46	1918.31	31050.1	28979.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	35856.6	6348.01	2027.61	101825	31472.6
E_103y_SLV_q=1.36_206	35856.6	2956.59	4832.94	33704.2	95457.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	37578.2	2956.59	2027.61	33704.2	31472.6
E_103x_SLV_q=1_208	35856.6	8088.42	2465.79	136842	41500.1
E_103y_SLV_q=1_209	35856.6	3478.71	6293.54	44209.2	128882
E_103z_SLV_q=1_210	37578.2	3478.71	2465.79	44209.2	41500.1
E_103x_SLD_q=1_211	36054.4	3333.67	1200.04	57702.5	18202.8
E_103y_SLD_q=1_212	36054.4	1527.85	2598.84	18894	52798
E_103z_SLD_q=1_213	38237.7	1527.85	1200.04	18894	18202.8

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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	208.688	963.575	619.752
SLE_rar_gr3+vento_20		17369.1	1501.03	1128.54	1299.05	5250.71
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		17369.1	1491	208.657	1299.05	619.557
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81
SLE_rar_gr4_centrif_17		16318.1	1192.8	183.452	1039.24	503.228
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1209.52	183.452	1039.24	8221.81
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81
SLE_rar_gr4_centrif_17		16318.1	1192.8	183.452	1039.24	503.228
SLE_rar_vento_gr4_25		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81
SLE_qp_gr1_Treno_44		12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr1+vento_48		12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr1+vento_48		12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
SLE_qp_gr1_Treno_44		12114.3	0	68.7592	0	30.9416
SLE_qp_gr1+vento_48		12114.3	3.345	375.388	0	1574.66
E_103x_SLD_q=1_69		12305.3	2586.52	987.493	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		12305.3	778.299	2415.74	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		12750.9	778.299	987.493	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	25922.8	745.5	208.688	14382.6	4376.13	
SLE_rar_gr3+vento_20	25922.8	1501.03	1128.54	28317.7	25564.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	25922.8	1501.03	1128.54	28317.7	25564.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_gr4_centrif_17	24871.8	1192.8	183.452	22509.6	3805.37	
SLE_rar_vento_gr4_25	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_qp_gr1_Treno_44	20668	0	68.7592	0	1268.61	
SLE_qp_gr1+vento_48	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_48	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_48	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_48	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
E_103x_SLD_q=1_69	20859	2586.52	987.493	44053.8	13629.1	
E_103y_SLD_q=1_70	20859	778.299	2415.74	13216.1	41756.2	
E_103z_SLD_q=1_71	21304.6	778.299	987.493	13216.1	13629.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	40373.5	745.5	208.688	16619.1	5002.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	40373.5	1501.03	1128.54	32820.8	28950.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	40373.5	1501.03	1128.54	32820.8	28950.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_gr4_centrif_17	39322.6	1192.8	183.452	26088	4355.73	
SLE_rar_vento_gr4_25	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_qp_gr1_Treno_44	35118.7	0	68.7592	0	1474.88	
SLE_qp_gr1+vento_48	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_48	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_48	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_48	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
E_103x_SLD_q=1_69	35611	3337.1	1212.67	54065.1	17267.1	
E_103y_SLD_q=1_70	35611	1528.88	2640.91	17802.8	49678.9	
E_103z_SLD_q=1_71	36759.7	1528.88	1212.67	17802.8	17267.1	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		15302.1	745.5	159.08	4160.83	390.727	
SLE_rar_gr3+vento_91		15302.1	1501.03	1078.94	4496.3	5021.68	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1209.52	1676.91	3597.04	8038.59	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		15302.1	1491	159.049	4496.3	390.532	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1209.52	1676.91	3597.04	8038.59	
SLE_rar_gr4_centrif_88		14664.5	1192.8	143.766	3597.04	320.008	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1209.52	1676.91	3597.04	8038.59	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1209.52	1676.91	3597.04	8038.59	
SLE_rar_gr4_centrif_88		14664.5	1192.8	143.766	3597.04	320.008	
SLE_rar_vento_gr4_96		14664.5	1209.52	1676.91	3597.04	8038.59	
SLE_qp_gr1_Treno_115		12114.3	0	68.7592	0	30.9416	
SLE_qp_gr1+vento_119		12114.3	3.345	375.388	0	1574.66	
SLE_qp_gr1+vento_119		12114.3	3.345	375.388	0	1574.66	
SLE_qp_gr1_Treno_115		12114.3	0	68.7592	0	30.9416	
SLE_qp_gr1+vento_119		12114.3	3.345	375.388	0	1574.66	
E_103x_SLD_q=1_140		12748.7	2583.09	974.871	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		12748.7	777.27	2373.66	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		14229	777.27	974.871	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	23855.8	745.5	208.688	14382.6	4376.13	
SLE_rar_gr3+vento_91	23855.8	1501.03	1078.94	31514.9	24442.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	23218.2	1209.52	1676.91	25368.5	38223	
SLE_rar_gr3+vento_91	23855.8	1501.03	1078.94	31514.9	24442.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	23218.2	1209.52	1676.91	25368.5	38223	
SLE_rar_gr4_centrif_88	23218.2	1192.8	143.766	25067.4	2907.79	
SLE_rar_vento_gr4_96	23218.2	1209.52	1676.91	25368.5	38223	
SLE_rar_vento_gr4_96	23218.2	1209.52	1676.91	25368.5	38223	
SLE_rar_vento_gr4_96	23218.2	1209.52	1676.91	25368.5	38223	
SLE_rar_vento_gr4_96	23218.2	1209.52	1676.91	25368.5	38223	
SLE_qp_gr1_Treno_115	20668	0	68.7592	0	1268.61	
SLE_qp_gr1+vento_119	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_119	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_119	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_119	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
E_103x_SLD_q=1_140	21302.4	2583.09	974.871	47701.5	14602.7	
E_103y_SLD_q=1_141	21302.4	777.27	2373.66	14310.4	45001.5	
E_103z_SLD_q=1_142	22782.7	777.27	974.871	14310.4	14602.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	38306.5	745.5	208.688	16619.1	5002.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	38306.5	1501.03	1078.94	36018	27679.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	37669	1209.52	1676.91	28997.1	43253.8	
SLE_rar_gr3+vento_91	38306.5	1501.03	1078.94	36018	27679.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	37669	1209.52	1676.91	28997.1	43253.8	
SLE_rar_gr4_centrif_88	37669	1192.8	143.766	28645.8	3339.09	
SLE_rar_vento_gr4_96	37669	1209.52	1676.91	28997.1	43253.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	37669	1209.52	1676.91	28997.1	43253.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	37669	1209.52	1676.91	28997.1	43253.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	37669	1209.52	1676.91	28997.1	43253.8	
SLE_qp_gr1_Treno_115	35118.7	0	68.7592	0	1474.88	
SLE_qp_gr1+vento_119	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_119	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_119	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_119	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
E_103x_SLD_q=1_140	36054.4	3333.67	1200.04	57702.5	18202.8	
E_103y_SLD_q=1_141	36054.4	1527.85	2598.84	18894	52798	
E_103z_SLD_q=1_142	38237.7	1527.85	1200.04	18894	18202.8	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		17369.1	745.5	208.688	963.575	619.752	
SLE_rar_gr3+vento_162		17369.1	1501.03	1128.54	1299.05	5250.71	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		17369.1	1491	208.657	1299.05	619.557	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81	
SLE_rar_gr4_centrif_159		16318.1	1192.8	183.452	1039.24	503.228	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81	
SLE_rar_gr4_centrif_159		16318.1	1192.8	183.452	1039.24	503.228	
SLE_rar_vento_gr4_167		16318.1	1209.52	1716.6	1039.24	8221.81	
SLE_qp_gr1_Treno_186		12114.3	0	68.7592	0	30.9416	
SLE_qp_gr1+vento_190		12114.3	3.345	375.388	0	1574.66	
SLE_qp_gr1+vento_190		12114.3	3.345	375.388	0	1574.66	
SLE_qp_gr1_Treno_186		12114.3	0	68.7592	0	30.9416	
SLE_qp_gr1+vento_190		12114.3	3.345	375.388	375.388	1574.66	
E_103x_SLD_q=1_211		12748.7	2583.09	974.871	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		12748.7	777.27	2373.66	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		14229	777.27	974.871	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	25922.8	745.5	208.688	14382.6	4376.13	
SLE_rar_gr3+vento_162	25922.8	1501.03	1128.54	28317.7	25564.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	25922.8	1501.03	1128.54	28317.7	25564.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	24871.8	1192.8	183.452	22509.6	3805.37	
SLE_rar_vento_gr4_167	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	24871.8	1209.52	1716.6	22810.7	39120.6	
SLE_qp_gr1_Treno_186	20668	0	68.7592	0	1268.61	
SLE_qp_gr1+vento_190	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_190	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_190	20668	3.345	375.388	60.2099	8331.65	
SLE_qp_gr1+vento_190	20668	3.345	375.388	375.388	8331.65	
E_103x_SLD_q=1_211	21302.4	2583.09	974.871	47701.5	14602.7	
E_103y_SLD_q=1_212	21302.4	777.27	2373.66	14310.4	45001.5	
E_103z_SLD_q=1_213	22782.7	777.27	974.871	14310.4	14602.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	40373.5	745.5	208.688	16619.1	5002.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	40373.5	1501.03	1128.54	32820.8	28950.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	40373.5	1501.03	1128.54	32820.8	28950.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_gr4_centrif_159	39322.6	1192.8	183.452	26088	4355.73	
SLE_rar_vento_gr4_167	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	39322.6	1209.52	1716.6	26439.3	44270.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186	35118.7	0	68.7592	0	1474.88	
SLE_qp_gr1+vento_190	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_190	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_190	35118.7	3.345	375.388	70.2449	9457.82	
SLE_qp_gr1+vento_190	35118.7	3.345	375.388	375.388	9457.82	
E_103x_SLD_q=1_211	36054.4	3333.67	1200.04	57702.5	18202.8	
E_103y_SLD_q=1_212	36054.4	1527.85	2598.84	18894	52798	
E_103z_SLD_q=1_213	38237.7	1527.85	1200.04	18894	18202.8	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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	398.157	1397.18	941.642
A1_SLU_gr3+vento_7			24809.3	2177	1777.94	1883.62	7888.09
A1_SLU_vento_gr4_12			23285.4	1754.65	2643	1506.9	12342.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3			24809.3	2161.95	398.112	1883.62	941.359
A1_SLU_vento_gr4_12			23285.4	1754.65	2643	1506.9	12342.3
E_103x_SLV_q=1.5_60			12687.3	4407.78	1468.38	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61			12687.3	1324.68	4018.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62			14024.2	1324.68	1468.38	0	0
E_103x_SLV_q=1_66			12687.3	6588.63	2015.85	0	0
E_103y_SLV_q=1_67			12687.3	1978.93	5843.61	0	0
E_103z_SLV_q=1_68			14024.2	1978.93	2015.85	0	0
BASE PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			36356.8	1080.98	398.157	20854.7	8108.46
A1_SLU_gr3+vento_7			36356.8	2177	1777.94	41069.7	39891.1
A1_SLU_vento_gr4_12			34832.9	1754.65	2643	33090.6	59916.3
A1_SLU_gr3+vento_7			36356.8	2177	1777.94	41069.7	39891.1
A1_SLU_vento_gr4_12			34832.9	1754.65	2643	33090.6	59916.3
E_103x_SLV_q=1.5_60			21241	4407.78	1468.38	75255.8	23224.8
E_103y_SLV_q=1.5_61			21241	1324.68	4018.68	22576.7	73741.8
E_103z_SLV_q=1.5_62			22577.9	1324.68	1468.38	22576.7	23224.8
E_103x_SLV_q=1_66			21241	6588.63	2015.85	112577	34102.7
E_103y_SLV_q=1_67			21241	1978.93	5843.61	33773	110002
E_103z_SLV_q=1_68			22577.9	1978.93	2015.85	33773	34102.7
BASE FONDAZIONE							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			55865.3	1080.98	398.157	24097.7	9302.93
A1_SLU_gr3+vento_7			55865.3	2177	1777.94	47600.7	45224.9
A1_SLU_vento_gr4_12			54341.4	1754.65	2643	38354.5	67845.3
A1_SLU_gr3+vento_7			55865.3	2177	1777.94	47600.7	45224.9
A1_SLU_vento_gr4_12			54341.4	1754.65	2643	38354.5	67845.3
E_103x_SLV_q=1.36_63			35856.6	6348.01	2027.61	101825	31472.6
E_103y_SLV_q=1.36_64			35856.6	2956.59	4832.94	33704.2	95457.3
E_103z_SLV_q=1.36_65			37578.2	2956.59	2027.61	33704.2	31472.6
E_103x_SLV_q=1_66			35856.6	8088.42	2465.79	136842	41500.1
E_103y_SLV_q=1_67			35856.6	3478.71	6293.54	44209.2	128882
E_103z_SLV_q=1_68			37578.2	3478.71	2465.79	44209.2	41500.1

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		21812.1	1080.98	290.259	6033.2	593.372
A1_SLU_gr3+vento_78		21812.1	2177	1670.05	6519.64	7539.82
A1_SLU_vento_gr4_83		20887.6	1754.65	2556.68	5215.71	12063.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		21812.1	2161.95	290.214	6519.64	593.089
A1_SLU_vento_gr4_83		20887.6	1754.65	2556.68	5215.71	12063.7
E_103x_SLV_q=1.5_131		12687.3	4407.78	1468.38	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		12687.3	1324.68	4018.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		14024.2	1324.68	1468.38	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		12687.3	6588.63	2015.85	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		12687.3	1978.93	5843.61	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		14024.2	1978.93	2015.85	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		33359.6	1080.98	290.259	25490.8	5818.03
A1_SLU_gr3+vento_78		33359.6	2177	1670.05	45705.7	37600.6
A1_SLU_vento_gr4_83		32435.2	1754.65	2556.68	36799.4	58084
A1_SLU_gr3+vento_78		33359.6	2177	1670.05	45705.7	37600.6
A1_SLU_vento_gr4_83		32435.2	1754.65	2556.68	36799.4	58084
E_103x_SLV_q=1.5_131		21241	4407.78	1468.38	75255.8	23224.8
E_103y_SLV_q=1.5_132		21241	1324.68	4018.68	22576.7	73741.8
E_103z_SLV_q=1.5_133		22577.9	1324.68	1468.38	22576.7	23224.8
E_103x_SLV_q=1_137		21241	6588.63	2015.85	112577	34102.7
E_103y_SLV_q=1_138		21241	1978.93	5843.61	33773	110002
E_103z_SLV_q=1_139		22577.9	1978.93	2015.85	33773	34102.7
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		52868.1	1080.98	290.259	28733.7	6688.8
A1_SLU_gr3+vento_78		52868.1	2177	1670.05	52236.7	42610.8
A1_SLU_vento_gr4_83		51943.6	1754.65	2556.68	42063.3	65754
A1_SLU_gr3+vento_78		52868.1	2177	1670.05	52236.7	42610.8
A1_SLU_vento_gr4_83		51943.6	1754.65	2556.68	42063.3	65754
E_103x_SLV_q=1.36_134		35856.6	6348.01	2027.61	101825	31472.6
E_103y_SLV_q=1.36_135		35856.6	2956.59	4832.94	33704.2	95457.3
E_103z_SLV_q=1.36_136		37578.2	2956.59	2027.61	33704.2	31472.6
E_103x_SLV_q=1_137		35856.6	8088.42	2465.79	136842	41500.1
E_103y_SLV_q=1_138		35856.6	3478.71	6293.54	44209.2	128882
E_103z_SLV_q=1_139		37578.2	3478.71	2465.79	44209.2	41500.1

Configurazione3

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		24809.3	1080.98	398.157	1397.18	941.642
A1_SLU_gr3+vento_149		24809.3	2177	1777.94	1883.62	7888.09
A1_SLU_vento_gr4_154		23285.4	1754.65	2643	1506.9	12342.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145		24809.3	2161.95	398.112	1883.62	941.359
A1_SLU_vento_gr4_154		23285.4	1754.65	2643	1506.9	12342.3
E_103x_SLV_q=1.5_202		12687.3	4407.78	1468.38	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203		12687.3	1324.68	4018.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204		14024.2	1324.68	1468.38	0	0
E_103x_SLV_q=1_208		12687.3	6588.63	2015.85	0	0
E_103y_SLV_q=1_209		12687.3	1978.93	5843.61	0	0
E_103z_SLV_q=1_210		14024.2	1978.93	2015.85	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		36356.8	1080.98	398.157	20854.7	8108.46
A1_SLU_gr3+vento_149		36356.8	2177	1777.94	41069.7	39891.1
A1_SLU_vento_gr4_154		34832.9	1754.65	2643	33090.6	59916.3
A1_SLU_gr3+vento_149		36356.8	2177	1777.94	41069.7	39891.1
A1_SLU_vento_gr4_154		34832.9	1754.65	2643	33090.6	59916.3
E_103x_SLV_q=1.5_202		21241	4407.78	1468.38	75255.8	23224.8
E_103y_SLV_q=1.5_203		21241	1324.68	4018.68	22576.7	73741.8
E_103z_SLV_q=1.5_204		22577.9	1324.68	1468.38	22576.7	23224.8
E_103x_SLV_q=1_208		21241	6588.63	2015.85	112577	34102.7
E_103y_SLV_q=1_209		21241	1978.93	5843.61	33773	110002
E_103z_SLV_q=1_210		22577.9	1978.93	2015.85	33773	34102.7
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		55865.3	1080.98	398.157	24097.7	9302.93
A1_SLU_gr3+vento_149		55865.3	2177	1777.94	47600.7	45224.9
A1_SLU_vento_gr4_154		54341.4	1754.65	2643	38354.5	67845.3
A1_SLU_gr3+vento_149		55865.3	2177	1777.94	47600.7	45224.9
A1_SLU_vento_gr4_154		54341.4	1754.65	2643	38354.5	67845.3
E_103x_SLV_q=1.36_205		35856.6	6348.01	2027.61	101825	31472.6
E_103y_SLV_q=1.36_206		35856.6	2956.59	4832.94	33704.2	95457.3
E_103z_SLV_q=1.36_207		37578.2	2956.59	2027.61	33704.2	31472.6
E_103x_SLV_q=1_208		35856.6	8088.42	2465.79	136842	41500.1
E_103y_SLV_q=1_209		35856.6	3478.71	6293.54	44209.2	128882
E_103z_SLV_q=1_210		37578.2	3478.71	2465.79	44209.2	41500.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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	340 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv: 5.5 strati Φ 30/10 Long 5.5 strati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	80 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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

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

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

- a 1,2 volte la domanda in duttilità locale, valutata in corrispondenza dello SLV, nel caso si utilizzino modelli lineari,

- alla domanda in duttilità locale e globale allo SLC, nel caso si utilizzino modelli non lineari.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

8.1 Modellazione

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

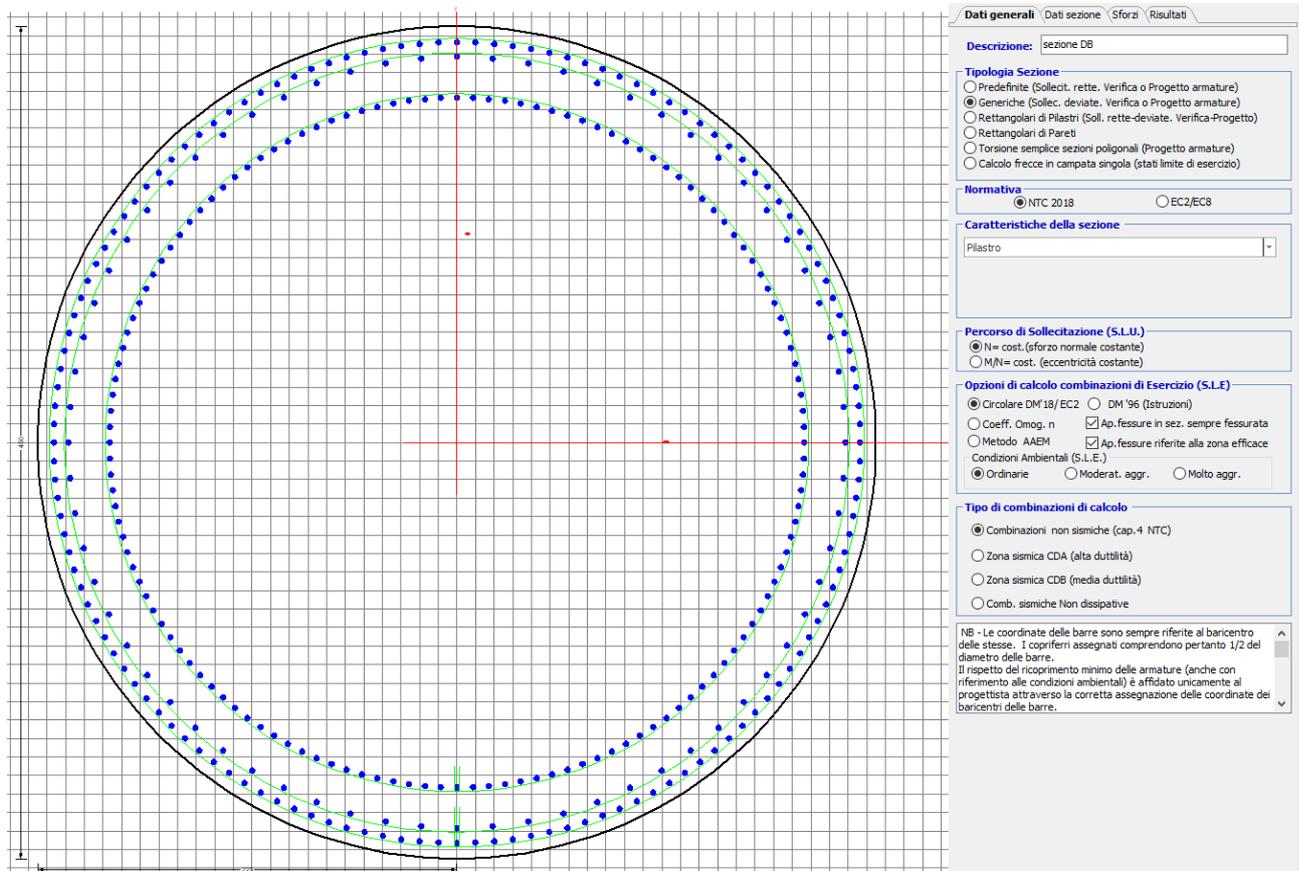


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 340 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno e speculari internamente alla sezione.

8.2 Verifica a presso flessione

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: Circolare 4.5m

Descrizione Sezione:	sezione DB
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 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 $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 225.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate 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	216.5	136	30
2	0.0	0.0	186.5	136	30
3	0.0	0.0	208.5	68	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	33561.55	21475.62	5972.34	0.00	0.00
2	32596.70	50571.61	31523.75	0.00	0.00
3	32596.70	21525.83	49051.40	0.00	0.00
4	32596.70	50571.61	31523.75	0.00	0.00
5	32596.70	21525.83	49051.40	0.00	0.00
6	21193.99	54912.58	20243.66	0.00	0.00
7	21193.99	16473.77	64713.02	0.00	0.00
8	22421.29	16473.77	20243.66	0.00	0.00
9	31998.54	22474.90	4777.89	0.00	0.00
10	31346.30	51371.04	30568.20	0.00	0.00
11	31346.30	22325.25	48095.84	0.00	0.00
12	31346.30	51371.04	30568.20	0.00	0.00
13	31346.30	22325.25	48095.84	0.00	0.00
14	21193.99	54912.58	20243.66	0.00	0.00
15	21193.99	16473.77	64713.02	0.00	0.00
16	22421.29	16473.77	20243.66	0.00	0.00
17	33561.55	21475.62	5972.34	0.00	0.00
18	32596.70	50571.61	31523.75	0.00	0.00
19	32596.70	21525.83	49051.40	0.00	0.00
20	32596.70	50571.61	31523.75	0.00	0.00
21	32596.70	21525.83	49051.40	0.00	0.00
22	21193.99	54912.58	20243.66	0.00	0.00
23	21193.99	16473.77	64713.02	0.00	0.00
24	22421.29	16473.77	20243.66	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	23995.06	14810.77	3329.75
2	23329.65	34870.79	20494.37
3	23329.65	14835.09	32179.50
4	23329.65	34870.79	20494.37
5	23329.65	14835.09	32179.50
6	22917.13	14810.77	3329.75
7	22467.30	35422.11	20026.29
8	22467.30	15386.41	31711.42
9	22467.30	35422.11	20026.29
10	22467.30	15386.41	31711.42
11	23995.06	14810.77	3329.75
12	23329.65	34870.79	20494.37
13	23329.65	14835.09	32179.50
14	23329.65	34870.79	20494.37
15	23329.65	14835.09	32179.50
16	12289.61	38526.74	14008.59
17	12289.61	11558.02	43929.48
18	12698.71	11558.02	14008.59

19	12315.44	46790.39	17444.90
20	12315.44	14037.12	55383.82
21	12784.80	14037.12	17444.90
22	12315.44	46790.39	17444.90
23	12315.44	14037.12	55383.82
24	12784.80	14037.12	17444.90

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	22331.53	686.94 (15305.45)	2048.80 (0.00)
2	20668.01	26933.60 (66618.56)	7110.79 (17588.09)
3	20668.01	149.54 (1904.73)	15874.07 (202192.66)
4	20668.01	26933.60 (66618.56)	7110.79 (17588.09)
5	20668.01	149.54 (1904.73)	15874.07 (202192.66)
6	21792.57	1031.52 (62435.42)	1796.03 (6383.11)
7	20668.01	26933.60 (66618.56)	7110.79 (17588.09)
8	20668.01	149.54 (1904.73)	15874.07 (202192.66)
9	20668.01	26933.60 (66618.56)	7110.79 (17588.09)
10	20668.01	149.54 (1904.73)	15874.07 (202192.66)
11	22331.53	686.94 (69622.91)	2048.80 (9425.83)
12	20668.01	26933.60 (66618.56)	7110.79 (17588.09)
13	20668.01	149.54 (1904.73)	15874.07 (202192.66)
14	20668.01	26933.60 (66618.56)	7110.79 (17588.09)
15	20668.01	719.84 (9119.51)	15874.07 (201105.54)

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	20668.01	0.00 (15305.45)	1268.61 (0.00)
2	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
3	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
4	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
5	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
6	20668.01	0.00 (0.00)	1268.61 (0.00)
7	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
8	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
9	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
10	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
11	20668.01	0.00 (0.00)	1268.61 (0.00)
12	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
13	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
14	20668.01	59.82 (0.00)	7110.79 (0.00)
15	20668.01	329.19 (0.00)	7110.79 (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: 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 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	33561.55	21475.62	5972.34	33561.32	190952.55(190952.55)	53122.56(53122.56)	8.892403.3(477.1)	
2	S	32596.70	50571.61	31523.75	32596.66	167433.52(167433.52)	104361.42(104361.42)	3.312403.3(477.1)	
3	S	32596.70	21525.83	49051.40	32596.75	79281.72(79281.72)	180660.09(180660.09)	3.682403.3(477.1)	
4	S	32596.70	50571.61	31523.75	32596.66	167433.52(167433.52)	104361.42(104361.42)	3.312403.3(477.1)	
5	S	32596.70	21525.83	49051.40	32596.75	79281.72(79281.72)	180660.09(180660.09)	3.682403.3(477.1)	
6	S	21193.99	54912.58	20243.66	21194.10	174486.48(174486.48)	64336.95(64336.95)	3.182403.3(477.1)	
7	S	21193.99	16473.77	64713.02	21193.81	45886.75(45886.75)	180213.44(180213.44)	2.782403.3(477.1)	
8	S	22421.29	16473.77	20243.66	22421.38	118185.68(118185.68)	145228.18(145228.18)	7.172403.3(477.1)	
9	S	31998.54	22474.90	4777.89	31998.57	192443.49(192443.49)	40895.93(40895.93)	8.562403.3(477.1)	
10	S	31346.30	51371.04	30568.20	31346.12	168534.53(168534.53)	100299.56(100299.56)	3.282403.3(477.1)	
11	S	31346.30	22325.25	48095.84	31346.32	82599.86(82599.86)	177883.51(177883.51)	3.702403.3(477.1)	
12	S	31346.30	51371.04	30568.20	31346.12	168534.53(168534.53)	100299.56(100299.56)	3.282403.3(477.1)	
13	S	31346.30	22325.25	48095.84	31346.32	82599.86(82599.86)	177883.51(177883.51)	3.702403.3(477.1)	
14	S	21193.99	54912.58	20243.66	21194.10	174486.48(174486.48)	64336.95(64336.95)	3.182403.3(477.1)	
15	S	21193.99	16473.77	64713.02	21193.81	45886.75(45886.75)	180213.44(180213.44)	2.782403.3(477.1)	
16	S	22421.29	16473.77	20243.66	22421.38	118185.68(118185.68)	145228.18(145228.18)	7.172403.3(477.1)	
17	S	33561.55	21475.62	5972.34	33561.32	190952.55(190952.55)	53122.56(53122.56)	8.892403.3(477.1)	
18	S	32596.70	50571.61	31523.75	32596.66	167433.52(167433.52)	104361.42(104361.42)	3.312403.3(477.1)	
19	S	32596.70	21525.83	49051.40	32596.75	79281.72(79281.72)	180660.09(180660.09)	3.682403.3(477.1)	
20	S	32596.70	50571.61	31523.75	32596.66	167433.52(167433.52)	104361.42(104361.42)	3.312403.3(477.1)	
21	S	32596.70	21525.83	49051.40	32596.75	79281.72(79281.72)	180660.09(180660.09)	3.682403.3(477.1)	

22	S	21193.99	54912.58	20243.66	21194.10	174486.48(174486.48)	64336.95(64336.95)	3.182403.3(477.1)
23	S	21193.99	16473.77	64713.02	21193.81	45886.75(45886.75)	180213.44(180213.44)	2.782403.3(477.1)
24	S	22421.29	16473.77	20243.66	22421.38	118185.68(118185.68)	145228.18(145228.18)	7.172403.3(477.1)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	60.3	0.0	0.00329	59.2	208.2	-0.00726	-59.2	-208.2
2	0.00350	119.0	1.9	0.00329	114.0	184.1	-0.00734	-114.0	-184.1
3	0.00350	206.0	1.9	0.00329	198.1	87.4	-0.00734	-198.1	-87.4
4	0.00350	119.0	1.9	0.00329	114.0	184.1	-0.00734	-114.0	-184.1
5	0.00350	206.0	1.9	0.00329	198.1	87.4	-0.00734	-198.1	-87.4
6	0.00350	77.8	0.0	0.00327	78.2	201.9	-0.00839	-78.2	-201.9
7	0.00350	218.0	1.9	0.00327	210.7	49.6	-0.00839	-210.7	-49.6
8	0.00350	174.5	1.9	0.00327	166.6	138.3	-0.00827	-166.6	-138.3
9	0.00350	46.8	1.9	0.00329	49.6	210.7	-0.00739	-49.6	-210.7
10	0.00350	115.1	1.9	0.00329	114.0	184.1	-0.00745	-114.0	-184.1
11	0.00350	204.1	0.0	0.00329	198.1	87.4	-0.00745	-198.1	-87.4
12	0.00350	115.1	1.9	0.00329	114.0	184.1	-0.00745	-114.0	-184.1
13	0.00350	204.1	1.9	0.00329	198.1	87.4	-0.00745	-198.1	-87.4
14	0.00350	77.8	1.9	0.00327	78.2	201.9	-0.00839	-78.2	-201.9
15	0.00350	218.0	10.4	0.00327	210.7	49.6	-0.00839	-210.7	-49.6
16	0.00350	174.5	211.5	0.00327	166.6	138.3	-0.00827	-166.6	-138.3
17	0.00350	60.3	57.3	0.00329	59.2	208.2	-0.00726	-59.2	-208.2
18	0.00350	119.0	143.2	0.00329	114.0	184.1	-0.00734	-114.0	-184.1
19	0.00350	206.0	210.8	0.00329	198.1	87.4	-0.00734	-198.1	-87.4
20	0.00350	119.0	55.3	0.00329	114.0	184.1	-0.00734	-114.0	-184.1
21	0.00350	206.0	141.1	0.00329	198.1	87.4	-0.00734	-198.1	-87.4
22	0.00350	77.8	210.8	0.00327	78.2	201.9	-0.00839	-78.2	-201.9
23	0.00350	218.0	55.3	0.00327	210.7	49.6	-0.00839	-210.7	-49.6
24	0.00350	174.5	141.1	0.00327	166.6	138.3	-0.00827	-166.6	-138.3

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	0.000006532	0.000023486	-0.001984965	----	----
2	0.000012993	0.000020843	-0.002026250	----	----
3	0.000022493	0.000009871	-0.002026739	----	----
4	0.000012993	0.000020843	-0.002026250	----	----
5	0.000022493	0.000009871	-0.002026739	----	----
6	0.000009318	0.000025276	-0.002561181	----	----
7	0.000026106	0.000006646	-0.002561253	----	----

8	0.000020680	0.000016828	-0.002498860	----	----
9	0.000005131	0.000024135	-0.002051768	----	----
10	0.000012682	0.000021312	-0.002080042	----	----
11	0.000022495	0.000010442	-0.002080051	----	----
12	0.000012682	0.000021312	-0.002080042	----	----
13	0.000022495	0.000010442	-0.002080051	----	----
14	0.000009318	0.000025276	-0.002561181	----	----
15	0.000026106	0.000006646	-0.002561253	----	----
16	0.000020680	0.000016828	-0.002498860	----	----
17	0.000006532	0.000023486	-0.001984965	----	----
18	0.000012993	0.000020843	-0.002026250	----	----
19	0.000022493	0.000009871	-0.002026739	----	----
20	0.000012993	0.000020843	-0.002026250	----	----
21	0.000022493	0.000009871	-0.002026739	----	----
22	0.000009318	0.000025276	-0.002561181	----	----
23	0.000026106	0.000006646	-0.002561253	----	----
24	0.000020680	0.000016828	-0.002498860	----	----

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	2.47	49.4	300.0	0.6	-49.6	-210.7	0	0.0
2	S	5.22	114.0	0.0	-56.3	-114.0	-184.1	13712	501.9
3	S	4.59	204.3	0.0	-41.5	-198.1	-87.4	12056	452.4
4	S	5.22	114.0	0.0	-56.3	-114.0	-184.1	13712	501.9
5	S	4.59	204.3	0.0	-41.5	-198.1	-87.4	12056	452.4
6	S	2.41	49.4	0.0	-0.3	-49.6	-210.7	594	28.3
7	S	5.24	110.7	0.0	-59.7	-105.3	-189.1	14139	516.0
8	S	4.56	202.4	0.0	-43.2	-193.8	-96.5	12539	459.5
9	S	5.24	110.7	0.0	-59.7	-105.3	-189.1	14139	516.0
10	S	4.56	202.4	0.0	-43.2	-193.8	-96.5	12539	459.5
11	S	2.47	49.4	0.0	0.6	-49.6	-210.7	0	0.0
12	S	5.22	114.0	0.0	-56.3	-114.0	-184.1	13712	501.9
13	S	4.59	204.3	0.0	-41.5	-198.1	-87.4	12056	452.4
14	S	5.22	114.0	0.0	-56.3	-114.0	-184.1	13712	501.9
15	S	4.59	204.3	0.0	-41.5	-198.1	-87.4	12056	452.4
16	S	5.24	76.9	0.0	-96.6	-78.2	-201.9	17611	607.9
17	S	5.80	217.6	0.0	-112.5	-208.2	-59.2	17926	622.0
18	S	2.36	173.6	0.0	-19.5	-166.6	-138.3	11115	438.3
19	S	6.37	78.6	0.0	-128.6	-78.2	-201.9	18185	629.1
20	S	7.27	218.1	0.0	-154.6	-210.7	-49.6	18500	629.1
21	S	2.89	175.3	0.0	-31.6	-166.6	-138.3	13814	494.8
22	S	6.37	78.6	0.0	-128.6	-78.2	-201.9	18185	629.1
23	S	7.27	218.1	0.0	-154.6	-210.7	-49.6	18500	629.1
24	S	2.89	175.3	0.0	-31.6	-166.6	-138.3	13814	494.8

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 fctm
e1	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0		0	70	0.00000 (0.00000)	0	0.002 (990.00)	5317653.90	1195512.32
2	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	470	0.079 (990.00)	49732.21	29228.77
3	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	465	0.058 (990.00)	26262.95	56968.22
4	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	470	0.079 (990.00)	49732.21	29228.77
5	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	465	0.058 (990.00)	26262.95	56968.22
6	S	0.00000	0	0.602	30.0	70	0.00000 (0.00000)	367	0.000 (990.00)	698535.99	157044.52
7	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	471	0.084 (990.00)	49024.70	27716.67
8	S	-0.00023	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	470	0.061 (990.00)	26781.95	55197.66
9	S	-0.00031	0	0.833	30.0	70	0.00018 (0.00018)	471	0.084 (990.00)	49024.70	27716.67
10	S	-0.00023	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	470	0.061 (990.00)	26781.95	55197.66
11	S	0.00000	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	0	0.002 (990.00)	5317653.90	1195512.32
12	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	470	0.079 (990.00)	49732.21	29228.77
13	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	465	0.058 (990.00)	26262.95	56968.22
14	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	470	0.079 (990.00)	49732.21	29228.77
15	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	465	0.058 (990.00)	26262.95	56968.22
16	S	-0.00050	0	0.833	30.0	70	0.00029 (0.00029)	484	0.140 (990.00)	42586.20	15484.64
17	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	483	0.163 (990.00)	11274.69	42852.60
18	S	-0.00010	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	454	0.026 (990.00)	41749.78	50601.71
19	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	484	0.187 (990.00)	40780.42	15204.20
20	S	-0.00080	0	0.833	30.0	70	0.00046 (0.00046)	488	0.226 (990.00)	10451.28	41235.79
21	S	-0.00017	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	475	0.045 (990.00)	35957.14	44686.43
22	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00039 (0.00039)	484	0.187 (990.00)	40780.42	15204.20
23	S	-0.00080	0	0.833	30.0	70	0.00046 (0.00046)	488	0.226 (990.00)	10451.28	41235.79
24	S	-0.00017	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	475	0.045 (990.00)	35957.14	44686.43

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.32	213.3	300.0	14.6	-205.3	-68.8	----	----
2	S	3.64	57.4	0.0	-27.2	-59.2	-208.2	10159	402.9
3	S	2.36	225.0	0.0	-3.1	-216.5	0.0	1478	70.7
4	S	3.64	57.4	0.0	-27.2	-59.2	-208.2	10159	402.9
5	S	2.36	225.0	0.0	-3.1	-216.5	0.0	1478	70.7
6	S	1.29	195.1	0.0	14.3	-189.1	-105.3	----	----
7	S	3.64	57.4	0.0	-27.2	-59.2	-208.2	10159	402.9
8	S	2.36	225.0	0.0	-3.1	-216.5	0.0	1478	70.7
9	S	3.64	57.4	0.0	-27.2	-59.2	-208.2	10159	402.9
10	S	2.36	225.0	0.0	-3.1	-216.5	0.0	1478	70.7
11	S	1.32	213.3	0.0	14.6	-205.3	-68.8	----	----
12	S	3.64	57.4	0.0	-27.2	-59.2	-208.2	10159	402.9
13	S	2.36	225.0	0.0	-3.1	-216.5	0.0	1478	70.7
14	S	3.64	57.4	0.0	-27.2	-59.2	-208.2	10159	402.9
15	S	2.37	224.8	0.0	-3.1	-216.3	-10.0	1529	77.8

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

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

1	S	-0.00069	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	15305.45	0.00
2	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	452	0.037 (0.20)	66618.56	17588.09
3	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	416	0.004 (0.20)	1904.73	202192.66
4	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	452	0.037 (0.20)	66618.56	17588.09
5	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	416	0.004 (0.20)	1904.73	202192.66
6	S	-0.00024	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	62435.42	6383.11
7	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	452	0.037 (0.20)	66618.56	17588.09
8	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	416	0.004 (0.20)	1904.73	202192.66
9	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	452	0.037 (0.20)	66618.56	17588.09
10	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	416	0.004 (0.20)	1904.73	202192.66
11	S	-0.00018	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	69622.91	9425.83
12	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	452	0.037 (0.20)	66618.56	17588.09
13	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	416	0.004 (0.20)	1904.73	202192.66
14	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	452	0.037 (0.20)	66618.56	17588.09
15	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	405	0.004 (0.20)	9119.51	201105.54

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.16	225.0	300.0	14.4	-216.5	0.0	---	---
2	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
3	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
4	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
5	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
6	S	1.16	225.0	0.0	14.4	-216.5	0.0	---	---
7	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
8	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
9	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
10	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
11	S	1.16	225.0	0.0	14.4	-216.5	0.0	---	---
12	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
13	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
14	S	1.64	225.0	0.0	7.5	-216.5	0.0	---	---
15	S	1.64	224.8	0.0	7.5	-216.3	-10.0	---	---

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	-0.00041	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	15305.45	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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	Asw	5	cm ²
passo staffe	s	15	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettrangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di varifica taglio	secondo	statica $q=1$	
Direzione Longidinale			
resistenza ridotta	f'c	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	9629	kN
taglio resisistente	Vr	9629	kN
taglio massimo agente	Ved	6890	kN
	Ved/Vrd	0.72	
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	9629	kN
taglio resisistente	Vr	9629	kN
taglio massimo agente	Ved	6170	kN
	Ved/Vrd	0.64	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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;*

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	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	340		
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	240332	mm ²	
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm ³	
		1.51%	>0.6%	
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$				
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.14	g	
coefficiente di verifica	ζ	0.03		
interasse staffe	s	150	mm	
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	16.08	mm ²	
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0565		

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

8.5 Verifica spostamenti

Per l'identificazione dell'escursione dei giunti tra le testate di due travi adiacenti si richiama il "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" al capitolo 2.5.2.1.5.3 il quale fa riferimento allo spostamento longitudinale E_L identificabile come il contributo di una dilatazione termica, più un contributo indotto dall'azione sismica sulle fondazioni e sulle pile:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot D_t + 4 \cdot d_{Ed} \cdot k_2 + 2 \cdot d_{eg})$$

dove:

- $E_1 =$ spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2 =$ spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3 =$ spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;
- $k_1 =$ 0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2 =$ 0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile				
categoria di terreno			C	
periodo inizio tratto velocità costante		TC	0.613	s
periodo tratto a spostamento costante		TD	1.970	s
coef. categoria e topografia terreno		S	1.5	
accelerazione orizzontale max al sito		ag	0.139	g
periodo di vibrare longitudinale		T1	0.87	sec
fattore di struttura		q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento		μ	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long		ag (I)	0.19	g
		w	0.14	sec
			0.04	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale		dEe	0.0000	m
spostamento totale relativo		dEd	0.0533	m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno			
spostamento massimo orizz. del terreno	dg	0.0617	m
spostamenti massimi terreno punto i	dji	0.062	m
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	0.062	m
velocità prop. onde di taglio nel terreno	vs	270	m/s
distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)	x	40	m
per suoli differenti o distanza <20m	dij0	0.0000	m
su stesso suolo	dij0	0.0012	m
formulazione adottata		(3.2.16)	
	dij, max	0.1091	m
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	0.031	m

spostamento longitudinale relativo alla termica			
variazione termica uniforme	DT	20	°C
coefficiente di dilatazione termica	α	1.20E-05	1/°C
dilatazione termica	Dt	0.010	m
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.014	m
spostamento longitudinale finale			
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45	
coefficiente controfase pile	k2	0.55	
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.17	m
spostamento long di calcolo	EL	0.16	m
spostamento longitudinale	EL	16.500	m
altri spostamenti longitudinali			
escursione longitudinale giunto	Eg	± 9.3	cm
corsa appoggi mobili	Cap	± 10.3	cm
ampiezza dei varchi	v	10.3	cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

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

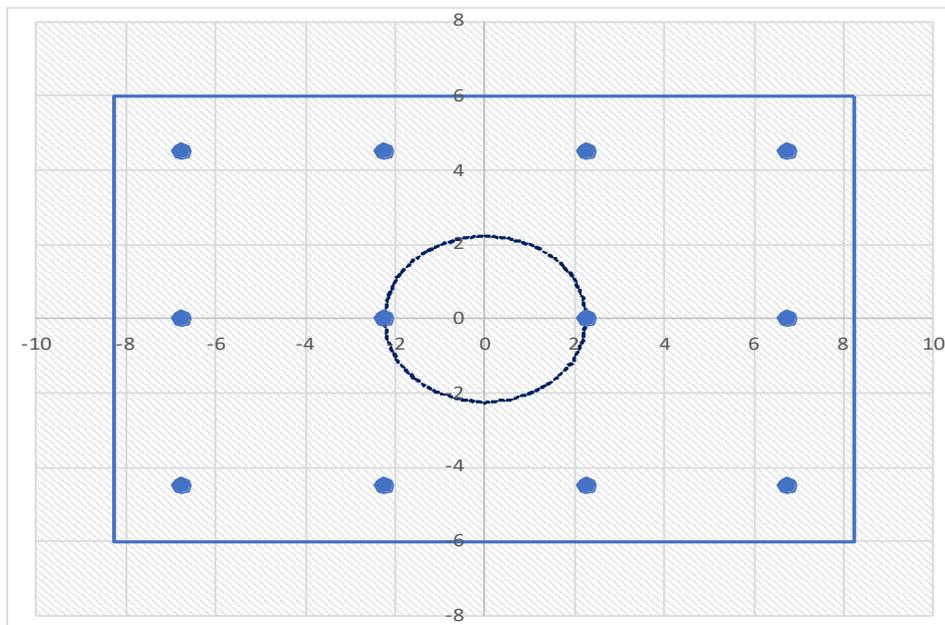
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

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. 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	1.5	m	
interasse pali	i	4.5	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	4.5	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	2.25	m	
direzione trasversale	a/h	1.5	Plinto basso	
direzione longitudinale	a/h	0.75	Plinto alto	



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	2.25	4.5	6312.7	5170.8	7096.6
2	2.25	-4.5	3668.2	2714.7	-505.7
3	6.75	4.5	6982.7	7080.1	7711.4
4	6.75	-4.5	4338.2	4624.1	109.1
5	-6.75	-4.5	2328.2	-1104.0	-1735.3
6	-6.75	4.5	4972.7	1352.0	5867.0
7	6.75	0	5660.4	5852.1	3910.3
8	-6.75	0	3650.4	124.0	2065.8
9	-2.25	0	4320.4	2033.4	2680.6
10	2.25	0	4990.4	3942.7	3295.5
11	-2.25	-4.5	2998.2	805.3	-1120.5
12	-2.25	4.5	5642.7	3261.4	6481.8
taglio combinato in			234.2308	599.2479	704.66
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	4.5	4667.0	5170.8	7096.6
2	2.25	-4.5	2210.9	2714.7	-505.7
3	6.75	4.5	5281.8	7080.1	7711.4
4	6.75	-4.5	2825.7	4624.1	109.1
5	-6.75	-4.5	981.3	-1104.0	-1735.3
6	-6.75	4.5	3437.3	1352.0	5867.0
7	6.75	0	4053.7	5852.1	3910.3
8	-6.75	0	2209.3	124.0	2065.8
9	-2.25	0	2824.1	2033.4	2680.6
10	2.25	0	3438.9	3942.7	3295.5
11	-2.25	-4.5	1596.1	805.3	-1120.5
12	-2.25	4.5	4052.1	3261.4	6481.8
taglio combinato in			355.3319	599.2479	704.66

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.

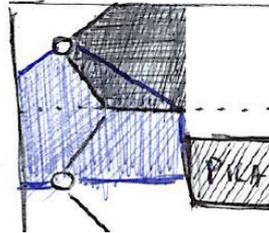


Figura 13 - mensola di riferimento

9.1 Dimensionamento armature

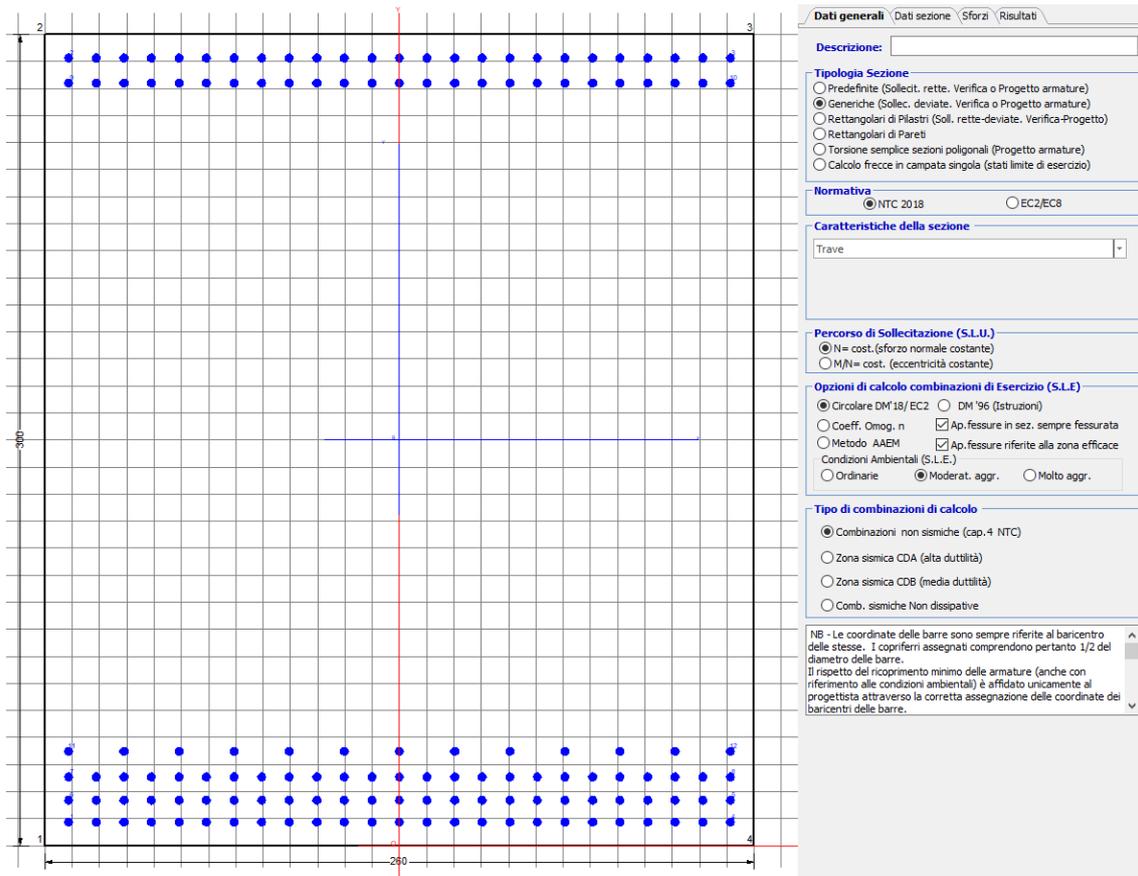
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	6.75	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	8.11249	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		?	20.2944	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	7101.52	KN
forza di trazione risultante		T	19203.7	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	15978.4	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	10652.3	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	40834.2	mm ²
diametro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	3.5	
lunghezza di collaborazione		L	3.0101	m
numero di ferri per strato		n	30	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	74220.1	mm ²
		coef. Sicut	0.55018	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	27222.8	mm ²
diametro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	3.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.625	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	64324.1	mm ²
		coef. Sicut	0.42321	

9.2 Verifica a prso-flessione

9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: **fondazione X 260x300**

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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	30
8	121.3	25.4	30
9	-121.3	282.0	30
10	121.3	282.0	30
11	-121.3	34.8	30
12	121.3	34.8	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	23	30
5	9	10	23	30
6	11	12	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	26101.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	23717.00	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	18094.00	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	18094.00 (14879.81)	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	10143.00 (14879.81)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	26101.00	0.00	0.00	64802.53	0.00	2.48622.0(112.0)	
2	S	0.00	23717.00	0.00	0.00	64802.53	0.00	2.73622.0(112.0)	

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	0.127	-130.0	300.0	0.00268	-121.3	291.3	-0.02398	-121.3	8.7
2	0.00350	0.127	-130.0	300.0	0.00268	-121.3	291.3	-0.02398	-121.3	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	0.000094340	-0.024802089	0.127	0.700
2	0.000000000	0.000094340	-0.024802089	0.127	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	4.12	-130.0	300.0	-121.7	-101.1	8.7	12740	622.0

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00064	0	0.879	30.0	72	0.00040 (0.00037)	428	0.172 (990.00)	14879.81	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	4.12	-130.0	300.0	-121.7	-101.1	8.7	12740	622.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00064	0	0.879	30.0	72	0.00040 (0.00037)	428	0.172 (0.20)	14879.81	0.00

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

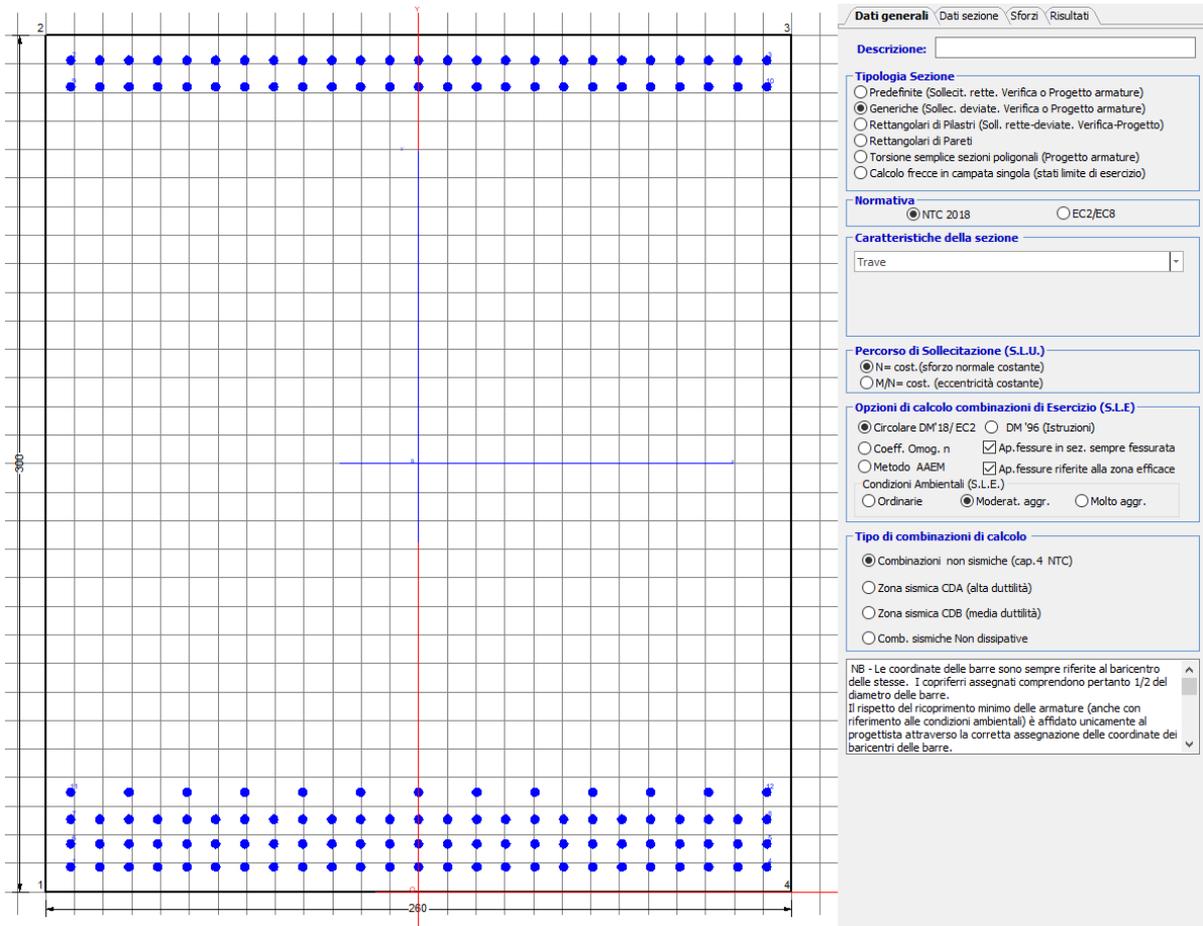
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.31	130.0	300.0	-68.2	-80.9	8.7	12740	622.0

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	-0.00036	0	0.879	30.0	72	0.00020 (0.00020)	428	0.088 (0.20)	14879.81	0.00

9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione Y 260x300

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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	30
8	121.3	25.4	30
9	-121.3	282.0	30
10	121.3	282.0	30
11	-121.3	34.8	30
12	121.3	34.8	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	23	30

5	9	10	23	30
6	11	12	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	26101.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	23717.00	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	18094.00	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	18094.00 (14879.81)	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	10143.00 (14879.81)	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	26101.00	0.00	0.00	64802.53	0.00	2.48622.0(112.0)	
2	S	0.00	23717.00	0.00	0.00	64802.53	0.00	2.73622.0(112.0)	

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	0.127	-130.0	300.0	0.00268	-121.3	291.3	-0.02398	-121.3	8.7
2	0.00350	0.127	-130.0	300.0	0.00268	-121.3	291.3	-0.02398	-121.3	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	0.000094340	-0.024802089	0.127	0.700
2	0.000000000	0.000094340	-0.024802089	0.127	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	4.12	-130.0	300.0	-121.7	-101.1	8.7	12740	622.0

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
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	-0.00064	0	0.879	30.0	72	0.00040 (0.00037)	428	0.172 (990.00)	14879.81	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	4.12	-130.0	300.0	-121.7	-101.1	8.7	12740	622.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00064	0	0.879	30.0	72	0.00040 (0.00037)	428	0.172 (0.20)	14879.81	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	2.31	130.0	300.0	-68.2	-80.9	8.7	12740	622.0

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	-0.00036	0	0.879	30.0	72	0.00020 (0.00020)	428	0.088 (0.20)	14879.81	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			ϑ	45	gradi
perimetro zona critica			u1	21.1115	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	3.36	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	18.5342	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	9971.26	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	1.135	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.227	
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	0.00937	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00939	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01326	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.75319	MPa
			vRd,c	0.77089	MPa
				0.97704	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

10. PALI DI FONDAZIONE

10.1 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.

10.2 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:

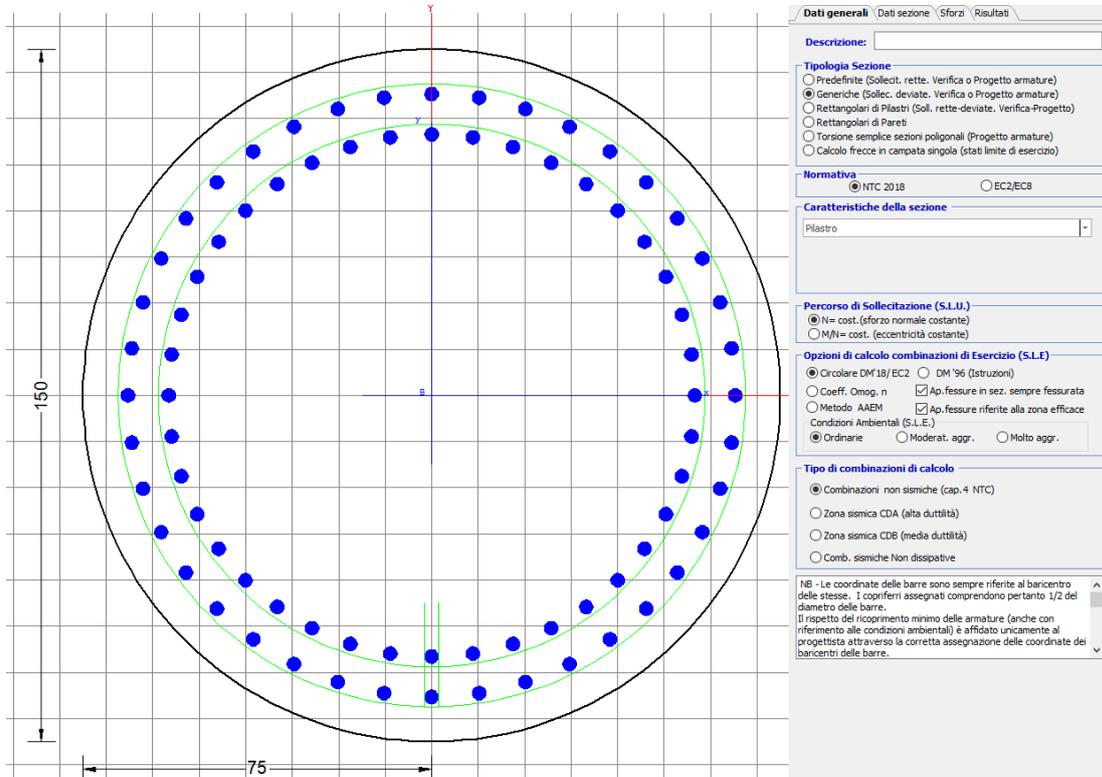
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	55865	2177	1778	47601	45225	
E_103x_SLV_q=1.36_63	35857	6348	2028	101825	31473	
E_103y_SLV_q=1.36_64	35857	2957	4833	33704	95457	
E_103x_SLV_q=1.36_63	35857	6348	2028	101825	31473	
E_103y_SLV_q=1.36_64	35857	2957	4833	33704	95457	

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	4.5	6941.44	6571.34	5153.05
2	2.25	-4.5	4296.96	820.64	3186.86
3	6.75	4.5	7611.44	7045.1	6574.73
4	6.75	-4.5	4966.96	1294.4	4608.54
5	-6.75	-4.5	2956.96	-126.88	343.493
6	-6.75	4.5	5601.44	5623.82	2309.68
7	6.75	0	6289.2	4169.75	5591.63
8	-6.75	0	4279.2	2748.47	1326.59
9	-2.25	0	4949.2	3222.23	2748.27
10	2.25	0	5619.2	3695.99	4169.95
11	-2.25	-4.5	3626.96	346.88	1765.17
12	-2.25	4.5	6271.44	6097.58	3731.36
taglio equivalente			234.231	604.255	509.63
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.68
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7611	181	148	544	444
combo2	7045	576	183	1728	549
combo3	6575	293	417	880	1250
combo4	-127	576	183	1728	549



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: palo 1.5

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 $\beta_1^*\beta_2$:	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: C25/30

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della 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	65.3	40	30
2	0.0	0.0	56.6	40	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	9971.26	584.88	881.00	0.00	0.00
2	1778.28	360.33	132.72	0.00	0.00
3	9645.24	725.67	592.65	0.00	0.00
4	9971.26	584.88	881.00	0.00	0.00
5	9645.24	725.67	592.65	0.00	0.00
6	9971.26	584.88	881.00	0.00	0.00
7	8921.03	2116.00	675.87	0.00	0.00
8	-952.90	2116.00	675.87	0.00	0.00
9	8921.03	2116.00	675.87	0.00	0.00
10	8767.82	985.53	1610.98	0.00	0.00
11	8921.03	2116.00	675.87	0.00	0.00
12	8767.82	985.53	1610.98	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	6988.05	403.17	572.20
2	1509.48	403.17	558.97
3	6773.76	500.34	376.18
4	6988.05	403.17	572.20
5	6773.76	500.34	376.18
6	6988.05	403.17	572.20
7	6817.36	1112.37	404.22
8	1194.74	1112.37	404.22
9	6598.71	1112.37	404.22
10	6456.10	509.63	880.30
11	6598.71	1112.37	404.22
12	6456.10	509.63	880.30

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	6988.05	403.17 (0.00)	572.20 (0.00)
2	1509.48	403.17 (1488.71)	558.97 (2064.00)
3	6988.05	403.17 (0.00)	572.20 (0.00)
4	6988.05	403.17 (0.00)	572.20 (0.00)
5	6988.05	403.17 (0.00)	572.20 (0.00)
6	6988.05	403.17 (0.00)	572.20 (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	4254.97	1.11 (0.00)	125.13 (0.00)
2	3549.19	1.11 (0.00)	125.13 (0.00)
3	4254.97	1.11 (0.00)	125.13 (0.00)
4	4254.97	1.11 (0.00)	125.13 (0.00)
5	4254.97	1.11 (0.00)	125.13 (0.00)
6	4254.97	1.11 (0.00)	125.13 (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: 5.7 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As 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	9971.26	584.88	881.00	9971.29	6364.98	9589.49	10.88	565.5(53.0)
2	S	1778.28	360.33	132.72	1778.56	10076.71	3718.46	27.97	565.5(53.0)
3	S	9645.24	725.67	592.65	9645.29	8916.54	7287.72	12.29	565.5(53.0)
4	S	9971.26	584.88	881.00	9971.29	6364.98	9589.49	10.88	565.5(53.0)
5	S	9645.24	725.67	592.65	9645.29	8916.54	7287.72	12.29	565.5(53.0)
6	S	9971.26	584.88	881.00	9971.29	6364.98	9589.49	10.88	565.5(53.0)
7	S	8921.03	2116.00	675.87	8921.21	10963.56	3501.69	5.18	565.5(53.0)
8	S	-952.90	2116.00	675.87	-953.06	9629.37	3073.32	4.55	565.5(53.0)
9	S	8921.03	2116.00	675.87	8921.21	10963.56	3501.69	5.18	565.5(53.0)
10	S	8767.82	985.53	1610.98	8768.03	6005.80	9817.37	6.09	565.5(53.0)
11	S	8921.03	2116.00	675.87	8921.21	10963.56	3501.69	5.18	565.5(53.0)
12	S	8767.82	985.53	1610.98	8768.03	6005.80	9817.37	6.09	565.5(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	62.5	0.7	0.00305	52.8	38.4	-0.00296	-52.8	-38.4
2	0.00350	25.9	0.7	0.00289	20.2	62.1	-0.00521	-20.2	-62.1
3	0.00350	47.4	0.7	0.00304	38.4	52.8	-0.00302	-38.4	-52.8
4	0.00350	62.5	0.7	0.00305	52.8	38.4	-0.00296	-52.8	-38.4
5	0.00350	47.4	0.7	0.00304	38.4	52.8	-0.00302	-38.4	-52.8
6	0.00350	62.5	0.7	0.00305	52.8	38.4	-0.00296	-52.8	-38.4
7	0.00350	22.8	70.5	0.00304	20.2	62.1	-0.00317	-20.2	-62.1
8	0.00350	22.8	70.5	0.00282	20.2	62.1	-0.00637	-20.2	-62.1
9	0.00350	22.8	70.5	0.00304	20.2	62.1	-0.00317	-20.2	-62.1
10	0.00350	64.0	37.6	0.00303	58.2	29.6	-0.00320	-58.2	-29.6
11	0.00350	22.8	70.5	0.00304	20.2	62.1	-0.00317	-20.2	-62.1
12	0.00350	64.0	37.6	0.00303	58.2	29.6	-0.00320	-58.2	-29.6

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	0.000038349	0.000025459	0.000047690	----	----
2	0.000021468	0.000058286	-0.001158531	----	----
3	0.000029410	0.000036011	0.000012896	----	----
4	0.000038349	0.000025459	0.000047690	----	----
5	0.000029410	0.000036011	0.000012896	----	----
6	0.000038349	0.000025459	0.000047690	----	----
7	0.000014469	0.000045299	-0.000066556	----	----
8	0.000021411	0.000067033	-0.001777734	----	----
9	0.000014469	0.000045299	-0.000066556	----	----
10	0.000040809	0.000024965	-0.000087970	----	----
11	0.000014469	0.000045299	-0.000066556	----	----
12	0.000040809	0.000024965	-0.000087970	----	----

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	3.96	61.3	0.0	23.2	-52.8	-38.4	----	----
2	S	1.98	60.8	0.0	-11.8	-52.8	-38.4	1039	35.3
3	S	3.74	45.1	0.0	23.8	-38.4	-52.8	----	----
4	S	3.96	61.3	0.0	23.2	-52.8	-38.4	----	----
5	S	3.74	45.1	0.0	23.8	-38.4	-52.8	----	----
6	S	3.96	61.3	0.0	23.2	-52.8	-38.4	----	----
7	S	4.79	25.6	0.0	10.6	-20.2	-62.1	----	----
8	S	3.14	25.6	0.0	-40.7	-20.2	-62.1	1926	106.0
9	S	4.70	25.6	0.0	9.4	-20.2	-62.1	----	----
10	S	4.34	64.9	0.0	12.6	-58.2	-29.6	----	----
11	S	4.70	25.6	0.0	9.4	-20.2	-62.1	----	----
12	S	4.34	64.9	0.0	12.6	-58.2	-29.6	----	----

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
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00007	0	0.833	30.0	82	0.00004 (0.00004)	529	0.019 (990.00)	1488.71	2064.00

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	-0.00009	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	2104.29	706.54
8	S	-0.00023	0	0.833	30.0	82	0.00012 (0.00012)	433	0.053 (990.00)	1650.93	599.92
9	S	-0.00012	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1733.85	582.16
10	S	-0.00009	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1015.30	1898.89
11	S	-0.00002	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	11699.07	3353.66
12	S	-0.00016	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	624.95	1432.90

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	3.96	61.3	0.0	23.2	-52.8	-38.4	---	---
2	S	1.98	60.8	0.0	-11.8	-52.8	-38.4	1039	35.3
3	S	3.96	61.3	0.0	23.2	-52.8	-38.4	---	---
4	S	3.96	61.3	0.0	23.2	-52.8	-38.4	---	---
5	S	3.96	61.3	0.0	23.2	-52.8	-38.4	---	---
6	S	3.96	61.3	0.0	23.2	-52.8	-38.4	---	---

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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00007	0	0.833	30.0	82	0.00004 (0.00004)	529	0.019 (0.20)	1488.71	2064.00
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

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	1.86	75.0	0.0	21.4	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.59	75.0	0.0	17.3	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.86	75.0	0.0	21.4	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.86	75.0	0.0	21.4	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.86	75.0	0.0	21.4	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.86	75.0	0.0	21.4	-65.3	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 VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1505006	REV. B

10.3 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	55865	2177	1778	47601	45225	
E_103x_SLV_q=1_66	35857	8088	2466	136842	41500	
E_103y_SLV_q=1_67	35857	3479	6294	44209	128882	
E_103x_SLV_q=1_66	35857	8088	2466	136842	41500	
E_103y_SLV_q=1_67	35857	3479	6294	44209	128882	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	8088	3479
sollecitazione massima direzione y	Ty	2466	6294
vettore complessivo, singolo palo	T	940	799

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	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	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	β	22	gradi
resistenza puntoni	V _c	4436	kN
resistenza staffe	V _s	1221	kN
taglio resisistente	V _r	1221	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	940	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.77	

11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	150 kg/mc
Plinto di fondazione	220 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 265 kg/mc