

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 1390m

Relazione di calcolo Pile - P18

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1705 002 B

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

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

File: RS3T30D09CLV11705002B

n. Elab.: 09_455_1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.	MATERIALI	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	9
4.	DATI DI BASE	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	17
5.	ANALISI DEI CARICHI	18
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3	Carichi da traffico verticali	19
5.4	Effetti dinamici	21
5.5	Disposizione treni di carico.....	21
5.6	Carichi da traffico orizzontali	25
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i>	25
5.6.2	<i>Serpeggio</i>	27
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	28
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i>	29
5.6.5	<i>Azione del Vento</i>	29
5.7	Azione Sismica	32
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	33
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	34
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	39
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i>	40
5.7.5	<i>Check analisi statica</i>	41
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i>	42
5.7.7	<i>Analisi dinamica modale</i>	43
5.8	Azione Idrostatica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI.....	47
6.1	Combinazioni di carico	47

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

6.1.1	Configurazione 1	47
6.1.2	Configurazione 2	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.....	73
8.	FUSTO PILA	73
8.1	Modellazione	75
8.2	Verifica a presso flessione	75
8.3	Verifica a taglio	84
8.4	Verifica minimi di armatura	85
8.5	Verifica spostamenti.....	87
9.	PULVINO.....	88
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	89
9.2	Verifica dei nodi.....	90
10.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
10.1	Dimensionamento armature	93
10.2	Verifica a presso-flessione.....	95
10.2.1	Direzione trasversale.....	95
10.2.2	Direzione longitudinale.....	100
10.3	Verifica a punzonamento	105
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	106
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	106
11.2	Verifica strutturale	106
11.3	Verifica a taglio	114
12.	INCIDENZE	115

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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 VI17 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 18 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza maggiore di 9.3 e minore o uguale a 16.30m, con impalcato 25m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI17 è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 1390m, ed è costituito da 46 campate isostatiche di luce 25m, 40m e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce maggiore sono realizzare con impalcati misti a due travi.

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

Il plinto presenta uno spessore di 2.5metri 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 9 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.50 m.

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

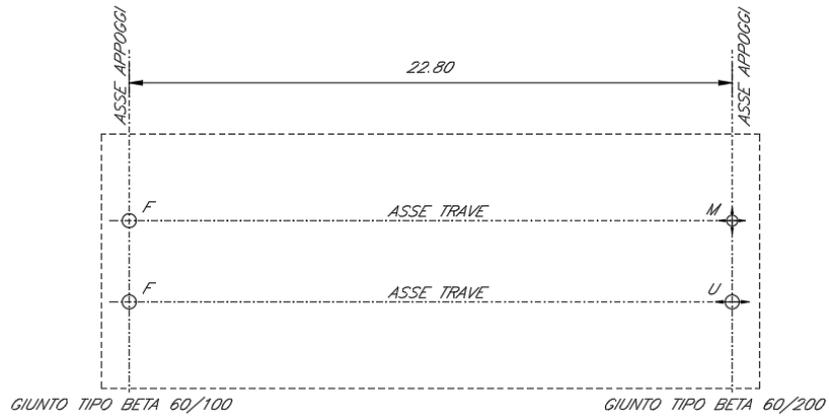
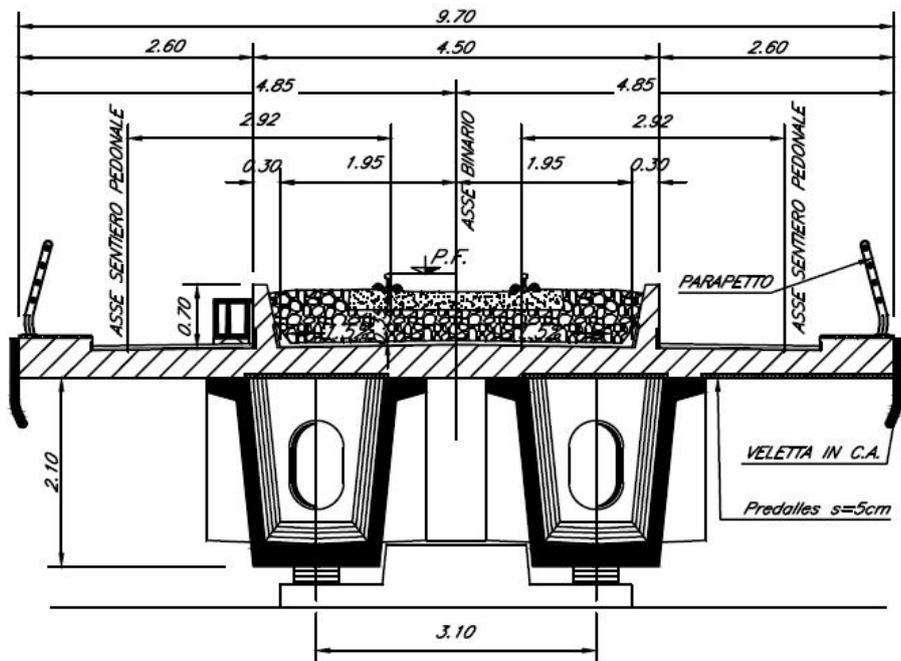


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



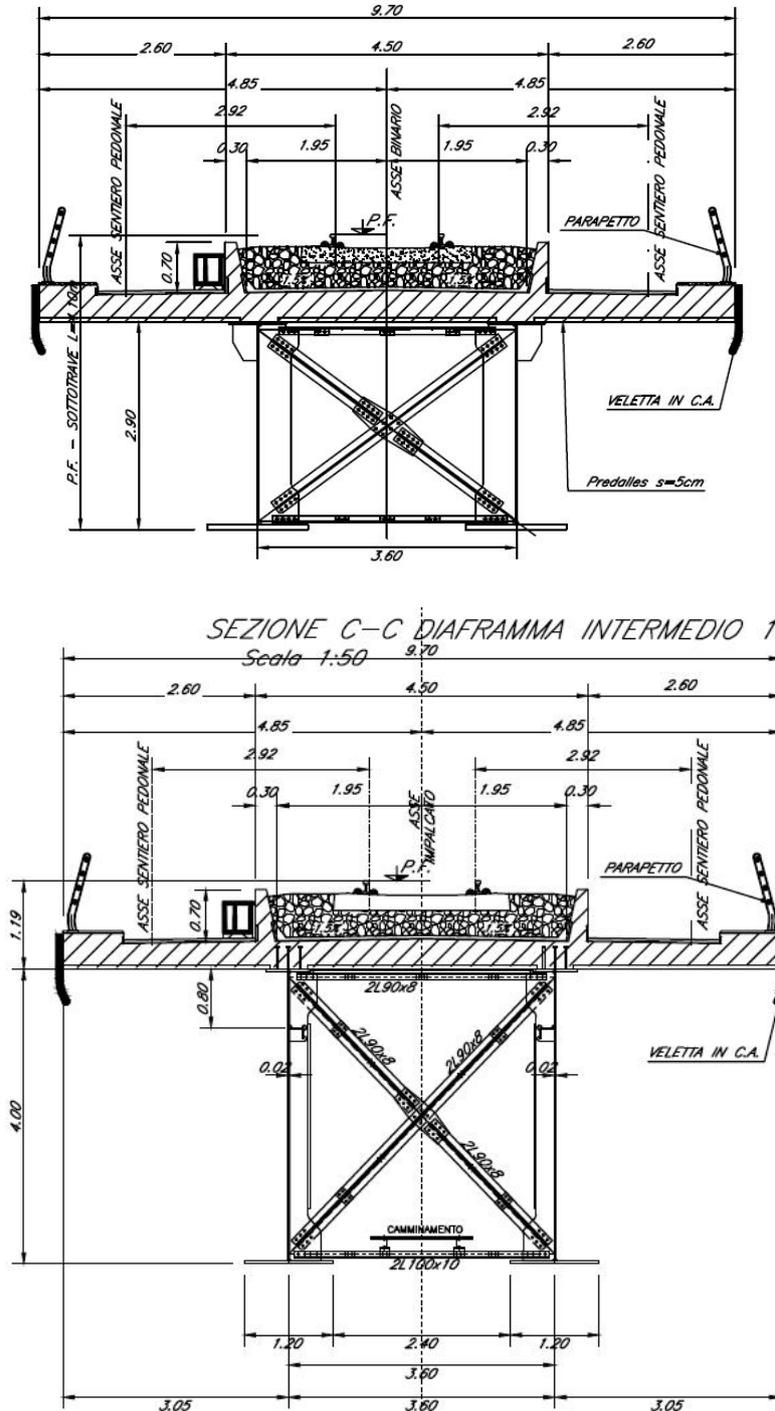


Figura 2: sezione trasversale impalcato

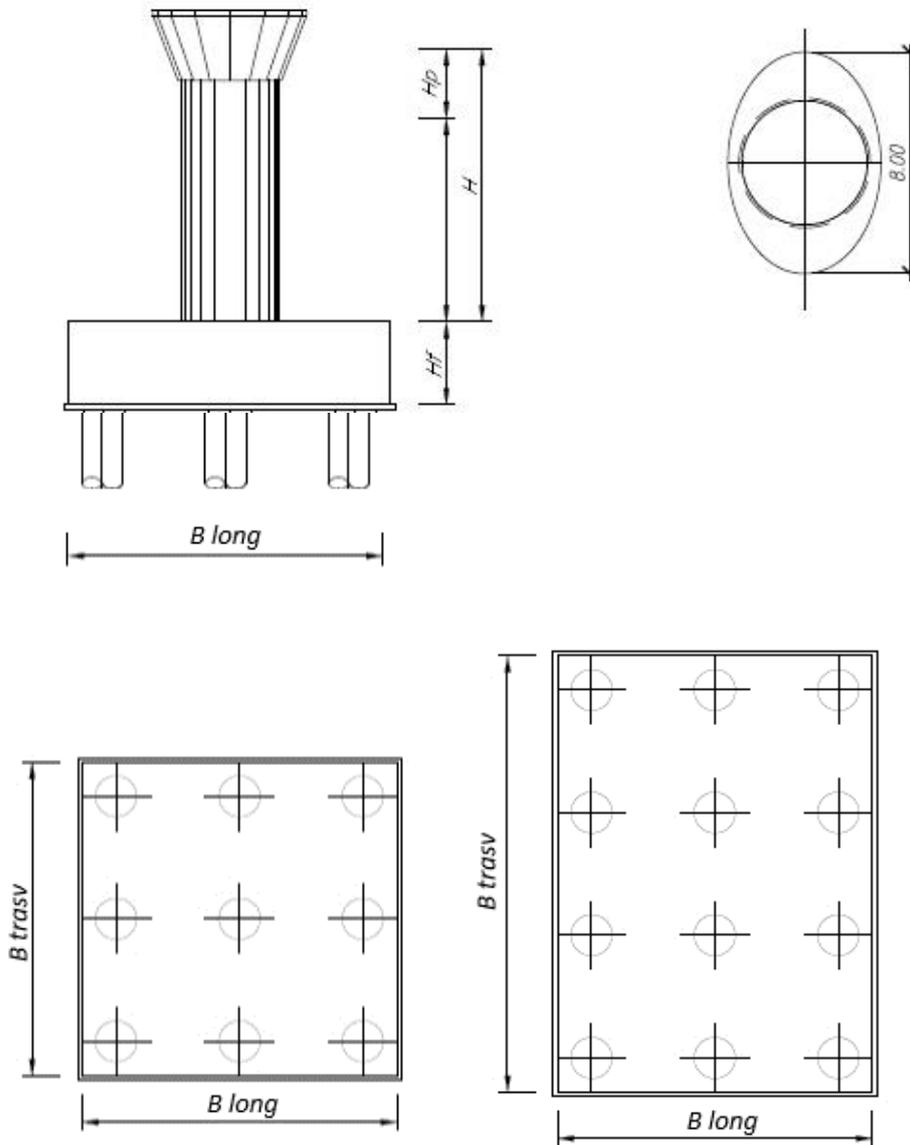


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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 VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

3.1 Verifiche SLE

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

3.1.1 Verifiche tensionali

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

tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

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

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

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

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto ” C4.1.2.2.4.5 Verifica allo stato limite di fessurazione” della Circolare 21 gennaio 2019 n.7/C.S.L.L:PP..

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

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 16.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 2.5m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino			Hp	16.3	m	
tipologia di sezione				circolare		
larghezza trasversale pila			b	0.000	m	
larghezza longitudinale pila			d	0.000	m	
raggio della sezione			R	1.75	m	
area della sezione			A	9.621	m ²	
inerzia sezione direzione trasversale			I11	7.366	m ⁴	
inerzia sezione direzione longitudinale			I22	7.366	m ⁴	
calcestruzzo			fck	32	MPa	
massa pulvino			mp	3440	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	2295	kN	
FONDAZIONE						
asse minore ellisse			a	12	m	
asse maggiore ellisse			b	12	m	
altezza della fondazione			h	2.5	m	
altezza terreno di ricoprimento			ht	1.5	m	
area netta per calcolo ricoprimento			A	134.4	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 VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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 riportate in quanto poco significative.

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

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

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

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

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

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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					25	m		25
								m
DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE								
altezza cassoncino				h	2.1	m		2.1
spessore medio soletta				s	0.41	m		0.41
estradosso impalcato				H	2.51	m		2.51
spessore ballast + rotaia				hb	0.88	m		0.88
altezza PF da estradosso trave				h2	1.19	m		1.19
								m
lunghezza travata				L	24.3	m		24.3
luce appoggi travata				La	22.8	m		22.8
larghezza totale impalcato				B	9.7	m		
peso permanente strutturale				G1	4050	kN		4050
peso permanenti non strutt				G2	3084	kN		3084
								kN
								kN
Altezze da intradosso del cassoncino								
baricentro del cassoncino				gc	0.89	m		0.89
area cassoncino				Ac	1.14	m ²		1.14
baricentro della soletta				gs	2.32	m		2.32
area soletta				As	1.00	m ²		1.00
								m ²
baricentro sezione trave+soletta		(da intradosso trave)		Gb1	1.56	m		1.56
baricentro del ballast		(da intradosso trave)		Gb2	2.95	m		2.95
altezza piano del ferro		(da intradosso trave)		H	3.29	m		3.29
baricentro treno		(da intradosso trave)		Gb3	5.09	m		5.09

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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:

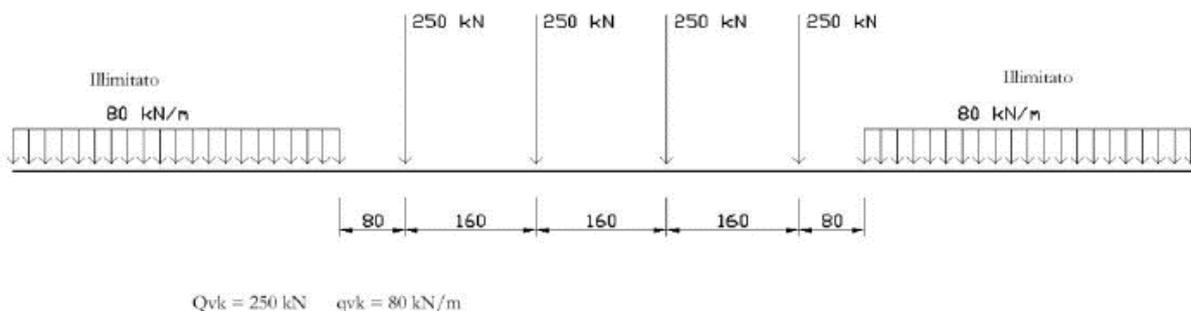
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	9681	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	22511	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

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;

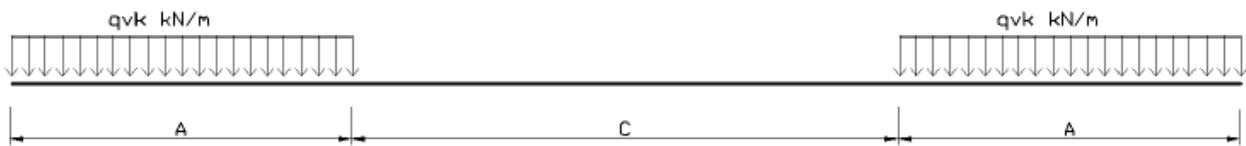
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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 VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

5.4 Effetti dinamici

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

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

5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

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

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

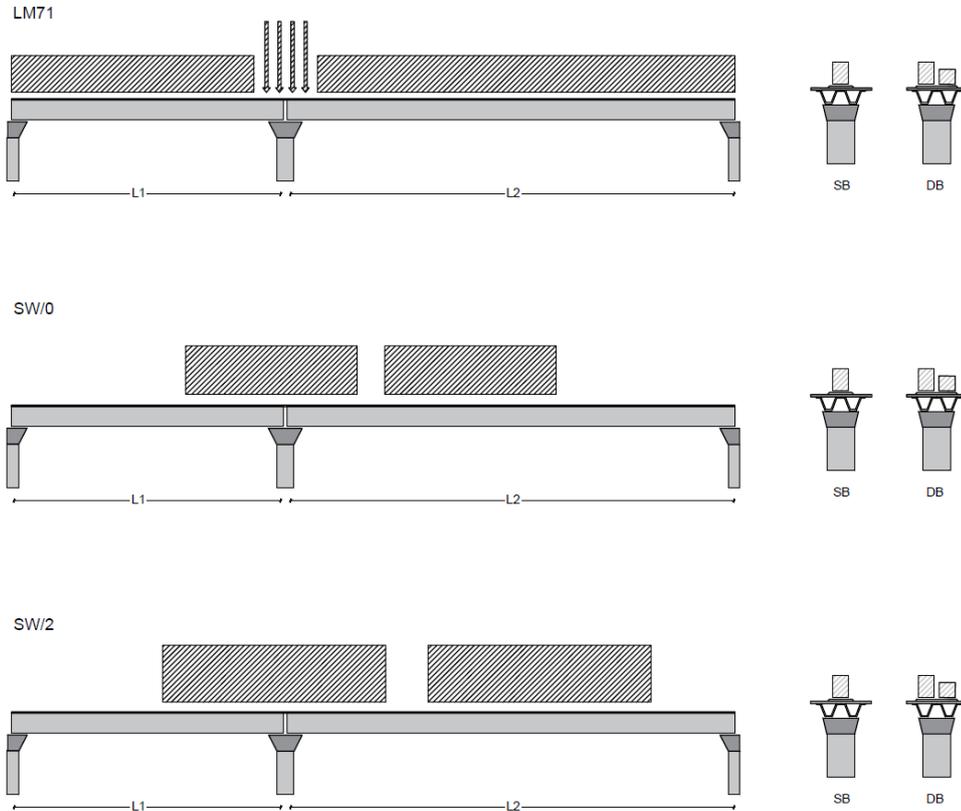


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

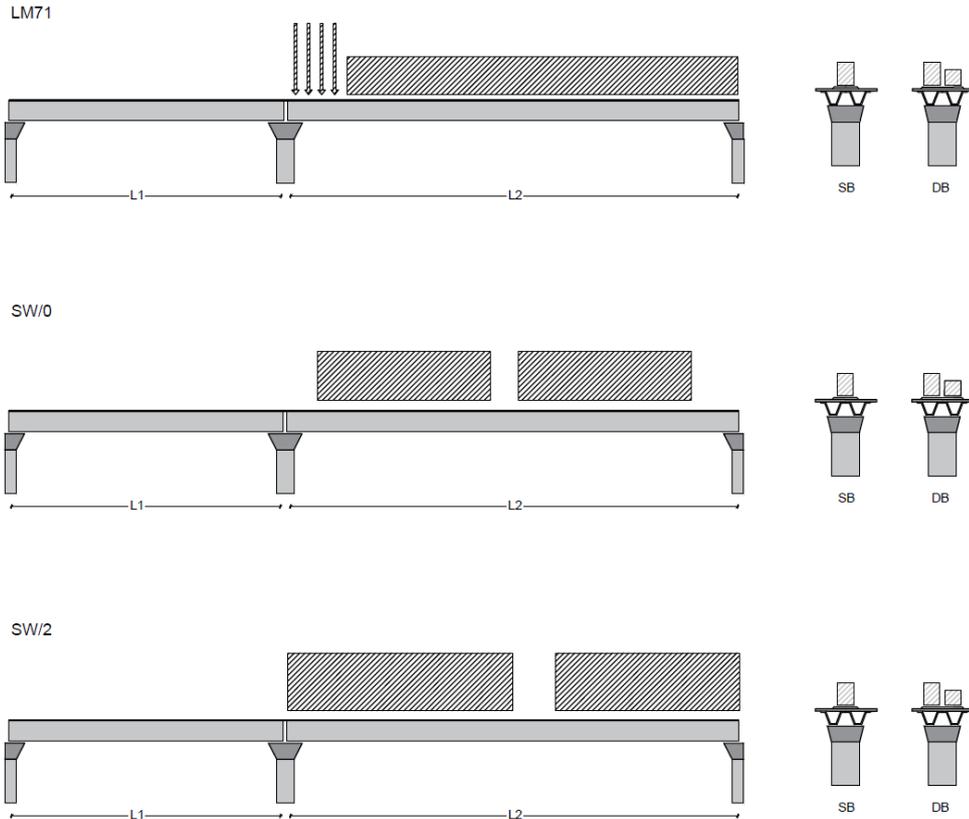


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

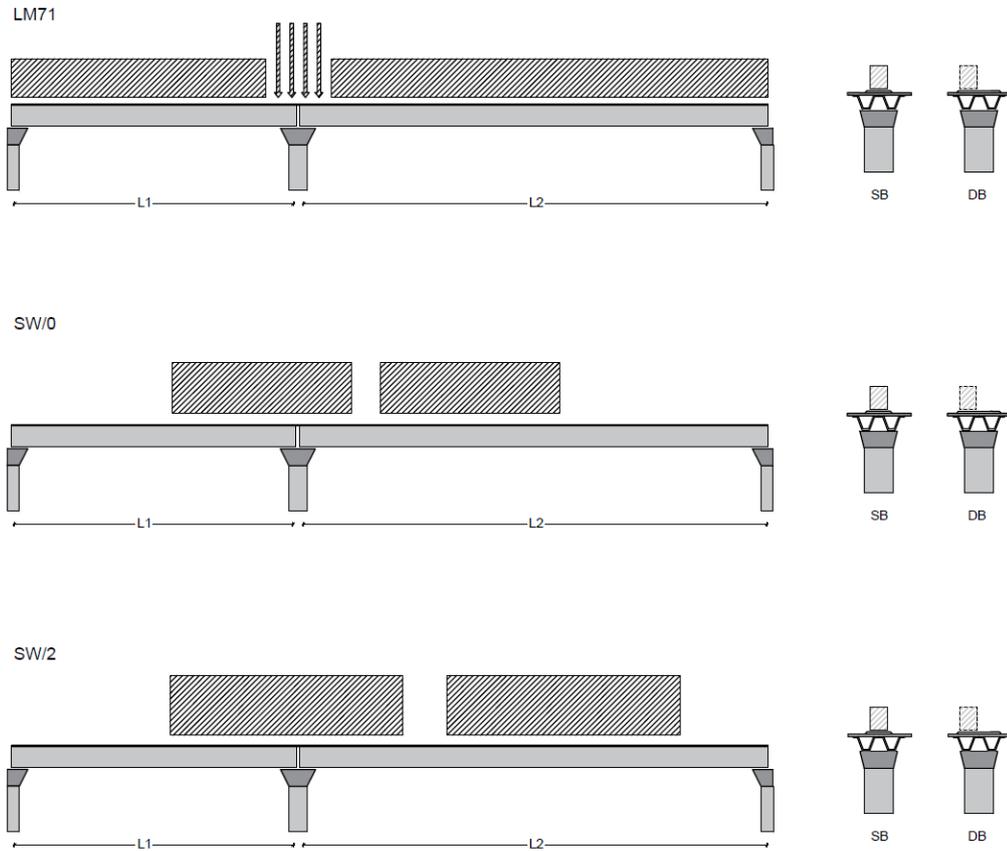


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1050	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
LM71 e SW/0							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						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	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	39.3	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	12.6	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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			2.51	m
armamento			0.88	m
incremento altezza rotaia + alta			0.1	m
valore caratteristico della Forza		Fsk	100	kN
valore caratteristico Momento Tra		Msk	394	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 VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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	24.3	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	24.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	534.6	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	19	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	418	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	24.3		
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	850.5		

AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	882.09	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	689.7	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	801.9	kN	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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	24.3	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	4050	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	3084	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	4382	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	232.3	kN
momento longitudinale in testa pila		M	104.6	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	317	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				
	ponete carico			
	altezza pila	z1	16.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	16.75	m
	altezza di riferimento	z	20.505	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.83	
	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	1514.55	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.51	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.51	m
		d/h	1.29161	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.04481	
	forza trasversale	fx	23.3	
	forza equivalente in testa pila	Fx	565.2	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2376.5	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.39	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.31258			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.03904			
	forza trasversale	fx	22.8			
	forza equivalente in testa pila	Fx	554.6	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2298.7	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	16.3	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.67127			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1514.55	n/m2		
			1.51455	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	1.75	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	ν	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	9656404			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.91035	
	rapporto geometrico	l/b	4.65714	
	snellezza effettiva	λ	4.65714	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66354	
	forza trasversale	f tras	0.9	
	forza equivalente in testa pila	F tras	14.9	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	9.8	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.91035	
	rapporto geometrico	l/b	4.65714	
	snellezza effettiva	λ	4.65714	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.66354	
	forza longitudinale	f lon	0.91486	
	forza equivalente in testa pila	F lon	14.9123	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	9.78	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 VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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.

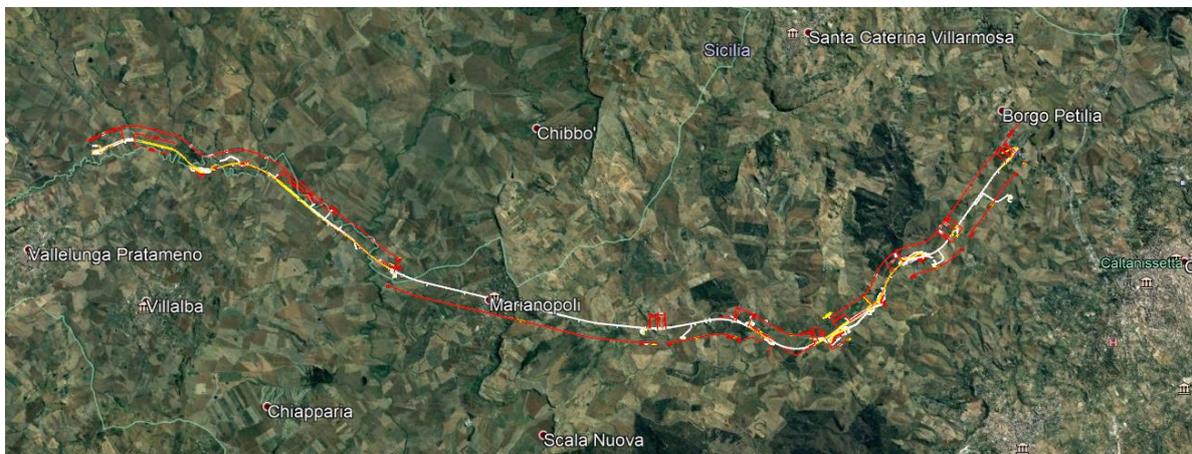


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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.

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	VI1705002	B	35 di 116

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

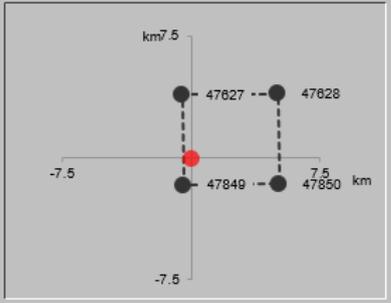
Grafici spettri di risposta ➔

Variabilità dei parametri ➔

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ➔

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione:

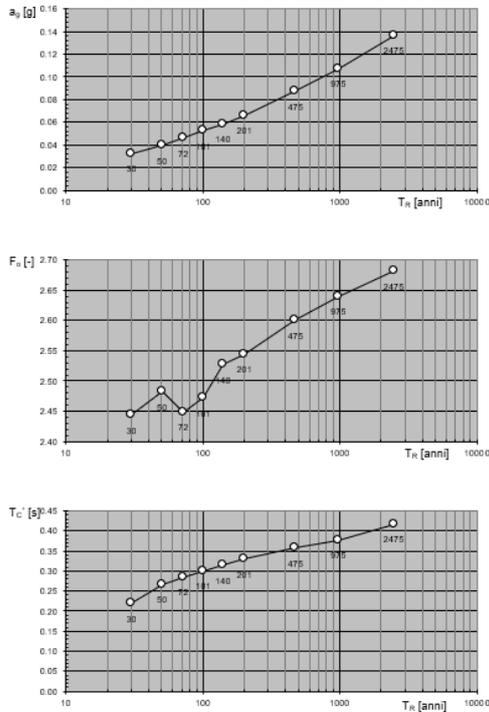


La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

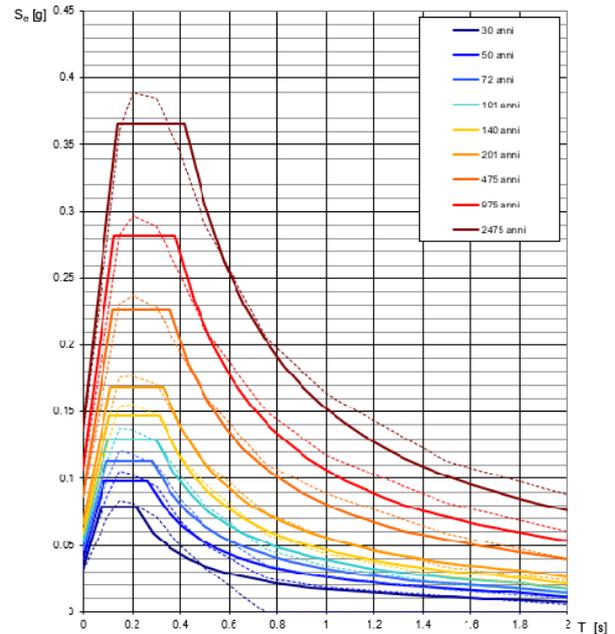
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

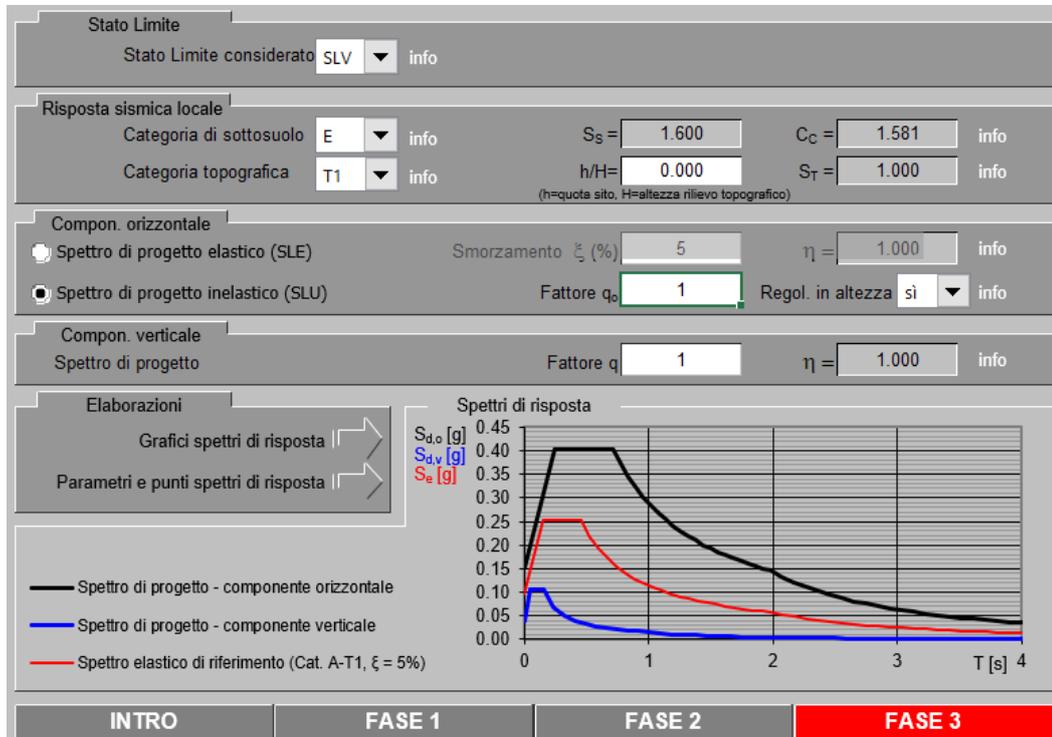


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

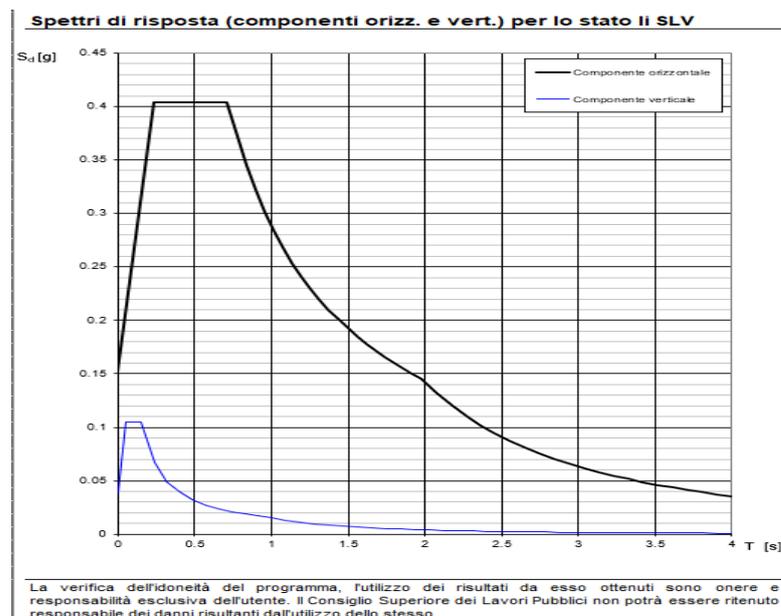


Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.095 g
F_o	2.667
T_G	0.451 s
S_S	1.600
C_C	1.581
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.600
η	1.000
T_B	0.238 s
T_C	0.713 s
T_D	1.978 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.151
T_B	0.238	0.404
T_C	0.713	0.404
	0.774	0.372
	0.834	0.345
	0.894	0.322
	0.954	0.302
	1.015	0.284
	1.075	0.268
	1.135	0.254
	1.195	0.241
	1.255	0.229
	1.316	0.219
	1.376	0.209
	1.436	0.200
	1.496	0.192
	1.557	0.185
	1.617	0.178
	1.677	0.172
	1.737	0.166
	1.798	0.160
	1.858	0.155
	1.918	0.150
T_D	1.978	0.146
	2.075	0.132
	2.171	0.121
	2.267	0.111
	2.363	0.102
	2.460	0.094
	2.556	0.087
	2.652	0.081
	2.749	0.075
	2.845	0.070
	2.941	0.066
	3.037	0.062
	3.134	0.058
	3.230	0.055
	3.326	0.051
	3.422	0.049
	3.519	0.046
	3.615	0.044
	3.711	0.041
	3.807	0.039
	3.904	0.037
	4.000	0.036

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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.

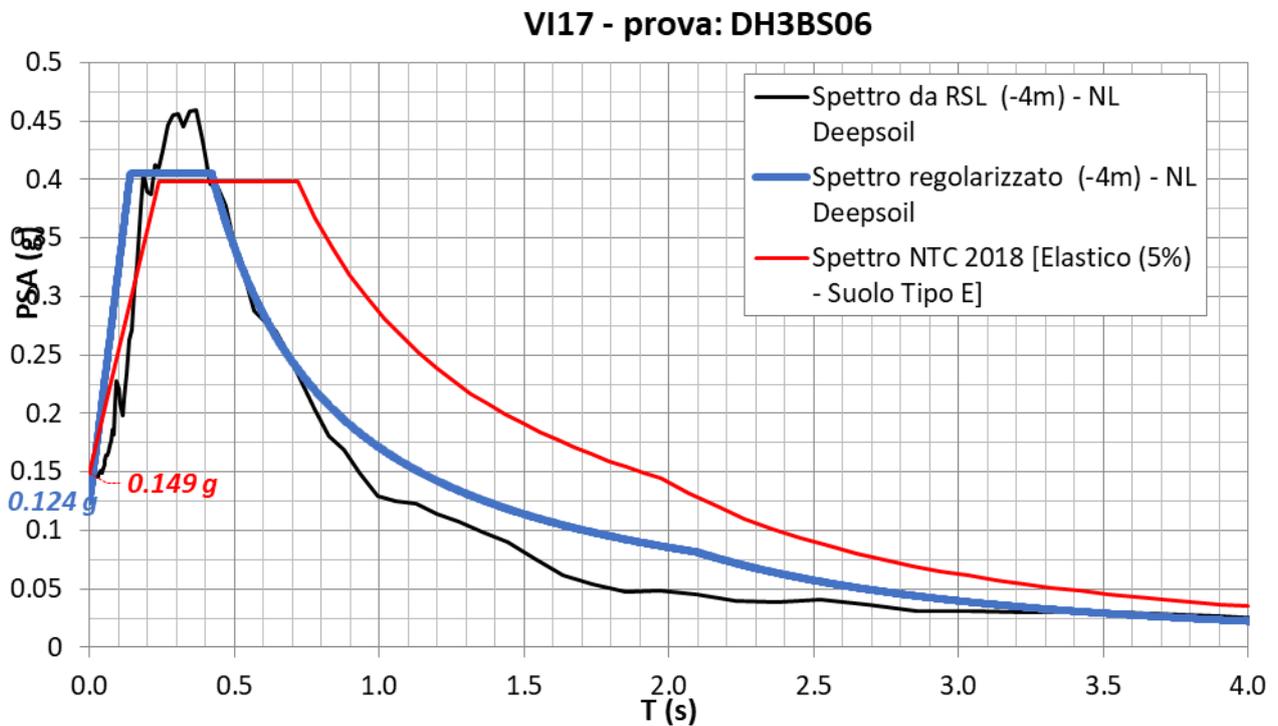
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

5.7.4 Risposta sismica locale

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



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

5.7.5 *Check analisi statica*

Direzione Longitudinale				
massa treno per direzione long		Com Nmax	4111	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	822	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7956	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	1591	kN
massa pulvino		Mpul	3440	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	4170	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	12126	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2579.1 KN
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	3440	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	4170	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	11974	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2609.5 KN
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	3440	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	4170	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	11974	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2609.5 KN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

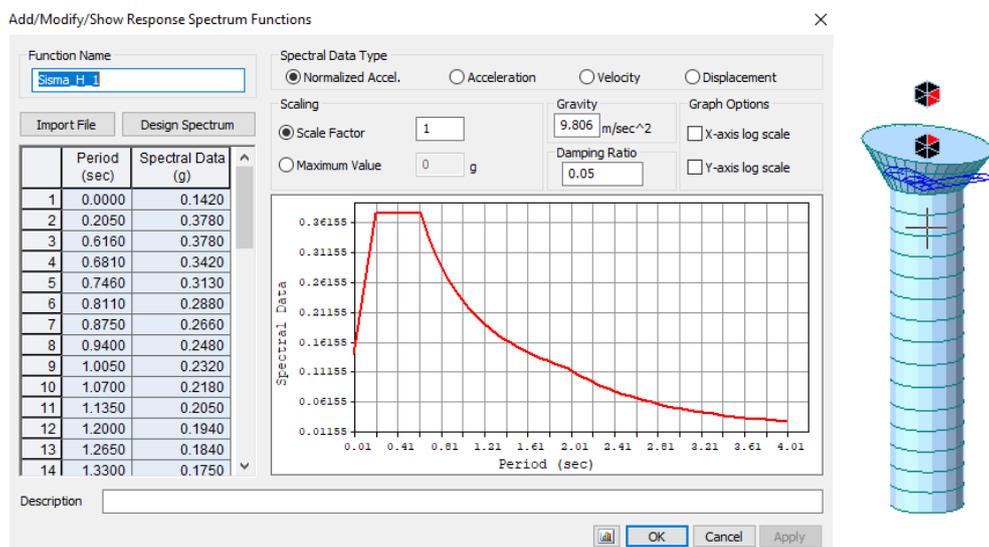
5.7.6 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	9.62	m ²
inerzia sezione direzione trasversale		I11	7.37	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	7.37	m ⁴
modulo elastico cls pila		E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f _{ck}	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	16.30	m
altezza plinto di fondazione		h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h _{ap}	0.45	m
altezza equivalente sdof		H _e	16.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	5.6E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	8.6E+07	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	1.7E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	0.93	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.75	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T _{vert}	0.05	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.17	0.17	0.26	0.09	g
accelerazione componente longitudinale	0.20	0.20	0.31	0.12	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.10	g
Sforzo assiale	1217	1217	1217	1145	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2085	2294	3128	1102	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	2479	2727	3719	1398	kN
Momento flessionale trasversale	40332	44365	60498	21307	kN m
Momento flessionale longitudinale	41592	45744	62354	23488	kN m

5.7.7 Analisi dinamica modale

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



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA $q=1.5$	1206.32	2470.54	2633.4	38714.89	38756.19
SISMA $q=1$	1206.32	3703.62	3948.51	58070.49	58300.2
SISMA sld	402.12	1373.17	1756.34	21454.5	23574.01

Si procede con tali sollecitazioni.

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.

6.3.17 Escavazioni localizzate viadotto VI17

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	0.61	0.92	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.92	plinto non scoperto
P02	0.65	0.65	31	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.67	plinto non scoperto
P03	1.78	1.54	33	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.68	plinto scoperto
P04	0.24	0.07	48	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.13	plinto non scoperto
P05	0.00	0.00	5	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P06	0.00	0.00	6	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P07	0.00	0.00	7	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P08	0.00	0.00	9	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P09	0.62	0.27	18	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.87	plinto non scoperto
P10	0.00	0.00	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P11	0.00	0.00	13	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P12	0.08	0.37	6	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.73	plinto non scoperto
P13	1.69	1.15	24	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.33	plinto scoperto
P14	2.70	1.68	15	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.80	plinto scoperto
P15	2.41	1.94	16	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.49	plinto scoperto
P16	2.28	1.63	22	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.91	plinto scoperto
P17	2.16	1.60	13	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.36	plinto scoperto
P18	0.96	3.61	14	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	10.21	plinto scoperto
P19	3.18	1.29	14	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.76	plinto scoperto
P20	3.16	1.61	25	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.27	plinto scoperto
P21	3.59	1.39	26	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.69	plinto scoperto
P22	4.11	1.25	31	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.42	plinto scoperto
P23	3.66	1.35	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.57	plinto scoperto
P24	3.03	1.24	24	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.91	plinto scoperto
P25	1.67	1.38	7	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.24	plinto scoperto
P26	1.15	2.05	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.87	plinto scoperto
P27	1.40	1.94	10	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.76	plinto scoperto
P28	2.11	1.38	3	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.21	plinto scoperto
P29	2.12	0.88	9	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.11	plinto scoperto
P30	2.46	0.90	39	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.98	plinto scoperto
P31	1.78	1.09	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.74	plinto scoperto
P32	0.79	2.17	4	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.38	plinto scoperto
P33	1.09	1.91	54	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.61	plinto scoperto
P34	2.49	1.51	50	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.22	plinto scoperto
P35	1.06	0.73	34	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	3.85	plinto scoperto
P36	0.23	0.55	53	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.31	plinto non scoperto
P37	0.00	0.00	85	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P38	0.08	0.40	7	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.90	plinto non scoperto
P39	0.95	1.60	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.20	plinto scoperto
P40	1.34	1.61	5	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	3.34	plinto non scoperto
P41	2.70	3.74	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	12.33	plinto scoperto

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:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

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

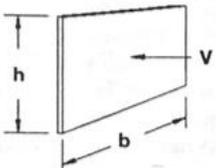
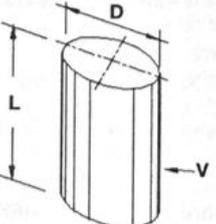
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = 1$ 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} = 1$ 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} = 5$ ∞	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	3.61	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	16.3	m
altezza idrica Tr 300	h300	0.96	m
scalzamento massimo Tr300	dl	10.21	m
tipolgoia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	1.75	m
rapporto geometrico	L/D	0.003143	m
viscosità cinamatica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynodls	Re	14133110	
coefficiente di forma	Cd	0.35	*
* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche			

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

pressione dell'acqua		p	2.280618	kN/m2
forza risultante		Fidro	349.0306	kN
momento alla base pila		Mpila	-567.324	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	2.46	3	5.71
D	1.75	9.6	1.5
L/D	1.406	3.2	3.80666667
Re	7.07E+06	3.88E+07	6.06E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	2.2806175	7.688939	2.2806175
B	1.75	9.6	4
F	9.82	287.12	52.09
M	12.08	-430.68	-148.71

Secondo quanto prescritto nel capitolo 5.1.2.3 delle NTC18, le azioni caratteristiche idrostatiche devono essere combinate differentemente 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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	14950.6	616.613	724.011	622.402	3284.42	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	561.03	0	2725.29	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	593.742	719.902	2634.08	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	630.034	1236.55	622.402	5353.25	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	13.4211	1073.57	0	4794.13	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1246.65	998.317	899.878	4009.64	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	1000	1106.28	719.902	4702.91	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	515.658	1405.46	497.922	6063	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	22.3684	1301.15	0	5627.43	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	1008.95	1214.87	719.902	4988.11	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	1008.95	1447.97	719.902	6082.13	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	457.444	429.243	2246.27	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	382.511	0	1877.53	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	434.197	799.135	429.243	3625.5	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	8.94737	724.202	0	3256.75	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	859.447	634.839	620.605	2698.86	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	689.347	717.336	496.484	3180.6	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	355.112	922.576	343.394	4089.93	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	14.9123	874.618	0	3800.33	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	695.312	791.138	496.484	3348.63	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	338.055	343.394	1784.46
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	298.09	0	1498.46
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	206.617	496.484	1043.16
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	356.849	496.484	1792.92
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	343.182	451.952	343.394	2244.2
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	2.98246	411.987	0	1958.2
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	683.382	320.514	496.484	1502.9
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	683.382	470.747	496.484	2252.66
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_qp_gr1_Treno_44	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_45	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_47	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr1_temp56	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp57	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp58	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp59	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_60	7495.37	2636.38	895.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7495.37	793.002	2624.81	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8339.79	793.002	895.43	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7495.37	2899.72	969.546	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7495.37	872.004	2871.86	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8339.79	872.004	969.546	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7495.37	3951.49	1265.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7495.37	1187.54	3857.89	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8339.79	1187.54	1265.35	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7254.11	1759.32	566.219	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7254.11	529.884	1527.44	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7535.59	529.884	566.219	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	22553.2	616.613	724.011	10673.2	15085.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	18025.9	0	561.03	0	11870.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	22553.2	1233.23	485.78	21001.4	9859.02
A1_SLU_gr4_centrif_4	21581.6	986.58	593.742	16801.2	12312.1
A1_SLU_gr1+vento_5	22553.2	630.034	1236.55	10891.9	25509
A1_SLU_gr2+vento_6	18025.9	13.4211	1073.57	218.763	22293.3
A1_SLU_gr3+vento_7	22553.2	1246.65	998.317	21220.2	20282.2
A1_SLU_gr4+vento_8	21581.6	1000	1106.28	17019.9	22735.3
A1_SLU_vento_gr1_9	21581.6	515.658	1405.46	8903.15	28971.9
A1_SLU_vento_gr2_10	17959.8	22.3684	1301.15	364.605	26836.1
A1_SLU_vento_gr3_11	21581.6	1008.95	1214.87	17165.8	24790.5
A1_SLU_vento_gr4_12	21581.6	1008.95	1447.97	17165.8	29684
SLE_rar_gr1_Treno_14	16115.3	425.25	457.444	7360.82	9702.61
SLE_rar_gr2_Scarico_15	12993	0	382.511	0	8112.45
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	16115.3	850.5	293.148	14483.8	6097.95
SLE_rar_gr4_centrif_17	15445.2	680.4	375.644	11587	7924.38
SLE_rar_gr1+vento_18	16115.3	434.197	799.135	7506.66	16651.4
SLE_rar_gr2+vento_19	12993	8.94737	724.202	145.842	15061.2
SLE_rar_gr3+vento_20	16115.3	859.447	634.839	14629.6	13046.7
SLE_rar_gr4+vento_21	15445.2	689.347	717.336	11732.8	14873.2
SLE_rar_vento_gr1_22	15445.2	355.112	922.576	6131.72	19127.9
SLE_rar_vento_gr2_23	12947.4	14.9123	874.618	243.07	18056.6
SLE_rar_vento_gr3_24	15445.2	695.312	791.138	11830.1	16244.2
SLE_rar_vento_gr4_25	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7
SLE_fre_gr1_Treno_27	15445.2	340.2	338.055	5888.65	7294.75
SLE_fre_gr2_Scarico_28	12947.4	0	298.09	0	6357.32
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	15445.2	680.4	206.617	11587	4411.02
SLE_fre_gr4_centrif_30	15445.2	680.4	356.849	11587	7609.57
SLE_fre_gr1+vento_31	15445.2	343.182	451.952	5937.27	9611.01
SLE_fre_gr2+vento_32	12947.4	2.98246	411.987	48.6141	8673.59
SLE_fre_gr3+vento_33	15445.2	683.382	320.514	11635.6	6727.28
SLE_fre_gr4+vento_34	15445.2	683.382	470.747	11635.6	9925.83
SLE_fre_vento_gr1_35	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87

SLE_fre_vento_gr2_36	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_vento_gr3_37	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_vento_gr4_38	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_gr1_temp39	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr2_temp40	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr3_temp41	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr3_temp42	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_qp_gr1_Treno_44	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr2_Scarico_45	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr4_centrif_47	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr1+vento_48	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr2+vento_49	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr3+vento_50	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr4+vento_51	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr1_52	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr2_53	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr3_54	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr4_55	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr1_temp56	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr2_temp57	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_temp58	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_temp59	12765	0	40.3709	0	676.213
E_103x_SLV_q=1.5_60	13126.9	2636.38	895.43	38756.2	12092.4
E_103y_SLV_q=1.5_61	13126.9	793.002	2624.81	11626.9	39192.8
E_103z_SLV_q=1.5_62	13971.3	793.002	895.43	11626.9	12092.4
E_103x_SLV_q=1.36_63	13126.9	2899.72	969.546	42631.8	13253.8
E_103y_SLV_q=1.36_64	13126.9	872.004	2871.86	12789.5	43064.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	13971.3	872.004	969.546	12789.5	13253.8
E_103x_SLV_q=1_66	13126.9	3951.49	1265.35	58300.2	17899.1
E_103y_SLV_q=1_67	13126.9	1187.54	3857.89	17490.1	58548.4
E_103z_SLV_q=1_68	13971.3	1187.54	1265.35	17490.1	17899.1
E_103x_SLD_q=1_69	12885.7	1759.32	566.219	23574	6914.26
E_103y_SLD_q=1_70	12885.7	529.884	1527.44	7072.2	21932.4
E_103z_SLD_q=1_71	13167.1	529.884	566.219	7072.2	6914.26

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	39873.4	616.613	724.011	12214.7	16895.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	35346.2	0	561.03	0	13272.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	39873.4	1233.23	485.78	24084.5	11073.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	38901.8	986.58	593.742	19267.6	13796.4
A1_SLU_gr1+vento_5	39873.4	630.034	1236.55	12467	28600.3
A1_SLU_gr2+vento_6	35346.2	13.4211	1073.57	252.316	24977.2
A1_SLU_gr3+vento_7	39873.4	1246.65	998.317	24336.8	22778
A1_SLU_gr4+vento_8	38901.8	1000	1106.28	19519.9	25500.9
A1_SLU_vento_gr1_9	38901.8	515.658	1405.46	10192.3	32485.6
A1_SLU_vento_gr2_10	35280	22.3684	1301.15	420.526	30089
A1_SLU_vento_gr3_11	38901.8	1008.95	1214.87	19688.1	27827.7
A1_SLU_vento_gr4_12	38901.8	1008.95	1447.97	19688.1	33304
SLE_rar_gr1_Treno_14	28945.1	425.25	457.444	8423.94	10846.2
SLE_rar_gr2_Scarico_15	25822.8	0	382.511	0	9068.73
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	28945.1	850.5	293.148	16610	6830.81
SLE_rar_gr4_centrif_17	28275	680.4	375.644	13288	8863.49
SLE_rar_gr1+vento_18	28945.1	434.197	799.135	8592.15	18649.2
SLE_rar_gr2+vento_19	25822.8	8.94737	724.202	168.211	16871.7
SLE_rar_gr3+vento_20	28945.1	859.447	634.839	16778.2	14633.8
SLE_rar_gr4+vento_21	28275	689.347	717.336	13456.2	16666.5
SLE_rar_vento_gr1_22	28275	355.112	922.576	7019.51	21434.4
SLE_rar_vento_gr2_23	25777.2	14.9123	874.618	280.351	20243.2
SLE_rar_vento_gr3_24	28275	695.312	791.138	13568.4	18222
SLE_rar_vento_gr4_25	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5
SLE_fre_gr1_Treno_27	28275	340.2	338.055	6739.15	8139.89
SLE_fre_gr2_Scarico_28	25777.2	0	298.09	0	7102.55
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	28275	680.4	206.617	13288	4927.56
SLE_fre_gr4_centrif_30	28275	680.4	356.849	13288	8501.69
SLE_fre_gr1+vento_31	28275	343.182	451.952	6795.22	10740.9
SLE_fre_gr2+vento_32	25777.2	2.98246	411.987	56.0702	9703.55
SLE_fre_gr3+vento_33	28275	683.382	320.514	13344.1	7528.56
SLE_fre_gr4+vento_34	28275	683.382	470.747	13344.1	11102.7
SLE_fre_vento_gr1_35	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_vento_gr2_36	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65

SLE_fre_vento_gr3_37	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_vento_gr4_38	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_gr1_temp39	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr2_temp40	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr3_temp41	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr3_temp42	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_qp_gr1_Treno_44	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr2_Scarico_45	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr4_centrif_47	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr1+vento_48	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr2+vento_49	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr3+vento_50	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr4+vento_51	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr1_52	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr2_53	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr3_54	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr4_55	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr1_temp56	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr2_temp57	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_temp58	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_temp59	25594.8	0	40.3709	0	777.141
E_103x_SLV_q=1.5_60	26103.1	3886.2	1270.38	48471.7	15268.3
E_103y_SLV_q=1.5_61	26103.1	2042.82	2999.75	16733.9	46692.2
E_103z_SLV_q=1.5_62	27289	2042.82	1270.38	16733.9	15268.3
E_103x_SLV_q=1.36_63	26103.1	4149.54	1344.49	53005.7	16615
E_103y_SLV_q=1.36_64	26103.1	2121.82	3246.81	18094.1	51181.3
E_103z_SLV_q=1.36_65	27289	2121.82	1344.49	18094.1	16615
E_103x_SLV_q=1_66	26103.1	5201.31	1640.3	71303.5	21999.8
E_103y_SLV_q=1_67	26103.1	2437.35	4232.83	23583.4	69130.5
E_103z_SLV_q=1_68	27289	2437.35	1640.3	23583.4	21999.8
E_103x_SLD_q=1_69	25983	2384.8	753.864	29536	8798.92
E_103y_SLD_q=1_70	25983	1155.37	1715.08	9960.62	26220.1
E_103z_SLD_q=1_71	26888.6	1155.37	753.864	9960.62	8798.92

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	656.423	3853.96	3066.26
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	561.03	0	2725.29
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	418.192	4131.43	1722.64
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	539.672	3305.15	2459.55
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	630.034	1168.96	3853.96	5135.09
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	13.4211	1073.57	0	4794.13
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1246.65	930.729	4131.43	3791.48
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	1000	1052.21	3305.15	4528.38
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	515.658	1362.2	3083.17	5893.34
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	22.3684	1301.15	0	5627.43
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	1008.95	1171.61	3305.15	4818.45
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1008.95	1393.9	3305.15	5907.61
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	426.369	2657.9	2102.81
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	382.511	0	1877.53
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	262.073	2849.27	1176.18
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	350.784	2279.41	1686.61
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	434.197	768.06	2657.9	3482.03
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	8.94737	724.202	0	3256.75
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	859.447	603.764	2849.27	2555.4
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	689.347	692.476	2279.41	3065.83
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	355.112	902.688	2126.32	3977.4
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	14.9123	874.618	0	3800.33
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	695.312	771.25	2279.41	3236.1
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	695.312	920.27	2279.41	3985.31
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	321.481	2126.32	1673.42
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	298.09	0	1498.46
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	190.044	2279.41	932.116
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	336.133	2279.41	1680.02
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	343.182	435.378	2126.32	2133.16
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	2.98246	411.987	0	1958.2
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	683.382	303.941	2279.41	1391.86
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	683.382	450.03	2279.41	2139.76

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_116	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_118	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr1_temp127	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp128	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp129	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp130	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_131	7495.37	2636.38	895.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7495.37	793.002	2624.81	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8339.79	793.002	895.43	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7495.37	2899.72	969.546	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7495.37	872.004	2871.86	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8339.79	872.004	969.546	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7495.37	3951.49	1265.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7495.37	1187.54	3857.89	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8339.79	1187.54	1265.35	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7477.12	1401.24	484.722	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7477.12	422.459	1255.78	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	8278.97	422.459	484.722	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	20675.7	616.613	656.423	13904.7	13765.9
A1_SLU_gr2_Scarico_73	18025.9	0	561.03	0	11870.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20675.7	1233.23	418.192	24233	8539.18
A1_SLU_gr4_centrif_75	20079.7	986.58	539.672	19386.4	11256.2
A1_SLU_gr1+vento_76	20675.7	630.034	1168.96	14123.5	24189.1
A1_SLU_gr2+vento_77	18025.9	13.4211	1073.57	218.763	22293.3
A1_SLU_gr3+vento_78	20675.7	1246.65	930.729	24451.8	18962.4
A1_SLU_gr4+vento_79	20079.7	1000	1052.21	19605.2	21679.4
A1_SLU_vento_gr1_80	20079.7	515.658	1362.2	11488.4	28097.2
A1_SLU_vento_gr2_81	17959.8	22.3684	1301.15	364.605	26836.1
A1_SLU_vento_gr3_82	20079.7	1008.95	1171.61	19751	23915.8
A1_SLU_vento_gr4_83	20079.7	1008.95	1393.9	19751	28628.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	14820.5	425.25	426.369	9589.48	9052.63
SLE_rar_gr2_Scarico_86	12993	0	382.511	0	8112.45
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14820.5	850.5	262.073	16712.4	5447.96
SLE_rar_gr4_centrif_88	14409.4	680.4	350.784	13369.9	7404.4
SLE_rar_gr1+vento_89	14820.5	434.197	768.06	9735.32	16001.4
SLE_rar_gr2+vento_90	12993	8.94737	724.202	145.842	15061.2
SLE_rar_gr3+vento_91	14820.5	859.447	603.764	16858.3	12396.7
SLE_rar_gr4+vento_92	14409.4	689.347	692.476	13515.8	14353.2
SLE_rar_vento_gr1_93	14409.4	355.112	902.688	7914.65	18691.2
SLE_rar_vento_gr2_94	12947.4	14.9123	874.618	243.07	18056.6
SLE_rar_vento_gr3_95	14409.4	695.312	771.25	13613	15807.5
SLE_rar_vento_gr4_96	14409.4	695.312	920.27	13613	18985.7
SLE_fre_gr1_Treno_98	14409.4	340.2	321.481	7671.58	6913.57
SLE_fre_gr2_Scarico_99	12947.4	0	298.09	0	6357.32
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	14409.4	680.4	190.044	13369.9	4029.83
SLE_fre_gr4_centrif_101	14409.4	680.4	336.133	13369.9	7158.98
SLE_fre_gr1+vento_102	14409.4	343.182	435.378	7720.2	9229.83
SLE_fre_gr2+vento_103	12947.4	2.98246	411.987	48.6141	8673.59
SLE_fre_gr3+vento_104	14409.4	683.382	303.941	13418.5	6346.09
SLE_fre_gr4+vento_105	14409.4	683.382	450.03	13418.5	9475.24
SLE_fre_vento_gr1_106	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87

SLE_fre_vento_gr2_107	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_vento_gr3_108	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_vento_gr4_109	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_gr1_temp110	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr2_temp111	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr3_temp112	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr3_temp113	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_qp_gr1_Treno_115	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr2_Scarico_116	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr4_centrif_118	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr1+vento_119	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr2+vento_120	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr3+vento_121	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr4+vento_122	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr1_123	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr2_124	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr3_125	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr4_126	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr1_temp127	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr2_temp128	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_temp129	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_temp130	12765	0	40.3709	0	676.213
E_103x_SLV_q=1.5_131	13126.9	2636.38	895.43	38756.2	12092.4
E_103y_SLV_q=1.5_132	13126.9	793.002	2624.81	11626.9	39192.8
E_103z_SLV_q=1.5_133	13971.3	793.002	895.43	11626.9	12092.4
E_103x_SLV_q=1.36_134	13126.9	2899.72	969.546	42631.8	13253.8
E_103y_SLV_q=1.36_135	13126.9	872.004	2871.86	12789.5	43064.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	13971.3	872.004	969.546	12789.5	13253.8
E_103x_SLV_q=1_137	13126.9	3951.49	1265.35	58300.2	17899.1
E_103y_SLV_q=1_138	13126.9	1187.54	3857.89	17490.1	58548.4
E_103z_SLV_q=1_139	13971.3	1187.54	1265.35	17490.1	17899.1
E_103x_SLD_q=1_140	13108.7	1401.24	484.722	23487.8	6870.04
E_103y_SLD_q=1_141	13108.7	422.459	1255.78	7046.33	21785
E_103z_SLD_q=1_142	13910.5	422.459	484.722	7046.33	6870.04

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	37996	616.613	656.423	15446.3	15407
A1_SLU_gr2_Scarico_73	35346.2	0	561.03	0	13272.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	37996	1233.23	418.192	27316.1	9584.66
A1_SLU_gr4_centrif_75	37399.9	986.58	539.672	21852.9	12605.4
A1_SLU_gr1+vento_76	37996	630.034	1168.96	15698.6	27111.5
A1_SLU_gr2+vento_77	35346.2	13.4211	1073.57	252.316	24977.2
A1_SLU_gr3+vento_78	37996	1246.65	930.729	27568.4	21289.2
A1_SLU_gr4+vento_79	37399.9	1000	1052.21	22105.2	24309.9
A1_SLU_vento_gr1_80	37399.9	515.658	1362.2	12777.5	31502.7
A1_SLU_vento_gr2_81	35280	22.3684	1301.15	420.526	30089
A1_SLU_vento_gr3_82	37399.9	1008.95	1171.61	22273.4	26844.8
A1_SLU_vento_gr4_83	37399.9	1008.95	1393.9	22273.4	32112.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	27650.3	425.25	426.369	10652.6	10118.6
SLE_rar_gr2_Scarico_86	25822.8	0	382.511	0	9068.73
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	27650.3	850.5	262.073	18838.7	6103.14
SLE_rar_gr4_centrif_88	27239.2	680.4	350.784	15070.9	8281.36
SLE_rar_gr1+vento_89	27650.3	434.197	768.06	10820.8	17921.6
SLE_rar_gr2+vento_90	25822.8	8.94737	724.202	168.211	16871.7
SLE_rar_gr3+vento_91	27650.3	859.447	603.764	19006.9	13906.2
SLE_rar_gr4+vento_92	27239.2	689.347	692.476	15239.1	16084.4
SLE_rar_vento_gr1_93	27239.2	355.112	902.688	8802.43	20947.9
SLE_rar_vento_gr2_94	25777.2	14.9123	874.618	280.351	20243.2
SLE_rar_vento_gr3_95	27239.2	695.312	771.25	15351.3	17735.6
SLE_rar_vento_gr4_96	27239.2	695.312	920.27	15351.3	21286.4
SLE_fre_gr1_Treno_98	27239.2	340.2	321.481	8522.08	7717.27
SLE_fre_gr2_Scarico_99	25777.2	0	298.09	0	7102.55
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	27239.2	680.4	190.044	15070.9	4504.94
SLE_fre_gr4_centrif_101	27239.2	680.4	336.133	15070.9	7999.31
SLE_fre_gr1+vento_102	27239.2	343.182	435.378	8578.15	10318.3
SLE_fre_gr2+vento_103	25777.2	2.98246	411.987	56.0702	9703.55
SLE_fre_gr3+vento_104	27239.2	683.382	303.941	15127	7105.95
SLE_fre_gr4+vento_105	27239.2	683.382	450.03	15127	10600.3
SLE_fre_vento_gr1_106	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65

SLE_fre_vento_gr2_107	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_vento_gr3_108	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_vento_gr4_109	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_gr1_temp110	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr2_temp111	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr3_temp112	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr3_temp113	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_qp_gr1_Treno_115	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr2_Scarico_116	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr4_centrif_118	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr1+vento_119	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr2+vento_120	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr3+vento_121	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr4+vento_122	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr1_123	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr2_124	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr3_125	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr4_126	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr1_temp127	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr2_temp128	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_temp129	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_temp130	25594.8	0	40.3709	0	777.141
E_103x_SLV_q=1.5_131	26103.1	3886.2	1270.38	48471.7	15268.3
E_103y_SLV_q=1.5_132	26103.1	2042.82	2999.75	16733.9	46692.2
E_103z_SLV_q=1.5_133	27289	2042.82	1270.38	16733.9	15268.3
E_103x_SLV_q=1.36_134	26103.1	4149.54	1344.49	53005.7	16615
E_103y_SLV_q=1.36_135	26103.1	2121.82	3246.81	18094.1	51181.3
E_103z_SLV_q=1.36_136	27289	2121.82	1344.49	18094.1	16615
E_103x_SLV_q=1_137	26103.1	5201.31	1640.3	71303.5	21999.8
E_103y_SLV_q=1_138	26103.1	2437.35	4232.83	23583.4	69130.5
E_103z_SLV_q=1_139	27289	2437.35	1640.3	23583.4	21999.8
E_103x_SLD_q=1_140	26206	2026.72	672.366	28554.5	8550.96
E_103y_SLD_q=1_141	26206	1047.94	1443.43	9666.18	25393.6
E_103z_SLD_q=1_142	27632	1047.94	672.366	9666.18	8550.96

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	724.011	622.402	3284.42	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	561.03	0	2725.29	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8	
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	593.742	719.902	2634.08	
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	630.034	1236.55	622.402	5353.25	
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	13.4211	1073.57	0	4794.13	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1246.65	998.317	899.878	4009.64	
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	1000	1106.28	719.902	4702.91	
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	515.658	1405.46	497.922	6063	
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	22.3684	1301.15	0	5627.43	
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	1008.95	1214.87	719.902	4988.11	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1008.95	1447.97	719.902	6082.13	
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	457.444	429.243	2246.27	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	382.511	0	1877.53	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64	
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	434.197	799.135	429.243	3625.5	
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	8.94737	724.202	0	3256.75	
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	859.447	634.839	620.605	2698.86	
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	689.347	717.336	496.484	3180.6	
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	355.112	922.576	343.394	4089.93	
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	14.9123	874.618	0	3800.33	
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	695.312	791.138	496.484	3348.63	
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08	
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	338.055	343.394	1784.46	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	298.09	0	1498.46	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	206.617	496.484	1043.16	
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	356.849	496.484	1792.92	
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	343.182	451.952	343.394	2244.2	
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	2.98246	411.987	0	1958.2	
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	683.382	320.514	496.484	1502.9	
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	683.382	470.747	496.484	2252.66	
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52	

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	7.45614	325.114	0	1167.52
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	2.98246	162.342	0	481.541
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_187	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_189	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr1_temp198	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp199	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp200	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp201	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_202	7495.37	2636.38	895.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7495.37	793.002	2624.81	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8339.79	793.002	895.43	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7495.37	2899.72	969.546	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7495.37	872.004	2871.86	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8339.79	872.004	969.546	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7495.37	3951.49	1265.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7495.37	1187.54	3857.89	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8339.79	1187.54	1265.35	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7477.12	1401.24	484.722	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7477.12	422.459	1255.78	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	8278.97	422.459	484.722	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	22553.2	616.613	724.011	10673.2	15085.8
A1_SLU_gr2_Scarico_144	18025.9	0	561.03	0	11870.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22553.2	1233.23	485.78	21001.4	9859.02
A1_SLU_gr4_centrif_146	21581.6	986.58	593.742	16801.2	12312.1
A1_SLU_gr1+vento_147	22553.2	630.034	1236.55	10891.9	25509
A1_SLU_gr2+vento_148	18025.9	13.4211	1073.57	218.763	22293.3
A1_SLU_gr3+vento_149	22553.2	1246.65	998.317	21220.2	20282.2
A1_SLU_gr4+vento_150	21581.6	1000	1106.28	17019.9	22735.3
A1_SLU_vento_gr1_151	21581.6	515.658	1405.46	8903.15	28971.9
A1_SLU_vento_gr2_152	17959.8	22.3684	1301.15	364.605	26836.1
A1_SLU_vento_gr3_153	21581.6	1008.95	1214.87	17165.8	24790.5
A1_SLU_vento_gr4_154	21581.6	1008.95	1447.97	17165.8	29684
SLE_rar_gr1_Treno_156	16115.3	425.25	457.444	7360.82	9702.61
SLE_rar_gr2_Scarico_157	12993	0	382.511	0	8112.45
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16115.3	850.5	293.148	14483.8	6097.95
SLE_rar_gr4_centrif_159	15445.2	680.4	375.644	11587	7924.38
SLE_rar_gr1+vento_160	16115.3	434.197	799.135	7506.66	16651.4
SLE_rar_gr2+vento_161	12993	8.94737	724.202	145.842	15061.2
SLE_rar_gr3+vento_162	16115.3	859.447	634.839	14629.6	13046.7
SLE_rar_gr4+vento_163	15445.2	689.347	717.336	11732.8	14873.2
SLE_rar_vento_gr1_164	15445.2	355.112	922.576	6131.72	19127.9
SLE_rar_vento_gr2_165	12947.4	14.9123	874.618	243.07	18056.6
SLE_rar_vento_gr3_166	15445.2	695.312	791.138	11830.1	16244.2
SLE_rar_vento_gr4_167	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	15445.2	340.2	338.055	5888.65	7294.75
SLE_fre_gr2_Scarico_170	12947.4	0	298.09	0	6357.32
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	15445.2	680.4	206.617	11587	4411.02
SLE_fre_gr4_centrif_172	15445.2	680.4	356.849	11587	7609.57
SLE_fre_gr1+vento_173	15445.2	343.182	451.952	5937.27	9611.01
SLE_fre_gr2+vento_174	12947.4	2.98246	411.987	48.6141	8673.59
SLE_fre_gr3+vento_175	15445.2	683.382	320.514	11635.6	6727.28
SLE_fre_gr4+vento_176	15445.2	683.382	470.747	11635.6	9925.83
SLE_fre_vento_gr1_177	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87

SLE_fre_vento_gr2_178	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_vento_gr3_179	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_vento_gr4_180	12765	7.45614	325.114	121.535	6466.87
SLE_fre_gr1_temp181	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr2_temp182	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr3_temp183	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_fre_gr3_temp184	12765	2.98246	162.342	48.6141	3127.72
SLE_qp_gr1_Treno_186	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr2_Scarico_187	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr4_centrif_189	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr1+vento_190	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr2+vento_191	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr3+vento_192	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr4+vento_193	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr1_194	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr2_195	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr3_196	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_vento_gr4_197	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48
SLE_qp_gr1_temp198	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr2_temp199	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_temp200	12765	0	40.3709	0	676.213
SLE_qp_gr3_temp201	12765	0	40.3709	0	676.213
E_103x_SLV_q=1.5_202	13126.9	2636.38	895.43	38756.2	12092.4
E_103y_SLV_q=1.5_203	13126.9	793.002	2624.81	11626.9	39192.8
E_103z_SLV_q=1.5_204	13971.3	793.002	895.43	11626.9	12092.4
E_103x_SLV_q=1.36_205	13126.9	2899.72	969.546	42631.8	13253.8
E_103y_SLV_q=1.36_206	13126.9	872.004	2871.86	12789.5	43064.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	13971.3	872.004	969.546	12789.5	13253.8
E_103x_SLV_q=1_208	13126.9	3951.49	1265.35	58300.2	17899.1
E_103y_SLV_q=1_209	13126.9	1187.54	3857.89	17490.1	58548.4
E_103z_SLV_q=1_210	13971.3	1187.54	1265.35	17490.1	17899.1
E_103x_SLD_q=1_211	13108.7	1401.24	484.722	23487.8	6870.04
E_103y_SLD_q=1_212	13108.7	422.459	1255.78	7046.33	21785
E_103z_SLD_q=1_213	13910.5	422.459	484.722	7046.33	6870.04

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	39873.4	616.613	724.011	12214.7	16895.8
A1_SLU_gr2_Scarico_144	35346.2	0	561.03	0	13272.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	39873.4	1233.23	485.78	24084.5	11073.5
A1_SLU_gr4_centrif_146	38901.8	986.58	593.742	19267.6	13796.4
A1_SLU_gr1+vento_147	39873.4	630.034	1236.55	12467	28600.3
A1_SLU_gr2+vento_148	35346.2	13.4211	1073.57	252.316	24977.2
A1_SLU_gr3+vento_149	39873.4	1246.65	998.317	24336.8	22778
A1_SLU_gr4+vento_150	38901.8	1000	1106.28	19519.9	25500.9
A1_SLU_vento_gr1_151	38901.8	515.658	1405.46	10192.3	32485.6
A1_SLU_vento_gr2_152	35280	22.3684	1301.15	420.526	30089
A1_SLU_vento_gr3_153	38901.8	1008.95	1214.87	19688.1	27827.7
A1_SLU_vento_gr4_154	38901.8	1008.95	1447.97	19688.1	33304
SLE_rar_gr1_Treno_156	28945.1	425.25	457.444	8423.94	10846.2
SLE_rar_gr2_Scarico_157	25822.8	0	382.511	0	9068.73
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	28945.1	850.5	293.148	16610	6830.81
SLE_rar_gr4_centrif_159	28275	680.4	375.644	13288	8863.49
SLE_rar_gr1+vento_160	28945.1	434.197	799.135	8592.15	18649.2
SLE_rar_gr2+vento_161	25822.8	8.94737	724.202	168.211	16871.7
SLE_rar_gr3+vento_162	28945.1	859.447	634.839	16778.2	14633.8
SLE_rar_gr4+vento_163	28275	689.347	717.336	13456.2	16666.5
SLE_rar_vento_gr1_164	28275	355.112	922.576	7019.51	21434.4
SLE_rar_vento_gr2_165	25777.2	14.9123	874.618	280.351	20243.2
SLE_rar_vento_gr3_166	28275	695.312	791.138	13568.4	18222
SLE_rar_vento_gr4_167	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5
SLE_fre_gr1_Treno_169	28275	340.2	338.055	6739.15	8139.89
SLE_fre_gr2_Scarico_170	25777.2	0	298.09	0	7102.55
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	28275	680.4	206.617	13288	4927.56
SLE_fre_gr4_centrif_172	28275	680.4	356.849	13288	8501.69
SLE_fre_gr1+vento_173	28275	343.182	451.952	6795.22	10740.9
SLE_fre_gr2+vento_174	25777.2	2.98246	411.987	56.0702	9703.55
SLE_fre_gr3+vento_175	28275	683.382	320.514	13344.1	7528.56
SLE_fre_gr4+vento_176	28275	683.382	470.747	13344.1	11102.7
SLE_fre_vento_gr1_177	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65

SLE_fre_vento_gr2_178	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_vento_gr3_179	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_vento_gr4_180	25594.8	7.45614	325.114	140.175	7279.65
SLE_fre_gr1_temp181	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr2_temp182	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr3_temp183	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_fre_gr3_temp184	25594.8	2.98246	162.342	56.0702	3533.57
SLE_qp_gr1_Treno_186	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr2_Scarico_187	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr4_centrif_189	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr1+vento_190	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr2+vento_191	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr3+vento_192	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr4+vento_193	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr1_194	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr2_195	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr3_196	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_vento_gr4_197	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15
SLE_qp_gr1_temp198	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr2_temp199	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_temp200	25594.8	0	40.3709	0	777.141
SLE_qp_gr3_temp201	25594.8	0	40.3709	0	777.141
E_103x_SLV_q=1.5_202	26103.1	3886.2	1270.38	48471.7	15268.3
E_103y_SLV_q=1.5_203	26103.1	2042.82	2999.75	16733.9	46692.2
E_103z_SLV_q=1.5_204	27289	2042.82	1270.38	16733.9	15268.3
E_103x_SLV_q=1.36_205	26103.1	4149.54	1344.49	53005.7	16615
E_103y_SLV_q=1.36_206	26103.1	2121.82	3246.81	18094.1	51181.3
E_103z_SLV_q=1.36_207	27289	2121.82	1344.49	18094.1	16615
E_103x_SLV_q=1_208	26103.1	5201.31	1640.3	71303.5	21999.8
E_103y_SLV_q=1_209	26103.1	2437.35	4232.83	23583.4	69130.5
E_103z_SLV_q=1_210	27289	2437.35	1640.3	23583.4	21999.8
E_103x_SLD_q=1_211	26206	2026.72	672.366	28554.5	8550.96
E_103y_SLD_q=1_212	26206	1047.94	1443.43	9666.18	25393.6
E_103z_SLD_q=1_213	27632	1047.94	672.366	9666.18	8550.96

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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		10483.7	425.25	457.444	429.243	2246.27
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	859.447	634.839	620.605	2698.86
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	695.312	375.644	496.484	4100.08
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	2.98246	154.268	0	477.908
E_103x_SLD_q=1_69		7254.11	1759.32	566.219	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7254.11	529.884	1527.44	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7535.59	529.884	566.219	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	16115.3	425.25	457.444	7360.82	9702.61	
SLE_rar_gr3+vento_20	16115.3	859.447	634.839	14629.6	13046.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	16115.3	859.447	634.839	14629.6	13046.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15445.2	680.4	375.644	11587	7924.38	
SLE_rar_vento_gr4_25	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_qp_gr1_Treno_44	12765	0	40.3709	0	676.213	
SLE_qp_gr1+vento_48	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_48	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_48	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_48	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
E_103x_SLD_q=1_69	12885.7	1759.32	566.219	23574	6914.26	
E_103y_SLD_q=1_70	12885.7	529.884	1527.44	7072.2	21932.4	
E_103z_SLD_q=1_71	13167.1	529.884	566.219	7072.2	6914.26	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	28945.1	425.25	457.444	8423.94	10846.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	28945.1	859.447	634.839	16778.2	14633.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	28945.1	859.447	634.839	16778.2	14633.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_gr4_centrif_17	28275	680.4	375.644	13288	8863.49	
SLE_rar_vento_gr4_25	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_qp_gr1_Treno_44	25594.8	0	40.3709	0	777.141	
SLE_qp_gr1+vento_48	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_48	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_48	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_48	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
E_103x_SLD_q=1_69	25983	2384.8	753.864	29536	8798.92	
E_103y_SLD_q=1_70	25983	1155.37	1715.08	9960.62	26220.1	
E_103z_SLD_q=1_71	26888.6	1155.37	753.864	9960.62	8798.92	

Configurazione2

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	426.369	2657.9	2102.81	
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	859.447	603.764	2849.27	2555.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	695.312	920.27	2279.41	3985.31	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	262.073	2849.27	1176.18	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	695.312	920.27	2279.41	3985.31	
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	350.784	2279.41	1686.61	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	695.312	920.27	2279.41	3985.31	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	695.312	920.27	2279.41	3985.31	
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	350.784	2279.41	1686.61	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	695.312	920.27	2279.41	3985.31	
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908	
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	2.98246	154.268	0	477.908	
E_103x_SLD_q=1_140	7477.12	1401.24	484.722	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141	7477.12	422.459	1255.78	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142	8278.97	422.459	484.722	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	14820.5	425.25	457.444	7360.82	9702.61	
SLE_rar_gr3+vento_91	14820.5	859.447	603.764	16858.3	12396.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	14409.4	695.312	920.27	13613	18985.7	
SLE_rar_gr3+vento_91	14820.5	859.447	603.764	16858.3	12396.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	14409.4	695.312	920.27	13613	18985.7	
SLE_rar_gr4_centrif_88	14409.4	680.4	350.784	13369.9	7404.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	14409.4	695.312	920.27	13613	18985.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	14409.4	695.312	920.27	13613	18985.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	14409.4	695.312	920.27	13613	18985.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	14409.4	695.312	920.27	13613	18985.7	
SLE_qp_gr1_Treno_115	12765	0	40.3709	0	676.213	
SLE_qp_gr1+vento_119	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_119	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_119	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_119	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
E_103x_SLD_q=1_140	13108.7	1401.24	484.722	23487.8	6870.04	
E_103y_SLD_q=1_141	13108.7	422.459	1255.78	7046.33	21785	
E_103z_SLD_q=1_142	13910.5	422.459	484.722	7046.33	6870.04	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	27650.3	425.25	457.444	8423.94	10846.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	27650.3	859.447	603.764	19006.9	13906.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	27239.2	695.312	920.27	15351.3	21286.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	27650.3	859.447	603.764	19006.9	13906.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	27239.2	695.312	920.27	15351.3	21286.4	
SLE_rar_gr4_centrif_88	27239.2	680.4	350.784	15070.9	8281.36	
SLE_rar_vento_gr4_96	27239.2	695.312	920.27	15351.3	21286.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	27239.2	695.312	920.27	15351.3	21286.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	27239.2	695.312	920.27	15351.3	21286.4	
SLE_rar_vento_gr4_96	27239.2	695.312	920.27	15351.3	21286.4	
SLE_qp_gr1_Treno_115	25594.8	0	40.3709	0	777.141	
SLE_qp_gr1+vento_119	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_119	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_119	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_119	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
E_103x_SLD_q=1_140	26206	2026.72	672.366	28554.5	8550.96	
E_103y_SLD_q=1_141	26206	1047.94	1443.43	9666.18	25393.6	
E_103z_SLD_q=1_142	27632	1047.94	672.366	9666.18	8550.96	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		10483.7	425.25	457.444	429.243	2246.27	
SLE_rar_gr3+vento_162		10483.7	859.447	634.839	620.605	2698.86	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	695.312	945.13	496.484	4100.08	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	2.98246	154.268	0	477.908	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	2.98246	154.268	0	477.908	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	2.98246	154.268	154.268	477.908	
E_103x_SLD_q=1_211		7477.12	1401.24	484.722	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7477.12	422.459	1255.78	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		8278.97	422.459	484.722	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	16115.3	425.25	457.444	7360.82	9702.61	
SLE_rar_gr3+vento_162	16115.3	859.447	634.839	14629.6	13046.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	16115.3	859.447	634.839	14629.6	13046.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15445.2	680.4	375.644	11587	7924.38	
SLE_rar_vento_gr4_167	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	15445.2	695.312	945.13	11830.1	19505.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	12765	0	40.3709	0	676.213	
SLE_qp_gr1+vento_190	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_190	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_190	12765	2.98246	154.268	48.6141	2992.48	
SLE_qp_gr1+vento_190	12765	2.98246	154.268	154.268	2992.48	
E_103x_SLD_q=1_211	13108.7	1401.24	484.722	23487.8	6870.04	
E_103y_SLD_q=1_212	13108.7	422.459	1255.78	7046.33	21785	
E_103z_SLD_q=1_213	13910.5	422.459	484.722	7046.33	6870.04	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	28945.1	425.25	457.444	8423.94	10846.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	28945.1	859.447	634.839	16778.2	14633.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	28945.1	859.447	634.839	16778.2	14633.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_gr4_centrif_159	28275	680.4	375.644	13288	8863.49	
SLE_rar_vento_gr4_167	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	28275	695.312	945.13	13568.4	21868.5	
SLE_qp_gr1_Treno_186	25594.8	0	40.3709	0	777.141	
SLE_qp_gr1+vento_190	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_190	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_190	25594.8	2.98246	154.268	56.0702	3378.15	
SLE_qp_gr1+vento_190	25594.8	2.98246	154.268	154.268	3378.15	
E_103x_SLD_q=1_211	26206	2026.72	672.366	28554.5	8550.96	
E_103y_SLD_q=1_212	26206	1047.94	1443.43	9666.18	25393.6	
E_103z_SLD_q=1_213	27632	1047.94	672.366	9666.18	8550.96	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		14950.6	616.613	724.011	622.402	3284.42
A1_SLU_gr3+vento_7		14950.6	1246.65	998.317	899.878	4009.64
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	1008.95	1447.97	719.902	6082.13
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	1008.95	1447.97	719.902	6082.13
E_103x_SLV_q=1.5_60		7495.37	2636.38	895.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		7495.37	793.002	2624.81	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		8339.79	793.002	895.43	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		7495.37	3951.49	1265.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		7495.37	1187.54	3857.89	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		8339.79	1187.54	1265.35	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		22553.2	616.613	724.011	10673.2	15085.8
A1_SLU_gr3+vento_7		22553.2	1246.65	998.317	21220.2	20282.2
A1_SLU_vento_gr4_12		21581.6	1008.95	1447.97	17165.8	29684
A1_SLU_gr3+vento_7		22553.2	1246.65	998.317	21220.2	20282.2
A1_SLU_vento_gr4_12		21581.6	1008.95	1447.97	17165.8	29684
E_103x_SLV_q=1.5_60		13126.9	2636.38	895.43	38756.2	12092.4
E_103y_SLV_q=1.5_61		13126.9	793.002	2624.81	11626.9	39192.8
E_103z_SLV_q=1.5_62		13971.3	793.002	895.43	11626.9	12092.4
E_103x_SLV_q=1_66		13126.9	3951.49	1265.35	58300.2	17899.1
E_103y_SLV_q=1_67		13126.9	1187.54	3857.89	17490.1	58548.4
E_103z_SLV_q=1_68		13971.3	1187.54	1265.35	17490.1	17899.1
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		39873.4	616.613	724.011	12214.7	16895.8
A1_SLU_gr3+vento_7		39873.4	1246.65	998.317	24336.8	22778
A1_SLU_vento_gr4_12		38901.8	1008.95	1447.97	19688.1	33304
A1_SLU_gr3+vento_7		39873.4	1246.65	998.317	24336.8	22778
A1_SLU_vento_gr4_12		38901.8	1008.95	1447.97	19688.1	33304
E_103x_SLV_q=1.36_63		26103.1	4149.54	1344.49	53005.7	16615
E_103y_SLV_q=1.36_64		26103.1	2121.82	3246.81	18094.1	51181.3
E_103z_SLV_q=1.36_65		27289	2121.82	1344.49	18094.1	16615
E_103x_SLV_q=1_66		26103.1	5201.31	1640.3	71303.5	21999.8
E_103y_SLV_q=1_67		26103.1	2437.35	4232.83	23583.4	69130.5
E_103z_SLV_q=1_68		27289	2437.35	1640.3	23583.4	21999.8

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		13073.1	616.613	656.423	3853.96	3066.26
A1_SLU_gr3+vento_78		13073.1	1246.65	930.729	4131.43	3791.48
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	1008.95	1393.9	3305.15	5907.61
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		13073.1	1233.23	418.192	4131.43	1722.64
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	1008.95	1393.9	3305.15	5907.61
E_103x_SLV_q=1.5_131		7495.37	2636.38	895.43	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		7495.37	793.002	2624.81	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		8339.79	793.002	895.43	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		7495.37	3951.49	1265.35	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		7495.37	1187.54	3857.89	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		8339.79	1187.54	1265.35	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		20675.7	616.613	656.423	13904.7	13765.9
A1_SLU_gr3+vento_78		20675.7	1246.65	930.729	24451.8	18962.4
A1_SLU_vento_gr4_83		20079.7	1008.95	1393.9	19751	28628.2
A1_SLU_gr3+vento_78		20675.7	1246.65	930.729	24451.8	18962.4
A1_SLU_vento_gr4_83		20079.7	1008.95	1393.9	19751	28628.2
E_103x_SLV_q=1.5_131		13126.9	2636.38	895.43	38756.2	12092.4
E_103y_SLV_q=1.5_132		13126.9	793.002	2624.81	11626.9	39192.8
E_103z_SLV_q=1.5_133		13971.3	793.002	895.43	11626.9	12092.4
E_103x_SLV_q=1_137		13126.9	3951.49	1265.35	58300.2	17899.1
E_103y_SLV_q=1_138		13126.9	1187.54	3857.89	17490.1	58548.4
E_103z_SLV_q=1_139		13971.3	1187.54	1265.35	17490.1	17899.1
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		37996	616.613	656.423	15446.3	15407
A1_SLU_gr3+vento_78		37996	1246.65	930.729	27568.4	21289.2
A1_SLU_vento_gr4_83		37399.9	1008.95	1393.9	22273.4	32112.9
A1_SLU_gr3+vento_78		37996	1246.65	930.729	27568.4	21289.2
A1_SLU_vento_gr4_83		37399.9	1008.95	1393.9	22273.4	32112.9
E_103x_SLV_q=1.36_134		26103.1	4149.54	1344.49	53005.7	16615
E_103y_SLV_q=1.36_135		26103.1	2121.82	3246.81	18094.1	51181.3
E_103z_SLV_q=1.36_136		27289	2121.82	1344.49	18094.1	16615
E_103x_SLV_q=1_137		26103.1	5201.31	1640.3	71303.5	21999.8
E_103y_SLV_q=1_138		26103.1	2437.35	4232.83	23583.4	69130.5
E_103z_SLV_q=1_139		27289	2437.35	1640.3	23583.4	21999.8

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

Configurazione3

Errore. Il collegamento non è valido.

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	164 Φ 30 interasse 15 cm*	Φ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 34 strati Φ 30/10 Long 4 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'iterasse 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. 7.3.1 – 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 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 VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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.

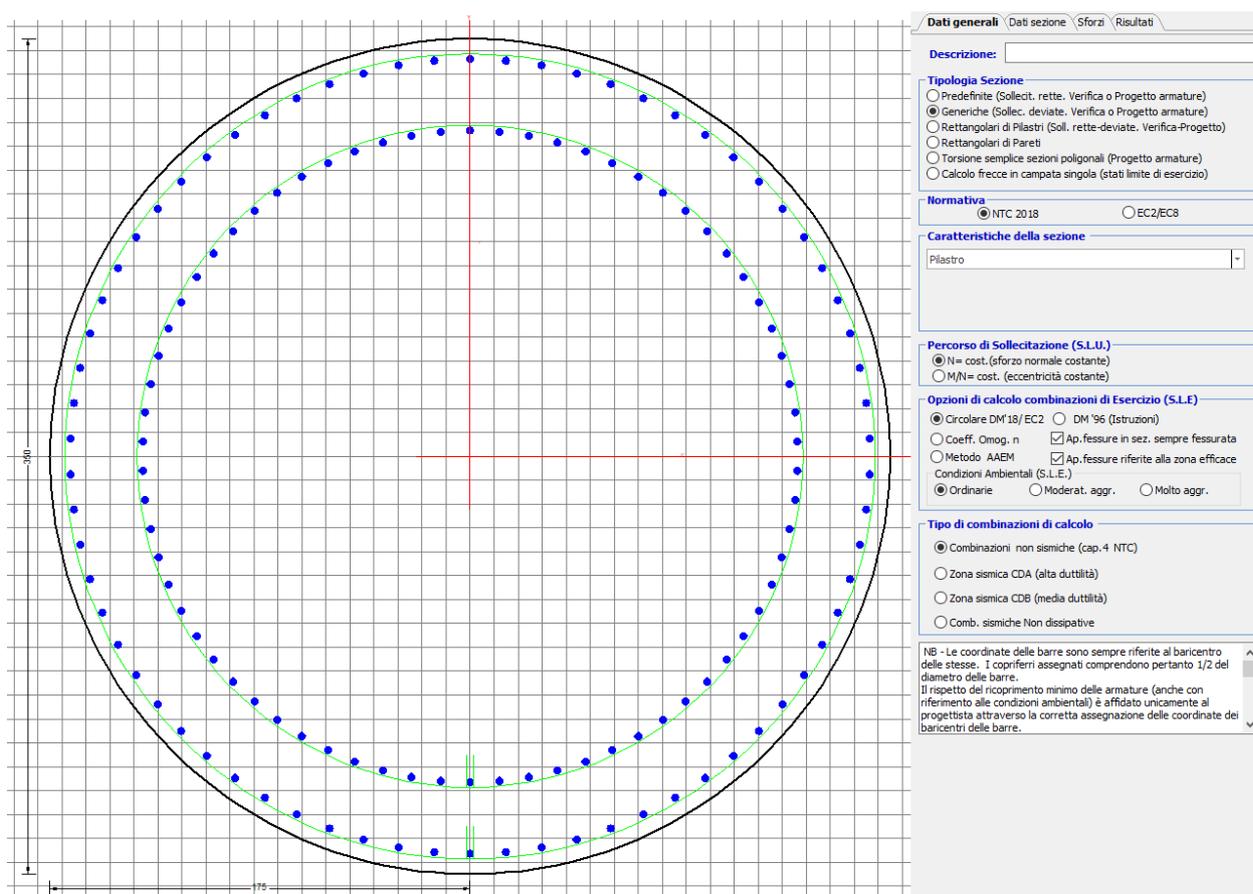


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 164 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 15cm 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 3.5m

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 baric. X',Y' // assi coordinate.

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resist. 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
	Resist. 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:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	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.: 175.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	166.5	70	30
2	0.0	0.0	136.5	70	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	22553.18	10673.19	15085.79	0.00	0.00
2	22553.18	21220.21	20282.20	0.00	0.00
3	21581.61	17165.76	29684.04	0.00	0.00
4	22553.18	21220.21	20282.20	0.00	0.00
5	21581.61	17165.76	29684.04	0.00	0.00
6	13126.92	38756.19	12092.37	0.00	0.00
7	13126.92	11626.86	39192.80	0.00	0.00
8	13971.34	11626.86	12092.37	0.00	0.00
9	20675.73	13904.74	13765.95	0.00	0.00
10	20675.73	24451.77	18962.36	0.00	0.00
11	20079.65	19751.01	28628.17	0.00	0.00
12	20675.73	24451.77	18962.36	0.00	0.00
13	20079.65	19751.01	28628.17	0.00	0.00
14	13126.92	38756.19	12092.37	0.00	0.00
15	13126.92	11626.86	39192.80	0.00	0.00
16	13971.34	11626.86	12092.37	0.00	0.00
17	22553.18	10673.19	15085.79	0.00	0.00
18	22553.18	21220.21	20282.20	0.00	0.00
19	21581.61	17165.76	29684.04	0.00	0.00
20	22553.18	21220.21	20282.20	0.00	0.00
21	21581.61	17165.76	29684.04	0.00	0.00
22	13126.92	38756.19	12092.37	0.00	0.00
23	13126.92	11626.86	39192.80	0.00	0.00
24	13971.34	11626.86	12092.37	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	16115.26	7360.82	9702.61
2	16115.26	14629.60	13046.73
3	15445.21	11830.07	19505.70
4	16115.26	14629.60	13046.73
5	15445.21	11830.07	19505.70
6	14820.47	7360.82	9702.61
7	14820.47	16858.26	12396.75
8	14409.38	13613.00	18985.71
9	14820.47	16858.26	12396.75
10	14409.38	13613.00	18985.71
11	16115.26	7360.82	9702.61
12	16115.26	14629.60	13046.73
13	15445.21	11830.07	19505.70
14	16115.26	14629.60	13046.73
15	15445.21	11830.07	19505.70
16	12885.66	23574.01	6914.26
17	12885.66	7072.20	21932.41
18	13167.14	7072.20	6914.26
19	13108.67	23487.75	6870.04

20	13108.67	7046.33	21785.02
21	13910.52	7046.33	6870.04
22	13108.67	23487.75	6870.04
23	13108.67	7046.33	21785.02
24	13910.52	7046.33	6870.04

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	15445.21	11587.00 (26478.23)	7924.38 (18108.53)
2	15445.21	11830.07 (11818.75)	19505.70 (19487.03)
3	15445.21	11830.07 (11818.75)	19505.70 (19487.03)
4	15445.21	11830.07 (11818.75)	19505.70 (19487.03)
5	15445.21	11830.07 (11818.75)	19505.70 (19487.03)
6	14409.38	13369.93 (24367.94)	7404.40 (13495.20)
7	14409.38	13613.00 (12754.72)	18985.71 (17788.69)
8	14409.38	13613.00 (12754.72)	18985.71 (17788.69)
9	14409.38	13613.00 (12754.72)	18985.71 (17788.69)
10	14409.38	13613.00 (12754.72)	18985.71 (17788.69)
11	15445.21	11587.00 (26478.23)	7924.38 (18108.53)
12	15445.21	11830.07 (11818.75)	19505.70 (19487.03)
13	15445.21	11830.07 (11818.75)	19505.70 (19487.03)
14	15445.21	11830.07 (11818.75)	19505.70 (19487.03)
15	15445.21	11830.07 (11818.75)	19505.70 (19487.03)

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	12765.02	0.00 (0.00)	676.21 (0.00)
2	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
3	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
4	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
5	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
6	12765.02	0.00 (0.00)	676.21 (0.00)
7	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
8	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
9	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
10	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
11	12765.02	0.00 (0.00)	676.21 (0.00)
12	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
13	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
14	12765.02	48.61 (0.00)	2992.48 (0.00)
15	12765.02	154.27 (0.00)	2992.48 (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: 9.2 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	22553.18	10673.19	15085.79	22552.90	42584.40(42584.40)	60181.40(60181.40)	3.99989.6(288.6)	
2	S	22553.18	21220.21	20282.20	22553.28	53293.88(53293.88)	50938.18(50938.18)	2.51989.6(288.6)	
3	S	21581.61	17165.76	29684.04	21581.82	36526.49(36526.49)	63170.38(63170.38)	2.13989.6(288.6)	
4	S	22553.18	21220.21	20282.20	22553.28	53293.88(53293.88)	50938.18(50938.18)	2.51989.6(288.6)	
5	S	21581.61	17165.76	29684.04	21581.82	36526.49(36526.49)	63170.38(63170.38)	2.13989.6(288.6)	
6	S	13126.92	38756.19	12092.37	13127.01	62841.61(62841.61)	19604.67(19604.67)	1.62989.6(288.6)	
7	S	13126.92	11626.86	39192.80	13126.97	18723.41(18723.41)	63108.96(63108.96)	1.61989.6(288.6)	
8	S	13971.34	11626.86	12092.37	13971.12	46149.23(46149.23)	47998.51(47998.51)	3.97989.6(288.6)	
9	S	20675.73	13904.74	13765.95	20675.76	51343.26(51343.26)	50844.98(50844.98)	3.69989.6(288.6)	
10	S	20675.73	24451.77	18962.36	20675.74	57106.58(57106.58)	44274.30(44274.30)	2.34989.6(288.6)	
11	S	20079.65	19751.01	28628.17	20079.78	40755.95(40755.95)	59084.95(59084.95)	2.06989.6(288.6)	
12	S	20675.73	24451.77	18962.36	20675.74	57106.58(57106.58)	44274.30(44274.30)	2.34989.6(288.6)	
13	S	20079.65	19751.01	28628.17	20079.78	40755.95(40755.95)	59084.95(59084.95)	2.06989.6(288.6)	
14	S	13126.92	38756.19	12092.37	13127.01	62841.61(62841.61)	19604.67(19604.67)	1.62989.6(288.6)	
15	S	13126.92	11626.86	39192.80	13126.97	18723.41(18723.41)	63108.96(63108.96)	1.61989.6(288.6)	
16	S	13971.34	11626.86	12092.37	13971.12	46149.23(46149.23)	47998.51(47998.51)	3.97989.6(288.6)	
17	S	22553.18	10673.19	15085.79	22552.90	42584.40(42584.40)	60181.40(60181.40)	3.99989.6(288.6)	
18	S	22553.18	21220.21	20282.20	22553.28	53293.88(53293.88)	50938.18(50938.18)	2.51989.6(288.6)	
19	S	21581.61	17165.76	29684.04	21581.82	36526.49(36526.49)	63170.38(63170.38)	2.13989.6(288.6)	
20	S	22553.18	21220.21	20282.20	22553.28	53293.88(53293.88)	50938.18(50938.18)	2.51989.6(288.6)	
21	S	21581.61	17165.76	29684.04	21581.82	36526.49(36526.49)	63170.38(63170.38)	2.13989.6(288.6)	
22	S	13126.92	38756.19	12092.37	13127.01	62841.61(62841.61)	19604.67(19604.67)	1.62989.6(288.6)	
23	S	13126.92	11626.86	39192.80	13126.97	18723.41(18723.41)	63108.96(63108.96)	1.61989.6(288.6)	
24	S	13971.34	11626.86	12092.37	13971.12	46149.23(46149.23)	47998.51(47998.51)	3.97989.6(288.6)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	142.9	0.0	0.00322	139.0	91.7	-0.00753	-139.0	-91.7
2	0.00350	120.9	2.8	0.00322	109.5	125.4	-0.00753	-109.5	-125.4
3	0.00350	151.5	2.8	0.00322	146.6	78.9	-0.00769	-146.6	-78.9
4	0.00350	120.9	2.8	0.00322	109.5	125.4	-0.00753	-109.5	-125.4

5	0.00350	151.5	2.8	0.00322	146.6	78.9	-0.00769	-146.6	-78.9
6	0.00350	52.1	0.0	0.00318	44.3	160.5	-0.00928	-44.3	-160.5
7	0.00350	167.8	2.8	0.00318	158.4	51.5	-0.00929	-158.4	-51.5
8	0.00350	126.1	2.8	0.00319	120.3	115.1	-0.00911	-120.3	-115.1
9	0.00350	123.1	2.8	0.00322	120.3	115.1	-0.00784	-120.3	-115.1
10	0.00350	107.2	2.8	0.00322	97.9	134.7	-0.00784	-97.9	-134.7
11	0.00350	144.0	0.0	0.00321	139.0	91.7	-0.00794	-139.0	-91.7
12	0.00350	107.2	2.8	0.00322	97.9	134.7	-0.00784	-97.9	-134.7
13	0.00350	144.0	2.8	0.00321	139.0	91.7	-0.00794	-139.0	-91.7
14	0.00350	52.1	2.8	0.00318	44.3	160.5	-0.00928	-44.3	-160.5
15	0.00350	167.8	9.0	0.00318	158.4	51.5	-0.00929	-158.4	-51.5
16	0.00350	126.1	167.9	0.00319	120.3	115.1	-0.00911	-120.3	-115.1
17	0.00350	142.9	53.7	0.00322	139.0	91.7	-0.00753	-139.0	-91.7
18	0.00350	120.9	125.1	0.00322	109.5	125.4	-0.00753	-109.5	-125.4
19	0.00350	151.5	168.0	0.00322	146.6	78.9	-0.00769	-146.6	-78.9
20	0.00350	120.9	53.9	0.00322	109.5	125.4	-0.00753	-109.5	-125.4
21	0.00350	151.5	125.3	0.00322	146.6	78.9	-0.00769	-146.6	-78.9
22	0.00350	52.1	168.0	0.00318	44.3	160.5	-0.00928	-44.3	-160.5
23	0.00350	167.8	53.9	0.00318	158.4	51.5	-0.00929	-158.4	-51.5
24	0.00350	126.1	125.3	0.00319	120.3	115.1	-0.00911	-120.3	-115.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000026373	0.000018659	-0.002153638	----	----
2	0.000022322	0.000023355	-0.002153703	----	----
3	0.000028366	0.000016404	-0.002234341	----	----
4	0.000022322	0.000023355	-0.002153703	----	----
5	0.000028366	0.000016404	-0.002234341	----	----
6	0.000011154	0.000035747	-0.003053200	----	----
7	0.000035903	0.000010651	-0.003053656	----	----
8	0.000026616	0.000025592	-0.002961688	----	----
9	0.000023364	0.000023600	-0.002311589	----	----
10	0.000020351	0.000026242	-0.002311527	----	----
11	0.000027581	0.000019029	-0.002363962	----	----
12	0.000020351	0.000026242	-0.002311527	----	----
13	0.000027581	0.000019029	-0.002363962	----	----
14	0.000011154	0.000035747	-0.003053200	----	----
15	0.000035903	0.000010651	-0.003053656	----	----
16	0.000026616	0.000025592	-0.002961688	----	----
17	0.000026373	0.000018659	-0.002153638	----	----
18	0.000022322	0.000023355	-0.002153703	----	----
19	0.000028366	0.000016404	-0.002234341	----	----
20	0.000022322	0.000023355	-0.002153703	----	----
21	0.000028366	0.000016404	-0.002234341	----	----
22	0.000011154	0.000035747	-0.003053200	----	----
23	0.000035903	0.000010651	-0.003053656	----	----
24	0.000026616	0.000025592	-0.002961688	----	----

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

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

Xs min, Ys min

Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

Ac eff.

Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre

As eff.

Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.95	139.4	300.0	-16.0	-130.2	-103.8	3426	77.8
2	S	6.24	116.5	300.0	-67.9	-109.5	-125.4	8552	176.7
3	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
4	S	6.24	116.5	300.0	-67.9	-109.5	-125.4	8552	176.7
5	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
6	S	3.89	139.4	300.0	-19.8	-130.2	-103.8	4228	84.8
7	S	6.74	103.7	300.0	-89.1	-97.9	-134.7	9958	197.9
8	S	7.61	142.2	300.0	-116.4	-139.0	-91.7	11023	212.1
9	S	6.74	103.7	300.0	-89.1	-97.9	-134.7	9958	197.9
10	S	7.61	142.2	300.0	-116.4	-139.0	-91.7	11023	212.1
11	S	3.95	139.4	300.0	-16.0	-130.2	-103.8	3426	77.8
12	S	6.24	116.5	300.0	-67.9	-109.5	-125.4	8552	176.7
13	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
14	S	6.24	116.5	300.0	-67.9	-109.5	-125.4	8552	176.7
15	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
16	S	8.10	49.3	300.0	-142.6	-44.3	-160.5	11899	233.3
17	S	7.56	166.6	300.0	-126.5	-158.4	-51.5	11590	226.2
18	S	3.21	122.3	300.0	-12.8	-120.3	-115.1	3338	70.7
19	S	8.05	49.1	300.0	-139.5	-44.3	-160.5	11805	233.3
20	S	7.50	166.5	300.0	-123.0	-158.4	-51.5	11472	226.2
21	S	3.23	122.2	300.0	-10.7	-120.3	-115.1	2764	70.7
22	S	8.05	49.1	300.0	-139.5	-44.3	-160.5	11805	233.3
23	S	7.50	166.5	300.0	-123.0	-158.4	-51.5	11472	226.2
24	S	3.23	122.2	300.0	-10.7	-120.3	-115.1	2764	70.7

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 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	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	613	0.029 (990.00)	24687.63	32541.81
2	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	649	0.132 (990.00)	18883.59	16840.45
3	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (990.00)	11818.75	19487.03
4	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	649	0.132 (990.00)	18883.59	16840.45
5	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (990.00)	11818.75	19487.03
6	S	-0.00011	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	662	0.039 (990.00)	21840.80	28789.29
7	S	-0.00047	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	666	0.178 (990.00)	18761.52	13796.32
8	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	680	0.237 (990.00)	12754.72	17788.69
9	S	-0.00047	0	0.833	30.0	70	0.00027 (0.00027)	666	0.178 (990.00)	18761.52	13796.32
10	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	680	0.237 (990.00)	12754.72	17788.69
11	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	613	0.029 (990.00)	24687.63	32541.81

12	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	649	0.132 (990.00)	18883.59	16840.45
13	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (990.00)	11818.75	19487.03
14	S	-0.00036	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	649	0.132 (990.00)	18883.59	16840.45
15	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (990.00)	11818.75	19487.03
16	S	-0.00075	0	0.833	30.0	70	0.00043 (0.00043)	672	0.287 (990.00)	19803.33	5808.32
17	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	674	0.256 (990.00)	6472.48	20072.56
18	S	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	639	0.025 (990.00)	29498.68	28839.90
19	S	-0.00073	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	668	0.280 (990.00)	19945.44	5833.93
20	S	-0.00064	0	0.833	30.0	70	0.00037 (0.00037)	669	0.247 (990.00)	6545.91	20237.88
21	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	570	0.018 (990.00)	32886.48	32063.71
22	S	-0.00073	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	668	0.280 (990.00)	19945.44	5833.93
23	S	-0.00064	0	0.833	30.0	70	0.00037 (0.00037)	669	0.247 (990.00)	6545.91	20237.88
24	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	570	0.018 (990.00)	32886.48	32063.71

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	4.45	98.8	300.0	-28.7	-97.9	-134.7	4927	91.9
2	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
3	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
4	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
5	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
6	S	4.83	84.8	300.0	-42.2	-85.4	-142.9	7120	155.5
7	S	7.61	142.2	300.0	-116.4	-139.0	-91.7	11023	212.1
8	S	7.61	142.2	300.0	-116.4	-139.0	-91.7	11023	212.1
9	S	7.61	142.2	300.0	-116.4	-139.0	-91.7	11023	212.1
10	S	7.61	142.2	300.0	-116.4	-139.0	-91.7	11023	212.1
11	S	4.45	98.8	300.0	-28.7	-97.9	-134.7	4927	91.9
12	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
13	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
14	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1
15	S	7.37	149.6	300.0	-102.5	-139.0	-91.7	10348	212.1

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	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	694	0.060 (0.40)	26478.23	18108.53
2	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (0.40)	11818.75	19487.03
3	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (0.40)	11818.75	19487.03
4	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (0.40)	11818.75	19487.03
5	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (0.40)	11818.75	19487.03
6	S	-0.00023	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	627	0.079 (0.40)	24367.94	13495.20
7	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	680	0.237 (0.40)	12754.72	17788.69
8	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	680	0.237 (0.40)	12754.72	17788.69
9	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	680	0.237 (0.40)	12754.72	17788.69
10	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	680	0.237 (0.40)	12754.72	17788.69
11	S	-0.00016	0	0.833	30.0	70	0.00009 (0.00009)	694	0.060 (0.40)	26478.23	18108.53
12	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (0.40)	11818.75	19487.03
13	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (0.40)	11818.75	19487.03
14	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (0.40)	11818.75	19487.03
15	S	-0.00054	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	653	0.201 (0.40)	11818.75	19487.03

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	1.28	175.0	300.0	15.4	-166.3	-7.5	----	----
2	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	----	----
3	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	----	----

4	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
5	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
6	S	1.28	175.0	300.0	15.4	-166.3	-7.5	---	---
7	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
8	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
9	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
10	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
11	S	1.28	175.0	300.0	15.4	-166.3	-7.5	---	---
12	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
13	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
14	S	1.73	175.0	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---
15	S	1.73	174.8	300.0	9.0	-166.3	-7.5	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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	20	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	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	23293	kN
resistenza staffe	Vs	5593	kN
taglio resisistente	Vr	5593	kN
taglio massimo agente	Ved	4359	kN
	Ved/Vrd	0.78	
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	23293	kN
resistenza staffe	Vs	5593	kN
taglio resisistente	Vr	5593	kN
taglio massimo agente	Ved	3820	kN
	Ved/Vrd	0.68	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

8.4 Verifica minimi di armatura

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

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	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	164	
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	115925	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm ³
		1.20%	>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	200	mm
diametro armature trasversale	φ	12	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm ²
Area totale staffe	Asw	2.26	mm ²
area totale legature	Asl	12.69	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0444	

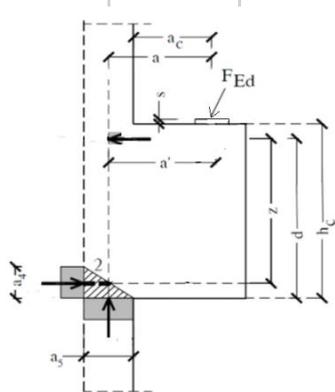
8.5 Verifica spostamenti

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

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

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

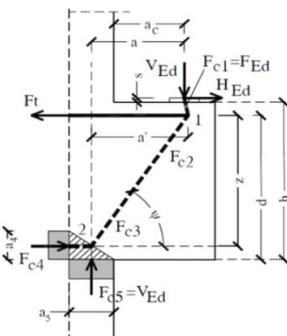
9. PULVINO

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

9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

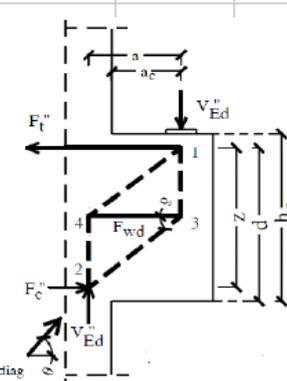
Calcolo armatura principale

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

	azione esterna applicata	Fed = Fc5	5638.294669	[Kn]	
	forza orizzontale trasmessa	Hed	181.0026444		
	braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
	larghezza risultante di riferimento	a5	178.2886283	[mm]	
	braccio della forza di compressione	a	139.1443141	[mm]	
	trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	575.3087855	[Kn]	
	armatura superiore	As	1470.233563	[mm2]	
	diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]	
	passo armature	p	20	[cm]	
	numero di strati di barre	nst	1		
numeri ferri predisposti in b	n	10			
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]		
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.366857655			

verifica nodo 1 CCC	lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
	tensione di compressione 4	s4	0.375527928	[Mpa]	Oke

Calcolo armatura secondaria orizzontale

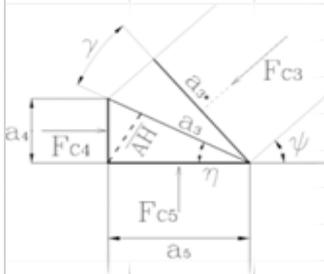
	angolo di inclinazione	Ψ	84.17097852	[gradi]	
	coefficiente di ripartizione	c	13.62708111	[%]	
	braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
	braccio della forza di compressione	a	139.1443141	[mm]	
	trazione nelle barre secondarie	Fwd	944.7440726	[Kn]	
	armatura secondaria	As	2414.345963	[mm2]	
	armatura minima 0.25As	Amin	502.4		
	diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]	
	passo armature direzione b	s	20	[cm]	
	numero di strati di barre	nst	1		
numeri ferri predisposti in b	n	10			
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]		
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.366857655			

verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra)	area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]	
	tensione di compr. sotto la piastra	sc1	8.80983542	[Mpa]	Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	5638.294669	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	575.3087855	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	5667.624666	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	178.2886283	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	786.4749424	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	179.215225	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	71.10750966	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.375527928	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	3.603181971	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81234146	[Mpa]	OK



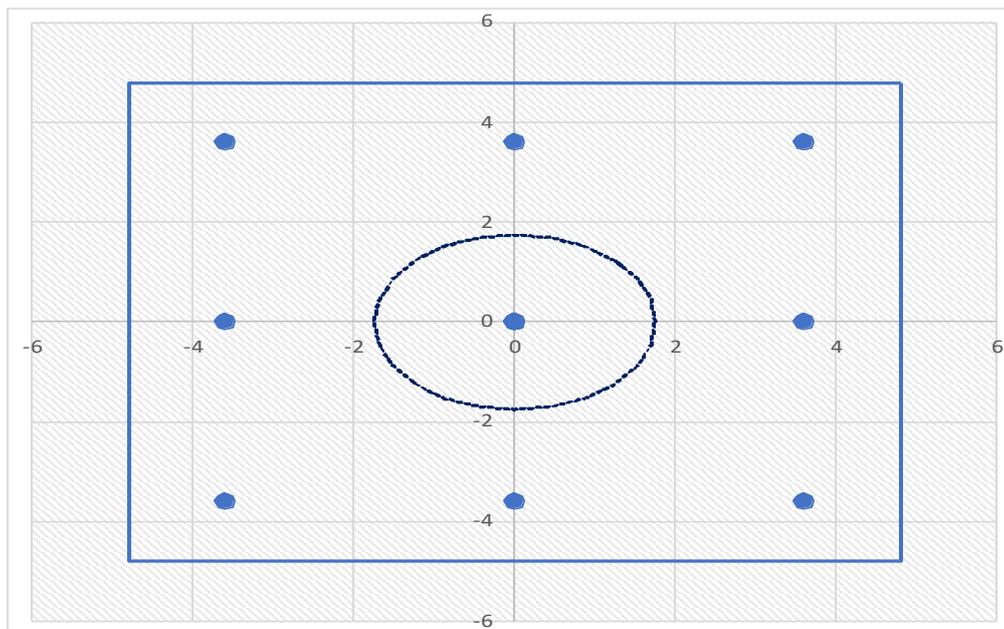
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	5638.294669	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	5667.624666	[Kn]	
		trazione barra	T	575.3087855	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	813.9453842	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	84.17097852	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	8.81	\leq	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	8.70	\leq	13.44 Ok

10. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	9	
diametro pali	D	1.5	m
interasse pali	i	4.5	m
altezza plinto di fondazione	h	2.5	m
Check verifica			
sbalzo direzione trasversale	at	2.75	m
sbalzo direzione longitudinale	al	2.75	m
direzione trasversale	a/h	1.1	<i>Plinto bass</i>
direzione longitudinale	a/h	1.1	<i>Plinto bass</i>



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	4.5	5331.7	3773.8	5541.2
2	0	-4.5	3529.0	2026.9	259.5
3	4.5	4.5	6175.4	6334.2	6356.0
4	4.5	-4.5	4372.6	4587.3	1074.3
5	-4.5	-4.5	2685.4	-533.5	-555.3
6	-4.5	4.5	4488.1	1213.4	4726.4
7	4.5	0	5274.0	5460.7	3715.2
8	-4.5	0	3586.7	340.0	2085.5
9	0	0	4430.4	2900.3	2900.3
	0	0	4430.4	2900.3	2900.3
	0	0	4430.4	2900.3	2900.3
	0	0	4430.4	2900.3	2900.3
taglio combinato in			133.0926	407.035	454.485
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	4.5	3905.6	3773.8	5541.2
2	0	-4.5	2158.7	2026.9	259.5
3	4.5	4.5	4720.4	6334.2	6356.0
4	4.5	-4.5	2973.5	4587.3	1074.3
5	-4.5	-4.5	1343.8	-533.5	-555.3
6	-4.5	4.5	3090.8	1213.4	4726.4
7	4.5	0	3846.9	5460.7	3715.2
8	-4.5	0	2217.3	340.0	2085.5
9	0	0	3032.1	2900.3	2900.3
	0	0	3032.1	2900.3	2900.3
	0	0	3032.1	2900.3	2900.3
	0	0	3032.1	2900.3	2900.3
taglio combinato in			244.8251	407.035	454.485

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.

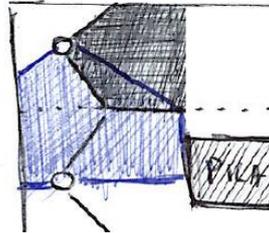


Figura 13 - larghezze di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

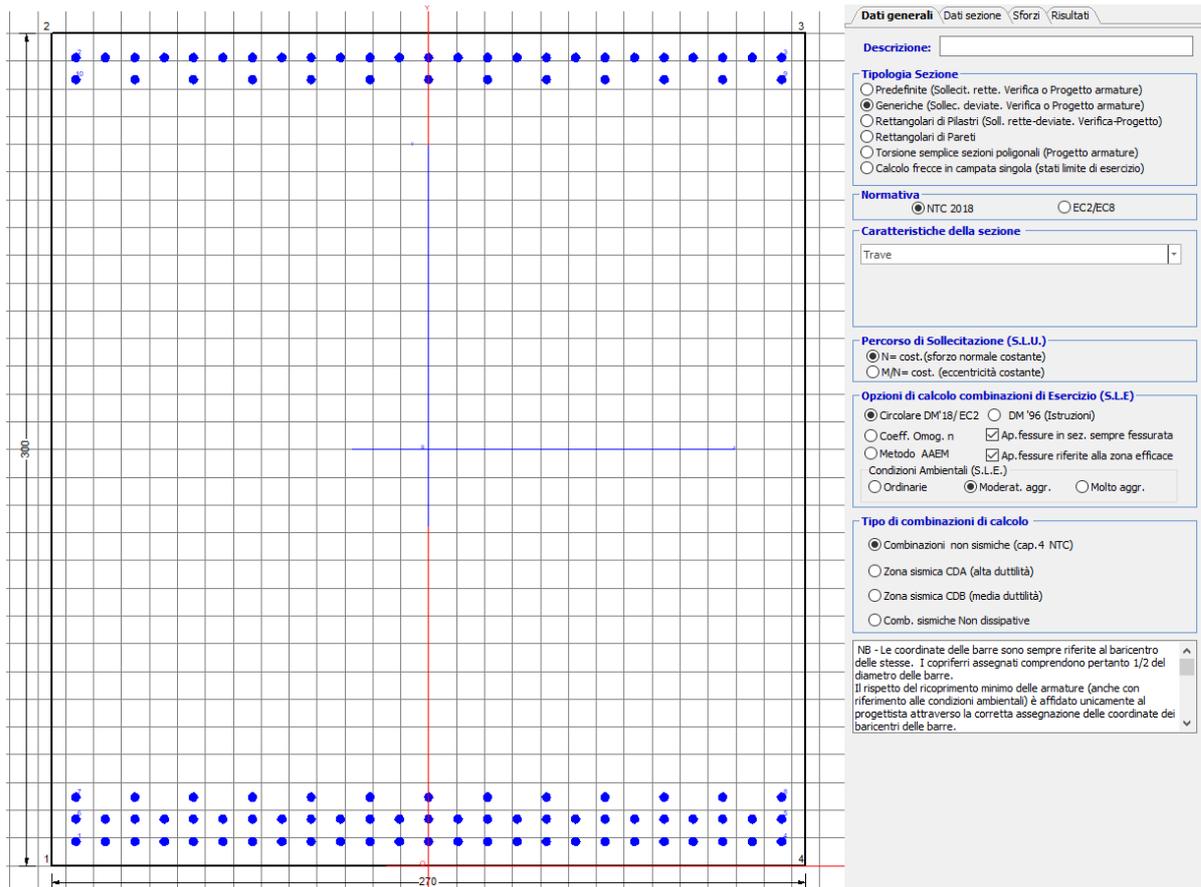
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	4.5	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.36396	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	21.4467	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	6285.1	KN
forza di trazione risultante		T	15999.2	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	11313.2	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	11313.2	KN
lunghezza collaborante			media 45°	

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	28911.8	mm ²
diámetro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.7	m
numero di ferri per strato		n	27	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	47712.9	mm ²
		coef. Sicurt	0.60595	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	28911.8	mm ²
diámetro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.7	m
numero di ferri per strato		n	27	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	47712.9	mm ²
		coef. Sicurt	0.60595	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σt	237.109	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σl	237.109	MPa

10.2 Verifica a prso-flessione

10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 270x300

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	-135.0	0.0
2	-135.0	300.0
3	135.0	300.0
4	135.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-126.3	8.7	30
2	-126.3	291.3	30
3	126.3	291.3	30
4	126.3	8.7	30
5	126.3	16.7	30
6	-126.3	16.7	30
7	-126.3	24.7	30
8	126.3	24.7	30
9	126.3	283.3	30
10	-126.3	283.3	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	11	30
5	9	10	11	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	17199.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	15332.00	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	11988.00	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	11988.00 (14094.55)	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	7150.00 (14094.55)	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	17199.00	0.00	0.00	47743.20	0.00	2.78445.3(116.3)	
2	S	0.00	15332.00	0.00	0.00	47743.20	0.00	3.11445.3(116.3)	

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	0.090	-135.0	300.0	0.00234	-126.3	291.3	-0.03519	-126.3	8.7
2	0.00350	0.090	-135.0	300.0	0.00234	-126.3	291.3	-0.03519	-126.3	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	0.000132828	-0.036348493	0.090	0.700
2	0.000000000	0.000132828	-0.036348493	0.090	0.700

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.03	135.0	300.0	-106.9	-31.6	8.7	10260	445.3

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area A_c eff
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 eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00056	0	0.911	30.0	72	0.00032 (0.00032)	459	0.147 (990.00)	14094.55	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.03	135.0	300.0	-106.9	-31.6	8.7	10260	445.3

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	-0.00056	0	0.911	30.0	72	0.00032 (0.00032)	459	0.147 (0.20)	14094.55	0.00

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

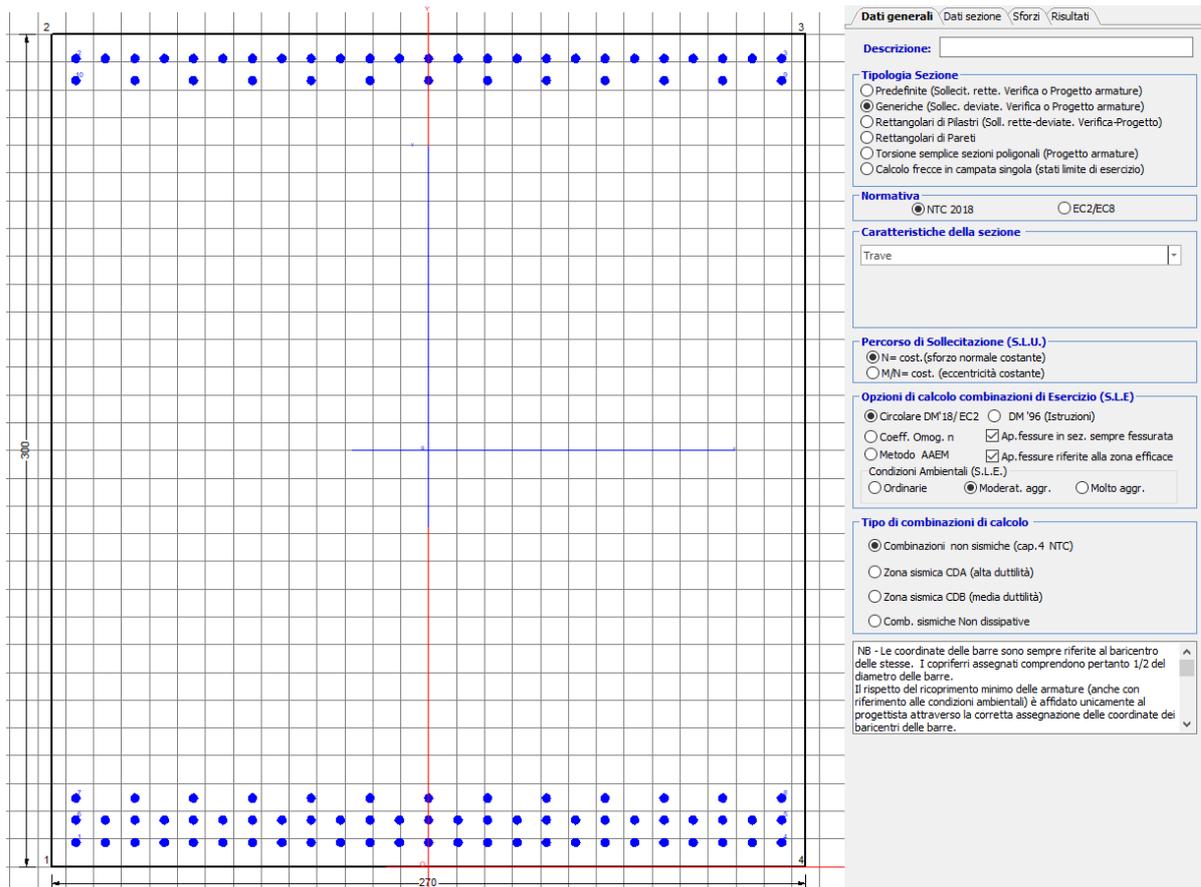
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.81	135.0	300.0	-63.7	-52.6	8.7	10260	445.3

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	-0.00033	0	0.911	30.0	72	0.00019 (0.00019)	459	0.088 (0.20)	14094.55	0.00

10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione Y 270x300

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	-135.0	0.0
2	-135.0	300.0
3	135.0	300.0
4	135.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-126.3	8.7	30
2	-126.3	291.3	30
3	126.3	291.3	30
4	126.3	8.7	30
5	126.3	16.7	30
6	-126.3	16.7	30
7	-126.3	24.7	30
8	126.3	24.7	30
9	126.3	283.3	30
10	-126.3	283.3	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	11	30
5	9	10	11	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	17199.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	15332.00	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	11988.00	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	11988.00 (14094.55)	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	7150.00 (14094.55)	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	17199.00	0.00	0.00	47743.20	0.00	2.78445.3(116.3)	
2	S	0.00	15332.00	0.00	0.00	47743.20	0.00	3.11445.3(116.3)	

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	0.090	-135.0	300.0	0.00234	-126.3	291.3	-0.03519	-126.3	8.7
2	0.00350	0.090	-135.0	300.0	0.00234	-126.3	291.3	-0.03519	-126.3	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	0.000132828	-0.036348493	0.090	0.700
2	0.000000000	0.000132828	-0.036348493	0.090	0.700

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.03	135.0	300.0	-106.9	-31.6	8.7	10260	445.3

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c,eff}$
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 $A_{c,eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00056	0	0.911	30.0	72	0.00032 (0.00032)	459	0.147 (990.00)	14094.55	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.03	135.0	300.0	-106.9	-31.6	8.7	10260	445.3

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	-0.00056	0	0.911	30.0	72	0.00032 (0.00032)	459	0.147 (0.20)	14094.55	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.81	135.0	300.0	-63.7	-52.6	8.7	10260	445.3

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	-0.00033	0	0.911	30.0	72	0.00019 (0.00019)	459	0.088 (0.20)	14094.55	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

10.3 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	18.2841	m
altezza della sezione utile			d	2.16	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	2.91	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.0547	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	13.6592	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	6285.1	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.86446	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.17289	
valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	2	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			ql _y	0.00818	
percentuale geometrica armatura fless. long			ql _z	0.00818	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01157	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.64419	MPa
			vRd,c	0.75586	MPa
				0.85226	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

11. PALI DI FONDAZIONE

11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

11.2 Verifica strutturale

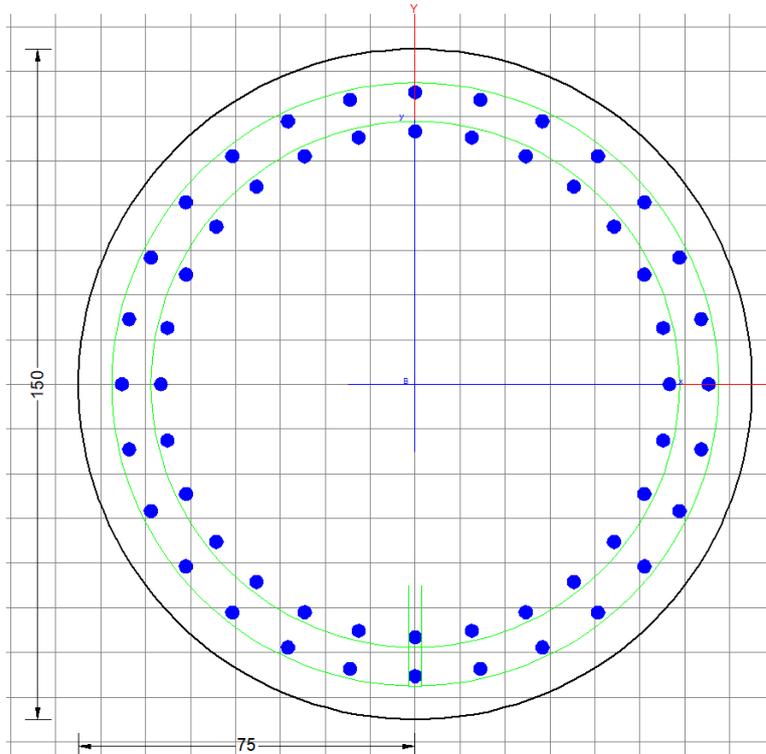
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	39873	1247	998	24337	22778	
E_103x_SLV_q=1.36_63	26103	4150	1344	53006	16615	
E_103y_SLV_q=1.36_64	26103	2122	3247	18094	51181	
E_103x_SLV_q=1.36_63	26103	4150	1344	53006	16615	
E_103y_SLV_q=1.36_64	26103	2122	3247	18094	51181	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	4.5	5331.74	4863.52	3570.49
2	0	-4.5	3529.01	937.17	2230.19
3	4.5	4.5	6175.37	5478.89	5466.1
4	4.5	-4.5	4372.64	1552.54	4125.79
5	-4.5	-4.5	2685.39	321.798	334.587
6	-4.5	4.5	4488.11	4248.14	1674.89
7	4.5	0	5274.01	3515.71	4795.95
8	-4.5	0	3586.75	2284.97	1004.74
9	0	0	4430.38	2900.34	2900.34
taglio equivalente			177.457	484.658	430.96
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	3.44
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	6175	139	111	416	333
combo2	5479	461	149	1383	448
combo3	5466	236	361	707	1082
combo4	322	461	149	1383	448



Dati generali | Dati sezione | Sforza | Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione

Predefinite (Sollecit. rette, Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate, Verifica o Progetto armature)

Rettangolari di Pilastri (Sol. rette-deviate, Verifica-Progetto)

Rettangolari di Pareti

Torsione sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

Normativa

NTC 2018 EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro

Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

Circolare DM'18/EC2 DM'96 (Istruzioni)

Coeff. Omog. n Ap.fessure in sez. sempre fessurata

Metodo AEM Ap.fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.)

Ordinarie Moderat. aggr. Molto aggr.

Tipo di combinazioni di calcolo

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

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

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa

Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 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	28	30
2	0.0	0.0	56.6	28	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	6285.10	385.64	553.45	0.00	0.00
2	2141.24	235.68	276.73	0.00	0.00
3	6175.37	476.50	381.58	0.00	0.00
4	6285.10	385.64	553.45	0.00	0.00
5	6175.37	476.50	381.58	0.00	0.00
6	6285.10	385.64	553.45	0.00	0.00
7	5478.89	1586.05	513.89	0.00	0.00
8	321.80	1586.05	513.89	0.00	0.00
9	5478.89	1586.05	513.89	0.00	0.00
10	5466.10	811.01	1241.00	0.00	0.00
11	5478.89	1586.05	513.89	0.00	0.00
12	5466.10	811.01	1241.00	0.00	0.00
13	0.00	7455.00	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	4454.14	265.76	361.25
2	1669.63	265.76	351.75
3	4379.53	328.50	242.65
4	4454.14	265.76	361.25
5	4379.53	328.50	242.65
6	4454.14	265.76	361.25
7	4306.81	911.53	288.14
8	1467.18	911.53	288.14
9	4306.81	911.53	288.14
10	4227.02	441.61	655.54
11	4306.81	911.53	288.14
12	4227.02	441.61	655.54

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	4454.14	265.76 (0.00)	361.25 (0.00)
2	1669.63	265.76 (3195.52)	351.75 (4229.47)
3	4454.14	265.76 (0.00)	361.25 (0.00)
4	4454.14	265.76 (0.00)	361.25 (0.00)
5	4454.14	265.76 (0.00)	361.25 (0.00)
6	4454.14	265.76 (0.00)	361.25 (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	2971.06	1.14 (0.00)	58.96 (0.00)
2	2716.68	1.14 (0.00)	58.96 (0.00)
3	2971.06	1.14 (0.00)	58.96 (0.00)
4	2971.06	1.14 (0.00)	58.96 (0.00)
5	2971.06	1.14 (0.00)	58.96 (0.00)
6	2971.06	1.14 (0.00)	58.96 (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	6285.10	385.64	553.45	6285.37	5109.08	7339.11	13.26	395.8(53.0)
2	S	2141.24	235.68	276.73	2141.06	5314.72	6243.07	22.56	395.8(53.0)
3	S	6175.37	476.50	381.58	6175.59	6970.29	5581.67	14.63	395.8(53.0)
4	S	6285.10	385.64	553.45	6285.37	5109.08	7339.11	13.26	395.8(53.0)
5	S	6175.37	476.50	381.58	6175.59	6970.29	5581.67	14.63	395.8(53.0)
6	S	6285.10	385.64	553.45	6285.37	5109.08	7339.11	13.26	395.8(53.0)
7	S	5478.89	1586.05	513.89	5478.92	8413.65	2718.74	5.30	395.8(53.0)
8	S	321.80	1586.05	513.89	321.84	7336.49	2377.62	4.63	395.8(53.0)
9	S	5478.89	1586.05	513.89	5478.92	8413.65	2718.74	5.30	395.8(53.0)
10	S	5466.10	811.01	1241.00	5466.07	4840.64	7396.82	5.96	395.8(53.0)
11	S	5478.89	1586.05	513.89	5478.92	8413.65	2718.74	5.30	395.8(53.0)
12	S	5466.10	811.01	1241.00	5466.07	4840.64	7396.82	5.96	395.8(53.0)
13	S	0.00	7455.00	0.00	0.00	7624.70	0.00	1.02	395.8(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	61.5	1.4	0.00297	51.1	40.7	-0.00399	-51.1	-40.7
2	0.00350	57.1	1.4	0.00286	51.1	40.7	-0.00573	-51.1	-40.7
3	0.00350	46.9	1.4	0.00298	40.7	51.1	-0.00403	-40.7	-51.1
4	0.00350	61.5	1.4	0.00297	51.1	40.7	-0.00399	-51.1	-40.7
5	0.00350	46.9	1.4	0.00298	40.7	51.1	-0.00403	-40.7	-51.1
6	0.00350	61.5	1.4	0.00297	51.1	40.7	-0.00399	-51.1	-40.7
7	0.00350	23.1	71.5	0.00295	14.5	63.7	-0.00427	-14.5	-63.7
8	0.00350	23.1	71.5	0.00277	14.5	63.7	-0.00676	-14.5	-63.7
9	0.00350	23.1	71.5	0.00295	14.5	63.7	-0.00427	-14.5	-63.7
10	0.00350	62.8	41.9	0.00295	51.1	40.7	-0.00427	-51.1	-40.7
11	0.00350	23.1	71.5	0.00295	14.5	63.7	-0.00427	-14.5	-63.7
12	0.00350	62.8	41.9	0.00295	51.1	40.7	-0.00427	-51.1	-40.7
13	0.00350	0.0	75.0	0.00278	0.0	65.3	-0.00695	0.0	-65.3

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	0.000043825	0.000030537	-0.000506095	----	----
2	0.000050108	0.000042675	-0.001436287	----	----
3	0.000033527	0.000041867	-0.000522720	----	----
4	0.000043825	0.000030537	-0.000506095	----	----
5	0.000033527	0.000041867	-0.000522720	----	----
6	0.000043825	0.000030537	-0.000506095	----	----
7	0.000017091	0.000052751	-0.000658773	----	----
8	0.000022573	0.000069668	-0.001992506	----	----
9	0.000017091	0.000052751	-0.000658773	----	----
10	0.000046446	0.000030353	-0.000661364	----	----
11	0.000017091	0.000052751	-0.000658773	----	----
12	0.000046446	0.000030353	-0.000661364	----	----
13	0.000000000	0.000074478	-0.002085833	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.82	60.4	0.0	16.1	-51.1	-40.7	----	----
2	S	1.64	59.8	0.0	-1.7	-51.1	-40.7	534	14.1
3	S	2.71	44.6	0.0	16.7	-40.7	-51.1	----	----
4	S	2.82	60.4	0.0	16.1	-51.1	-40.7	----	----
5	S	2.71	44.6	0.0	16.7	-40.7	-51.1	----	----
6	S	2.82	60.4	0.0	16.1	-51.1	-40.7	----	----
7	S	3.82	22.6	0.0	1.3	-14.5	-63.7	0	0.0
8	S	3.08	22.6	0.0	-32.5	-14.5	-63.7	1672	70.7
9	S	3.82	22.6	0.0	1.3	-14.5	-63.7	0	0.0
10	S	3.44	62.2	0.0	5.4	-51.1	-40.7	----	----
11	S	3.82	22.6	0.0	1.3	-14.5	-63.7	0	0.0
12	S	3.44	62.2	0.0	5.4	-51.1	-40.7	----	----

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.694	30.0	82	0.00001 (0.00001)	546	0.003 (990.00)	3195.52	4229.47
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	-0.00001	0	0.694	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.003 (990.00)	13646.53	4313.75
8	S	-0.00019	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	480	0.047 (990.00)	1698.63	536.95
9	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	0	0.003 (990.00)	13646.53	4313.75
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00010 (0.00010)	0	0.003 (990.00)	13646.53	4313.75
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.82	60.4	0.0	16.1	-51.1	-40.7	---	---
2	S	1.64	59.8	0.0	-1.7	-51.1	-40.7	534	14.1
3	S	2.82	60.4	0.0	16.1	-51.1	-40.7	---	---
4	S	2.82	60.4	0.0	16.1	-51.1	-40.7	---	---
5	S	2.82	60.4	0.0	16.1	-51.1	-40.7	---	---
6	S	2.82	60.4	0.0	16.1	-51.1	-40.7	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.694	30.0	82	0.00001 (0.00001)	546	0.003 (0.20)	3195.52	4229.47
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	1.38	75.0	0.0	17.3	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.27	75.0	0.0	15.7	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.38	75.0	0.0	17.3	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.38	75.0	0.0	17.3	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.38	75.0	0.0	17.3	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.38	75.0	0.0	17.3	-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 VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P18	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

11.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	39873	1247	998	24337	22778	
E_103x_SLV_q=1_66	26103	5201	1640	71303	22000	
E_103y_SLV_q=1_67	26103	2437	4233	23583	69130	
E_103x_SLV_q=1_66	26103	5201	1640	71303	22000	
E_103y_SLV_q=1_67	26103	2437	4233	23583	69130	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T _x	5201	2437
sollecitazione massima direzione y	T _y	1640	4233
vettore complessivo, singolo palo	T	606	543

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	A _{sw}	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}	606	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.50	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P18</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705002	REV. B

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	130 kg/mc
Plinto di fondazione	200 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 265 kg/mc