

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 - P34

SCALA:

-

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


RS3T 30 D 09 CL VI1705 003 B

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

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: RS3T30D09CLV11705003B

n. Elab.: 09_455_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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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.....	48
6.1	Combinazioni di carico	48

 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 – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	REV. B

6.1.1	Configurazione 1	48
6.1.2	Configurazione 2	54
6.1.3	Configurazione 3	60
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	66
6.2.1	Stati limiti di esercizio	66
6.2.2	Stati limiti ultimi	72
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA	74
8.1	Modellazione	76
8.2	Verifica a presso flessione	76
8.3	Verifica a taglio	85
8.4	Verifica minimi di armatura	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9.	PULVINO.....	91
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	92
9.2	Verifica dei nodi.....	93
10.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	94
10.1	Dimensionamento armature	96
10.2	Verifica a presso-flessione.....	98
10.2.1	Direzione trasversale.....	98
10.2.2	Direzione longitudinale.....	103
10.3	Verifica a punzonamento	108
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	109
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	109
11.2	Verifica strutturale	109
11.3	Verifica a taglio	117
12.	INCIDENZE	118

	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 – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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 34 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza maggiore di 16.3 e minore o uguale a 20.80m, 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 12x12, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

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

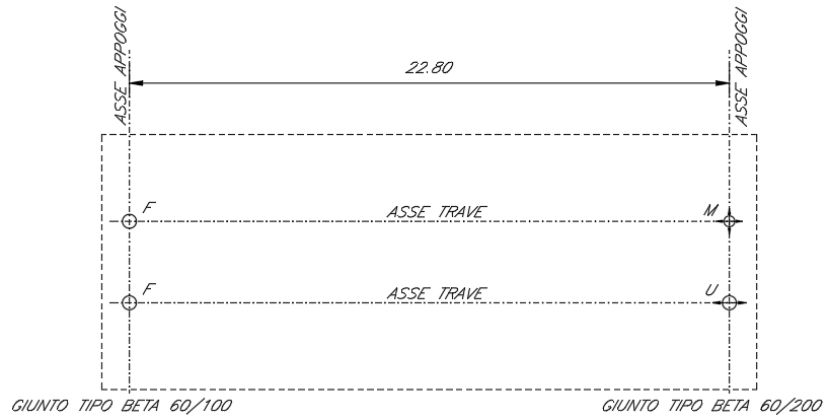
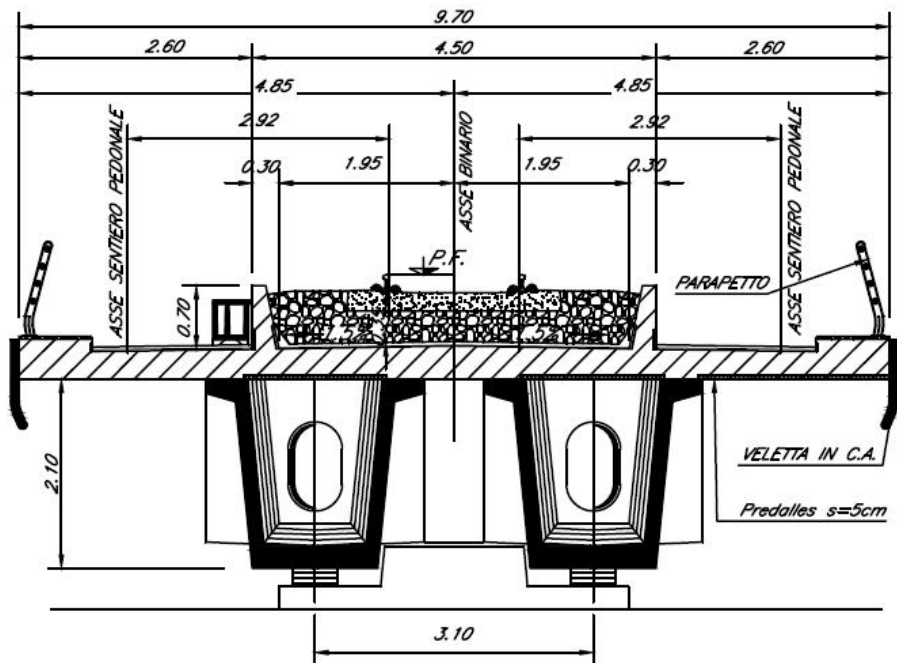


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



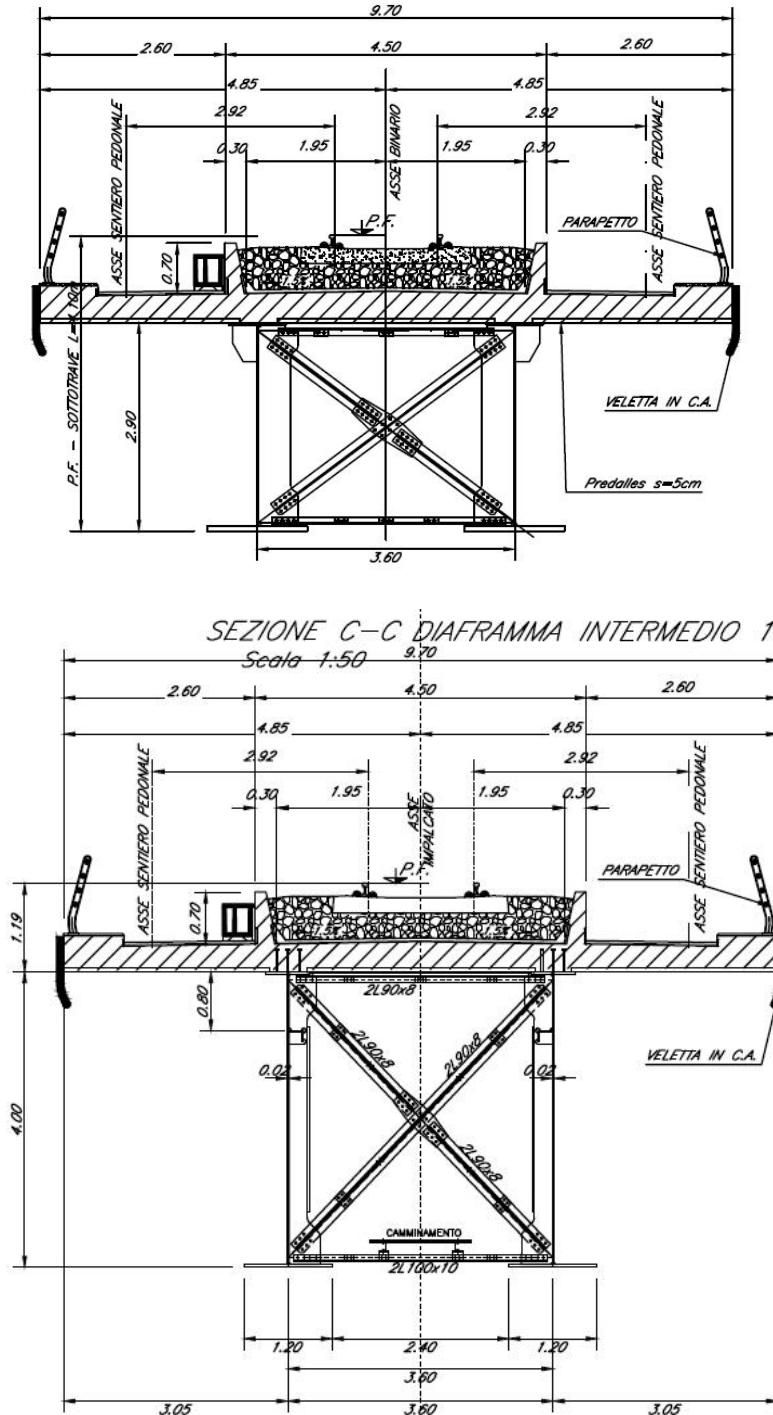


Figura 2: sezione trasversale impalcato

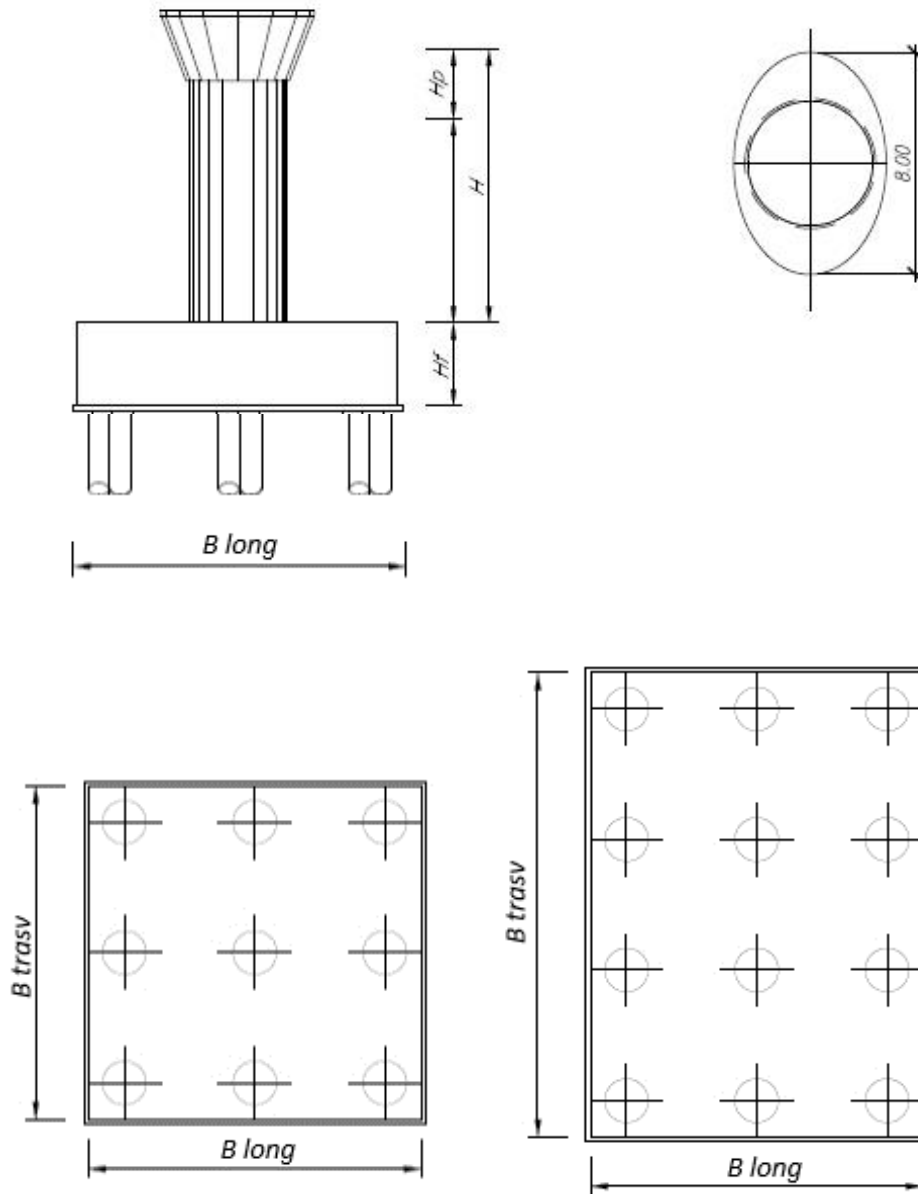



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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 provvisori, 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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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 – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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:

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

	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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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 20.80m. 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	20.8	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	4522	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 volume del terreno				y	19	kN/3
Ulteriori distanze e bracci						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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_gp_gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_gp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_gp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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


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

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

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

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

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


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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 – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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:

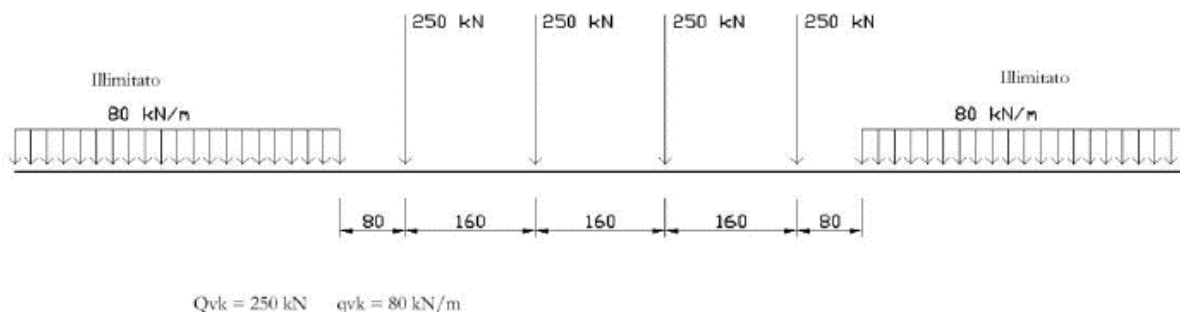
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	10764	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	23594	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

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;

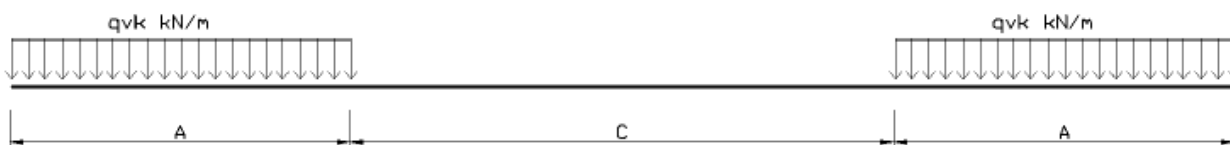
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 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 – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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:

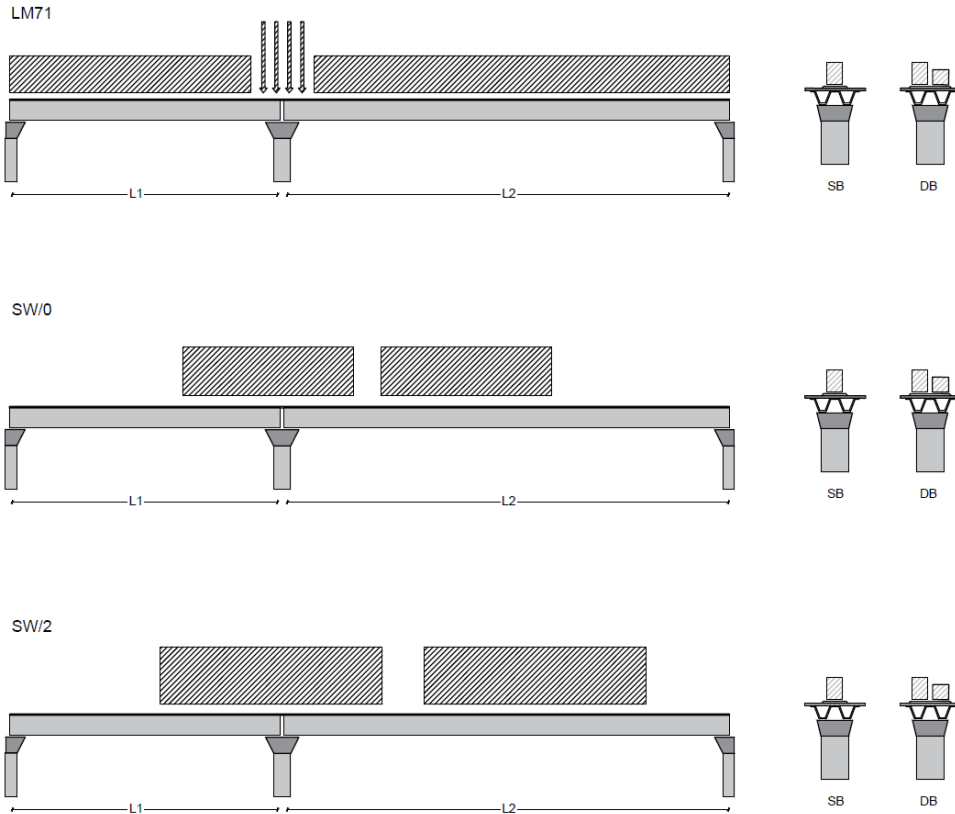


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

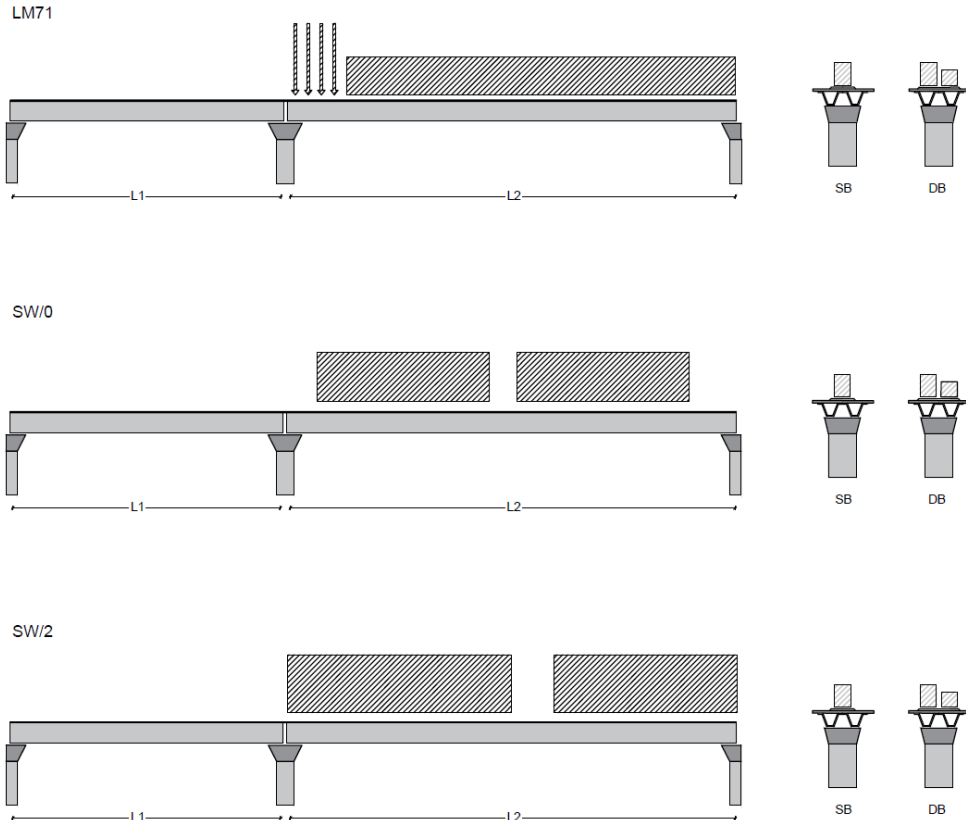


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

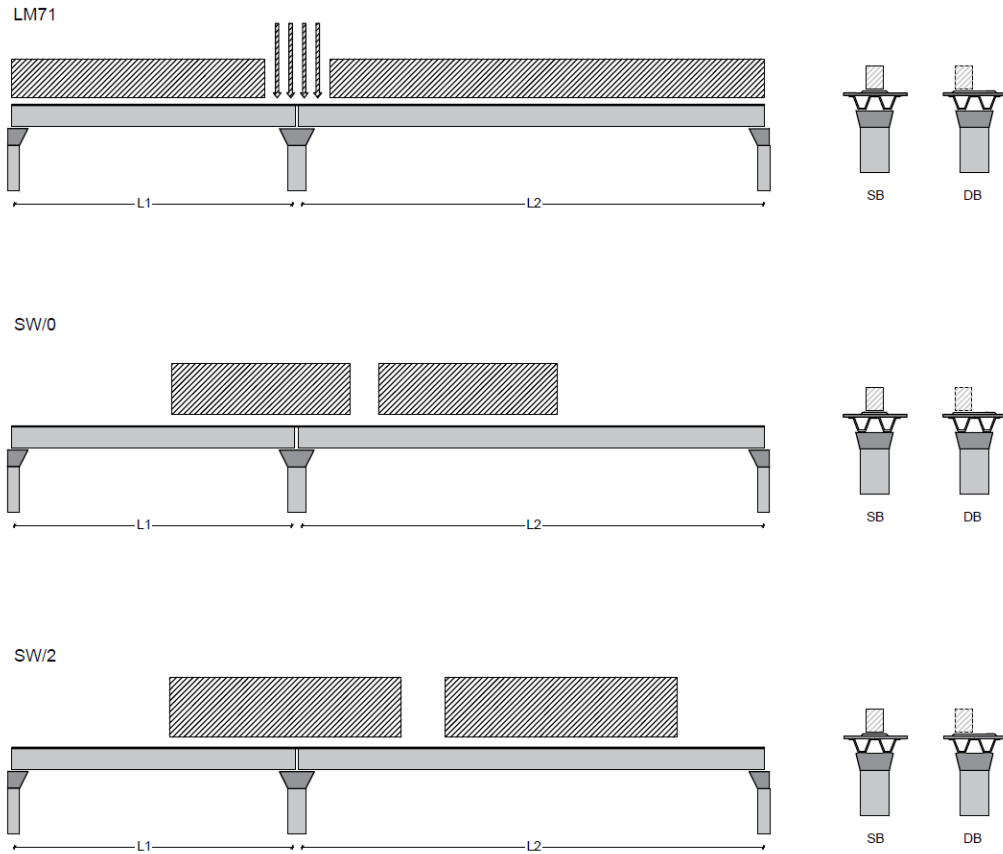



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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	


valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	47.5	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	15.2	kN/m
SW/2					
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1,					
velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
coefficiente di adattamento			a	1.00	
valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	180.32	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	13.52	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	13.522361	0	13.5224	328.5934	1853.27


 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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	20.8	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	21.25	m
	altezza di riferimento	z	25.005	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.96	
	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	1588.34	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	24.4	
	forza equivalente in testa pila	Fx	592.7	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2492.3	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	23.9			
	forza equivalente in testa pila	Fx	581.6	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2410.7	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	20.8	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.83688			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1588.34	n/m2		
			1.58834	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	1E+07			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.91206	
	rapporto geometrico	l/b	5.94286	
	snellezza effettiva	λ	5.94286	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6736	
	forza trasversale	f tras	1.0	
	forza equivalente in testa pila	F tras	20.3	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	12.5	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	0.91206	
	rapporto geometrico	l/b	5.94286	
	snellezza effettiva	λ	5.94286	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6736	
	forza longitudinale	f lon	0.97582	
	forza equivalente in testa pila	F lon	20.2971	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	12.48	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.

 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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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.

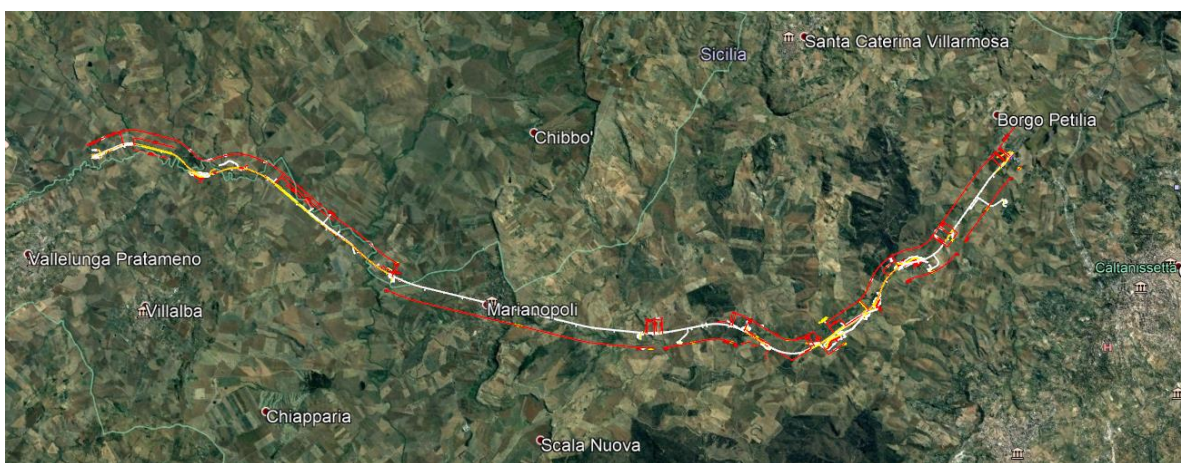


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	REV. B

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

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

5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche


Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

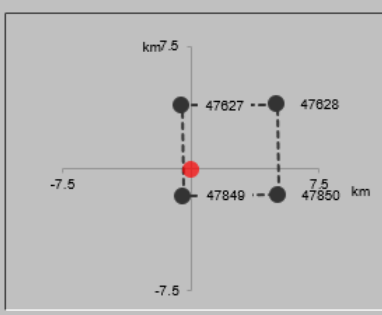
- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione



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

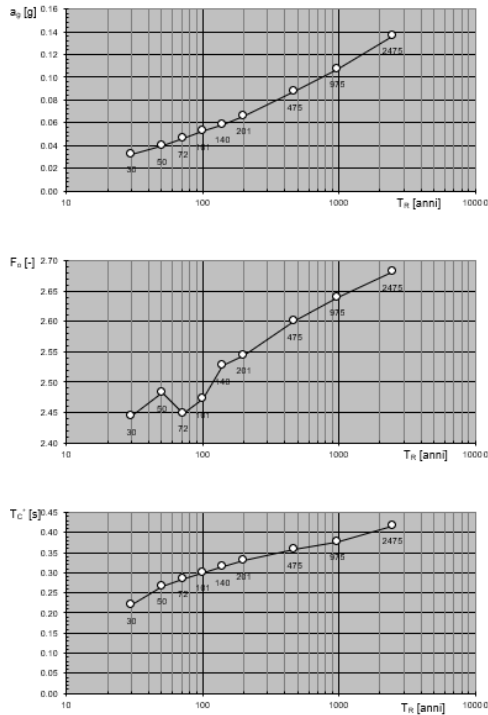
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

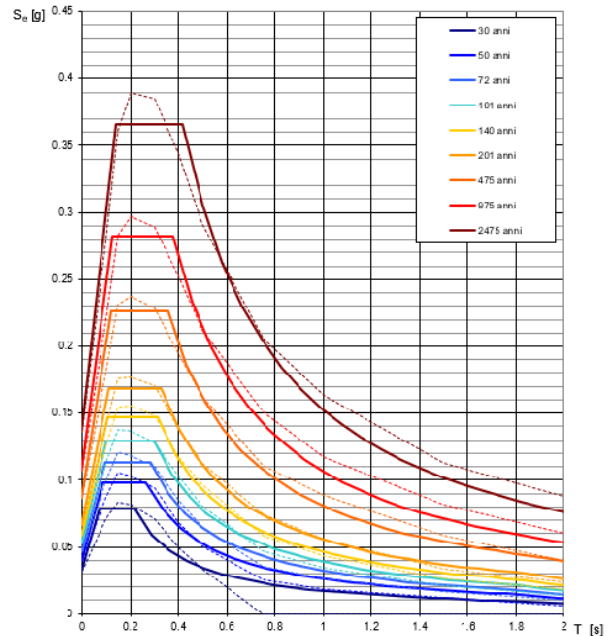
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

Stato Limite
Stato Limite considerato **SLV** info

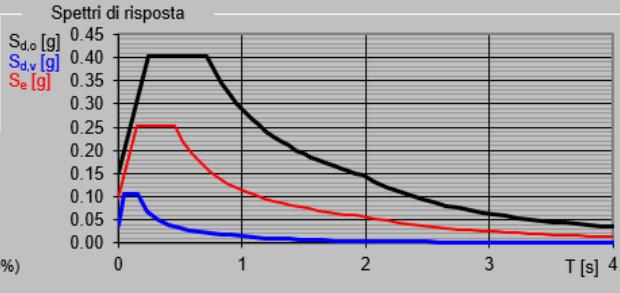
Risposta sismica locale
Categoria di sottosuolo **E** info $S_S = 1.600$ $C_C = 1.581$ info
Categoria topografica **T1** info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

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

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

Elaborazioni
Grafici spettri di risposta
Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta
 $S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]



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

INTRO **FASE 1** **FASE 2** **FASE 3**

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

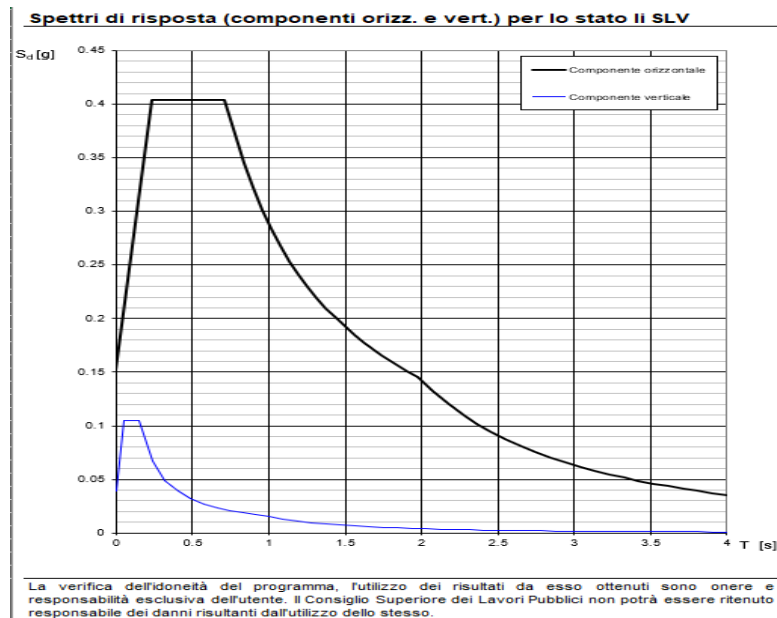


Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.095 g
F_0	2.667
T_C	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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, 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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	REV. B

5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

Per il calcolo delle azioni sismiche si utilizza una Analisi Statica Lineare, come riportata nel cap. 7.9.4.1 delle NTC 2018. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila e quindi delle sollecitazioni sismiche, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello agli Elementi Finiti monodimensionali (Beam/Frame) mediante il software di calcolo Midas Civil. I Fattori di comportamento utilizzati sono:

- $q= 1.5$ per la verifica a presso flessione della pila;
- $q= 1.5/1.1$ per la verifica a capacità portante verticale dei pali, la presso-flessione e la verifica del plinto se non tozzo;
- $q= 1$ per le verifiche a taglio degli elementi strutturali e le verifiche a capacità portante orizzontale dei pali.

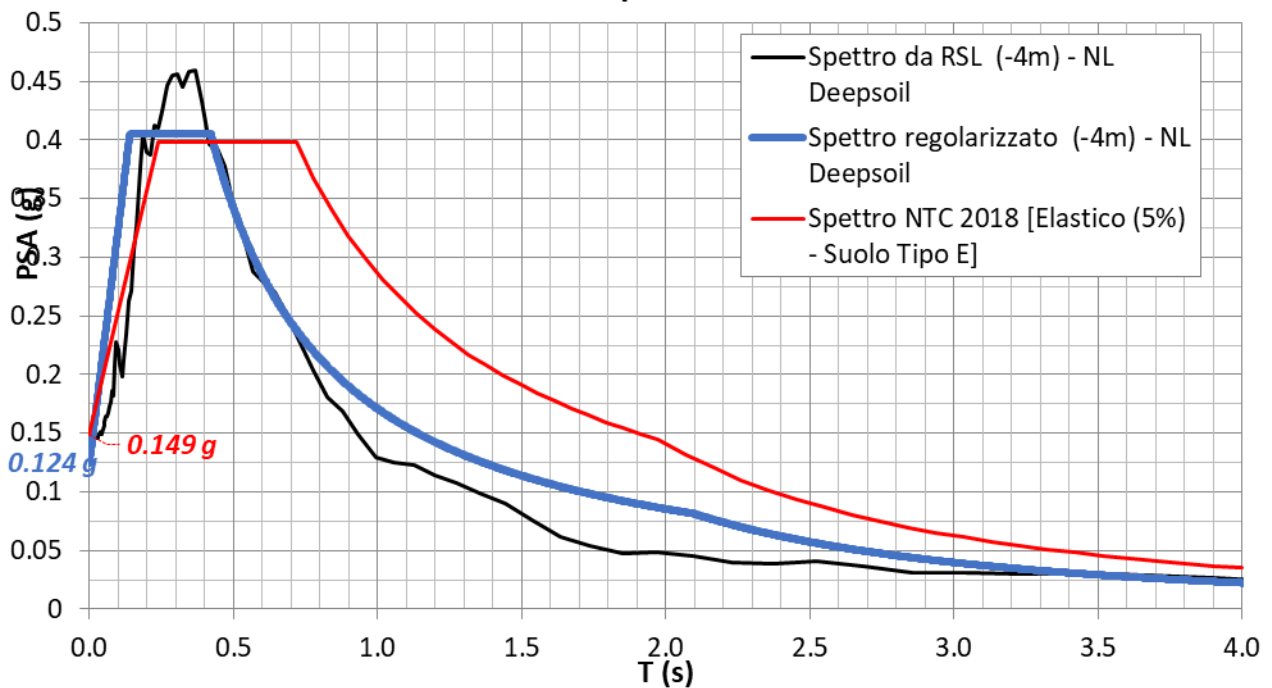
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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

5.7.4 Risposta sismica locale

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


VI17 - prova: DH3BS06



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	4522	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	5253	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	13208	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			NO per -3661.5 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	4522	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	5253	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	13056	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			NO per -3691.9 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	4522	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	5253	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	13056	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			NO per -3691.9 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	REV. B

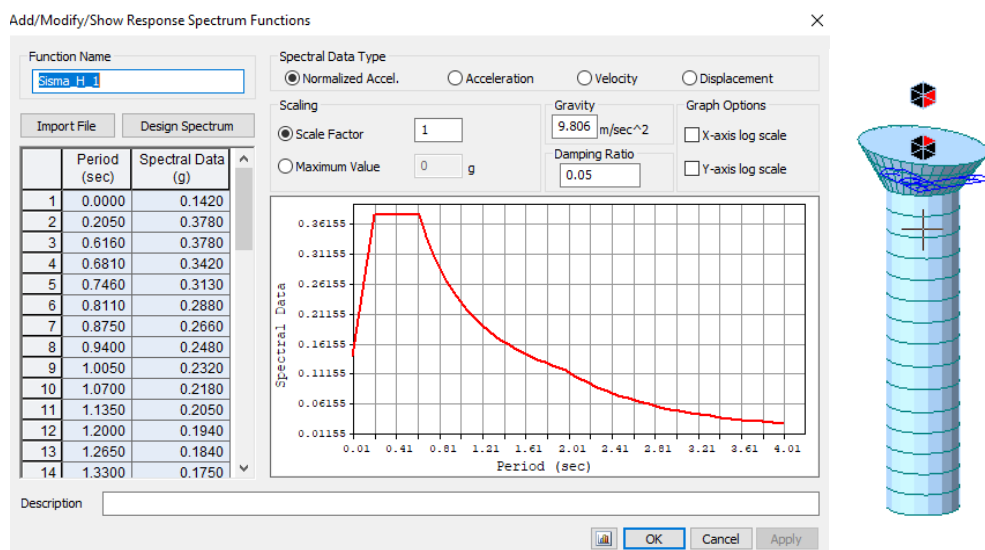
5.7.6 *Analisi statica equivalente*

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	20.80	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	21.25	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	3.0E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	4.2E+07	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	1.3E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	1.33	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	1.12	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T _{vert}	0.06	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.12	0.12	0.18	0.07	g
accelerazione componente longitudinale	0.15	0.15	0.22	0.08	g
accelerazione componente verticale	0.10	0.10	0.10	0.03	g
Sforzo assiale	1368	1368	1368	453	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	1526	1679	2289	871	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	1918	2110	2877	1029	kN
Momento flessionale trasversale	36387	40026	54581	20759	kN m
Momento flessionale longitudinale	40830	44907	61212	21933	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 $q=1.5$	1676.75	1877	2272.34	40164.26	42939.79
SISMA $q=1$	1676.75	2802.41	3415.9	60079.3	64433.7
SISMA sld	558.93	1045.77	1262.94	22312.64	23881.61

Ssi 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-coerente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [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:

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

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

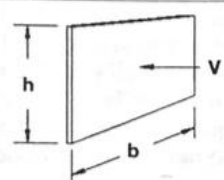
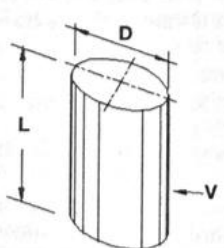
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = 1$ 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} = 1$ 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} = 5$ ∞	0.35 0.34


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	2.05	m/sec
densità dell'acqua		ro	1	kN sec2/m
altezza di riinterro pila		hri	1.5	m
altezza della pila		hp	20.8	m
altezza idrica Tr 300		h300	1.67	m
scalzamento massimo Tr300		dl	6.87	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/m2
numero di Reynodls		Re	8025727	
coefficiente di forma		Cd	0.35	*
* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche				


pressione dell'acqua		p	0.735438	kN/m2
forza risultante		Fidro	103.6413	kN
momento alla base pila		Mpila	-140.679	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	3.17	3	2.37
D	1.75	9.6	1.5
L/D	1.811	3.2	1.58
Re	4.01E+06	2.20E+07	3.44E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.7354375	2.479475	0.7354375
B	1.75	9.6	4
F	4.08	92.59	6.97
M	6.47	-138.88	-8.26

	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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	REV. B

Secondo quanto prescritto nel capitolo 5.1.2.3 delle NTC18, le azioni caratteristiche idrostatiche devono essere combinate diversamente 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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	634.88	1265.71	622.402	5454.05	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	18.2674	1102.73	0	4894.93	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1251.49	1027.48	899.878	4110.44	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	1004.85	1135.44	719.902	4803.71	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	523.736	1454.06	497.922	6231	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	30.4457	1349.76	0	5795.44	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	1017.03	1263.48	719.902	5156.11	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	1017.03	1496.58	719.902	6250.13	
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	437.428	818.579	429.243	3692.7	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	12.1783	743.645	0	3323.95	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	862.678	654.282	620.605	2766.06	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	692.578	736.779	496.484	3247.8	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	360.497	954.981	343.394	4201.93	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	20.2971	907.024	0	3912.33	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	700.697	823.544	496.484	3460.63	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08	

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	344.259	458.433	343.394	2266.6
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	4.05943	418.468	0	1980.6
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	684.459	326.995	496.484	1525.3
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	684.459	477.228	496.484	2275.06
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
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	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
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	7636.5	2276.4	723.849	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7636.5	685.761	2037.75	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8810.22	685.761	723.849	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7636.5	2503.63	780.159	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7636.5	753.932	2225.45	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8810.22	753.932	780.159	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7636.5	3419.96	1001.47	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7636.5	1028.83	2963.16	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8810.22	1028.83	1001.47	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7301.15	1267	474.48	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7301.15	382.941	1206.52	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7692.4	382.941	474.48	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	24014.4	616.613	724.011	13447.9	18343.8
A1_SLU_gr2_Scarico_2	19487.1	0	561.03	0	14394.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	24014.4	1233.23	485.78	26551	12045
A1_SLU_gr4_centrif_4	23042.8	986.58	593.742	21240.8	14983.9
A1_SLU_gr1+vento_5	24014.4	634.88	1265.71	13827.9	31780.9
A1_SLU_gr2+vento_6	19487.1	18.2674	1102.73	379.963	27831.7
A1_SLU_gr3+vento_7	24014.4	1251.49	1027.48	26930.9	25482.1
A1_SLU_gr4+vento_8	23042.8	1004.85	1135.44	21620.7	28420.9
A1_SLU_vento_gr1_9	23042.8	523.736	1454.06	11391.6	36475.5
A1_SLU_vento_gr2_10	19421	30.4457	1349.76	633.271	33870.3
A1_SLU_vento_gr3_11	23042.8	1017.03	1263.48	21874	31436.5
A1_SLU_vento_gr4_12	23042.8	1017.03	1496.58	21874	37379
SLE_rar_gr1_Treno_14	17197.6	425.25	457.444	9274.44	11761.1
SLE_rar_gr2_Scarico_15	14075.4	0	382.511	0	9833.75
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17197.6	850.5	293.148	18311	7417.11
SLE_rar_gr4_centrif_17	16527.6	680.4	375.644	14648.8	9614.78
SLE_rar_gr1+vento_18	17197.6	437.428	818.579	9527.75	20719.1
SLE_rar_gr2+vento_19	14075.4	12.1783	743.645	253.308	18791.8
SLE_rar_gr3+vento_20	17197.6	862.678	654.282	18564.3	16375.1
SLE_rar_gr4+vento_21	16527.6	692.578	736.779	14902.1	18572.8
SLE_rar_vento_gr1_22	16527.6	360.497	954.981	7841.73	24065.5
SLE_rar_vento_gr2_23	14029.8	20.2971	907.024	422.181	22778.4
SLE_rar_vento_gr3_24	16527.6	700.697	823.544	15071	20590.3
SLE_rar_vento_gr4_25	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8
SLE_fre_gr1_Treno_27	16527.6	340.2	338.055	7419.55	8816
SLE_fre_gr2_Scarico_28	14029.8	0	298.09	0	7698.73
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16527.6	680.4	206.617	14648.8	5340.79
SLE_fre_gr4_centrif_30	16527.6	680.4	356.849	14648.8	9215.39
SLE_fre_gr1+vento_31	16527.6	344.259	458.433	7503.99	11802
SLE_fre_gr2+vento_32	14029.8	4.05943	418.468	84.4361	10684.7
SLE_fre_gr3+vento_33	16527.6	684.459	326.995	14733.2	8326.8
SLE_fre_gr4+vento_34	16527.6	684.459	477.228	14733.2	12201.4
SLE_fre_vento_gr1_35	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9

SLE_fre_vento_gr2_36	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_vento_gr3_37	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_vento_gr4_38	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_gr1_temp39	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr2_temp40	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr3_temp41	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr3_temp42	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_qp_gr1_Treno_44	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr2_Scarico_45	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr4_centrif_47	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr1+vento_48	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr2+vento_49	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr3+vento_50	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr4+vento_51	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr1_52	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr2_53	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr3_54	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr4_55	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr1_temp56	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr2_temp57	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_temp58	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_temp59	13847.4	0	40.3709	0	857.882
E_103x_SLV_q=1.5_60	14350.4	2276.4	723.849	42939.8	12549.6
E_103y_SLV_q=1.5_61	14350.4	685.761	2037.75	12881.9	40664.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	15524.1	685.761	723.849	12881.9	12549.6
E_103x_SLV_q=1.36_63	14350.4	2503.63	780.159	47233.8	13754.5
E_103y_SLV_q=1.36_64	14350.4	753.932	2225.45	14170.1	44681
E_103z_SLV_q=1.36_65	15524.1	753.932	780.159	14170.1	13754.5
E_103x_SLV_q=1_66	14350.4	3419.96	1001.47	64433.7	18524.1
E_103y_SLV_q=1_67	14350.4	1028.83	2963.16	19330.1	60579.6
E_103z_SLV_q=1_68	15524.1	1028.83	1001.47	19330.1	18524.1
E_103x_SLD_q=1_69	14015.1	1267	474.48	23881.6	7194.1
E_103y_SLD_q=1_70	14015.1	382.941	1206.52	7164.48	22812.9
E_103z_SLD_q=1_71	14406.3	382.941	474.48	7164.48	7194.1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	41334.6	616.613	724.011	14989.5	20153.9
A1_SLU_gr2_Scarico_2	36807.4	0	561.03	0	15797.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	41334.6	1233.23	485.78	29634	13259.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	40363	986.58	593.742	23707.2	16468.3
A1_SLU_gr1+vento_5	41334.6	634.88	1265.71	15415.1	34945.1
A1_SLU_gr2+vento_6	36807.4	18.2674	1102.73	425.631	30588.6
A1_SLU_gr3+vento_7	41334.6	1251.49	1027.48	30059.7	28050.8
A1_SLU_gr4+vento_8	40363	1004.85	1135.44	24132.8	31259.5
A1_SLU_vento_gr1_9	40363	523.736	1454.06	12701	40110.7
A1_SLU_vento_gr2_10	36741.2	30.4457	1349.76	709.385	37244.7
A1_SLU_vento_gr3_11	40363	1017.03	1263.48	24416.6	34595.2
A1_SLU_vento_gr4_12	40363	1017.03	1496.58	24416.6	41120.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	30027.4	425.25	457.444	10337.6	12904.7
SLE_rar_gr2_Scarico_15	26905.2	0	382.511	0	10790
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	30027.4	850.5	293.148	20437.3	8149.98
SLE_rar_gr4_centrif_17	29357.4	680.4	375.644	16349.8	10553.9
SLE_rar_gr1+vento_18	30027.4	437.428	818.579	10621.3	22765.6
SLE_rar_gr2+vento_19	26905.2	12.1783	743.645	283.754	20650.9
SLE_rar_gr3+vento_20	30027.4	862.678	654.282	20721	18010.8
SLE_rar_gr4+vento_21	29357.4	692.578	736.779	16633.6	20414.7
SLE_rar_vento_gr1_22	29357.4	360.497	954.981	8742.98	26453
SLE_rar_vento_gr2_23	26859.6	20.2971	907.024	472.923	25046
SLE_rar_vento_gr3_24	29357.4	700.697	823.544	16822.7	22649.2
SLE_rar_vento_gr4_25	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7
SLE_fre_gr1_Treno_27	29357.4	340.2	338.055	8270.05	9661.13
SLE_fre_gr2_Scarico_28	26859.6	0	298.09	0	8443.95
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	29357.4	680.4	206.617	16349.8	5857.34
SLE_fre_gr4_centrif_30	29357.4	680.4	356.849	16349.8	10107.5
SLE_fre_gr1+vento_31	29357.4	344.259	458.433	8364.64	12948.1
SLE_fre_gr2+vento_32	26859.6	4.05943	418.468	94.5847	11730.9
SLE_fre_gr3+vento_33	29357.4	684.459	326.995	16444.4	9144.29
SLE_fre_gr4+vento_34	29357.4	684.459	477.228	16444.4	13394.5
SLE_fre_vento_gr1_35	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_vento_gr2_36	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19

SLE_fre_vento_gr3_37	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_vento_gr4_38	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_gr1_temp39	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr2_temp40	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr3_temp41	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr3_temp42	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_qp_gr1_Treno_44	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr2_Scarico_45	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr4_centrif_47	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr1+vento_48	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr2+vento_49	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr3+vento_50	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr4+vento_51	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr1_52	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr2_53	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr3_54	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr4_55	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr1_temp56	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr2_temp57	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_temp58	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_temp59	26677.2	0	40.3709	0	958.81
E_103x_SLV_q=1.5_60	27331.4	3553.56	1107	51823.7	15317.1
E_103y_SLV_q=1.5_61	27331.4	1962.93	2420.9	17789.3	46716.8
E_103z_SLV_q=1.5_62	28857.9	1962.93	1107	17789.3	15317.1
E_103x_SLV_q=1.36_63	27331.4	3780.8	1163.31	56685.8	16662.8
E_103y_SLV_q=1.36_64	27331.4	2031.1	2608.6	19247.9	51202.5
E_103z_SLV_q=1.36_65	28857.9	2031.1	1163.31	19247.9	16662.8
E_103x_SLV_q=1_66	27331.4	4697.12	1384.62	76176.5	21985.7
E_103y_SLV_q=1_67	27331.4	2305.99	3346.31	25095.1	68945.4
E_103z_SLV_q=1_68	28857.9	2305.99	1384.62	25095.1	21985.7
E_103x_SLD_q=1_69	26898.1	1903.83	665.528	28641.2	8857.92
E_103y_SLD_q=1_70	26898.1	1019.77	1397.57	9713.9	26306.9
E_103z_SLD_q=1_71	27413.6	1019.77	665.528	9713.9	8857.92

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	634.88	1198.12	3853.96	5235.89
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	18.2674	1102.73	0	4894.93
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1251.49	959.894	4131.43	3892.28
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	1004.85	1081.37	3305.15	4629.18
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	523.736	1410.81	3083.17	6061.34
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	30.4457	1349.76	0	5795.44
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	1017.03	1220.22	3305.15	4986.45
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1017.03	1442.51	3305.15	6075.61
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	437.428	787.504	2657.9	3549.23
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	12.1783	743.645	0	3323.95
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	862.678	623.207	2849.27	2622.6
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	692.578	711.919	2279.41	3133.03
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	360.497	935.093	2126.32	4089.4
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	20.2971	907.024	0	3912.33
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	700.697	803.656	2279.41	3348.1
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	700.697	952.675	2279.41	4097.31
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	344.259	441.859	2126.32	2155.56
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	4.05943	418.468	0	1980.6
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	684.459	310.422	2279.41	1414.26
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	684.459	456.511	2279.41	2162.16

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
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	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
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	7636.5	2276.4	723.849	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7636.5	685.761	2037.75	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8810.22	685.761	723.849	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7636.5	2503.63	780.159	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7636.5	753.932	2225.45	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8810.22	753.932	780.159	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7636.5	3419.96	1001.47	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7636.5	1028.83	2963.16	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8810.22	1028.83	1001.47	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7269.25	1033.02	421.946	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7269.25	312.749	1031.41	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	7586.06	312.749	421.946	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	22136.9	616.613	656.423	16679.5	16719.8
A1_SLU_gr2_Scarico_73	19487.1	0	561.03	0	14394.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	22136.9	1233.23	418.192	29782.5	10421
A1_SLU_gr4_centrif_75	21540.9	986.58	539.672	23826	13684.7
A1_SLU_gr1+vento_76	22136.9	634.88	1198.12	17059.5	30156.9
A1_SLU_gr2+vento_77	19487.1	18.2674	1102.73	379.963	27831.7
A1_SLU_gr3+vento_78	22136.9	1251.49	959.894	30162.5	23858.1
A1_SLU_gr4+vento_79	21540.9	1004.85	1081.37	24206	27121.7
A1_SLU_vento_gr1_80	21540.9	523.736	1410.81	13976.9	35406.1
A1_SLU_vento_gr2_81	19421	30.4457	1349.76	633.271	33870.3
A1_SLU_vento_gr3_82	21540.9	1017.03	1220.22	24459.3	30367.1
A1_SLU_vento_gr4_83	21540.9	1017.03	1442.51	24459.3	36079.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	15902.9	425.25	426.369	11503.1	10971.3
SLE_rar_gr2_Scarico_86	14075.4	0	382.511	0	9833.75
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	15902.9	850.5	262.073	20539.7	6627.29
SLE_rar_gr4_centrif_88	15491.8	680.4	350.784	16431.7	8982.93
SLE_rar_gr1+vento_89	15902.9	437.428	787.504	11756.4	19929.3
SLE_rar_gr2+vento_90	14075.4	12.1783	743.645	253.308	18791.8
SLE_rar_gr3+vento_91	15902.9	862.678	623.207	20793	15585.3
SLE_rar_gr4+vento_92	15491.8	692.578	711.919	16685	17940.9
SLE_rar_vento_gr1_93	15491.8	360.497	935.093	9624.66	23539.3
SLE_rar_vento_gr2_94	14029.8	20.2971	907.024	422.181	22778.4
SLE_rar_vento_gr3_95	15491.8	700.697	803.656	16853.9	20064.1
SLE_rar_vento_gr4_96	15491.8	700.697	952.675	16853.9	23913
SLE_fre_gr1_Treno_98	15491.8	340.2	321.481	9202.48	8360.23
SLE_fre_gr2_Scarico_99	14029.8	0	298.09	0	7698.73
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	15491.8	680.4	190.044	16431.7	4885.03
SLE_fre_gr4_centrif_101	15491.8	680.4	336.133	16431.7	8671.58
SLE_fre_gr1+vento_102	15491.8	344.259	441.859	9286.92	11346.2
SLE_fre_gr2+vento_103	14029.8	4.05943	418.468	84.4361	10684.7
SLE_fre_gr3+vento_104	15491.8	684.459	310.422	16516.2	7871.03
SLE_fre_gr4+vento_105	15491.8	684.459	456.511	16516.2	11657.6
SLE_fre_vento_gr1_106	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9

SLE_fre_vento_gr2_107	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_vento_gr3_108	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_vento_gr4_109	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_gr1_temp110	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr2_temp111	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr3_temp112	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr3_temp113	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_qp_gr1_Treno_115	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr2_Scarico_116	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr4_centrif_118	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr1+vento_119	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr2+vento_120	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr3+vento_121	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr4+vento_122	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr1_123	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr2_124	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr3_125	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr4_126	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr1_temp127	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr2_temp128	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_temp129	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_temp130	13847.4	0	40.3709	0	857.882
E_103x_SLV_q=1.5_131	14350.4	2276.4	723.849	42939.8	12549.6
E_103y_SLV_q=1.5_132	14350.4	685.761	2037.75	12881.9	40664.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	15524.1	685.761	723.849	12881.9	12549.6
E_103x_SLV_q=1.36_134	14350.4	2503.63	780.159	47233.8	13754.5
E_103y_SLV_q=1.36_135	14350.4	753.932	2225.45	14170.1	44681
E_103z_SLV_q=1.36_136	15524.1	753.932	780.159	14170.1	13754.5
E_103x_SLV_q=1_137	14350.4	3419.96	1001.47	64433.7	18524.1
E_103y_SLV_q=1_138	14350.4	1028.83	2963.16	19330.1	60579.6
E_103z_SLV_q=1_139	15524.1	1028.83	1001.47	19330.1	18524.1
E_103x_SLD_q=1_140	13983.2	1033.02	421.946	21932.5	6728.16
E_103y_SLD_q=1_141	13983.2	312.749	1031.41	6579.75	21259.8
E_103z_SLD_q=1_142	14300	312.749	421.946	6579.75	6728.16

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	39457.2	616.613	656.423	18221	18360.9
A1_SLU_gr2_Scarico_73	36807.4	0	561.03	0	15797.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	39457.2	1233.23	418.192	32865.6	11466.5
A1_SLU_gr4_centrif_75	38861.1	986.58	539.672	26292.5	15033.9
A1_SLU_gr1+vento_76	39457.2	634.88	1198.12	18646.7	33152.2
A1_SLU_gr2+vento_77	36807.4	18.2674	1102.73	425.631	30588.6
A1_SLU_gr3+vento_78	39457.2	1251.49	959.894	33291.2	26257.8
A1_SLU_gr4+vento_79	38861.1	1004.85	1081.37	26718.1	29825.2
A1_SLU_vento_gr1_80	38861.1	523.736	1410.81	15286.2	38933.1
A1_SLU_vento_gr2_81	36741.2	30.4457	1349.76	709.385	37244.7
A1_SLU_vento_gr3_82	38861.1	1017.03	1220.22	27001.8	33417.6
A1_SLU_vento_gr4_83	38861.1	1017.03	1442.51	27001.8	39686
SLE_rar_gr1_Treno_85	28732.6	425.25	426.369	12566.2	12037.2
SLE_rar_gr2_Scarico_86	26905.2	0	382.511	0	10790
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	28732.6	850.5	262.073	22665.9	7282.47
SLE_rar_gr4_centrif_88	28321.6	680.4	350.784	18132.7	9859.89
SLE_rar_gr1+vento_89	28732.6	437.428	787.504	12850	21898.1
SLE_rar_gr2+vento_90	26905.2	12.1783	743.645	283.754	20650.9
SLE_rar_gr3+vento_91	28732.6	862.678	623.207	22949.7	17143.3
SLE_rar_gr4+vento_92	28321.6	692.578	711.919	18416.5	19720.7
SLE_rar_vento_gr1_93	28321.6	360.497	935.093	10525.9	25877.1
SLE_rar_vento_gr2_94	26859.6	20.2971	907.024	472.923	25046
SLE_rar_vento_gr3_95	28321.6	700.697	803.656	18605.7	22073.3
SLE_rar_vento_gr4_96	28321.6	700.697	952.675	18605.7	26294.6
SLE_fre_gr1_Treno_98	28321.6	340.2	321.481	10053	9163.93
SLE_fre_gr2_Scarico_99	26859.6	0	298.09	0	8443.95
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	28321.6	680.4	190.044	18132.7	5360.14
SLE_fre_gr4_centrif_101	28321.6	680.4	336.133	18132.7	9511.91
SLE_fre_gr1+vento_102	28321.6	344.259	441.859	10147.6	12450.9
SLE_fre_gr2+vento_103	26859.6	4.05943	418.468	94.5847	11730.9
SLE_fre_gr3+vento_104	28321.6	684.459	310.422	18227.3	8647.09
SLE_fre_gr4+vento_105	28321.6	684.459	456.511	18227.3	12798.9
SLE_fre_vento_gr1_106	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19

SLE_fre_vento_gr2_107	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_vento_gr3_108	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_vento_gr4_109	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_gr1_temp110	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr2_temp111	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr3_temp112	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr3_temp113	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_qp_gr1_Treno_115	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr2_Scarico_116	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr4_centrif_118	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr1+vento_119	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr2+vento_120	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr3+vento_121	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr4+vento_122	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr1_123	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr2_124	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr3_125	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr4_126	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr1_temp127	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr2_temp128	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_temp129	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_temp130	26677.2	0	40.3709	0	958.81
E_103x_SLV_q=1.5_131	27331.4	3553.56	1107	51823.7	15317.1
E_103y_SLV_q=1.5_132	27331.4	1962.93	2420.9	17789.3	46716.8
E_103z_SLV_q=1.5_133	28857.9	1962.93	1107	17789.3	15317.1
E_103x_SLV_q=1.36_134	27331.4	3780.8	1163.31	56685.8	16662.8
E_103y_SLV_q=1.36_135	27331.4	2031.1	2608.6	19247.9	51202.5
E_103z_SLV_q=1.36_136	28857.9	2031.1	1163.31	19247.9	16662.8
E_103x_SLV_q=1_137	27331.4	4697.12	1384.62	76176.5	21985.7
E_103y_SLV_q=1_138	27331.4	2305.99	3346.31	25095.1	68945.4
E_103z_SLV_q=1_139	28857.9	2305.99	1384.62	25095.1	21985.7
E_103x_SLD_q=1_140	26866.2	1669.85	612.994	26107.1	8260.64
E_103y_SLD_q=1_141	26866.2	949.575	1222.45	8953.69	24315.9
E_103z_SLD_q=1_142	27307.2	949.575	612.994	8953.69	8260.64

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	634.88	1265.71	622.402	5454.05
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	18.2674	1102.73	0	4894.93
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1251.49	1027.48	899.878	4110.44
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	1004.85	1135.44	719.902	4803.71
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	523.736	1454.06	497.922	6231
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	30.4457	1349.76	0	5795.44
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	1017.03	1263.48	719.902	5156.11
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1017.03	1496.58	719.902	6250.13
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	437.428	818.579	429.243	3692.7
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	12.1783	743.645	0	3323.95
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	862.678	654.282	620.605	2766.06
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	692.578	736.779	496.484	3247.8
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	360.497	954.981	343.394	4201.93
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	20.2971	907.024	0	3912.33
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	700.697	823.544	496.484	3460.63
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08
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	344.259	458.433	343.394	2266.6
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	4.05943	418.468	0	1980.6
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	684.459	326.995	496.484	1525.3
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	684.459	477.228	496.484	2275.06
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	10.1486	341.316	0	1223.52
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	4.05943	168.823	0	503.941
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	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
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	7636.5	2276.4	723.849	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7636.5	685.761	2037.75	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8810.22	685.761	723.849	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7636.5	2503.63	780.159	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7636.5	753.932	2225.45	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8810.22	753.932	780.159	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7636.5	3419.96	1001.47	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7636.5	1028.83	2963.16	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8810.22	1028.83	1001.47	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7269.25	1033.02	421.946	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7269.25	312.749	1031.41	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	7586.06	312.749	421.946	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA


combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	24014.4	616.613	724.011	13447.9	18343.8
A1_SLU_gr2_Scarico_144	19487.1	0	561.03	0	14394.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	24014.4	1233.23	485.78	26551	12045
A1_SLU_gr4_centrif_146	23042.8	986.58	593.742	21240.8	14983.9
A1_SLU_gr1+vento_147	24014.4	634.88	1265.71	13827.9	31780.9
A1_SLU_gr2+vento_148	19487.1	18.2674	1102.73	379.963	27831.7
A1_SLU_gr3+vento_149	24014.4	1251.49	1027.48	26930.9	25482.1
A1_SLU_gr4+vento_150	23042.8	1004.85	1135.44	21620.7	28420.9
A1_SLU_vento_gr1_151	23042.8	523.736	1454.06	11391.6	36475.5
A1_SLU_vento_gr2_152	19421	30.4457	1349.76	633.271	33870.3
A1_SLU_vento_gr3_153	23042.8	1017.03	1263.48	21874	31436.5
A1_SLU_vento_gr4_154	23042.8	1017.03	1496.58	21874	37379
SLE_rar_gr1_Treno_156	17197.6	425.25	457.444	9274.44	11761.1
SLE_rar_gr2_Scarico_157	14075.4	0	382.511	0	9833.75
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	17197.6	850.5	293.148	18311	7417.11
SLE_rar_gr4_centrif_159	16527.6	680.4	375.644	14648.8	9614.78
SLE_rar_gr1+vento_160	17197.6	437.428	818.579	9527.75	20719.1
SLE_rar_gr2+vento_161	14075.4	12.1783	743.645	253.308	18791.8
SLE_rar_gr3+vento_162	17197.6	862.678	654.282	18564.3	16375.1
SLE_rar_gr4+vento_163	16527.6	692.578	736.779	14902.1	18572.8
SLE_rar_vento_gr1_164	16527.6	360.497	954.981	7841.73	24065.5
SLE_rar_vento_gr2_165	14029.8	20.2971	907.024	422.181	22778.4
SLE_rar_vento_gr3_166	16527.6	700.697	823.544	15071	20590.3
SLE_rar_vento_gr4_167	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8
SLE_fre_gr1_Treno_169	16527.6	340.2	338.055	7419.55	8816
SLE_fre_gr2_Scarico_170	14029.8	0	298.09	0	7698.73
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	16527.6	680.4	206.617	14648.8	5340.79
SLE_fre_gr4_centrif_172	16527.6	680.4	356.849	14648.8	9215.39
SLE_fre_gr1+vento_173	16527.6	344.259	458.433	7503.99	11802
SLE_fre_gr2+vento_174	14029.8	4.05943	418.468	84.4361	10684.7
SLE_fre_gr3+vento_175	16527.6	684.459	326.995	14733.2	8326.8
SLE_fre_gr4+vento_176	16527.6	684.459	477.228	14733.2	12201.4
SLE_fre_vento_gr1_177	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9

SLE_fre_vento_gr2_178	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_vento_gr3_179	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_vento_gr4_180	13847.4	10.1486	341.316	211.09	8322.9
SLE_fre_gr1_temp181	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr2_temp182	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr3_temp183	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_fre_gr3_temp184	13847.4	4.05943	168.823	84.4361	4015.47
SLE_qp_gr1_Treno_186	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr2_Scarico_187	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr4_centrif_189	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr1+vento_190	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr2+vento_191	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr3+vento_192	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr4+vento_193	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr1_194	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr2_195	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr3_196	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_vento_gr4_197	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89
SLE_qp_gr1_temp198	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr2_temp199	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_temp200	13847.4	0	40.3709	0	857.882
SLE_qp_gr3_temp201	13847.4	0	40.3709	0	857.882
E_103x_SLV_q=1.5_202	14350.4	2276.4	723.849	42939.8	12549.6
E_103y_SLV_q=1.5_203	14350.4	685.761	2037.75	12881.9	40664.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	15524.1	685.761	723.849	12881.9	12549.6
E_103x_SLV_q=1.36_205	14350.4	2503.63	780.159	47233.8	13754.5
E_103y_SLV_q=1.36_206	14350.4	753.932	2225.45	14170.1	44681
E_103z_SLV_q=1.36_207	15524.1	753.932	780.159	14170.1	13754.5
E_103x_SLV_q=1_208	14350.4	3419.96	1001.47	64433.7	18524.1
E_103y_SLV_q=1_209	14350.4	1028.83	2963.16	19330.1	60579.6
E_103z_SLV_q=1_210	15524.1	1028.83	1001.47	19330.1	18524.1
E_103x_SLD_q=1_211	13983.2	1033.02	421.946	21932.5	6728.16
E_103y_SLD_q=1_212	13983.2	312.749	1031.41	6579.75	21259.8
E_103z_SLD_q=1_213	14300	312.749	421.946	6579.75	6728.16

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	41334.6	616.613	724.011	14989.5	20153.9
A1_SLU_gr2_Scarico_144	36807.4	0	561.03	0	15797.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	41334.6	1233.23	485.78	29634	13259.5
A1_SLU_gr4_centrif_146	40363	986.58	593.742	23707.2	16468.3
A1_SLU_gr1+vento_147	41334.6	634.88	1265.71	15415.1	34945.1
A1_SLU_gr2+vento_148	36807.4	18.2674	1102.73	425.631	30588.6
A1_SLU_gr3+vento_149	41334.6	1251.49	1027.48	30059.7	28050.8
A1_SLU_gr4+vento_150	40363	1004.85	1135.44	24132.8	31259.5
A1_SLU_vento_gr1_151	40363	523.736	1454.06	12701	40110.7
A1_SLU_vento_gr2_152	36741.2	30.4457	1349.76	709.385	37244.7
A1_SLU_vento_gr3_153	40363	1017.03	1263.48	24416.6	34595.2
A1_SLU_vento_gr4_154	40363	1017.03	1496.58	24416.6	41120.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	30027.4	425.25	457.444	10337.6	12904.7
SLE_rar_gr2_Scarico_157	26905.2	0	382.511	0	10790
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	30027.4	850.5	293.148	20437.3	8149.98
SLE_rar_gr4_centrif_159	29357.4	680.4	375.644	16349.8	10553.9
SLE_rar_gr1+vento_160	30027.4	437.428	818.579	10621.3	22765.6
SLE_rar_gr2+vento_161	26905.2	12.1783	743.645	283.754	20650.9
SLE_rar_gr3+vento_162	30027.4	862.678	654.282	20721	18010.8
SLE_rar_gr4+vento_163	29357.4	692.578	736.779	16633.6	20414.7
SLE_rar_vento_gr1_164	29357.4	360.497	954.981	8742.98	26453
SLE_rar_vento_gr2_165	26859.6	20.2971	907.024	472.923	25046
SLE_rar_vento_gr3_166	29357.4	700.697	823.544	16822.7	22649.2
SLE_rar_vento_gr4_167	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	29357.4	340.2	338.055	8270.05	9661.13
SLE_fre_gr2_Scarico_170	26859.6	0	298.09	0	8443.95
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	29357.4	680.4	206.617	16349.8	5857.34
SLE_fre_gr4_centrif_172	29357.4	680.4	356.849	16349.8	10107.5
SLE_fre_gr1+vento_173	29357.4	344.259	458.433	8364.64	12948.1
SLE_fre_gr2+vento_174	26859.6	4.05943	418.468	94.5847	11730.9
SLE_fre_gr3+vento_175	29357.4	684.459	326.995	16444.4	9144.29
SLE_fre_gr4+vento_176	29357.4	684.459	477.228	16444.4	13394.5
SLE_fre_vento_gr1_177	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19

SLE_fre_vento_gr2_178	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_vento_gr3_179	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_vento_gr4_180	26677.2	10.1486	341.316	236.462	9176.19
SLE_fre_gr1_temp181	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr2_temp182	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr3_temp183	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_fre_gr3_temp184	26677.2	4.05943	168.823	94.5847	4437.52
SLE_qp_gr1_Treno_186	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr2_Scarico_187	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr4_centrif_189	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr1+vento_190	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr2+vento_191	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr3+vento_192	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr4+vento_193	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr1_194	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr2_195	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr3_196	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_vento_gr4_197	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76
SLE_qp_gr1_temp198	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr2_temp199	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_temp200	26677.2	0	40.3709	0	958.81
SLE_qp_gr3_temp201	26677.2	0	40.3709	0	958.81
E_103x_SLV_q=1.5_202	27331.4	3553.56	1107	51823.7	15317.1
E_103y_SLV_q=1.5_203	27331.4	1962.93	2420.9	17789.3	46716.8
E_103z_SLV_q=1.5_204	28857.9	1962.93	1107	17789.3	15317.1
E_103x_SLV_q=1.36_205	27331.4	3780.8	1163.31	56685.8	16662.8
E_103y_SLV_q=1.36_206	27331.4	2031.1	2608.6	19247.9	51202.5
E_103z_SLV_q=1.36_207	28857.9	2031.1	1163.31	19247.9	16662.8
E_103x_SLV_q=1_208	27331.4	4697.12	1384.62	76176.5	21985.7
E_103y_SLV_q=1_209	27331.4	2305.99	3346.31	25095.1	68945.4
E_103z_SLV_q=1_210	28857.9	2305.99	1384.62	25095.1	21985.7
E_103x_SLD_q=1_211	26866.2	1669.85	612.994	26107.1	8260.64
E_103y_SLD_q=1_212	26866.2	949.575	1222.45	8953.69	24315.9
E_103z_SLD_q=1_213	27307.2	949.575	612.994	8953.69	8260.64

 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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	862.678	654.282	620.605	2766.06
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	700.697	375.644	496.484	4212.08
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	4.05943	160.749	0	500.308
E_103x_SLD_q=1_69		7301.15	1267	474.48	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7301.15	382.941	1206.52	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7692.4	382.941	474.48	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17197.6	425.25	457.444	9274.44	11761.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	17197.6	862.678	654.282	18564.3	16375.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_gr3+vento_20	17197.6	862.678	654.282	18564.3	16375.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_gr4_centrif_17	16527.6	680.4	375.644	14648.8	9614.78	
SLE_rar_vento_gr4_25	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_qp_gr1_Treno_44	13847.4	0	40.3709	0	857.882	
SLE_qp_gr1+vento_48	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_48	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_48	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_48	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
E_103x_SLD_q=1_69	14015.1	1267	474.48	23881.6	7194.1	
E_103y_SLD_q=1_70	14015.1	382.941	1206.52	7164.48	22812.9	
E_103z_SLD_q=1_71	14406.3	382.941	474.48	7164.48	7194.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	30027.4	425.25	457.444	10337.6	12904.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	30027.4	862.678	654.282	20721	18010.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	30027.4	862.678	654.282	20721	18010.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_gr4_centrif_17	29357.4	680.4	375.644	16349.8	10553.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_qp_gr1_Treno_44	26677.2	0	40.3709	0	958.81	
SLE_qp_gr1+vento_48	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_48	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_48	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_48	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
E_103x_SLD_q=1_69	26898.1	1903.83	665.528	28641.2	8857.92	
E_103y_SLD_q=1_70	26898.1	1019.77	1397.57	9713.9	26306.9	
E_103z_SLD_q=1_71	27413.6	1019.77	665.528	9713.9	8857.92	

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	862.678	623.207	2849.27	2622.6	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	700.697	952.675	2279.41	4097.31	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		9188.92	850.5	262.073	2849.27	1176.18	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	700.697	952.675	2279.41	4097.31	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	350.784	2279.41	1686.61	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	700.697	952.675	2279.41	4097.31	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	700.697	952.675	2279.41	4097.31	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	350.784	2279.41	1686.61	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	700.697	952.675	2279.41	4097.31	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	4.05943	160.749	0	500.308	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	4.05943	160.749	0	500.308	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	4.05943	160.749	0	500.308	
E_103x_SLD_q=1_140		7269.25	1033.02	421.946	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		7269.25	312.749	1031.41	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		7586.06	312.749	421.946	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	15902.9	425.25	457.444	9274.44	11761.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	15902.9	862.678	623.207	20793	15585.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	15491.8	700.697	952.675	16853.9	23913	
SLE_rar_gr3+vento_91	15902.9	862.678	623.207	20793	15585.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	15491.8	700.697	952.675	16853.9	23913	
SLE_rar_gr4_centrif_88	15491.8	680.4	350.784	16431.7	8982.93	
SLE_rar_vento_gr4_96	15491.8	700.697	952.675	16853.9	23913	
SLE_rar_vento_gr4_96	15491.8	700.697	952.675	16853.9	23913	
SLE_rar_vento_gr4_96	15491.8	700.697	952.675	16853.9	23913	
SLE_rar_vento_gr4_96	15491.8	700.697	952.675	16853.9	23913	
SLE_qp_gr1_Treno_115	13847.4	0	40.3709	0	857.882	
SLE_qp_gr1+vento_119	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_119	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_119	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_119	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
E_103x_SLD_q=1_140	13983.2	1033.02	421.946	21932.5	6728.16	
E_103y_SLD_q=1_141	13983.2	312.749	1031.41	6579.75	21259.8	
E_103z_SLD_q=1_142	14300	312.749	421.946	6579.75	6728.16	


BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	28732.6	425.25	457.444	10337.6	12904.7	
SLE_rar_gr3+vento_91	28732.6	862.678	623.207	22949.7	17143.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	28321.6	700.697	952.675	18605.7	26294.6	
SLE_rar_gr3+vento_91	28732.6	862.678	623.207	22949.7	17143.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	28321.6	700.697	952.675	18605.7	26294.6	
SLE_rar_gr4_centrif_88	28321.6	680.4	350.784	18132.7	9859.89	
SLE_rar_vento_gr4_96	28321.6	700.697	952.675	18605.7	26294.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	28321.6	700.697	952.675	18605.7	26294.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	28321.6	700.697	952.675	18605.7	26294.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	28321.6	700.697	952.675	18605.7	26294.6	
SLE_qp_gr1_Treno_115	26677.2	0	40.3709	0	958.81	
SLE_qp_gr1+vento_119	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_119	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_119	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_119	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
E_103x_SLD_q=1_140	26866.2	1669.85	612.994	26107.1	8260.64	
E_103y_SLD_q=1_141	26866.2	949.575	1222.45	8953.69	24315.9	
E_103z_SLD_q=1_142	27307.2	949.575	612.994	8953.69	8260.64	

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	862.678	654.282	620.605	2766.06	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	700.697	977.535	496.484	4212.08	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	4.05943	160.749	0	500.308	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	4.05943	160.749	0	500.308	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	4.05943	160.749	160.749	500.308	
E_103x_SLD_q=1_211		7269.25	1033.02	421.946	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7269.25	312.749	1031.41	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		7586.06	312.749	421.946	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	17197.6	425.25	457.444	9274.44	11761.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	17197.6	862.678	654.282	18564.3	16375.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_gr3+vento_162	17197.6	862.678	654.282	18564.3	16375.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_gr4_centrif_159	16527.6	680.4	375.644	14648.8	9614.78	
SLE_rar_vento_gr4_167	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	16527.6	700.697	977.535	15071	24544.8	
SLE_qp_gr1_Treno_186	13847.4	0	40.3709	0	857.882	
SLE_qp_gr1+vento_190	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_190	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_190	13847.4	4.05943	160.749	84.4361	3843.89	
SLE_qp_gr1+vento_190	13847.4	4.05943	160.749	160.749	3843.89	
E_103x_SLD_q=1_211	13983.2	1033.02	421.946	21932.5	6728.16	
E_103y_SLD_q=1_212	13983.2	312.749	1031.41	6579.75	21259.8	
E_103z_SLD_q=1_213	14300	312.749	421.946	6579.75	6728.16	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	30027.4	425.25	457.444	10337.6	12904.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	30027.4	862.678	654.282	20721	18010.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	30027.4	862.678	654.282	20721	18010.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_gr4_centrif_159	29357.4	680.4	375.644	16349.8	10553.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	29357.4	700.697	977.535	16822.7	26988.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	26677.2	0	40.3709	0	958.81	
SLE_qp_gr1+vento_190	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_190	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_190	26677.2	4.05943	160.749	94.5847	4245.76	
SLE_qp_gr1+vento_190	26677.2	4.05943	160.749	160.749	4245.76	
E_103x_SLD_q=1_211	26866.2	1669.85	612.994	26107.1	8260.64	
E_103y_SLD_q=1_212	26866.2	949.575	1222.45	8953.69	24315.9	
E_103z_SLD_q=1_213	27307.2	949.575	612.994	8953.69	8260.64	

 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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	1251.49	1027.48	899.878	4110.44
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	1017.03	1496.58	719.902	6250.13
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	1017.03	1496.58	719.902	6250.13
E_103x_SLV_q=1.5_60		7636.5	2276.4	723.849	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		7636.5	685.761	2037.75	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		8810.22	685.761	723.849	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		7636.5	3419.96	1001.47	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		7636.5	1028.83	2963.16	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		8810.22	1028.83	1001.47	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		24014.4	616.613	724.011	13447.9	18343.8
A1_SLU_gr3+vento_7		24014.4	1251.49	1027.48	26930.9	25482.1
A1_SLU_vento_gr4_12		23042.8	1017.03	1496.58	21874	37379
A1_SLU_gr3+vento_7		24014.4	1251.49	1027.48	26930.9	25482.1
A1_SLU_vento_gr4_12		23042.8	1017.03	1496.58	21874	37379
E_103x_SLV_q=1.5_60		14350.4	2276.4	723.849	42939.8	12549.6
E_103y_SLV_q=1.5_61		14350.4	685.761	2037.75	12881.9	40664.6
E_103z_SLV_q=1.5_62		15524.1	685.761	723.849	12881.9	12549.6
E_103x_SLV_q=1_66		14350.4	3419.96	1001.47	64433.7	18524.1
E_103y_SLV_q=1_67		14350.4	1028.83	2963.16	19330.1	60579.6
E_103z_SLV_q=1_68		15524.1	1028.83	1001.47	19330.1	18524.1
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		41334.6	616.613	724.011	14989.5	20153.9
A1_SLU_gr3+vento_7		41334.6	1251.49	1027.48	30059.7	28050.8
A1_SLU_vento_gr4_12		40363	1017.03	1496.58	24416.6	41120.4
A1_SLU_gr3+vento_7		41334.6	1251.49	1027.48	30059.7	28050.8
A1_SLU_vento_gr4_12		40363	1017.03	1496.58	24416.6	41120.4
E_103x_SLV_q=1.36_63		27331.4	3780.8	1163.31	56685.8	16662.8
E_103y_SLV_q=1.36_64		27331.4	2031.1	2608.6	19247.9	51202.5
E_103z_SLV_q=1.36_65		28857.9	2031.1	1163.31	19247.9	16662.8
E_103x_SLV_q=1_66		27331.4	4697.12	1384.62	76176.5	21985.7
E_103y_SLV_q=1_67		27331.4	2305.99	3346.31	25095.1	68945.4
E_103z_SLV_q=1_68		28857.9	2305.99	1384.62	25095.1	21985.7

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	1251.49	959.894	4131.43	3892.28
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	1017.03	1442.51	3305.15	6075.61
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		13073.1	1233.23	418.192	4131.43	1722.64
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	1017.03	1442.51	3305.15	6075.61
E_103x_SLV_q=1.5_131		7636.5	2276.4	723.849	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		7636.5	685.761	2037.75	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		8810.22	685.761	723.849	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		7636.5	3419.96	1001.47	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		7636.5	1028.83	2963.16	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		8810.22	1028.83	1001.47	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		22136.9	616.613	656.423	16679.5	16719.8
A1_SLU_gr3+vento_78		22136.9	1251.49	959.894	30162.5	23858.1
A1_SLU_vento_gr4_83		21540.9	1017.03	1442.51	24459.3	36079.8
A1_SLU_gr3+vento_78		22136.9	1251.49	959.894	30162.5	23858.1
A1_SLU_vento_gr4_83		21540.9	1017.03	1442.51	24459.3	36079.8
E_103x_SLV_q=1.5_131		14350.4	2276.4	723.849	42939.8	12549.6
E_103y_SLV_q=1.5_132		14350.4	685.761	2037.75	12881.9	40664.6
E_103z_SLV_q=1.5_133		15524.1	685.761	723.849	12881.9	12549.6
E_103x_SLV_q=1_137		14350.4	3419.96	1001.47	64433.7	18524.1
E_103y_SLV_q=1_138		14350.4	1028.83	2963.16	19330.1	60579.6
E_103z_SLV_q=1_139		15524.1	1028.83	1001.47	19330.1	18524.1
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		39457.2	616.613	656.423	18221	18360.9
A1_SLU_gr3+vento_78		39457.2	1251.49	959.894	33291.2	26257.8
A1_SLU_vento_gr4_83		38861.1	1017.03	1442.51	27001.8	39686
A1_SLU_gr3+vento_78		39457.2	1251.49	959.894	33291.2	26257.8
A1_SLU_vento_gr4_83		38861.1	1017.03	1442.51	27001.8	39686
E_103x_SLV_q=1.36_134		27331.4	3780.8	1163.31	56685.8	16662.8
E_103y_SLV_q=1.36_135		27331.4	2031.1	2608.6	19247.9	51202.5
E_103z_SLV_q=1.36_136		28857.9	2031.1	1163.31	19247.9	16662.8
E_103x_SLV_q=1_137		27331.4	4697.12	1384.62	76176.5	21985.7
E_103y_SLV_q=1_138		27331.4	2305.99	3346.31	25095.1	68945.4
E_103z_SLV_q=1_139		28857.9	2305.99	1384.62	25095.1	21985.7

 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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	212 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 4 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 – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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.

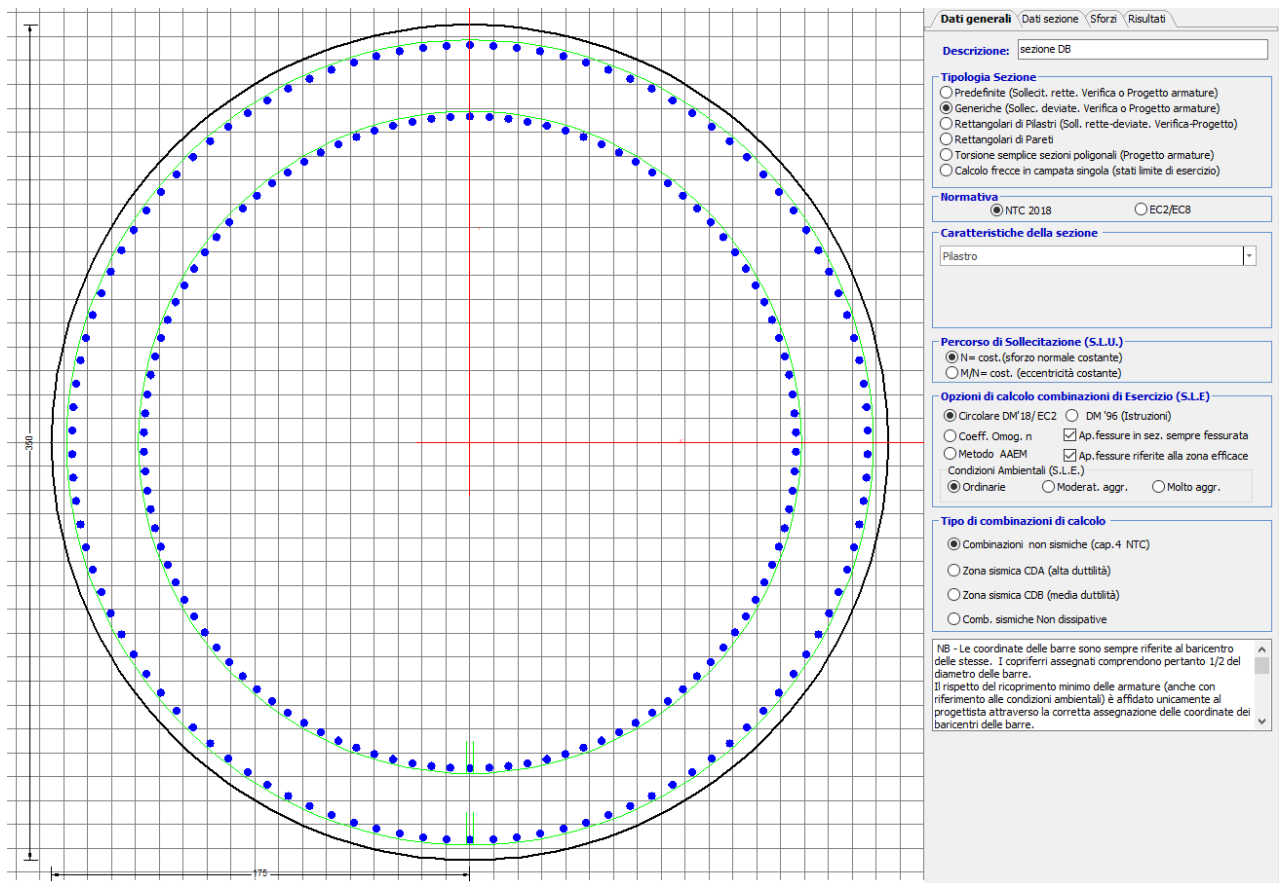


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 212 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 10cm 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:	sezione DB
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi baric. X',Y' // assi coordinate.

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 175.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	166.5	106	30
2	0.0	0.0	136.5	106	30

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

Vx

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

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	24014.39	13447.94	18343.84	0.00	0.00
2	24014.39	26930.92	25482.06	0.00	0.00
3	23042.82	21874.04	37378.96	0.00	0.00
4	24014.39	26930.92	25482.06	0.00	0.00
5	23042.82	21874.04	37378.96	0.00	0.00
6	14350.42	42939.79	12549.59	0.00	0.00
7	14350.42	12881.94	40664.57	0.00	0.00
8	15524.15	12881.94	12549.59	0.00	0.00
9	22136.94	16679.50	16719.85	0.00	0.00
10	22136.94	30162.48	23858.07	0.00	0.00
11	21540.86	24459.28	36079.76	0.00	0.00
12	22136.94	30162.48	23858.07	0.00	0.00
13	21540.86	24459.28	36079.76	0.00	0.00
14	14350.42	42939.79	12549.59	0.00	0.00
15	14350.42	12881.94	40664.57	0.00	0.00
16	15524.15	12881.94	12549.59	0.00	0.00
17	24014.39	13447.94	18343.84	0.00	0.00
18	24014.39	26930.92	25482.06	0.00	0.00
19	23042.82	21874.04	37378.96	0.00	0.00
20	24014.39	26930.92	25482.06	0.00	0.00
21	23042.82	21874.04	37378.96	0.00	0.00
22	14350.42	42939.79	12549.59	0.00	0.00
23	14350.42	12881.94	40664.57	0.00	0.00
24	15524.15	12881.94	12549.59	0.00	0.00

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

N

Mx

My

Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

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

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	17197.64	9274.44	11761.11
2	17197.64	18564.31	16375.13
3	16527.59	15070.98	24544.81
4	17197.64	18564.31	16375.13
5	16527.59	15070.98	24544.81
6	15902.85	9274.44	11761.11
7	15902.85	20792.97	15585.31
8	15491.76	16853.91	23912.96
9	15902.85	20792.97	15585.31
10	15491.76	16853.91	23912.96
11	17197.64	9274.44	11761.11
12	17197.64	18564.31	16375.13
13	16527.59	15070.98	24544.81
14	17197.64	18564.31	16375.13
15	16527.59	15070.98	24544.81
16	14015.08	23881.61	7194.10
17	14015.08	7164.48	22812.95
18	14406.33	7164.48	7194.10
19	13983.18	21932.52	6728.16
20	13983.18	6579.75	21259.81
21	14299.99	6579.75	6728.16

22	13983.18	21932.52	6728.16
23	13983.18	6579.75	21259.81
24	14299.99	6579.75	6728.16

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	16527.59	14648.80 (26115.19)	9614.78 (17140.78)
2	16527.59	15070.98 (12344.68)	24544.81 (20104.72)
3	16527.59	15070.98 (12344.68)	24544.81 (20104.72)
4	16527.59	15070.98 (12344.68)	24544.81 (20104.72)
5	16527.59	15070.98 (12344.68)	24544.81 (20104.72)
6	15491.76	16431.73 (24878.11)	8982.93 (13600.41)
7	15491.76	16853.91 (13203.82)	23912.96 (18734.07)
8	15491.76	16853.91 (13203.82)	23912.96 (18734.07)
9	15491.76	16853.91 (13203.82)	23912.96 (18734.07)
10	15491.76	16853.91 (13203.82)	23912.96 (18734.07)
11	16527.59	14648.80 (26115.19)	9614.78 (17140.78)
12	16527.59	15070.98 (12344.68)	24544.81 (20104.72)
13	16527.59	15070.98 (12344.68)	24544.81 (20104.72)
14	16527.59	15070.98 (12344.68)	24544.81 (20104.72)
15	16527.59	15070.98 (12344.68)	24544.81 (20104.72)

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	13847.40	0.00 (0.00)	857.88 (0.00)
2	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
3	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
4	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
5	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
6	13847.40	0.00 (0.00)	857.88 (0.00)
7	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
8	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
9	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
10	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
11	13847.40	0.00 (0.00)	857.88 (0.00)
12	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
13	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
14	13847.40	84.44 (0.00)	3843.89 (0.00)
15	13847.40	160.75 (0.00)	3843.89 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:

7.0 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali:

5.1 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Componente 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	24014.39	13447.94	18343.84	24014.48	56441.04(56441.04)	76994.39(76994.39)	4.201498.5(288.6)	
2	S	24014.39	26930.92	25482.06	24014.15	69342.24(69342.24)	65617.07(65617.07)	2.571498.5(288.6)	
3	S	23042.82	21874.04	37378.96	23043.02	47898.69(47898.69)	81846.60(81846.60)	2.191498.5(288.6)	
4	S	24014.39	26930.92	25482.06	24014.15	69342.24(69342.24)	65617.07(65617.07)	2.571498.5(288.6)	
5	S	23042.82	21874.04	37378.96	23043.02	47898.69(47898.69)	81846.60(81846.60)	2.191498.5(288.6)	
6	S	14350.42	42939.79	12549.59	14350.13	85002.94(85002.94)	24832.03(24832.03)	1.981498.5(288.6)	
7	S	14350.42	12881.94	40664.57	14350.42	26734.30(26734.30)	84425.51(84425.51)	2.081498.5(288.6)	
8	S	15524.15	12881.94	12549.59	15524.08	64075.78(64075.78)	62421.85(62421.85)	4.971498.5(288.6)	
9	S	22136.94	16679.50	16719.85	22137.00	66537.34(66537.34)	66706.31(66706.31)	3.991498.5(288.6)	
10	S	22136.94	30162.48	23858.07	22137.04	73892.36(73892.36)	58453.69(58453.69)	2.451498.5(288.6)	
11	S	21540.86	24459.28	36079.76	21540.67	52638.42(52638.42)	77645.08(77645.08)	2.151498.5(288.6)	
12	S	22136.94	30162.48	23858.07	22137.04	73892.36(73892.36)	58453.69(58453.69)	2.451498.5(288.6)	
13	S	21540.86	24459.28	36079.76	21540.67	52638.42(52638.42)	77645.08(77645.08)	2.151498.5(288.6)	
14	S	14350.42	42939.79	12549.59	14350.13	85002.94(85002.94)	24832.03(24832.03)	1.981498.5(288.6)	
15	S	14350.42	12881.94	40664.57	14350.42	26734.30(26734.30)	84425.51(84425.51)	2.081498.5(288.6)	
16	S	15524.15	12881.94	12549.59	15524.08	64075.78(64075.78)	62421.85(62421.85)	4.971498.5(288.6)	
17	S	24014.39	13447.94	18343.84	24014.48	56441.04(56441.04)	76994.39(76994.39)	4.201498.5(288.6)	
18	S	24014.39	26930.92	25482.06	24014.15	69342.24(69342.24)	65617.07(65617.07)	2.571498.5(288.6)	
19	S	23042.82	21874.04	37378.96	23043.02	47898.69(47898.69)	81846.60(81846.60)	2.191498.5(288.6)	
20	S	24014.39	26930.92	25482.06	24014.15	69342.24(69342.24)	65617.07(65617.07)	2.571498.5(288.6)	
21	S	23042.82	21874.04	37378.96	23043.02	47898.69(47898.69)	81846.60(81846.60)	2.191498.5(288.6)	
22	S	14350.42	42939.79	12549.59	14350.13	85002.94(85002.94)	24832.03(24832.03)	1.981498.5(288.6)	
23	S	14350.42	12881.94	40664.57	14350.42	26734.30(26734.30)	84425.51(84425.51)	2.081498.5(288.6)	

24 S 15524.15 12881.94 12549.59 15524.08 64075.78(64075.78) 62421.85(62421.85) 4.971498.5(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	141.1	0.0	0.00325	135.3	97.1	-0.00657	-135.3	-97.1
2	0.00350	120.3	3.8	0.00325	116.0	119.5	-0.00657	-116.0	-119.5
3	0.00350	151.0	3.8	0.00324	145.8	80.4	-0.00669	-145.8	-80.4
4	0.00350	120.3	3.8	0.00325	116.0	119.5	-0.00657	-116.0	-119.5
5	0.00350	151.0	3.8	0.00324	145.8	80.4	-0.00669	-145.8	-80.4
6	0.00350	49.1	0.0	0.00322	48.6	159.2	-0.00783	-48.6	-159.2
7	0.00350	166.8	3.8	0.00322	157.7	53.3	-0.00783	-157.7	-53.3
8	0.00350	122.1	3.8	0.00322	116.0	119.5	-0.00766	-116.0	-119.5
9	0.00350	123.9	3.8	0.00324	116.0	119.5	-0.00679	-116.0	-119.5
10	0.00350	108.6	3.8	0.00324	101.0	132.3	-0.00679	-101.0	-132.3
11	0.00350	144.9	0.0	0.00324	135.3	97.1	-0.00687	-135.3	-97.1
12	0.00350	108.6	3.8	0.00324	101.0	132.3	-0.00679	-101.0	-132.3
13	0.00350	144.9	3.8	0.00324	135.3	97.1	-0.00687	-135.3	-97.1
14	0.00350	49.1	3.8	0.00322	48.6	159.2	-0.00783	-48.6	-159.2
15	0.00350	166.8	7.3	0.00322	157.7	53.3	-0.00783	-157.7	-53.3
16	0.00350	122.1	167.6	0.00322	116.0	119.5	-0.00766	-116.0	-119.5
17	0.00350	141.1	52.4	0.00325	135.3	97.1	-0.00657	-135.3	-97.1
18	0.00350	120.3	123.5	0.00325	116.0	119.5	-0.00657	-116.0	-119.5
19	0.00350	151.0	167.3	0.00324	145.8	80.4	-0.00669	-145.8	-80.4
20	0.00350	120.3	51.7	0.00325	116.0	119.5	-0.00657	-116.0	-119.5
21	0.00350	151.0	122.4	0.00324	145.8	80.4	-0.00669	-145.8	-80.4
22	0.00350	49.1	167.3	0.00322	48.6	159.2	-0.00783	-48.6	-159.2
23	0.00350	166.8	51.7	0.00322	157.7	53.3	-0.00783	-157.7	-53.3
24	0.00350	122.1	122.4	0.00322	116.0	119.5	-0.00766	-116.0	-119.5

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	0.000023790	0.000017440	-0.001662071	----	----
2	0.000020274	0.000021426	-0.001662057	----	----
3	0.000025745	0.000015066	-0.001720100	----	----
4	0.000020274	0.000021426	-0.001662057	----	----
5	0.000025745	0.000015066	-0.001720100	----	----
6	0.000009306	0.000031841	-0.002305341	----	----
7	0.000031625	0.000010018	-0.002305343	----	----
8	0.000022805	0.000023409	-0.002219086	----	----
9	0.000021342	0.000021290	-0.001775436	----	----
10	0.000018702	0.000023643	-0.001775504	----	----

11	0.000025129	0.000017036	-0.001812844	----	----
12	0.000018702	0.000023643	-0.001775504	----	----
13	0.000025129	0.000017036	-0.001812844	----	----
14	0.000009306	0.000031841	-0.002305341	----	----
15	0.000031625	0.000010018	-0.002305343	----	----
16	0.000022805	0.000023409	-0.002219086	----	----
17	0.000023790	0.000017440	-0.001662071	----	----
18	0.000020274	0.000021426	-0.001662057	----	----
19	0.000025745	0.000015066	-0.001720100	----	----
20	0.000020274	0.000021426	-0.001662057	----	----
21	0.000025745	0.000015066	-0.001720100	----	----
22	0.000009306	0.000031841	-0.002305341	----	----
23	0.000031625	0.000010018	-0.002305343	----	----
24	0.000022805	0.000023409	-0.002219086	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.30	137.4	0.0	-22.6	-129.3	-104.9	4345	127.2
2	S	6.90	115.8	0.0	-81.2	-108.7	-126.1	9145	289.8
3	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
4	S	6.90	115.8	0.0	-81.2	-108.7	-126.1	9145	289.8
5	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
6	S	4.26	137.4	0.0	-26.5	-129.3	-104.9	4857	141.4
7	S	7.23	105.0	0.0	-96.7	-101.0	-132.3	10060	303.9
8	S	8.14	143.0	0.0	-122.9	-135.3	-97.1	10949	325.2
9	S	7.23	105.0	0.0	-96.7	-101.0	-132.3	10060	303.9
10	S	8.14	143.0	0.0	-122.9	-135.3	-97.1	10949	325.2
11	S	4.30	137.4	0.0	-22.6	-129.3	-104.9	4345	127.2
12	S	6.90	115.8	0.0	-81.2	-108.7	-126.1	9145	289.8
13	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
14	S	6.90	115.8	0.0	-81.2	-108.7	-126.1	9145	289.8
15	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
16	S	6.94	50.5	0.0	-100.0	-48.6	-159.2	10609	325.2
17	S	6.66	167.0	0.0	-92.5	-157.7	-53.3	10346	311.0
18	S	3.05	124.0	0.0	-8.9	-116.0	-119.5	2397	91.9
19	S	6.39	51.3	0.0	-85.7	-48.6	-159.2	10087	311.0
20	S	6.20	167.2	0.0	-80.8	-157.7	-53.3	9881	311.0
21	S	2.89	125.1	0.0	-6.5	-116.0	-119.5	1812	84.8
22	S	6.39	51.3	0.0	-85.7	-48.6	-159.2	10087	311.0
23	S	6.20	167.2	0.0	-80.8	-157.7	-53.3	9881	311.0
24	S	2.89	125.1	0.0	-6.5	-116.0	-119.5	1812	84.8

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
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	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00012	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	528	0.036 (990.00)	23583.45	29906.66
2	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	506	0.123 (990.00)	19233.53	16965.43
3	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (990.00)	12344.68	20104.72
4	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	506	0.123 (990.00)	19233.53	16965.43
5	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (990.00)	12344.68	20104.72
6	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	530	0.042 (990.00)	21587.33	27375.35
7	S	-0.00051	0	0.833	30.0	70	0.00029 (0.00029)	519	0.151 (990.00)	19367.57	14516.90
8	S	-0.00064	0	0.833	30.0	70	0.00037 (0.00037)	524	0.193 (990.00)	13203.82	18734.07
9	S	-0.00051	0	0.833	30.0	70	0.00029 (0.00029)	519	0.151 (990.00)	19367.57	14516.90
10	S	-0.00064	0	0.833	30.0	70	0.00037 (0.00037)	524	0.193 (990.00)	13203.82	18734.07
11	S	-0.00012	0	0.833	30.0	70	0.00007 (0.00007)	528	0.036 (990.00)	23583.45	29906.66
12	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	506	0.123 (990.00)	19233.53	16965.43
13	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (990.00)	12344.68	20104.72
14	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	506	0.123 (990.00)	19233.53	16965.43
15	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (990.00)	12344.68	20104.72
16	S	-0.00053	0	0.833	30.0	70	0.00030 (0.00030)	515	0.155 (990.00)	22412.61	6751.58
17	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	521	0.144 (990.00)	7126.87	22693.19
18	S	-0.00005	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	460	0.012 (990.00)	37830.12	37986.52
19	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	514	0.132 (990.00)	23101.12	7086.65
20	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	508	0.123 (990.00)	7236.48	23381.78
21	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	420	0.008 (990.00)	44176.76	45173.19
22	S	-0.00045	0	0.833	30.0	70	0.00026 (0.00026)	514	0.132 (990.00)	23101.12	7086.65
23	S	-0.00043	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	508	0.123 (990.00)	7236.48	23381.78
24	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	420	0.008 (990.00)	44176.76	45173.19

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	4.93	96.0	0.0	-38.2	-93.0	-138.1	6374	205.0
2	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
3	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
4	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
5	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
6	S	5.23	83.9	0.0	-49.6	-76.0	-148.1	7676	254.5
7	S	8.14	143.0	0.0	-122.9	-135.3	-97.1	10949	325.2
8	S	8.14	143.0	0.0	-122.9	-135.3	-97.1	10949	325.2
9	S	8.14	143.0	0.0	-122.9	-135.3	-97.1	10949	325.2
10	S	8.14	143.0	0.0	-122.9	-135.3	-97.1	10949	325.2
11	S	4.93	96.0	0.0	-38.2	-93.0	-138.1	6374	205.0
12	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
13	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
14	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1
15	S	8.02	149.1	0.0	-113.5	-140.8	-88.9	10476	318.1

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	-0.00020	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	502	0.058 (0.20)	26115.19	17140.78

2	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (0.20)	12344.68	20104.72
3	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (0.20)	12344.68	20104.72
4	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (0.20)	12344.68	20104.72
5	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (0.20)	12344.68	20104.72
6	S	-0.00026	0	0.833	30.0	70	0.00015 (0.00015)	494	0.074 (0.20)	24878.11	13600.41
7	S	-0.00064	0	0.833	30.0	70	0.00037 (0.00037)	524	0.193 (0.20)	13203.82	18734.07
8	S	-0.00064	0	0.833	30.0	70	0.00037 (0.00037)	524	0.193 (0.20)	13203.82	18734.07
9	S	-0.00064	0	0.833	30.0	70	0.00037 (0.00037)	524	0.193 (0.20)	13203.82	18734.07
10	S	-0.00064	0	0.833	30.0	70	0.00037 (0.00037)	524	0.193 (0.20)	13203.82	18734.07
11	S	-0.00020	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	502	0.058 (0.20)	26115.19	17140.78
12	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (0.20)	12344.68	20104.72
13	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (0.20)	12344.68	20104.72
14	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (0.20)	12344.68	20104.72
15	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	518	0.176 (0.20)	12344.68	20104.72

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	1.32	175.0	0.0	15.4	-166.4	-4.9	---	---
2	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
3	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
4	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
5	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
6	S	1.32	175.0	0.0	15.4	-166.4	-4.9	---	---
7	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
8	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
9	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
10	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
11	S	1.32	175.0	0.0	15.4	-166.4	-4.9	---	---
12	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
13	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
14	S	1.84	175.0	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---
15	S	1.84	174.8	0.0	7.9	-166.4	-4.9	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm	
bracci staffe	bs	4		
area armature trasversale	Asw	5	cm ²	
passo staffe	s	20	cm	
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm	
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm	
sezione	tipo	circolare		
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$		
Direzione Longitudinale				
resistenza ridotta	f'c	9	Mpa	
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm	
larghezza biella	bw	295	cm	
inclinazione staffe	α	90	gradi	
inclinazione biella	ϑ	22	gradi	
resistenza puntoni	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 – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	REV. B

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

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	212	
diámetro del ferro longitudinale	fi	30	mm
diámetro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	149854	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm ³
		1.56%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.14	g
coefficiente di verifica	ζ	0.03	
interasse staffe	s	200	mm
diámetro armature trasversale	φ	12	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm ²
Area totale staffe	Asw	2.26	mm ²
area totale legature	Asl	12.69	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0444	

 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 – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	REV. B

8.5 Verifica spostamenti

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

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


dove:

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

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile					
categoria di terreno				E	
periodo inizio tratto velocità costante			TC	0.616	s
periodo tratto a spostamento costante			TD	1.978	s
coef. categoria e topografia terreno			S	1.6	
accelerazione orizzontale max al sito			ag	0.142	g
periodo di vibrare longitudinale			T1	1.08	sec
fattore di struttura			q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento			μ	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long			ag (I)	0.15	g
			w	0.17	sec
				0.04	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale			dEe	0.0000	m
spostamento totale relativo			dEd	0.0629	m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno				
spostamento massimo orizz. del terreno	dg	0.0679	m	
spostamenti massimi terreno punto i	dji	0.068	m	
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	0.068	m	
velocità prop. onde di taglio nel terreno	vs	100	m/s	
distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)	x	24	m	
per suoli differenti o distanza <20m	dij0	0.0000	m	
su stesso suolo	dij0	0.0036	m	
formulazione adottata		(3.2.16)		
	dij, max	0.1200	m	
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	0.047	m	

spostamento longitudinale relativo alla termica				
variazione termica uniforme	DT	20	°C	
coefficiente di dilatazione termica	α	1.20E-05	1/°C	
dilatazione termica	Dt	0.006	m	
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.009	m	
spostamento longitudinale finale				
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45		
coefficiente controfase pile	k2	0.55		
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.13	m	
spostamento long di calcolo	EL	0.18	m	
spostamento longitudinale	EL	17.808	m	
altri spostamenti longitudinali				
escursione longitudinale giunto	Eg	± 9.9	cm	
corsa appoggi mobili	Cap	± 11.1	cm	
ampiezza dei varchi	v	10.9	cm	

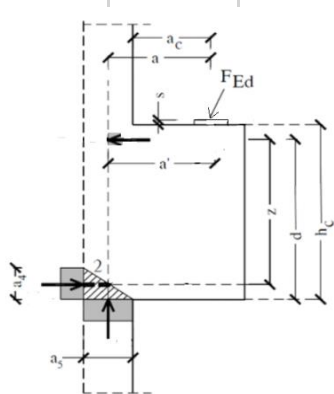
	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P34	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	REV. B

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

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

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

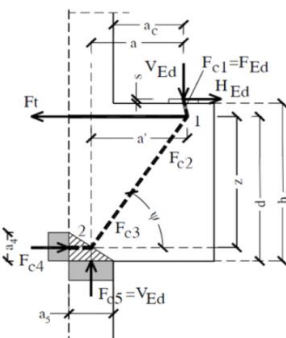
9. PULVINO

<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]	
tipologia di mensola:		MENSOLA MOLTO TOZZA $2a < z$			
<u>Materiali</u>					
	resistenza a compressione cilindrica	fck	32	[Mpa]	
	resistenza di calcolo	fcd	18.13333333	[Mpa]	
	coefficiente riduttivo	h'	0.872	[Mpa]	
	tensione massima nodo CCC	sRd1,max	15.81226667	[Mpa]	
	tensione massima nodo CCT	sRd2,max	13.44042667	[Mpa]	
	resistenza dell'acciaio	fyk	450	[Mpa]	
	resistenza di calcolo dell'acciaio	fyd	391.3043478	[Mpa]	

9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

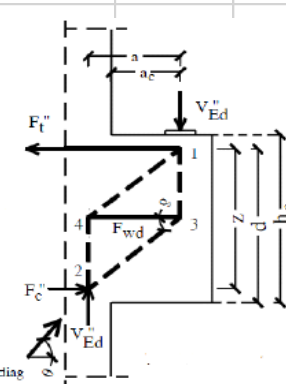
Calcolo armatura principale

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

	modello 1	azione esterna applicata	Fed = Fc5	6003.596853	[Kn]
		forza orizzontale trasmessa	Hed	181.0026444	
		braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
		larghezza risultante di riferimento	a5	189.839856	[mm]
		braccio della forza di compressione	a	144.919928	[mm]
		trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	631.1209128	[Kn]
		armatura superiore	As	1612.864555	[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	1.245981874		

verifica nodo 1 CCC	lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
	tensione di compressione 4	s4	0.41195882	[Mpa]	Oke

Calcolo armatura secondaria orizzontale

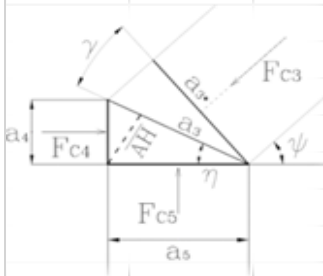
	modello 2	angolo di inclinazione	Ψ	83.99584744	[gradi]
		coefficiente di ripartizione	c	14.0399006	[%]
		braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
		braccio della forza di compressione	a	144.919928	[mm]
		trazione nelle barre secondarie	Fwd	1015.975243	[Kn]
		armatura secondaria	As	2596.381176	[mm2]
		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	1.245981874		

verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra)	area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]	
	tensione di compr. sotto la piastra	sc1	9.380620083	[Mpa]	Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	6003.596853	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	631.1209128	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	6036.739801	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	189.839856	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	789.1737267	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	190.8869395	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	70.11512473	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.41195882	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	3.824721729	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81234373	[Mpa]	OK



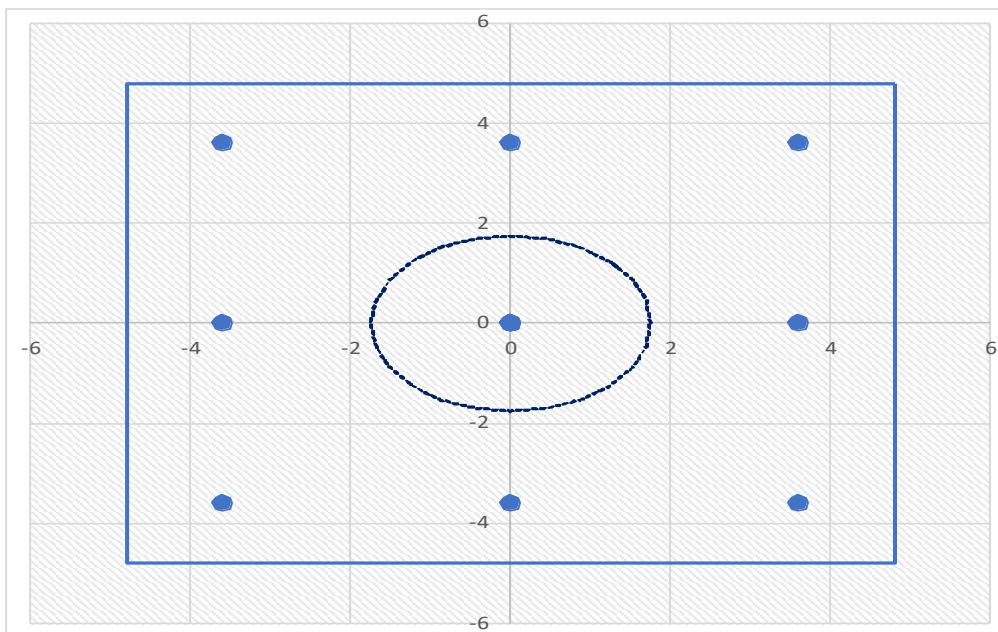
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	6003.596853	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	6036.739801	[Kn]	
		trazione barra	T	631.1209128	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	814.2343851	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	83.99584744	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	9.38	\leq	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	9.27	\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	5706.1	3966.3	5858.2
2	0	-4.5	3479.4	2107.4	215.5
3	4.5	4.5	6745.0	6519.8	6672.5
4	4.5	-4.5	4518.3	4660.9	1029.8
5	-4.5	-4.5	2440.5	-446.2	-598.8
6	-4.5	4.5	4667.1	1412.7	5043.9
7	4.5	0	5631.7	5590.4	3851.1
8	-4.5	0	3553.8	483.3	2222.5
9	0	0	4592.7	3036.8	3036.8
	0	0	4592.7	3036.8	3036.8
	0	0	4592.7	3036.8	3036.8
	0	0	4592.7	3036.8	3036.8
taglio combinato in			134.937	338.6594	408.079
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	4.5	4135.9	3966.3	5858.2
2	0	-4.5	2277.0	2107.4	215.5
3	4.5	4.5	4950.2	6519.8	6672.5
4	4.5	-4.5	3091.3	4660.9	1029.8
5	-4.5	-4.5	1462.7	-446.2	-598.8
6	-4.5	4.5	3321.6	1412.7	5043.9
7	4.5	0	4020.7	5590.4	3851.1
8	-4.5	0	2392.2	483.3	2222.5
9	0	0	3206.4	3036.8	3036.8
	0	0	3206.4	3036.8	3036.8
	0	0	3206.4	3036.8	3036.8
	0	0	3206.4	3036.8	3036.8
taglio combinato in			224.1463	338.6594	408.079

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.

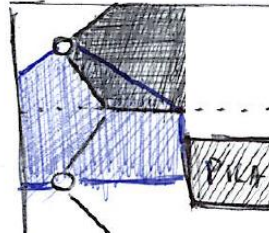


Figura 13 - larghezze di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

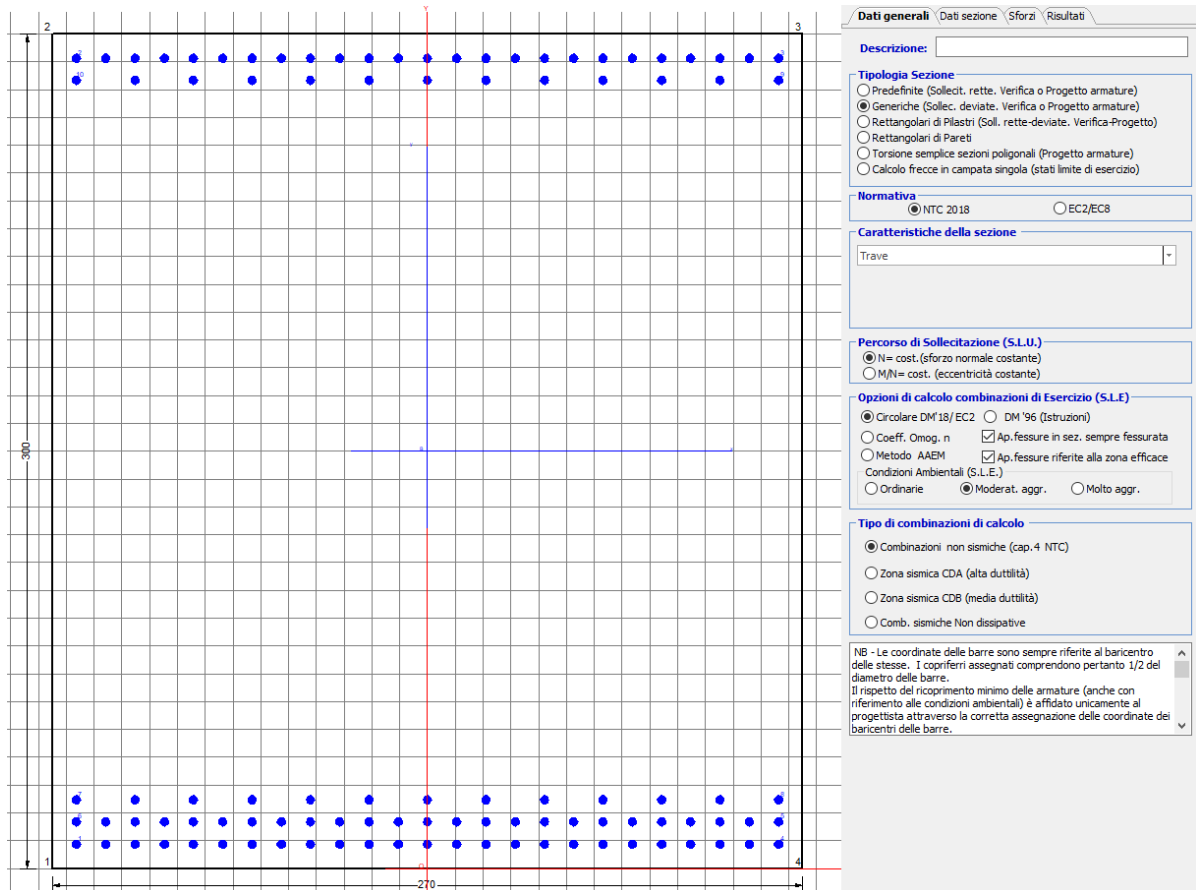
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	4.5	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	6.36396	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	21.4467	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	6912.08	KN
forza di trazione risultante		T	17595.3	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	12441.7	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	12441.7	KN
lunghezza collaborante			media 45°	

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	31795.9	mm ²
diametro 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. Sicur	0.6664	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	31795.9	mm ²
diametro 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. Sicur	0.6664	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ _t	260.762	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ _l	260.762	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	19245.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	16227.00	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	13393.00	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	13393.00 (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	7652.00 (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	19245.00	0.00	0.00	47743.20	0.00	2.48445.3(116.3)	
2	S	0.00	16227.00	0.00	0.00	47743.20	0.00	2.94445.3(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	3.38	-135.0	300.0	-119.4	-52.6	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 = 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 A_c eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 S_{max} / E_s [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00062	0	0.911	30.0	72	0.00037 (0.00036)	459	0.170 (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	3.38	-135.0	300.0	-119.4	-52.6	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	-0.00062	0	0.911	30.0	72	0.00037 (0.00036)	459	0.170 (0.20)	14094.55	0.00

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

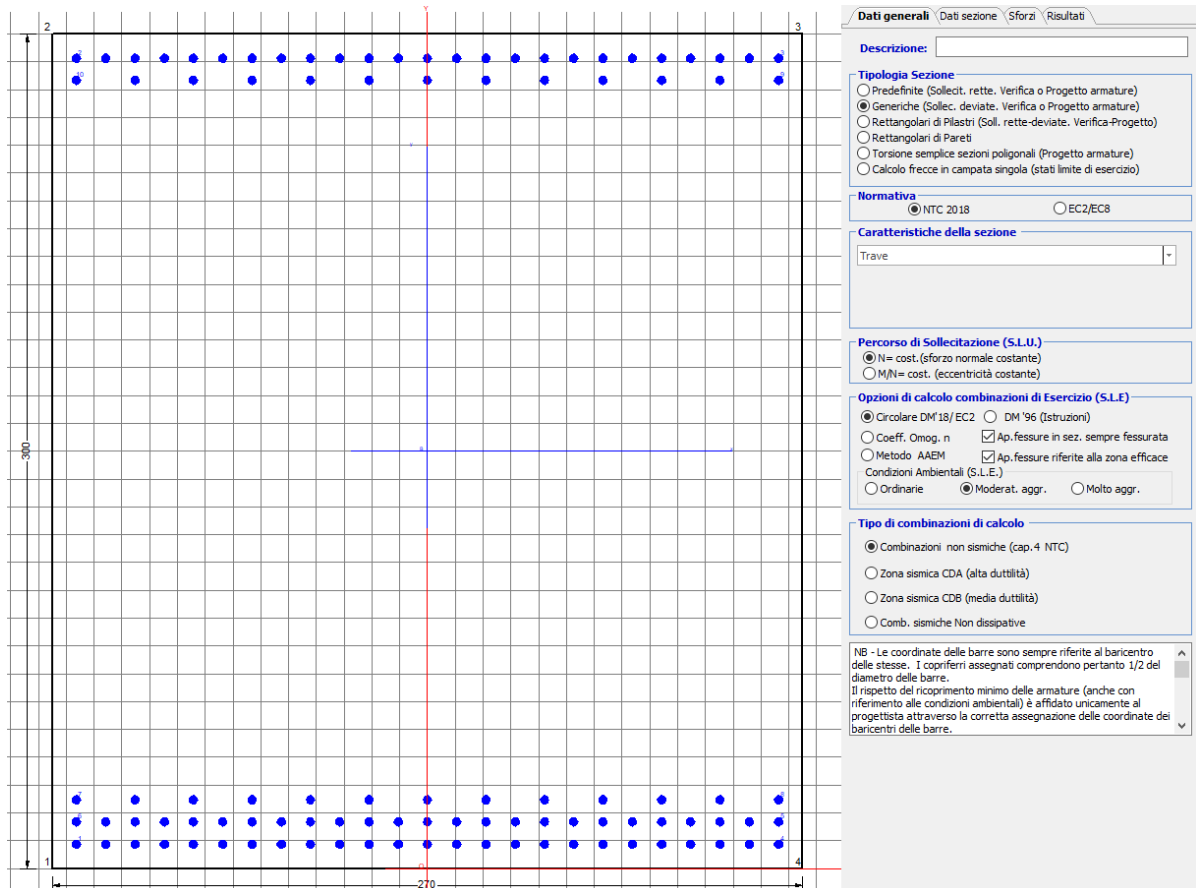
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.93	135.0	300.0	-68.2	-63.2	8.7	10260	445.3

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	-0.00036	0	0.911	30.0	72	0.00020 (0.00020)	459	0.094 (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	19245.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	16227.00	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	13393.00	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	13393.00 (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	7652.00 (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	19245.00	0.00	0.00	47743.20	0.00	2.48445.3(116.3)	
2	S	0.00	16227.00	0.00	0.00	47743.20	0.00	2.94445.3(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	3.38	-135.0	300.0	-119.4	-52.6	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 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	-0.00062	0	0.911	30.0	72	0.00037 (0.00036)	459	0.170 (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	3.38	-135.0	300.0	-119.4	-52.6	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	-0.00062	0	0.911	30.0	72	0.00037 (0.00036)	459	0.170 (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	1.93	135.0	300.0	-68.2	-63.2	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	-0.00036	0	0.911	30.0	72	0.00020 (0.00020)	459	0.094 (0.20)	14094.55	0.00

 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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	6912.08	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.9507	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.19014	
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	0.70845	MPa
			vRd,c	0.75586	MPa
				0.93728	

 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 – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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

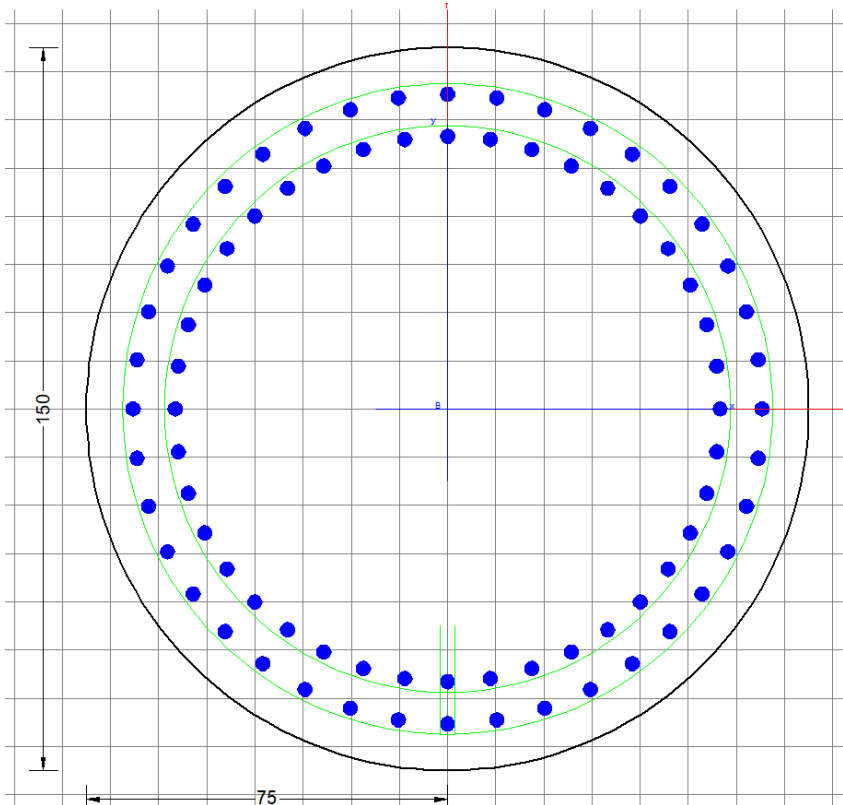
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	41335	1251	1027	30060	28051	
E_103x_SLV_q=1.36_63	27331	3781	1163	56686	16663	
E_103y_SLV_q=1.36_64	27331	2031	2609	19248	51202	
E_103x_SLV_q=1.36_63	27331	3781	1163	56686	16663	
E_103y_SLV_q=1.36_64	27331	2031	2609	19248	51202	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	4.5	5706.06	5136.3	3749.71
2	0	-4.5	3479.41	937.352	2323.94
3	4.5	4.5	6744.97	5753.44	5646.1
4	4.5	-4.5	4518.33	1554.49	4220.33
5	-4.5	-4.5	2440.5	320.212	427.552
6	-4.5	4.5	4667.14	4519.16	1853.32
7	4.5	0	5631.65	3653.96	4933.21
8	-4.5	0	3553.82	2419.68	1140.44
9	0	0	4592.73	3036.82	3036.82
taglio equivalente			179.916	439.524	367.342
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	3.44
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	6745	139	114	417	342
combo2	5753	420	129	1260	388
combo3	5646	226	290	677	870
combo4	320	420	129	1260	388



Dati generali \ Dati sezione \ Sforzi \ Risultati

Descrizione: _____

Tipologia Sezione

Predefinite (Sollecit. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

Rettangolari di Pilastro (Sol. rette-deviate. Verifica-Progetto)

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

Normativa

NTC 2018 EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro _____

Percorso di Sollecitazione (S.L.I.)

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

Circolare DM 18/EC2 DM '96 (Istruzioni)

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

Metodo AAEM Ap. fessure riferite alla zona efficace Condizioni Ambientali (S.L.E.)

Ordinarie Moderat. agr. Molto agr.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omog. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omog. 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	40	30
2	0.0	0.0	56.6	40	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	6912.08	388.73	572.03	0.00	0.00
2	1847.98	235.68	276.73	0.00	0.00
3	6744.97	478.35	392.73	0.00	0.00
4	6912.08	388.73	572.03	0.00	0.00
5	6744.97	478.35	392.73	0.00	0.00
6	6912.08	388.73	572.03	0.00	0.00
7	5753.44	1445.10	444.64	0.00	0.00
8	320.21	1445.10	444.64	0.00	0.00
9	5753.44	1445.10	444.64	0.00	0.00
10	5646.10	776.33	997.06	0.00	0.00
11	5753.44	1445.10	444.64	0.00	0.00
12	5646.10	776.33	997.06	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	4884.58	267.82	373.64
2	1483.87	267.82	364.13
3	4770.89	329.73	250.08
4	4884.58	267.82	373.64
5	4770.89	329.73	250.08
6	4884.58	267.82	373.64
7	4377.53	727.68	254.38
8	1599.82	727.68	254.38
9	4377.53	727.68	254.38
10	4322.78	389.78	534.18
11	4377.53	727.68	254.38
12	4322.78	389.78	534.18

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	4884.58	267.82 (0.00)	373.64 (0.00)
2	1483.87	267.82 (2578.76)	364.13 (3506.10)
3	4884.58	267.82 (0.00)	373.64 (0.00)
4	4884.58	267.82 (0.00)	373.64 (0.00)
5	4884.58	267.82 (0.00)	373.64 (0.00)
6	4884.58	267.82 (0.00)	373.64 (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	3124.89	1.55 (0.00)	61.44 (0.00)
2	2803.38	1.55 (0.00)	61.44 (0.00)
3	3124.89	1.55 (0.00)	61.44 (0.00)
4	3124.89	1.55 (0.00)	61.44 (0.00)
5	3124.89	1.55 (0.00)	61.44 (0.00)
6	3124.89	1.55 (0.00)	61.44 (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	6912.08	388.73	572.03	6912.08	6426.85	9450.73	16.53	565.5(53.0)
2	S	1847.98	235.68	276.73	1847.76	6976.78	8191.26	29.60	565.5(53.0)
3	S	6744.97	478.35	392.73	6745.26	8821.75	7240.97	18.44	565.5(53.0)
4	S	6912.08	388.73	572.03	6912.08	6426.85	9450.73	16.53	565.5(53.0)
5	S	6744.97	478.35	392.73	6745.26	8821.75	7240.97	18.44	565.5(53.0)
6	S	6912.08	388.73	572.03	6912.08	6426.85	9450.73	16.53	565.5(53.0)
7	S	5753.44	1445.10	444.64	5753.48	10831.70	3334.78	7.50	565.5(53.0)
8	S	320.21	1445.10	444.64	320.27	9963.29	3072.85	6.90	565.5(53.0)
9	S	5753.44	1445.10	444.64	5753.48	10831.70	3334.78	7.50	565.5(53.0)
10	S	5646.10	776.33	997.06	5645.99	6954.25	8934.16	8.96	565.5(53.0)
11	S	5753.44	1445.10	444.64	5753.48	10831.70	3334.78	7.50	565.5(53.0)
12	S	5646.10	776.33	997.06	5645.99	6954.25	8934.16	8.96	565.5(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	62.0	1.9	0.00300	52.8	38.4	-0.00364	-52.8	-38.4
2	0.00350	57.1	1.9	0.00289	52.8	38.4	-0.00517	-52.8	-38.4
3	0.00350	47.6	1.9	0.00300	38.4	52.8	-0.00368	-38.4	-52.8
4	0.00350	62.0	1.9	0.00300	52.8	38.4	-0.00364	-52.8	-38.4
5	0.00350	47.6	1.9	0.00300	38.4	52.8	-0.00368	-38.4	-52.8
6	0.00350	62.0	1.9	0.00300	52.8	38.4	-0.00364	-52.8	-38.4
7	0.00350	22.1	70.8	0.00298	20.2	62.1	-0.00394	-20.2	-62.1
8	0.00350	22.1	70.8	0.00286	20.2	62.1	-0.00580	-20.2	-62.1
9	0.00350	22.1	70.8	0.00298	20.2	62.1	-0.00394	-20.2	-62.1
10	0.00350	59.2	44.2	0.00298	52.8	38.4	-0.00397	-52.8	-38.4
11	0.00350	22.1	70.8	0.00298	20.2	62.1	-0.00394	-20.2	-62.1
12	0.00350	59.2	44.2	0.00298	52.8	38.4	-0.00397	-52.8	-38.4

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	0.000042097	0.000028607	-0.000317296	----	----
2	0.000047138	0.000040145	-0.001143710	----	----
3	0.000032483	0.000039564	-0.000339294	----	----
4	0.000042097	0.000028607	-0.000317296	----	----
5	0.000032483	0.000039564	-0.000339294	----	----
6	0.000042097	0.000028607	-0.000317296	----	----
7	0.000015605	0.000050716	-0.000479692	----	----
8	0.000019487	0.000063334	-0.001469784	----	----
9	0.000015605	0.000050716	-0.000479692	----	----
10	0.000042015	0.000032714	-0.000493699	----	----
11	0.000015605	0.000050716	-0.000479692	----	----
12	0.000042015	0.000032714	-0.000493699	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.72	61.0	0.0	16.9	-52.8	-38.4	----	----
2	S	1.42	60.4	0.0	-2.9	-52.8	-38.4	364	7.1
3	S	2.59	45.3	0.0	17.4	-38.4	-52.8	----	----
4	S	2.72	61.0	0.0	16.9	-52.8	-38.4	----	----
5	S	2.59	45.3	0.0	17.4	-38.4	-52.8	----	----
6	S	2.72	61.0	0.0	16.9	-52.8	-38.4	----	----
7	S	3.09	24.7	0.0	6.6	-20.2	-62.1	----	----
8	S	2.19	24.7	0.0	-14.3	-20.2	-62.1	1134	42.4
9	S	3.09	24.7	0.0	6.6	-20.2	-62.1	----	----
10	S	2.87	60.6	0.0	8.9	-52.8	-38.4	----	----
11	S	3.09	24.7	0.0	6.6	-20.2	-62.1	----	----
12	S	2.87	60.6	0.0	8.9	-52.8	-38.4	----	----

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

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

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

2	S	-0.00002	0	0.817	30.0	82	0.00001 (0.00001)	707	0.006 (990.00)	2578.76	3506.10
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00009	0	0.833	30.0	82	0.00004 (0.00004)	506	0.022 (990.00)	2301.85	804.67
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
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	2.72	61.0	0.0	16.9	-52.8	-38.4	---	---
2	S	1.42	60.4	0.0	-2.9	-52.8	-38.4	364	7.1
3	S	2.72	61.0	0.0	16.9	-52.8	-38.4	---	---
4	S	2.72	61.0	0.0	16.9	-52.8	-38.4	---	---
5	S	2.72	61.0	0.0	16.9	-52.8	-38.4	---	---
6	S	2.72	61.0	0.0	16.9	-52.8	-38.4	---	---

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.817	30.0	82	0.00001 (0.00001)	707	0.006 (0.20)	2578.76	3506.10
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.31	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.19	75.0	0.0	14.6	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.31	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.31	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.31	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.31	75.0	0.0	16.4	-65.3	0.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P34</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1705003	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	41335	1251	1027	30060	28051	
E_103x_SLV_q=1_66	27331	4697	1385	76177	21986	
E_103y_SLV_q=1_67	27331	2306	3346	25095	68945	
E_103x_SLV_q=1_66	27331	4697	1385	76177	21986	
E_103y_SLV_q=1_67	27331	2306	3346	25095	68945	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	4697	2306
sollecitazione massima direzione y	Ty	1385	3346
vettore complessivo, singolo palo	T	544	452

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm ²
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	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 resistente	V _r	1221	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	544	kN
	V _{ed} /V _r d	0.45	

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	150 kg/mc
Plinto di fondazione	200 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 265 kg/mc