

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)

VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario - sviluppo complessivo 805m

Relazione di calcolo Pile - P10

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 09 CL VI0705 004 B

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

ITALFERRES P.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783

File: RS3U40D09CLVI0705004B

n. Elab.: 09_162_3

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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>	38
5.7.4 <i>Check analisi statica</i>	39
5.7.5 <i>Analisi statica equivalente</i>	40
5.8 Azione Idrostatica.....	41
6. SOLLECITAZIONI	44
6.1 Combinazioni di carico	44
6.1.1 <i>Configurazione 1</i>	44
6.1.2 <i>Configurazione 2</i>	50

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

6.1.3	Configurazione 3	56
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	62
6.2.1	Stati limiti di esercizio	62
6.2.2	Stati limiti ultimi	68
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	71
8.	FUSTO PILA	71
8.1	Modellazione	73
8.2	Verifica a presso flessione	73
8.3	Verifica a taglio	82
8.4	Verifica minimi di armatura	83
8.5	Verifica spostamenti.....	85
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	86
9.1	Dimensionamento armature	89
9.2	Verifica a presso-flessione.....	91
9.2.1	Direzione trasversale.....	91
9.2.2	Direzione longitudinale.....	96
9.3	Verifica a punzonamento	101
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	102
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	102
10.2	Verifica strutturale	102
10.3	Verifica a taglio	110
11.	INCIDENZE	112

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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 VI07 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 10 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 15.00m, con variazione di luce 60-60m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI07 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 805m, ed è costituito da 26 campate isostatiche di luce 25m, 40m, 50m e 60m(asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a quattro travi mentre, le campate di luce maggiore sono realizzare con una sezione mista a cassone.

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

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 16.5x16.5, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 16 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.50 m.

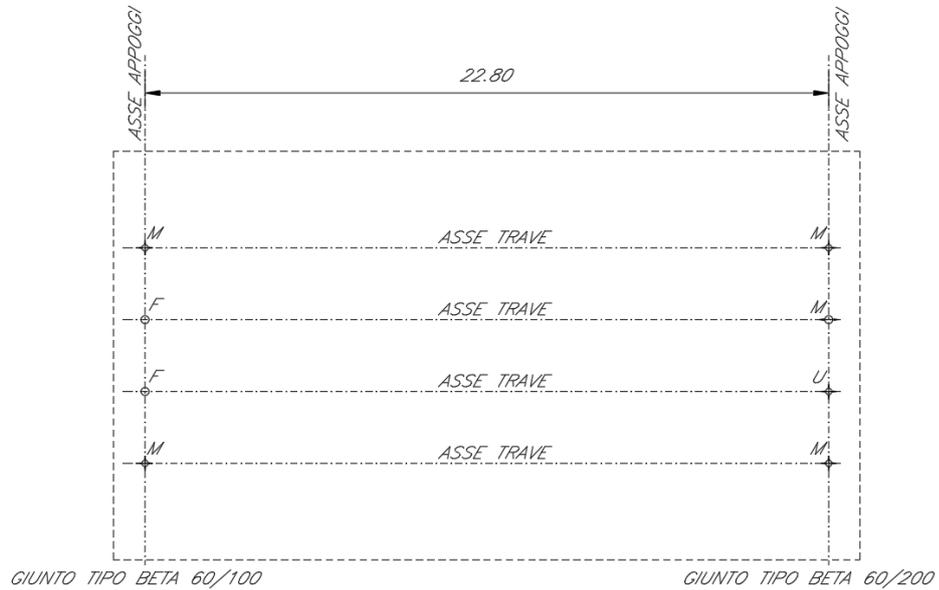
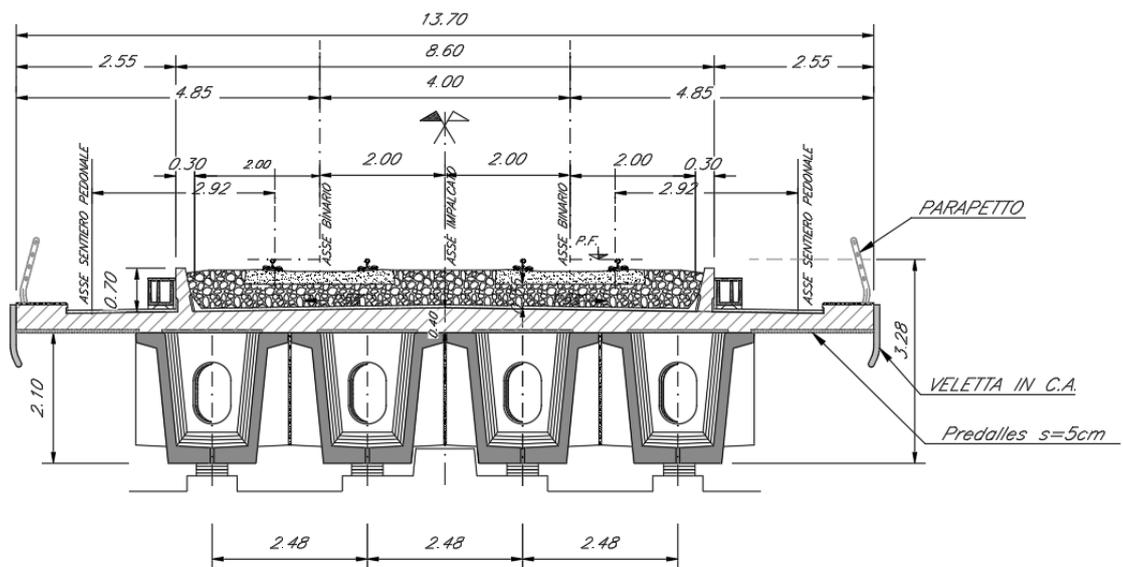


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



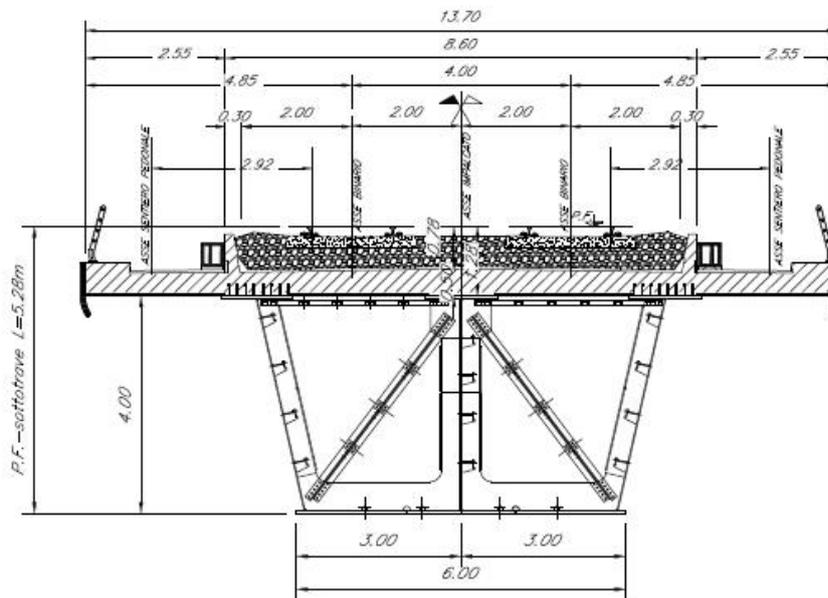
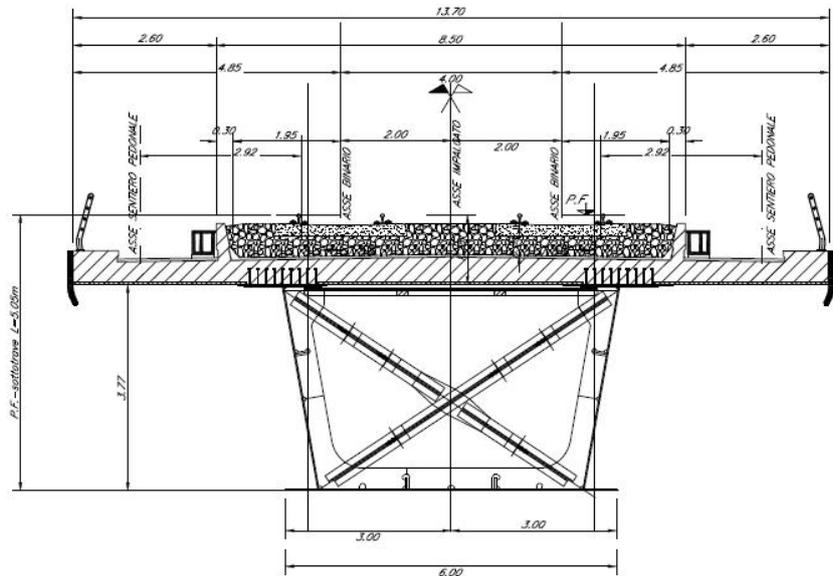


Figura 2: sezione trasversale impalcato

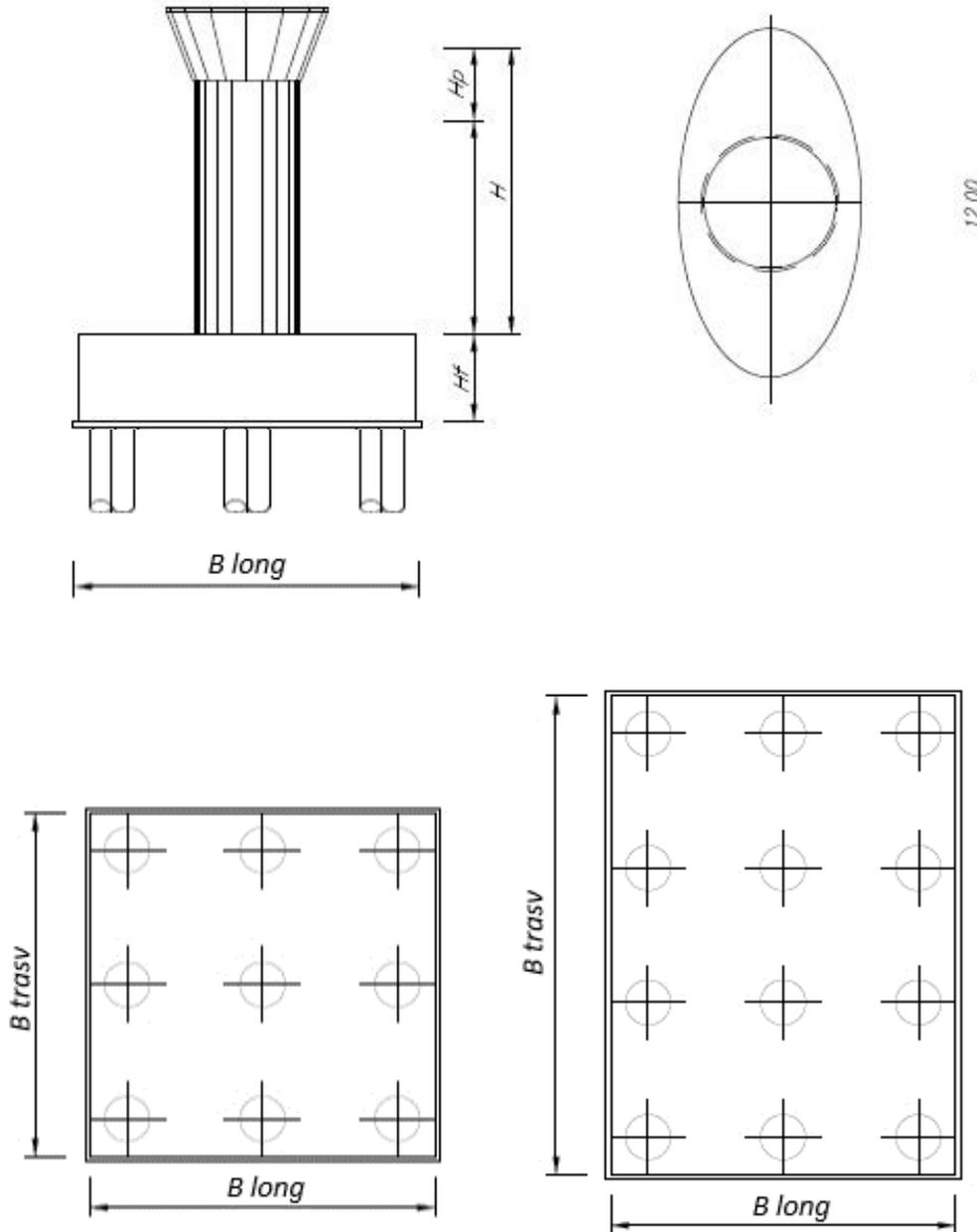


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*

3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

classe di resistenza conglomerato		dasse	C25/30	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	30	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	31476	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	33	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{cd}	25	<i>MPa</i>

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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 VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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:

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

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

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

3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

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

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

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

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

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

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 4.5m, una altezza complessiva di 15.00m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1500mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	15	m
tipologia di sezione					circolare	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	2.25	m
area della sezione				A	15.904	m ²
inerzia sezione direzione trasversale				I11	20.129	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	20.129	m ⁴
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	5169	kN
PULVINO						
asse minore ellisse				a	6.24	m
asse maggiore ellisse				b	12	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	2608	kN
FONDAZIONE						
asse minore ellisse				a	16.5	m
asse maggiore ellisse				b	16.5	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	2.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	256.3	m ³
peso di vulume del terreno				y	19	kN/3
Ulteriori distanze e bracci						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

4.2 Modelli di analisi e verifica

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali sono state combinate le azioni determinate dalle azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture. Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto. Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, si è utilizzato un modello, a seconda della geometria, di tirante-puntone o trave inflessa.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4_centrif_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr4+vento_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr4_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1_	1.35	1.5	1.16	0	0.58	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2_	1.35	1.5	0	1.16	0	1.16	1.16	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	0.58	0.58	0.72	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr4_	1.35	1.5	1.16	0	1.16	1.16	1.16	0.9	0	0	0	0	1.5
SLE_rar_gr1_Treno_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_centrif_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_Treno_	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico_	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_centrif_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento_	1	1	0.8	0	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento_	1	1	0	0.8	0	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento_	1	1	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0	0	1

Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr4_centrif_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1	1

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

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

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

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

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

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

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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:

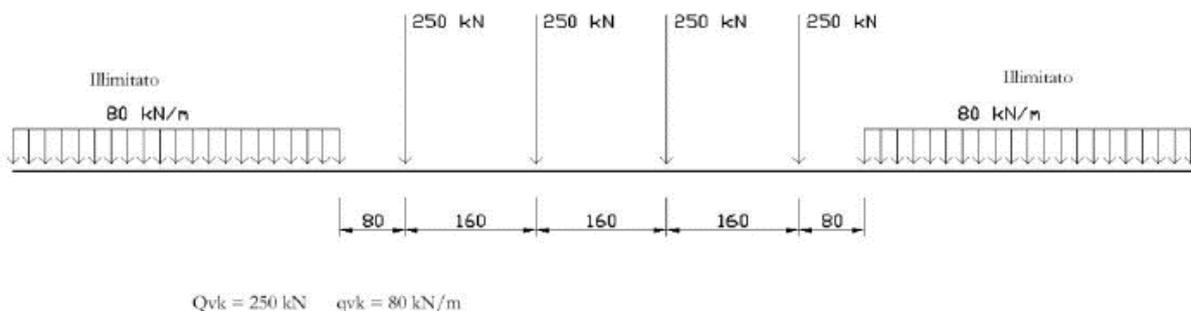
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	13860	0
scarichi estradosso Pila - G2	12186	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	22773	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	12186	0
scarichi sui Pali - G1	55368	0
scarichi sui Pali - G2	12186	0

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;

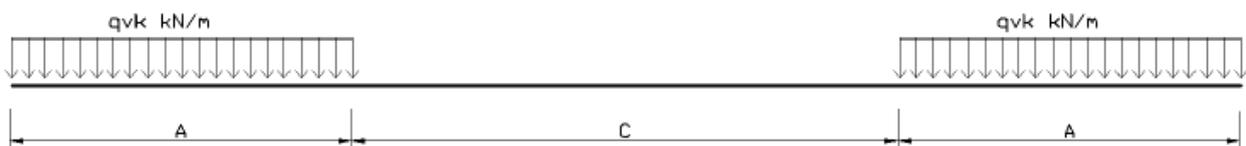
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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 VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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

Questi schemi di base sono stati accoppiati nel caso di doppio binario, ottenendo le seguenti caratteristiche di sollecitazioni:

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	9476	3242	2480
COMBO ML	7009	5969	1909
COMBO MT	5121	2111	10755

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

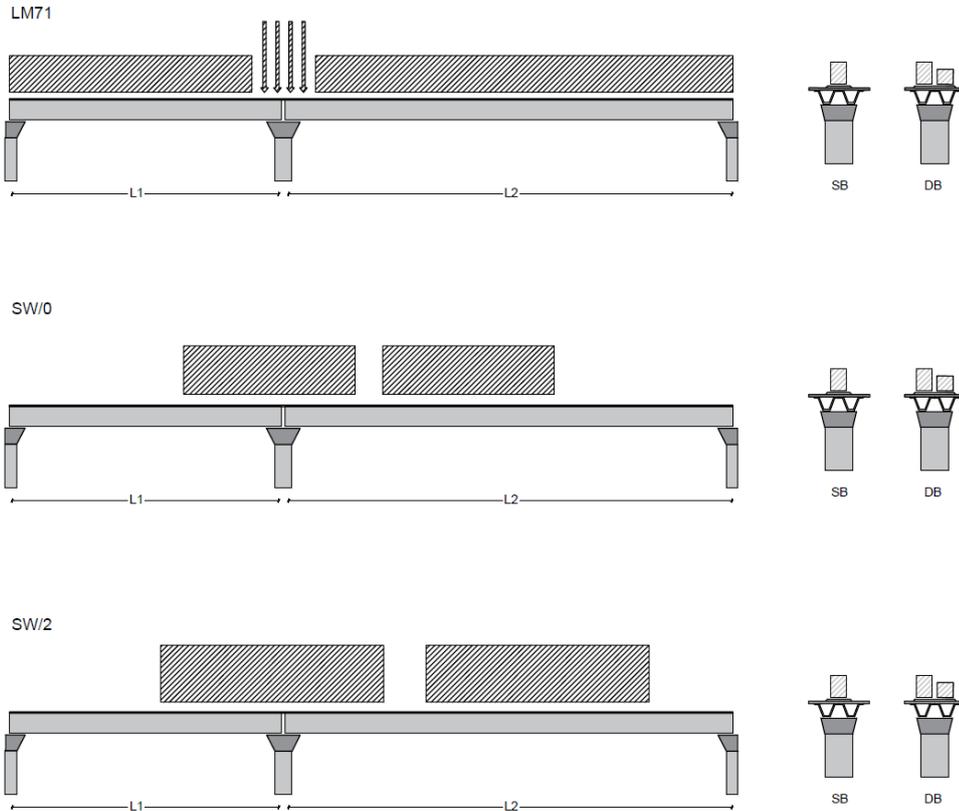


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

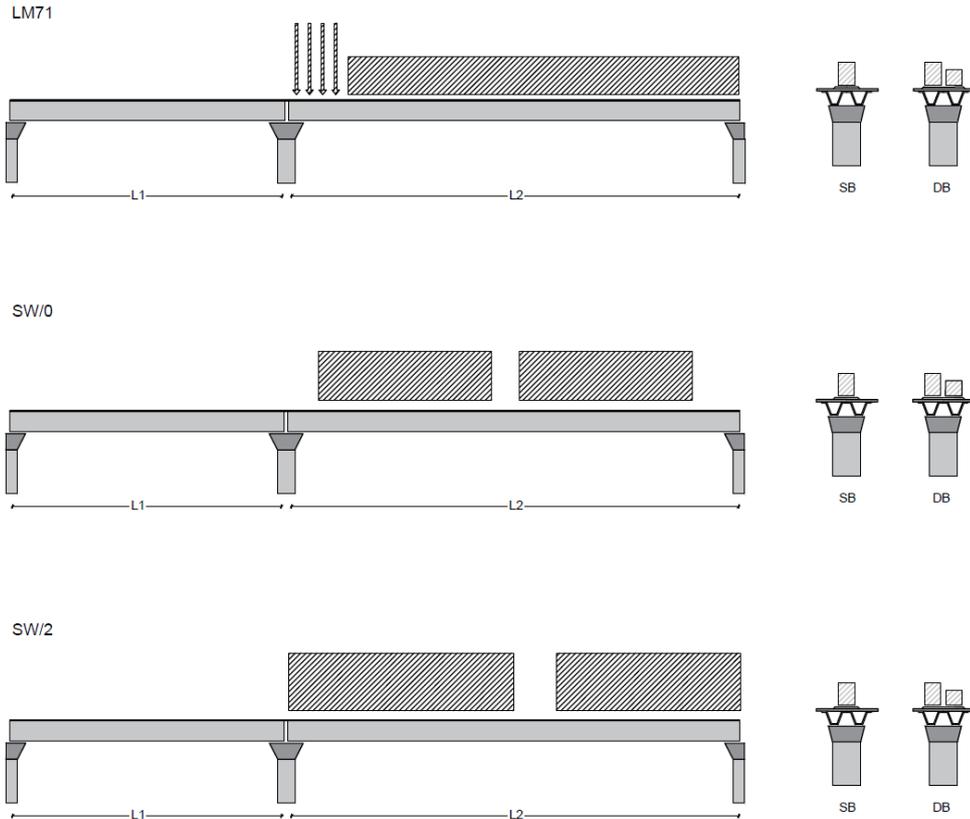


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

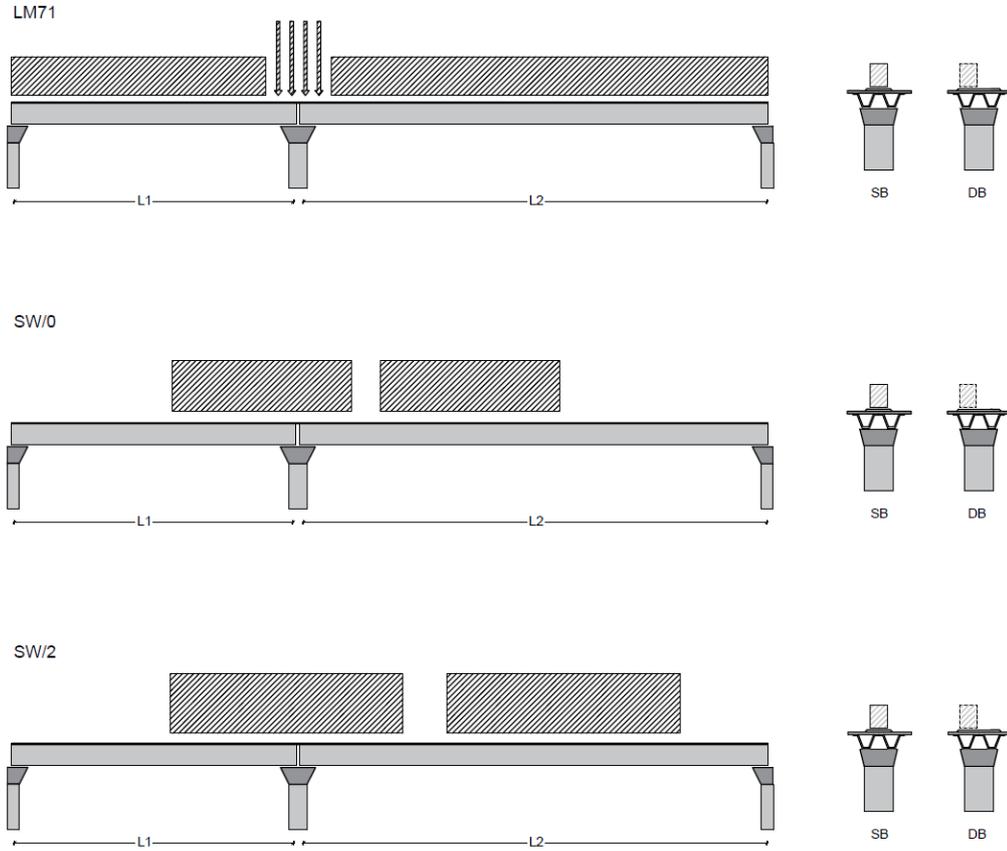


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	10000000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	58	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.787445	

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	280.8	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	89.9	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	0.0	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	0.0	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.79	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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		Doppio		
combinazione treni		LM/71 + SW/2		
valore caratteristico della forza		Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento		a	1.1	
coefficiente di adattamento		a2	1	
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali				
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio			0.45	m
altezza impalcato + soletta			2.924453	m
armamento			0.88	m
incremento altezza rotaia + alta			0.1	m
valore caratteristico della Forza		Fsk	210	kN
valore caratteristico Momento Tra		Msk	914.435	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 VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Doppio	
combinazione treni				LM/71 + SW/2	
posizionamento vincolo fissi				caso peggiore	
estradosso pulvino sommità binario		H	0.45	m	
lunghezza del binario		L	60	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	60	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1320	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	50		
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1750		

AVVIAMENTO

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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	60	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	13860	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	12186	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	13600	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	752.4	kN
momento longitudinale in testa pila		M	338.6	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	320	m
parametro adimensionale	ks	0.36	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
VENTO SULL'IMPALCATO				
ponte carico				
	altezza pila	z1	15	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	15.45	m
	altezza di riferimento	z	20.065	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.81	
	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	1506.57	n/m ²
	larghezza impalcato	d	13.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	4.23	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	9.23	m
		d/h	1.48429	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	1.99182	
	forza trasversale	fx	27.7	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1661.9	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	8417.3	kn/m

ponte scarico					
	altezza di impatto treno o barriere	htot	9.11	m	
	rapporto geometrico	d/h	1.50384		
	coefficiente di forza trasversale	cfx	1.98644		
	forza trasversale	fx	27.3		
	forza equivalente in testa pila	Fx	1635.8	kN	
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	8187.3	kn/m	
VENTO SULLA PILA					
direzione trasversale					
	altezza di riferimento	z	15	m	
	coefficiente di topografia	ct	1		
	coefficiente di esposizione	ce	2.61579		
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
	pressione statica di picco	qpicco	1506.57	n/m2	
			1.50657	Kpa	
	tipologia di sezione		circolare		
	larghezza trasversale pila	b	0	m	
	larghezza longitudinale pila	d	0	m	
	raggio della sezione	R	2.25	m	
	rapporto geometrico	b/d	0.1		
	rapporto geometrico	r/b	0.1		
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2		
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75		
	viscosità cinematica dell'aria	ν	1.5E-05	m/s	
	numero di Reynolds	Re	1.2E+07		
	materiale pila		cls ruvido		
	rugosità equivalente	k	1	mm	
	rapporto	k/b	0.00044		

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.9053	
	rapporto geometrico	l/b	3.33333	
	snellezza effettiva	λ	3.33333	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64972	
	forza trasversale	f tras	0.9	
	forza equivalente in testa pila	F tras	13.3	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	9.0	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.9053	
	rapporto geometrico	l/b	3.33333	
	snellezza effettiva	λ	3.33333	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64972	
	forza longitudinale	f lon	0.88615	
	forza equivalente in testa pila	F lon	13.2923	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	9	m

5.7 Azione Sismica

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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.

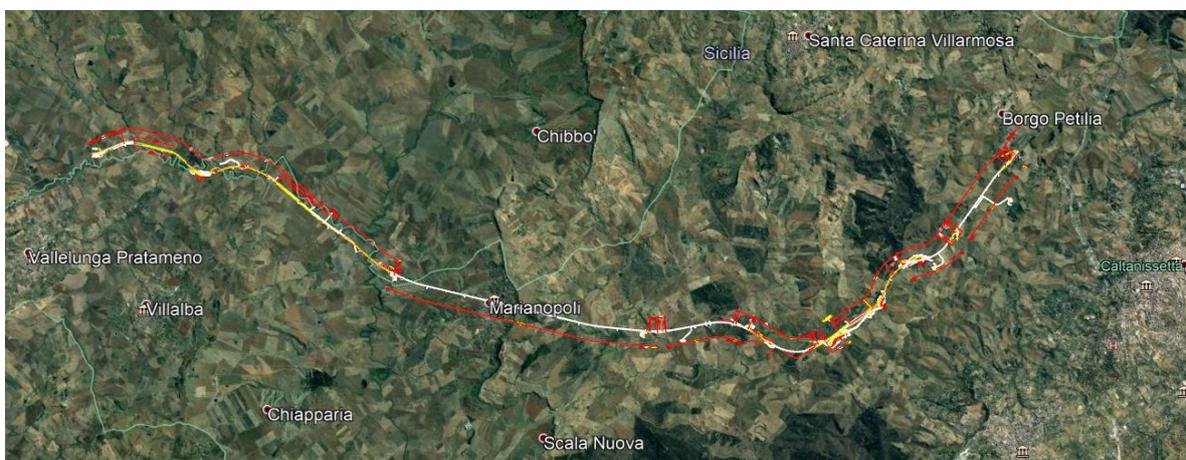


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

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

LOTTO 4A							
Viadotto Fer.	Binario	n° camp	L tot [m]	Rcurv. [m]	altitudine [m]	N [se]	E [se]
VI02	S	4	100	inf	380	37.53614	14.067697
VI51	S	4	100	inf	380	37.53614	14.067697
VI03	S	10	305	1050	380	37.534363	14.074269
VI04	S	4	140	1050	380	37.534363	14.074269
VI05	S	19	560	1800	364	37.527275	14.084883
VI06	S	26	1030	2990	294	37.52942	14.12812
VI07	D	27	805	inf	320	37.542784	14.177191

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:

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".

Elaborazioni grafiche

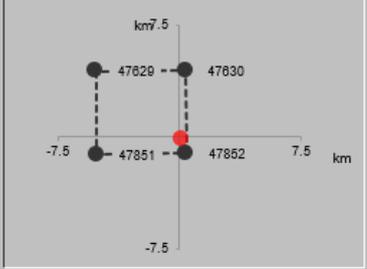
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

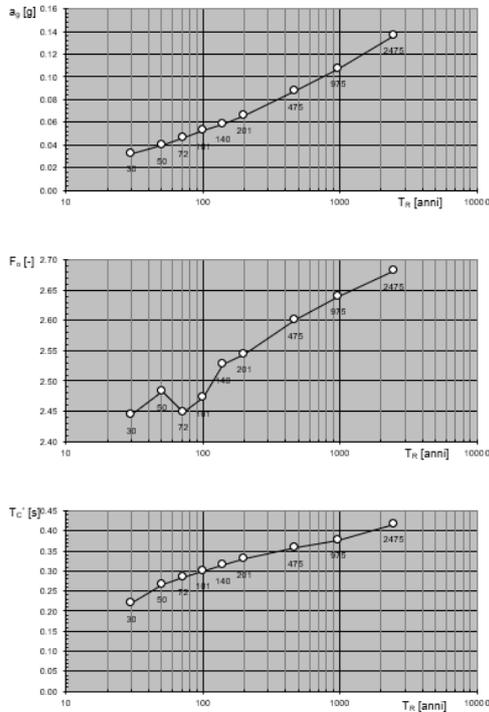
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

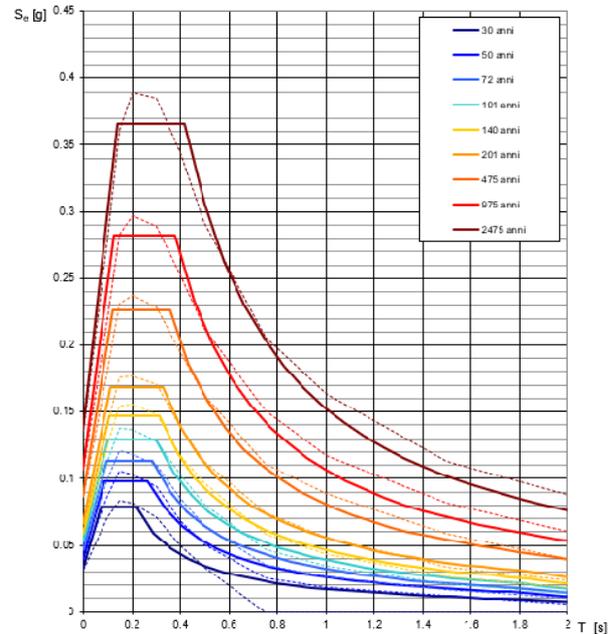
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

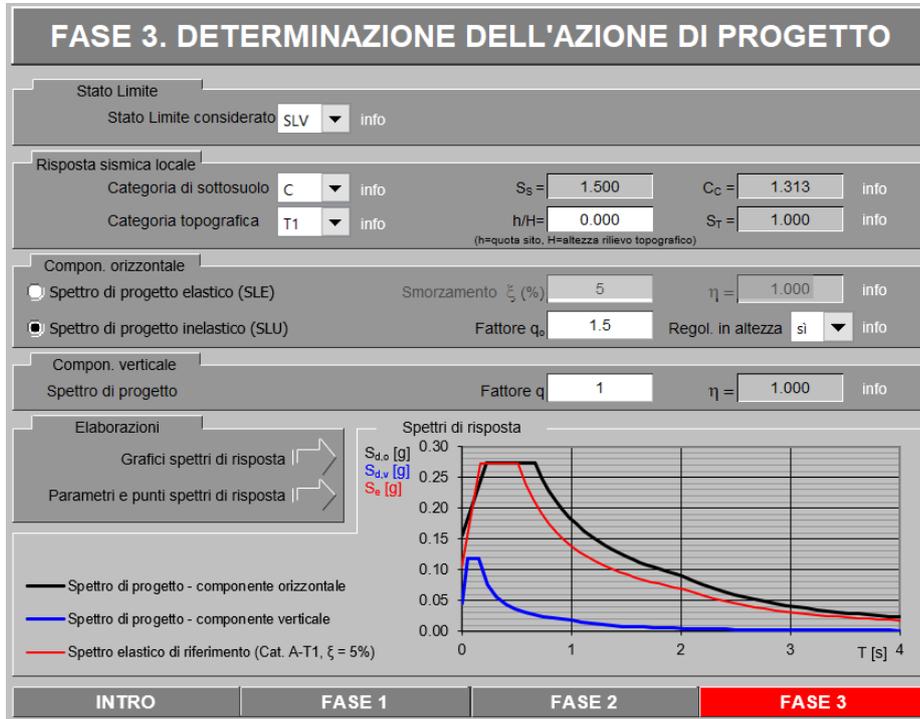
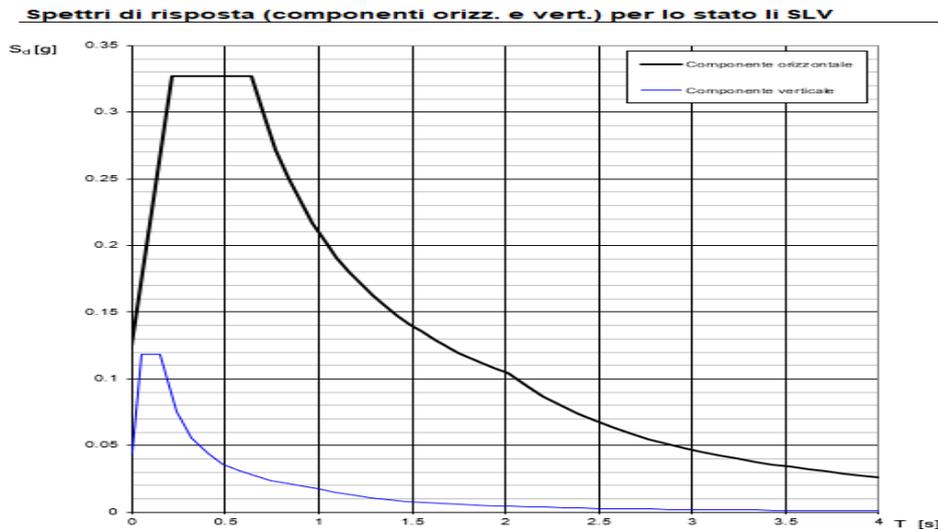


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.103 g
F_o	2.641
T_c	0.508 s
S_s	1.500
C_c	1.313
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.222 s
T_C	0.667 s
T_D	2.013 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)

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

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

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

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

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	0.155
T_B	0.222	0.409
T_C	0.667	0.409
	0.731	0.373
	0.795	0.343
	0.859	0.318
	0.924	0.296
	0.988	0.276
	1.052	0.260
	1.116	0.245
	1.180	0.231
	1.244	0.219
	1.308	0.209
	1.372	0.199
	1.436	0.190
	1.500	0.182
	1.564	0.174
	1.629	0.168
	1.693	0.161
	1.757	0.155
	1.821	0.150
	1.885	0.145
	1.949	0.140
T_D	2.013	0.136
	2.108	0.124
	2.202	0.113
	2.297	0.104
	2.392	0.096
	2.486	0.089
	2.581	0.083
	2.675	0.077
	2.770	0.072
	2.865	0.067
	2.959	0.063
	3.054	0.059
	3.148	0.055
	3.243	0.052
	3.338	0.049
	3.432	0.047
	3.527	0.044
	3.622	0.042
	3.716	0.040
	3.811	0.038
	3.905	0.036
	4.000	0.034

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

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

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

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

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

5.7.4 *Check analisi statica*

Direzione Longitudinale					
massa treno per direzione long			Com Nmax	13927	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	2785	kN
				0	
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	26046	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	28831	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila			1/5 Mimp t	5766	kN
massa pulvino			Mpul	3744	kN
massa pila			Mpila	5169	kN
massa efficace pila			Mpe	5467	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long			Mtot long	34298	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			OK	
Direzione Trasversale					
massa treno per direzione long			Com Mmax	11260	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	2252	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	26046	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	28298	kN
massa pulvino			Mpul	3744	kN
massa pila			Mpila	5169	kN
massa efficace pila			Mpe	5467	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv			Mtot tras	33765	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			OK	
Direzione Verticale					
massa treno per direzione long			Com Mmax	11260	kN
massa sismica treno per direzione long			treno	2252	kN
massa impalcato (G1 + G2)			Mimp	26046	kN
massa sismica portata sopra pila			Mimp t	28298	kN
massa pulvino			Mpul	3744	kN
massa pila			Mpila	5169	kN
massa efficace pila			Mpe	5467	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert			Mtot vert	33765	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			OK	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m ²
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	m ⁴
modulo elastico cls pila		E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f _{ck}	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	15.00	m
altezza plinto di fondazione		h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h _{ap}	0.45	m
altezza equivalente sdof		H _e	15.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	1.7E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	3.0E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	2.8E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	0.92	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.68	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T _{vert}	0.07	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.21	0.21	0.32	0.11	g
accelerazione componente longitudinale	0.27	0.27	0.41	0.14	g
accelerazione componente verticale	0.12	0.12	0.12	0.04	g
Sforzo assiale	4108	4108	4108	1325	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	7351	8086	11026	3740	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	9615	10576	14422	4837	kN
Momento flessionale trasversale	137715	151487	206573	70064	kN m
Momento flessionale longitudinale	148707	163562	222983	74887	kN m

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.

6.3.6 Escavazioni localizzate viadotto VI07

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P02	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P03	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P04	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P05	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P06	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P07	0.00	0.00	46	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.00	no scavo
P08	1.00	0.59	19	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	1.80	plinto non scoperto
P09	2.91	1.77	19	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	7.82	plinto scoperto
P10	3.06	2.04	2	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	6.80	plinto scoperto
P11	3.00	2.33	19	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	9.67	plinto scoperto
P12	2.46	2.53	13	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	9.29	plinto scoperto
P13	0.53	0.85	35	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	4.33	plinto scoperto
P14	0.06	0.25	33	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.71	plinto non scoperto
P15	0.06	0.32	7	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.75	plinto non scoperto
P16	0.09	0.44	12	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	1.01	plinto non scoperto
P17	0.10	0.52	0	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	1.04	plinto non scoperto
P18	2.07	0.15	62	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.47	plinto non scoperto
P19	2.79	0.26	28	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	0.88	plinto non scoperto
P20	2.81	0.37	10	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	2.47	plinto scoperto
P21	2.70	0.47	1	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	2.54	plinto scoperto
P22	2.58	0.54	2	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	2.81	plinto scoperto
P23	2.39	0.57	4	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	2.97	plinto scoperto
P24	2.09	0.58	21	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	3.64	plinto scoperto
P25	0.67	3.70	9	circ	4.50	4.50	rett	11.50	16.00	0.0265	9.92	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:

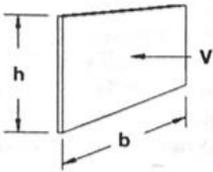
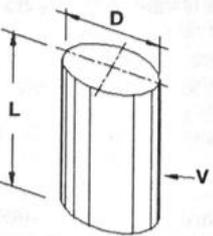
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	2.33	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m
altezza di riinterro pila	hri	2.3	m
altezza della pila	hp	15	m
altezza idrica Tr 300	h300	3	m
scalzamento massimo Tr300	dl	9.67	m
tipologia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	2.25	m
rapporto geometrico	L/D	0.002444	m
viscosità cinematica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynolds	Re	11728188	
coefficiente di forma	Cd	0.35	*

* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.950058	kN/m2
forza risultante		Fidro	202.8529	kN
momento alla base pila		Mpila	-274.326	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	5.3	3	4.37
D	2.25	13.2	1.5
L/D	2.356	4.4	2.91333333
Re	5.86E+06	3.44E+07	3.91E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.19	0.35
p	0.9500575	3.2301955	0.9500575
B	2.25	13.2	6
F	11.33	166.61	24.91
M	30.02	-249.92	-54.43

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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	53317.1	1993.75	854.239	1887.32	1513.85	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	38672	0	327.016	0	147.921	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	53317.1	3987.5	854.171	2784.5	1513.44	
A1_SLU_gr4_centrif_4	46786.2	2392.5	619.075	1670.7	956.25	
A1_SLU_gr1+vento_5	53317.1	2005.71	2338.44	1887.32	8882.4	
A1_SLU_gr2+vento_6	38672	11.9631	1811.22	0	7516.47	
A1_SLU_gr3+vento_7	53317.1	3999.46	2338.37	2784.5	8881.99	
A1_SLU_gr4+vento_8	46786.2	2404.46	2103.27	1670.7	8324.8	
A1_SLU_vento_gr1_9	50051.7	1614.94	3063.01	1509.85	13449.7	
A1_SLU_vento_gr2_10	38335.6	19.9384	2725.59	0	12394.9	
A1_SLU_vento_gr3_11	50051.7	3209.94	3062.96	2227.6	13449.3	
A1_SLU_vento_gr4_12	46786.2	2412.44	3092.74	1670.7	13237.2	
SLE_rar_gr1_Treno_14	37306.1	1375	447.887	1301.6	980.477	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	27206	0	205.486	0	92.9956	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	37306.1	2750	447.84	1920.35	980.192	
SLE_rar_gr4_centrif_17	32802	1650	339.753	1152.21	620.245	
SLE_rar_gr1+vento_18	37306.1	1382.98	1437.35	1301.6	5892.84	
SLE_rar_gr2+vento_19	27206	7.97537	1194.95	0	5005.36	
SLE_rar_gr3+vento_20	37306.1	2757.98	1437.31	1920.35	5892.56	
SLE_rar_gr4+vento_21	32802	1657.98	1329.22	1152.21	5532.61	
SLE_rar_vento_gr1_22	35054	1113.29	1964.18	1041.28	8952.2	
SLE_rar_vento_gr2_23	26974	13.2923	1809.05	0	8259.67	
SLE_rar_vento_gr3_24	35054	2213.29	1964.14	1536.28	8951.97	
SLE_rar_vento_gr4_25	32802	1663.29	1988.86	1152.21	8807.52	

SLE_fre_gr1_Treno_27	35054	1100	262.572	1041.28	741.299
SLE_fre_gr2_Scarico_28	26974	0	133.291	0	60.4026
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	35054	2200	262.534	1536.28	741.072
SLE_fre_gr4_centrif_30	32802	1650	283.137	1152.21	594.768
SLE_fre_gr1+vento_31	35054	1102.66	592.394	1041.28	2378.75
SLE_fre_gr2+vento_32	26974	2.65846	463.113	0	1697.86
SLE_fre_gr3+vento_33	35054	2202.66	592.357	1536.28	2378.53
SLE_fre_gr4+vento_34	32802	1652.66	612.959	1152.21	2232.22
SLE_fre_vento_gr1_35	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_vento_gr2_36	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_vento_gr3_37	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_vento_gr4_38	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_gr1_temp39	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr2_temp40	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr3_temp41	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr3_temp42	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_qp_gr1_Treno_44	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr2_Scarico_45	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr4_centrif_47	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr1+vento_48	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr2+vento_49	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr3+vento_50	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr4+vento_51	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr1_52	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr2_53	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr3_54	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr4_55	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr1_temp56	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr2_temp57	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_temp58	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_temp59	26046	0	147.96	0	66.582
E_103x_SLV_q=1.5_60	27231.8	9018.79	2623.55	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	27231.8	2707.5	7630.35	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	29998.7	2707.5	2623.55	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	27231.8	9920.4	2838.13	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	27231.8	2977.98	8345.61	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	29998.7	2977.98	2838.13	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	27231.8	13508.4	3692.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	27231.8	4054.4	11192.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	29998.7	4054.4	3692.06	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	26427.9	4899.45	1582.38	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	26427.9	1471.7	4159.77	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	27318.9	1471.7	1582.38	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	65349.5	1993.75	854.239	31793.6	14327.4
A1_SLU_gr2_Scarico_2	50704.4	0	327.016	0	5053.17
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	65349.5	3987.5	854.171	62597	14326
A1_SLU_gr4_centrif_4	58818.7	2392.5	619.075	37558.2	10242.4
A1_SLU_gr1+vento_5	65349.5	2005.71	2338.44	31973	43959
A1_SLU_gr2+vento_6	50704.4	11.9631	1811.22	179.446	34684.7
A1_SLU_gr3+vento_7	65349.5	3999.46	2338.37	62776.4	43957.6
A1_SLU_gr4+vento_8	58818.7	2404.46	2103.27	37737.6	39873.9
A1_SLU_vento_gr1_9	62084.1	1614.94	3063.01	25733.9	59394.9
A1_SLU_vento_gr2_10	50368	19.9384	2725.59	299.076	53278.8
A1_SLU_vento_gr3_11	62084.1	3209.94	3062.96	50376.7	59393.7
A1_SLU_vento_gr4_12	58818.7	2412.44	3092.74	37857.3	59628.3
SLE_rar_gr1_Treno_14	46219	1375	447.887	21926.6	7698.79
SLE_rar_gr2_Scarico_15	36118.9	0	205.486	0	3175.29
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	46219	2750	447.84	43170.3	7697.8
SLE_rar_gr4_centrif_17	41714.9	1650	339.753	25902.2	5716.54
SLE_rar_gr1+vento_18	46219	1382.98	1437.35	22046.2	27453.2
SLE_rar_gr2+vento_19	36118.9	7.97537	1194.95	119.631	22929.7
SLE_rar_gr3+vento_20	46219	2757.98	1437.31	43290	27452.2
SLE_rar_gr4+vento_21	41714.9	1657.98	1329.22	26021.8	25470.9
SLE_rar_vento_gr1_22	43966.9	1113.29	1964.18	17740.7	38414.9
SLE_rar_vento_gr2_23	35886.9	13.2923	1809.05	199.384	35395.4
SLE_rar_vento_gr3_24	43966.9	2213.29	1964.14	34735.7	38414.1
SLE_rar_vento_gr4_25	41714.9	1663.29	1988.86	26101.6	38640.5
SLE_fre_gr1_Treno_27	43966.9	1100	262.572	17541.3	4679.88
SLE_fre_gr2_Scarico_28	35886.9	0	133.291	0	2059.77
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	43966.9	2200	262.534	34536.3	4679.09
SLE_fre_gr4_centrif_30	41714.9	1650	283.137	25902.2	4841.82
SLE_fre_gr1+vento_31	43966.9	1102.66	592.394	17581.2	11264.7
SLE_fre_gr2+vento_32	35886.9	2.65846	463.113	39.8769	8644.56
SLE_fre_gr3+vento_33	43966.9	2202.66	592.357	34576.2	11263.9
SLE_fre_gr4+vento_34	41714.9	1652.66	612.959	25942.1	11426.6
SLE_fre_vento_gr1_35	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748

SLE_fre_vento_gr2_36	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_vento_gr3_37	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_vento_gr4_38	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_gr1_temp39	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr2_temp40	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr3_temp41	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr3_temp42	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_qp_gr1_Treno_44	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr2_Scarico_45	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr4_centrif_47	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr1+vento_48	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr2+vento_49	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr3+vento_50	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr4+vento_51	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr1_52	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr2_53	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr3_54	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr4_55	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr1_temp56	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr2_temp57	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_temp58	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_temp59	34958.9	0	147.96	0	2285.98
E_103x_SLV_q=1.5_60	36144.7	9018.79	2623.55	132301	39789.5
E_103y_SLV_q=1.5_61	36144.7	2707.5	7630.35	39690.4	128655
E_103z_SLV_q=1.5_62	38911.6	2707.5	2623.55	39690.4	39789.5
E_103x_SLV_q=1.36_63	36144.7	9920.4	2838.13	145532	43598
E_103y_SLV_q=1.36_64	36144.7	2977.98	8345.61	43659.5	141351
E_103z_SLV_q=1.36_65	38911.6	2977.98	2838.13	43659.5	43598
E_103x_SLV_q=1_66	36144.7	13508.4	3692.06	198208	58771.2
E_103y_SLV_q=1_67	36144.7	4054.4	11192.1	59462.5	191928
E_103z_SLV_q=1_68	38911.6	4054.4	3692.06	59462.5	58771.2
E_103x_SLD_q=1_69	35340.8	4899.45	1582.38	71813.7	21269.2
E_103y_SLD_q=1_70	35340.8	1471.7	4159.77	21544.1	66921.4
E_103z_SLD_q=1_71	36231.8	1471.7	1582.38	21544.1	21269.2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	109353	1993.75	854.239	37774.8	16890.2
A1_SLU_gr2_Scarico_2	94707.9	0	327.016	0	6034.22
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	109353	3987.5	854.171	74559.5	16888.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	102822	2392.5	619.075	44735.7	12099.6
A1_SLU_gr1+vento_5	109353	2005.71	2338.44	37990.2	50974.3
A1_SLU_gr2+vento_6	94707.9	11.9631	1811.22	215.335	40118.4
A1_SLU_gr3+vento_7	109353	3999.46	2338.37	74774.8	50972.7
A1_SLU_gr4+vento_8	102822	2404.46	2103.27	44951	46183.7
A1_SLU_vento_gr1_9	106088	1614.94	3063.01	30578.7	68583.9
A1_SLU_vento_gr2_10	94371.5	19.9384	2725.59	358.892	61455.5
A1_SLU_vento_gr3_11	106088	3209.94	3062.96	60006.5	68582.6
A1_SLU_vento_gr4_12	102822	2412.44	3092.74	45094.6	68906.5
SLE_rar_gr1_Treno_14	78814.1	1375	447.887	26051.6	9042.45
SLE_rar_gr2_Scarico_15	68714.1	0	205.486	0	3791.74
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	78814.1	2750	447.84	51420.3	9041.32
SLE_rar_gr4_centrif_17	74310.1	1650	339.753	30852.2	6735.8
SLE_rar_gr1+vento_18	78814.1	1382.98	1437.35	26195.2	31765.2
SLE_rar_gr2+vento_19	68714.1	7.97537	1194.95	143.557	26514.5
SLE_rar_gr3+vento_20	78814.1	2757.98	1437.31	51563.9	31764.1
SLE_rar_gr4+vento_21	74310.1	1657.98	1329.22	30995.8	29458.6
SLE_rar_vento_gr1_22	76562.1	1113.29	1964.18	21080.5	44307.5
SLE_rar_vento_gr2_23	68482.1	13.2923	1809.05	239.261	40822.5
SLE_rar_vento_gr3_24	76562.1	2213.29	1964.14	41375.5	44306.6
SLE_rar_vento_gr4_25	74310.1	1663.29	1988.86	31091.5	44607.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	76562.1	1100	262.572	20841.3	5467.59
SLE_fre_gr2_Scarico_28	68482.1	0	133.291	0	2459.64
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	76562.1	2200	262.534	41136.3	5466.69
SLE_fre_gr4_centrif_30	74310.1	1650	283.137	30852.2	5691.24
SLE_fre_gr1+vento_31	76562.1	1102.66	592.394	20889.1	13041.8
SLE_fre_gr2+vento_32	68482.1	2.65846	463.113	47.8522	10033.9
SLE_fre_gr3+vento_33	76562.1	2202.66	592.357	41184.1	13040.9
SLE_fre_gr4+vento_34	74310.1	1652.66	612.959	30900.1	13265.5
SLE_fre_vento_gr1_35	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_vento_gr2_36	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5

SLE_fre_vento_gr3_37	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_vento_gr4_38	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_gr1_temp39	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr2_temp40	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr3_temp41	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr3_temp42	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_qp_gr1_Treno_44	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr2_Scarico_45	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr4_centrif_47	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr1+vento_48	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr2+vento_49	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr3+vento_50	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr4+vento_51	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr1_52	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr2_53	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr3_54	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr4_55	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr1_temp56	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr2_temp57	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_temp58	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_temp59	67554.1	0	147.96	0	2729.86
E_103x_SLV_q=1.5_60	69178	12181.8	3572.45	168847	50506.8
E_103y_SLV_q=1.5_61	69178	5870.48	8579.25	57301.9	154393
E_103z_SLV_q=1.5_62	72967.1	5870.48	3572.45	57301.9	50506.8
E_103x_SLV_q=1.36_63	69178	13083.4	3787.02	184782	54959.1
E_103y_SLV_q=1.36_64	69178	6140.96	9294.5	62082.4	169234
E_103z_SLV_q=1.36_65	72967.1	6140.96	3787.02	62082.4	54959.1
E_103x_SLV_q=1_66	69178	16671.4	4640.96	248223	72694.1
E_103y_SLV_q=1_67	69178	7217.38	12140.9	81114.6	228351
E_103z_SLV_q=1_68	72967.1	7217.38	4640.96	81114.6	72694.1
E_103x_SLD_q=1_69	68085.2	6442.63	2045.33	91141.6	27405.2
E_103y_SLD_q=1_70	68085.2	3014.88	4622.73	30588.7	80789.6
E_103z_SLD_q=1_71	69324.6	3014.88	2045.33	30588.7	27405.2

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	47087.2	1993.75	629.965	9513.52	3446.71
A1_SLU_gr2_Scarico_73	38672	0	327.016	0	147.921
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	47087.2	3987.5	629.897	10410.7	3446.29
A1_SLU_gr4_centrif_75	43048.3	2392.5	484.51	6246.42	2115.96
A1_SLU_gr1+vento_76	47087.2	2005.71	2114.16	9513.52	10815.3
A1_SLU_gr2+vento_77	38672	11.9631	1811.22	0	7516.47
A1_SLU_gr3+vento_78	47087.2	3999.46	2114.1	10410.7	10814.8
A1_SLU_gr4+vento_79	43048.3	2404.46	1968.71	6246.42	9484.51
A1_SLU_vento_gr1_80	45067.8	1614.94	2919.48	7610.82	15012.1
A1_SLU_vento_gr2_81	38335.6	19.9384	2725.59	0	12394.9
A1_SLU_vento_gr3_82	45067.8	3209.94	2919.42	8328.57	15011.8
A1_SLU_vento_gr4_83	43048.3	2412.44	2958.18	6246.42	14396.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	33009.6	1375	344.773	6561.05	2336.68
SLE_rar_gr2_Scarico_86	27206	0	205.486	0	92.9956
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	33009.6	2750	344.726	7179.8	2336.39
SLE_rar_gr4_centrif_88	30224.2	1650	277.884	4307.88	1433.97
SLE_rar_gr1+vento_89	33009.6	1382.98	1334.24	6561.05	7249.04
SLE_rar_gr2+vento_90	27206	7.97537	1194.95	0	5005.36
SLE_rar_gr3+vento_91	33009.6	2757.98	1334.19	7179.8	7248.76
SLE_rar_gr4+vento_92	30224.2	1657.98	1267.35	4307.88	6346.33
SLE_rar_vento_gr1_93	31616.9	1113.29	1898.19	5248.84	10044.6
SLE_rar_vento_gr2_94	26974	13.2923	1809.05	0	8259.67
SLE_rar_vento_gr3_95	31616.9	2213.29	1898.15	5743.84	10044.4
SLE_rar_vento_gr4_96	30224.2	1663.29	1927	4307.88	9621.24
SLE_fre_gr1_Treno_98	31616.9	1100	207.577	5248.84	1838.64
SLE_fre_gr2_Scarico_99	26974	0	133.291	0	60.4026
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	31616.9	2200	207.54	5743.84	1838.41
SLE_fre_gr4_centrif_101	30224.2	1650	231.58	4307.88	1413.13
SLE_fre_gr1+vento_102	31616.9	1102.66	537.4	5248.84	3476.09
SLE_fre_gr2+vento_103	26974	2.65846	463.113	0	1697.86
SLE_fre_gr3+vento_104	31616.9	2202.66	537.362	5743.84	3475.86
SLE_fre_gr4+vento_105	30224.2	1652.66	561.402	4307.88	3050.58

SLE_fre_vento_gr1_106	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_vento_gr2_107	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_vento_gr3_108	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_vento_gr4_109	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_gr1_temp110	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr2_temp111	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr3_temp112	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr3_temp113	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_qp_gr1_Treno_115	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr2_Scarico_116	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr4_centrif_118	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr1+vento_119	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr2+vento_120	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr3+vento_121	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr4+vento_122	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr1_123	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr2_124	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr3_125	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr4_126	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr1_temp127	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr2_temp128	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_temp129	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_temp130	26046	0	147.96	0	66.582
E_103x_SLV_q=1.5_131	27231.8	9018.79	2623.55	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	27231.8	2707.5	7630.35	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	29998.7	2707.5	2623.55	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	27231.8	9920.4	2838.13	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	27231.8	2977.98	8345.61	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	29998.7	2977.98	2838.13	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	27231.8	13508.4	3692.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	27231.8	4054.4	11192.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	29998.7	4054.4	3692.06	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	26443.6	4839.66	1599.74	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	26443.6	1453.76	4217.64	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	27371.2	1453.76	1599.74	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	59119.7	1993.75	629.965	39419.8	12896.2
A1_SLU_gr2_Scarico_73	50704.4	0	327.016	0	5053.17
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	59119.7	3987.5	629.897	70223.2	12894.7
A1_SLU_gr4_centrif_75	55080.8	2392.5	484.51	42133.9	9383.61
A1_SLU_gr1+vento_76	59119.7	2005.71	2114.16	39599.2	42527.7
A1_SLU_gr2+vento_77	50704.4	11.9631	1811.22	179.446	34684.7
A1_SLU_gr3+vento_78	59119.7	3999.46	2114.1	70402.7	42526.3
A1_SLU_gr4+vento_79	55080.8	2404.46	1968.71	42313.4	39015.2
A1_SLU_vento_gr1_80	57100.2	1614.94	2919.48	31834.9	58804.3
A1_SLU_vento_gr2_81	50368	19.9384	2725.59	299.076	53278.8
A1_SLU_vento_gr3_82	57100.2	3209.94	2919.42	56477.6	58803.1
A1_SLU_vento_gr4_83	55080.8	2412.44	2958.18	42433	58769.5
SLE_rar_gr1_Treno_85	41922.5	1375	344.773	27186	7508.27
SLE_rar_gr2_Scarico_86	36118.9	0	205.486	0	3175.29
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	41922.5	2750	344.726	48429.8	7507.28
SLE_rar_gr4_centrif_88	39137.1	1650	277.884	29057.9	5602.23
SLE_rar_gr1+vento_89	41922.5	1382.98	1334.24	27305.7	27262.6
SLE_rar_gr2+vento_90	36118.9	7.97537	1194.95	119.631	22929.7
SLE_rar_gr3+vento_91	41922.5	2757.98	1334.19	48549.4	27261.6
SLE_rar_gr4+vento_92	39137.1	1657.98	1267.35	29177.5	25356.6
SLE_rar_vento_gr1_93	40529.8	1113.29	1898.19	21948.2	38517.4
SLE_rar_vento_gr2_94	35886.9	13.2923	1809.05	199.384	35395.4
SLE_rar_vento_gr3_95	40529.8	2213.29	1898.15	38943.2	38516.6
SLE_rar_vento_gr4_96	39137.1	1663.29	1927	29257.3	38526.2
SLE_fre_gr1_Treno_98	40529.8	1100	207.577	21748.8	4952.3
SLE_fre_gr2_Scarico_99	35886.9	0	133.291	0	2059.77
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	40529.8	2200	207.54	38743.8	4951.5
SLE_fre_gr4_centrif_101	39137.1	1650	231.58	29057.9	4886.83
SLE_fre_gr1+vento_102	40529.8	1102.66	537.4	21788.7	11537.1
SLE_fre_gr2+vento_103	35886.9	2.65846	463.113	39.8769	8644.56
SLE_fre_gr3+vento_104	40529.8	2202.66	537.362	38783.7	11536.3
SLE_fre_gr4+vento_105	39137.1	1652.66	561.402	29097.8	11471.6
SLE_fre_vento_gr1_106	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748

SLE_fre_vento_gr2_107	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_vento_gr3_108	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_vento_gr4_109	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_gr1_temp110	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr2_temp111	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr3_temp112	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr3_temp113	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_qp_gr1_Treno_115	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr2_Scarico_116	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr4_centrif_118	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr1+vento_119	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr2+vento_120	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr3+vento_121	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr4+vento_122	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr1_123	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr2_124	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr3_125	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr4_126	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr1_temp127	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr2_temp128	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_temp129	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_temp130	34958.9	0	147.96	0	2285.98
E_103x_SLV_q=1.5_131	36144.7	9018.79	2623.55	132301	39789.5
E_103y_SLV_q=1.5_132	36144.7	2707.5	7630.35	39690.4	128655
E_103z_SLV_q=1.5_133	38911.6	2707.5	2623.55	39690.4	39789.5
E_103x_SLV_q=1.36_134	36144.7	9920.4	2838.13	145532	43598
E_103y_SLV_q=1.36_135	36144.7	2977.98	8345.61	43659.5	141351
E_103z_SLV_q=1.36_136	38911.6	2977.98	2838.13	43659.5	43598
E_103x_SLV_q=1_137	36144.7	13508.4	3692.06	198208	58771.2
E_103y_SLV_q=1_138	36144.7	4054.4	11192.1	59462.5	191928
E_103z_SLV_q=1_139	38911.6	4054.4	3692.06	59462.5	58771.2
E_103x_SLD_q=1_140	35356.5	4839.66	1599.74	74887.3	22723.1
E_103y_SLD_q=1_141	35356.5	1453.76	4217.64	22466.2	71767.6
E_103z_SLD_q=1_142	36284.1	1453.76	1599.74	22466.2	22723.1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	103123	1993.75	629.965	45401	14786.1
A1_SLU_gr2_Scarico_73	94707.9	0	327.016	0	6034.22
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	103123	3987.5	629.897	82185.7	14784.4
A1_SLU_gr4_centrif_75	99084.2	2392.5	484.51	49311.4	10837.1
A1_SLU_gr1+vento_76	103123	2005.71	2114.16	45616.4	48870.2
A1_SLU_gr2+vento_77	94707.9	11.9631	1811.22	215.335	40118.4
A1_SLU_gr3+vento_78	103123	3999.46	2114.1	82401	48868.6
A1_SLU_gr4+vento_79	99084.2	2404.46	1968.71	49526.8	44921.3
A1_SLU_vento_gr1_80	101104	1614.94	2919.48	36679.7	67562.7
A1_SLU_vento_gr2_81	94371.5	19.9384	2725.59	358.892	61455.5
A1_SLU_vento_gr3_82	101104	3209.94	2919.42	66107.5	67561.4
A1_SLU_vento_gr4_83	99084.2	2412.44	2958.18	49670.3	67644.1
SLE_rar_gr1_Treno_85	74517.7	1375	344.773	31311	8542.59
SLE_rar_gr2_Scarico_86	68714.1	0	205.486	0	3791.74
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	74517.7	2750	344.726	56679.8	8541.46
SLE_rar_gr4_centrif_88	71732.2	1650	277.884	34007.9	6435.89
SLE_rar_gr1+vento_89	74517.7	1382.98	1334.24	31454.6	31265.4
SLE_rar_gr2+vento_90	68714.1	7.97537	1194.95	143.557	26514.5
SLE_rar_gr3+vento_91	74517.7	2757.98	1334.19	56823.4	31264.2
SLE_rar_gr4+vento_92	71732.2	1657.98	1267.35	34151.4	29158.7
SLE_rar_vento_gr1_93	73125	1113.29	1898.19	25288.1	44212
SLE_rar_vento_gr2_94	68482.1	13.2923	1809.05	239.261	40822.5
SLE_rar_vento_gr3_95	73125	2213.29	1898.15	45583.1	44211.1
SLE_rar_vento_gr4_96	71732.2	1663.29	1927	34247.1	44307.2
SLE_fre_gr1_Treno_98	73125	1100	207.577	25048.8	5575.03
SLE_fre_gr2_Scarico_99	68482.1	0	133.291	0	2459.64
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	73125	2200	207.54	45343.8	5574.12
SLE_fre_gr4_centrif_101	71732.2	1650	231.58	34007.9	5581.57
SLE_fre_gr1+vento_102	73125	1102.66	537.4	25096.7	13149.3
SLE_fre_gr2+vento_103	68482.1	2.65846	463.113	47.8522	10033.9
SLE_fre_gr3+vento_104	73125	2202.66	537.362	45391.7	13148.4
SLE_fre_gr4+vento_105	71732.2	1652.66	561.402	34055.7	13155.8
SLE_fre_vento_gr1_106	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5

SLE_fre_vento_gr2_107	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_vento_gr3_108	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_vento_gr4_109	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_gr1_temp110	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr2_temp111	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr3_temp112	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr3_temp113	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_qp_gr1_Treno_115	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr2_Scarico_116	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr4_centrif_118	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr1+vento_119	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr2+vento_120	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr3+vento_121	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr4+vento_122	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr1_123	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr2_124	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr3_125	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr4_126	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr1_temp127	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr2_temp128	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_temp129	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_temp130	67554.1	0	147.96	0	2729.86
E_103x_SLV_q=1.5_131	69178	12181.8	3572.45	168847	50506.8
E_103y_SLV_q=1.5_132	69178	5870.48	8579.25	57301.9	154393
E_103z_SLV_q=1.5_133	72967.1	5870.48	3572.45	57301.9	50506.8
E_103x_SLV_q=1.36_134	69178	13083.4	3787.02	184782	54959.1
E_103y_SLV_q=1.36_135	69178	6140.96	9294.5	62082.4	169234
E_103z_SLV_q=1.36_136	72967.1	6140.96	3787.02	62082.4	54959.1
E_103x_SLV_q=1_137	69178	16671.4	4640.96	248223	72694.1
E_103y_SLV_q=1_138	69178	7217.38	12140.9	81114.6	228351
E_103z_SLV_q=1_139	72967.1	7217.38	4640.96	81114.6	72694.1
E_103x_SLD_q=1_140	68100.9	6382.84	2062.69	94035.8	28911.2
E_103y_SLD_q=1_141	68100.9	2996.94	4680.59	31457	85809.4
E_103z_SLD_q=1_142	69376.9	2996.94	2062.69	31457	28911.2

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	45279.5	1993.75	564.888	1774.78	17663
A1_SLU_gr2_Scarico_144	38672	0	327.016	0	147.921
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	45279.5	3987.5	564.82	2671.96	17662.6
A1_SLU_gr4_centrif_146	41963.7	2392.5	445.464	1603.18	10645.7
A1_SLU_gr1+vento_147	45279.5	2005.71	2049.09	1774.78	25031.6
A1_SLU_gr2+vento_148	38672	11.9631	1811.22	0	7516.47
A1_SLU_gr3+vento_149	45279.5	3999.46	2049.02	2671.96	25031.1
A1_SLU_gr4+vento_150	41963.7	2404.46	1929.66	1603.18	18014.3
A1_SLU_vento_gr1_151	43621.6	1614.94	2877.83	1419.82	26389.8
A1_SLU_vento_gr2_152	38335.6	19.9384	2725.59	0	12394.9
A1_SLU_vento_gr3_153	43621.6	3209.94	2877.77	2137.57	26389.5
A1_SLU_vento_gr4_154	41963.7	2412.44	2919.13	1603.18	22926.7
SLE_rar_gr1_Treno_156	31762.9	1375	314.852	1223.98	12147.8
SLE_rar_gr2_Scarico_157	27206	0	205.486	0	92.9956
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	31762.9	2750	314.805	1842.73	12147.5
SLE_rar_gr4_centrif_159	29476.2	1650	259.932	1105.64	7320.62
SLE_rar_gr1+vento_160	31762.9	1382.98	1304.32	1223.98	17060.1
SLE_rar_gr2+vento_161	27206	7.97537	1194.95	0	5005.36
SLE_rar_gr3+vento_162	31762.9	2757.98	1304.27	1842.73	17059.8
SLE_rar_gr4+vento_163	29476.2	1657.98	1249.4	1105.64	12233
SLE_rar_vento_gr1_164	30619.5	1113.29	1879.04	979.186	17895.6
SLE_rar_vento_gr2_165	26974	13.2923	1809.05	0	8259.67
SLE_rar_vento_gr3_166	30619.5	2213.29	1879	1474.19	17895.4
SLE_rar_vento_gr4_167	29476.2	1663.29	1909.04	1105.64	15507.9
SLE_fre_gr1_Treno_169	30619.5	1100	191.62	979.186	9691.09
SLE_fre_gr2_Scarico_170	26974	0	133.291	0	60.4026
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	30619.5	2200	191.582	1474.19	9690.86
SLE_fre_gr4_centrif_172	29476.2	1650	216.62	1105.64	7301.12
SLE_fre_gr1+vento_173	30619.5	1102.66	521.442	979.186	11328.5
SLE_fre_gr2+vento_174	26974	2.65846	463.113	0	1697.86
SLE_fre_gr3+vento_175	30619.5	2202.66	521.405	1474.19	11328.3
SLE_fre_gr4+vento_176	29476.2	1652.66	546.442	1105.64	8938.58
SLE_fre_vento_gr1_177	26046	6.64614	972.516	0	4160.22

SLE_fre_vento_gr2_178	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_vento_gr3_179	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_vento_gr4_180	26046	6.64614	972.516	0	4160.22
SLE_fre_gr1_temp181	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr2_temp182	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr3_temp183	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_fre_gr3_temp184	26046	2.65846	507.374	0	1717.35
SLE_qp_gr1_Treno_186	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr2_Scarico_187	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr4_centrif_189	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr1+vento_190	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr2+vento_191	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr3+vento_192	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr4+vento_193	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr1_194	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr2_195	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr3_196	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_vento_gr4_197	26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr1_temp198	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr2_temp199	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_temp200	26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr3_temp201	26046	0	147.96	0	66.582
E_103x_SLV_q=1.5_202	27231.8	9018.79	2623.55	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	27231.8	2707.5	7630.35	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	29998.7	2707.5	2623.55	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	27231.8	9920.4	2838.13	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	27231.8	2977.98	8345.61	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	29998.7	2977.98	2838.13	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	27231.8	13508.4	3692.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	27231.8	4054.4	11192.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	29998.7	4054.4	3692.06	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	26443.6	4839.66	1599.74	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	26443.6	1453.76	4217.64	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	27371.2	1453.76	1599.74	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	57312	1993.75	564.888	31681	26136.3
A1_SLU_gr2_Scarico_144	50704.4	0	327.016	0	5053.17
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	57312	3987.5	564.82	62484.5	26134.9
A1_SLU_gr4_centrif_146	53996.1	2392.5	445.464	37490.7	17327.7
A1_SLU_gr1+vento_147	57312	2005.71	2049.09	31860.5	55767.9
A1_SLU_gr2+vento_148	50704.4	11.9631	1811.22	179.446	34684.7
A1_SLU_gr3+vento_149	57312	3999.46	2049.02	62663.9	55766.4
A1_SLU_gr4+vento_150	53996.1	2404.46	1929.66	37670.1	46959.3
A1_SLU_vento_gr1_151	55654.1	1614.94	2877.83	25643.9	69557.3
A1_SLU_vento_gr2_152	50368	19.9384	2725.59	299.076	53278.8
A1_SLU_vento_gr3_153	55654.1	3209.94	2877.77	50286.6	69556.1
A1_SLU_vento_gr4_154	53996.1	2412.44	2919.13	37789.8	66713.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	40675.8	1375	314.852	21849	16870.5
SLE_rar_gr2_Scarico_157	36118.9	0	205.486	0	3175.29
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	40675.8	2750	314.805	43092.7	16869.6
SLE_rar_gr4_centrif_159	38389.1	1650	259.932	25855.6	11219.6
SLE_rar_gr1+vento_160	40675.8	1382.98	1304.32	21968.6	36624.9
SLE_rar_gr2+vento_161	36118.9	7.97537	1194.95	119.631	22929.7
SLE_rar_gr3+vento_162	40675.8	2757.98	1304.27	43212.4	36623.9
SLE_rar_gr4+vento_163	38389.1	1657.98	1249.4	25975.3	30974
SLE_rar_vento_gr1_164	39532.4	1113.29	1879.04	17678.6	46081.2
SLE_rar_vento_gr2_165	35886.9	13.2923	1809.05	199.384	35395.4
SLE_rar_vento_gr3_166	39532.4	2213.29	1879	34673.6	46080.4
SLE_rar_vento_gr4_167	38389.1	1663.29	1909.04	26055	44143.5
SLE_fre_gr1_Treno_169	39532.4	1100	191.62	17479.2	12565.4
SLE_fre_gr2_Scarico_170	35886.9	0	133.291	0	2059.77
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	39532.4	2200	191.582	34474.2	12564.6
SLE_fre_gr4_centrif_172	38389.1	1650	216.62	25855.6	10550.4
SLE_fre_gr1+vento_173	39532.4	1102.66	521.442	17519.1	19150.2
SLE_fre_gr2+vento_174	35886.9	2.65846	463.113	39.8769	8644.56
SLE_fre_gr3+vento_175	39532.4	2202.66	521.405	34514.1	19149.4
SLE_fre_gr4+vento_176	38389.1	1652.66	546.442	25895.5	17135.2
SLE_fre_vento_gr1_177	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748

SLE_fre_vento_gr2_178	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_vento_gr3_179	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_vento_gr4_180	34958.9	6.64614	972.516	99.6922	18748
SLE_fre_gr1_temp181	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr2_temp182	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr3_temp183	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_fre_gr3_temp184	34958.9	2.65846	507.374	39.8769	9327.97
SLE_qp_gr1_Treno_186	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr2_Scarico_187	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr4_centrif_189	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr1+vento_190	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr2+vento_191	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr3+vento_192	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr4+vento_193	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr1_194	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr2_195	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr3_196	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_vento_gr4_197	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77
SLE_qp_gr1_temp198	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr2_temp199	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_temp200	34958.9	0	147.96	0	2285.98
SLE_qp_gr3_temp201	34958.9	0	147.96	0	2285.98
E_103x_SLV_q=1.5_202	36144.7	9018.79	2623.55	132301	39789.5
E_103y_SLV_q=1.5_203	36144.7	2707.5	7630.35	39690.4	128655
E_103z_SLV_q=1.5_204	38911.6	2707.5	2623.55	39690.4	39789.5
E_103x_SLV_q=1.36_205	36144.7	9920.4	2838.13	145532	43598
E_103y_SLV_q=1.36_206	36144.7	2977.98	8345.61	43659.5	141351
E_103z_SLV_q=1.36_207	38911.6	2977.98	2838.13	43659.5	43598
E_103x_SLV_q=1_208	36144.7	13508.4	3692.06	198208	58771.2
E_103y_SLV_q=1_209	36144.7	4054.4	11192.1	59462.5	191928
E_103z_SLV_q=1_210	38911.6	4054.4	3692.06	59462.5	58771.2
E_103x_SLD_q=1_211	35356.5	4839.66	1599.74	74887.3	22723.1
E_103y_SLD_q=1_212	35356.5	1453.76	4217.64	22466.2	71767.6
E_103z_SLD_q=1_213	36284.1	1453.76	1599.74	22466.2	22723.1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	101315	1993.75	564.888	37662.3	27831
A1_SLU_gr2_Scarico_144	94707.9	0	327.016	0	6034.22
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	101315	3987.5	564.82	74447	27829.4
A1_SLU_gr4_centrif_146	97999.6	2392.5	445.464	44668.2	18664.1
A1_SLU_gr1+vento_147	101315	2005.71	2049.09	37877.6	61915.1
A1_SLU_gr2+vento_148	94707.9	11.9631	1811.22	215.335	40118.4
A1_SLU_gr3+vento_149	101315	3999.46	2049.02	74662.3	61913.5
A1_SLU_gr4+vento_150	97999.6	2404.46	1929.66	44883.5	52748.2
A1_SLU_vento_gr1_151	99657.5	1614.94	2877.83	30488.7	78190.8
A1_SLU_vento_gr2_152	94371.5	19.9384	2725.59	358.892	61455.5
A1_SLU_vento_gr3_153	99657.5	3209.94	2877.77	59916.5	78189.5
A1_SLU_vento_gr4_154	97999.6	2412.44	2919.13	45027.1	75471
SLE_rar_gr1_Treno_156	73271	1375	314.852	25974	17815.1
SLE_rar_gr2_Scarico_157	68714.1	0	205.486	0	3791.74
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	73271	2750	314.805	51342.7	17814
SLE_rar_gr4_centrif_159	70984.2	1650	259.932	30805.6	11999.4
SLE_rar_gr1+vento_160	73271	1382.98	1304.32	26117.5	40537.9
SLE_rar_gr2+vento_161	68714.1	7.97537	1194.95	143.557	26514.5
SLE_rar_gr3+vento_162	73271	2757.98	1304.27	51486.3	40536.7
SLE_rar_gr4+vento_163	70984.2	1657.98	1249.4	30949.2	34722.2
SLE_rar_vento_gr1_164	72127.6	1113.29	1879.04	21018.4	51718.3
SLE_rar_vento_gr2_165	68482.1	13.2923	1809.05	239.261	40822.5
SLE_rar_vento_gr3_166	72127.6	2213.29	1879	41313.4	51717.4
SLE_rar_vento_gr4_167	70984.2	1663.29	1909.04	31044.9	49870.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	72127.6	1100	191.62	20779.2	13140.2
SLE_fre_gr2_Scarico_170	68482.1	0	133.291	0	2459.64
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	72127.6	2200	191.582	41074.2	13139.3
SLE_fre_gr4_centrif_172	70984.2	1650	216.62	30805.6	11200.3
SLE_fre_gr1+vento_173	72127.6	1102.66	521.442	20827	20714.5
SLE_fre_gr2+vento_174	68482.1	2.65846	463.113	47.8522	10033.9
SLE_fre_gr3+vento_175	72127.6	2202.66	521.405	41122	20713.6
SLE_fre_gr4+vento_176	70984.2	1652.66	546.442	30853.5	18774.5
SLE_fre_vento_gr1_177	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5

SLE_fre_vento_gr2_178	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_vento_gr3_179	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_vento_gr4_180	67554.1	6.64614	972.516	119.631	21665.5
SLE_fre_gr1_temp181	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr2_temp182	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr3_temp183	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_fre_gr3_temp184	67554.1	2.65846	507.374	47.8522	10850.1
SLE_qp_gr1_Treno_186	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr2_Scarico_187	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr4_centrif_189	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr1+vento_190	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr2+vento_191	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr3+vento_192	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr4+vento_193	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr1_194	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr2_195	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr3_196	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_vento_gr4_197	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1
SLE_qp_gr1_temp198	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr2_temp199	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_temp200	67554.1	0	147.96	0	2729.86
SLE_qp_gr3_temp201	67554.1	0	147.96	0	2729.86
E_103x_SLV_q=1.5_202	69178	12181.8	3572.45	168847	50506.8
E_103y_SLV_q=1.5_203	69178	5870.48	8579.25	57301.9	154393
E_103z_SLV_q=1.5_204	72967.1	5870.48	3572.45	57301.9	50506.8
E_103x_SLV_q=1.36_205	69178	13083.4	3787.02	184782	54959.1
E_103y_SLV_q=1.36_206	69178	6140.96	9294.5	62082.4	169234
E_103z_SLV_q=1.36_207	72967.1	6140.96	3787.02	62082.4	54959.1
E_103x_SLV_q=1_208	69178	16671.4	4640.96	248223	72694.1
E_103y_SLV_q=1_209	69178	7217.38	12140.9	81114.6	228351
E_103z_SLV_q=1_210	72967.1	7217.38	4640.96	81114.6	72694.1
E_103x_SLD_q=1_211	68100.9	6382.84	2062.69	94035.8	28911.2
E_103y_SLD_q=1_212	68100.9	2996.94	4680.59	31457	85809.4
E_103z_SLD_q=1_213	69376.9	2996.94	2062.69	31457	28911.2

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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		37306.1	1375	447.887	1301.6	980.477
SLE_rar_gr3+vento_20		37306.1	2757.98	1437.31	1920.35	5892.56
SLE_rar_vento_gr4_25		32802	1663.29	1988.86	1152.21	8807.52
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		37306.1	2750	447.84	1920.35	980.192
SLE_rar_vento_gr1_22		35054	1113.29	1964.18	1041.28	8952.2
SLE_rar_gr4_centrif_17		32802	1650	339.753	1152.21	620.245
SLE_rar_vento_gr4_25		32802	1663.29	339.753	1152.21	8807.52
SLE_rar_vento_gr4_25		32802	1663.29	1988.86	1152.21	8807.52
SLE_rar_gr4_centrif_17		32802	1650	339.753	1152.21	620.245
SLE_rar_vento_gr4_25		32802	1663.29	1988.86	1152.21	8807.52
SLE_qp_gr1_Treno_44		26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr1+vento_48		26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr1+vento_48		26046	2.65846	477.782	0	1704.04
SLE_qp_gr1_Treno_44		26046	0	147.96	0	66.582
SLE_qp_gr1+vento_48		26046	2.65846	477.782	0	1704.04
E_103x_SLD_q=1_69		26427.9	4899.45	1582.38	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		26427.9	1471.7	4159.77	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		27318.9	1471.7	1582.38	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	46219	1375	447.887	21926.6	7698.79	
SLE_rar_gr3+vento_20	46219	2757.98	1437.31	43290	27452.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	41714.9	1663.29	1988.86	26101.6	38640.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	46219	2757.98	1437.31	43290	27452.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	41714.9	1663.29	1988.86	26101.6	38640.5	
SLE_rar_gr4_centrif_17	41714.9	1650	339.753	25902.2	5716.54	
SLE_rar_vento_gr4_25	41714.9	1663.29	1988.86	26101.6	38640.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	41714.9	1663.29	1988.86	26101.6	38640.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	41714.9	1663.29	1988.86	26101.6	38640.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	41714.9	1663.29	1988.86	26101.6	38640.5	
SLE_qp_gr1_Treno_44	34958.9	0	147.96	0	2285.98	
SLE_qp_gr1+vento_48	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_48	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_48	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_48	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
E_103x_SLD_q=1_69	35340.8	4899.45	1582.38	71813.7	21269.2	
E_103y_SLD_q=1_70	35340.8	1471.7	4159.77	21544.1	66921.4	
E_103z_SLD_q=1_71	36231.8	1471.7	1582.38	21544.1	21269.2	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	78814.1	1375	447.887	26051.6	9042.45	
SLE_rar_gr3+vento_20	78814.1	2757.98	1437.31	51563.9	31764.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	74310.1	1663.29	1988.86	31091.5	44607.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	78814.1	2757.98	1437.31	51563.9	31764.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	74310.1	1663.29	1988.86	31091.5	44607.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	74310.1	1650	339.753	30852.2	6735.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	74310.1	1663.29	1988.86	31091.5	44607.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	74310.1	1663.29	1988.86	31091.5	44607.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	74310.1	1663.29	1988.86	31091.5	44607.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	74310.1	1663.29	1988.86	31091.5	44607.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	67554.1	0	147.96	0	2729.86	
SLE_qp_gr1+vento_48	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
E_103x_SLD_q=1_69	68085.2	6442.63	2045.33	91141.6	27405.2	
E_103y_SLD_q=1_70	68085.2	3014.88	4622.73	30588.7	80789.6	
E_103z_SLD_q=1_71	69324.6	3014.88	2045.33	30588.7	27405.2	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		33009.6	1375	344.773	6561.05	2336.68	
SLE_rar_gr3+vento_91		33009.6	2757.98	1334.19	7179.8	7248.76	
SLE_rar_vento_gr4_96		30224.2	1663.29	1927	4307.88	9621.24	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		33009.6	2750	344.726	7179.8	2336.39	
SLE_rar_vento_gr1_93		31616.9	1113.29	1898.19	5248.84	10044.6	
SLE_rar_gr4_centrif_88		30224.2	1650	277.884	4307.88	1433.97	
SLE_rar_vento_gr4_96		30224.2	1663.29	1927	4307.88	9621.24	
SLE_rar_vento_gr4_96		30224.2	1663.29	1927	4307.88	9621.24	
SLE_rar_gr4_centrif_88		30224.2	1650	277.884	4307.88	1433.97	
SLE_rar_vento_gr4_96		30224.2	1663.29	1927	4307.88	9621.24	
SLE_qp_gr1_Treno_115		26046	0	147.96	0	66.582	
SLE_qp_gr1+vento_119		26046	2.65846	477.782	0	1704.04	
SLE_qp_gr1+vento_119		26046	2.65846	477.782	0	1704.04	
SLE_qp_gr1_Treno_115		26046	0	147.96	0	66.582	
SLE_qp_gr1+vento_119		26046	2.65846	477.782	0	1704.04	
E_103x_SLD_q=1_140		26443.6	4839.66	1599.74	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		26443.6	1453.76	4217.64	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		27371.2	1453.76	1599.74	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	41922.5	1375	447.887	21926.6	7698.79	
SLE_rar_gr3+vento_91	41922.5	2757.98	1334.19	48549.4	27261.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	39137.1	1663.29	1927	29257.3	38526.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	41922.5	2757.98	1334.19	48549.4	27261.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	39137.1	1663.29	1927	29257.3	38526.2	
SLE_rar_gr4_centrif_88	39137.1	1650	277.884	29057.9	5602.23	
SLE_rar_vento_gr4_96	39137.1	1663.29	1927	29257.3	38526.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	39137.1	1663.29	1927	29257.3	38526.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	39137.1	1663.29	1927	29257.3	38526.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	39137.1	1663.29	1927	29257.3	38526.2	
SLE_qp_gr1_Treno_115	34958.9	0	147.96	0	2285.98	
SLE_qp_gr1+vento_119	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_119	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_119	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_119	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
E_103x_SLD_q=1_140	35356.5	4839.66	1599.74	74887.3	22723.1	
E_103y_SLD_q=1_141	35356.5	1453.76	4217.64	22466.2	71767.6	
E_103z_SLD_q=1_142	36284.1	1453.76	1599.74	22466.2	22723.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	74517.7	1375	447.887	26051.6	9042.45	
SLE_rar_gr3+vento_91	74517.7	2757.98	1334.19	56823.4	31264.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	71732.2	1663.29	1927	34247.1	44307.2	
SLE_rar_gr3+vento_91	74517.7	2757.98	1334.19	56823.4	31264.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	71732.2	1663.29	1927	34247.1	44307.2	
SLE_rar_gr4_centrif_88	71732.2	1650	277.884	34007.9	6435.89	
SLE_rar_vento_gr4_96	71732.2	1663.29	1927	34247.1	44307.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	71732.2	1663.29	1927	34247.1	44307.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	71732.2	1663.29	1927	34247.1	44307.2	
SLE_rar_vento_gr4_96	71732.2	1663.29	1927	34247.1	44307.2	
SLE_qp_gr1_Treno_115	67554.1	0	147.96	0	2729.86	
SLE_qp_gr1+vento_119	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_119	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_119	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_119	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
E_103x_SLD_q=1_140	68100.9	6382.84	2062.69	94035.8	28911.2	
E_103y_SLD_q=1_141	68100.9	2996.94	4680.59	31457	85809.4	
E_103z_SLD_q=1_142	69376.9	2996.94	2062.69	31457	28911.2	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	31762.9	1375	314.852	1223.98	12147.8	
SLE_rar_gr3+vento_162	31762.9	2757.98	1304.27	1842.73	17059.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	29476.2	1663.29	1909.04	1105.64	15507.9	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	31762.9	2750	314.805	1842.73	12147.5	
SLE_rar_vento_gr1_164	30619.5	1113.29	1879.04	979.186	17895.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	29476.2	1650	259.932	1105.64	7320.62	
SLE_rar_vento_gr4_167	29476.2	1663.29	1909.04	1105.64	15507.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	29476.2	1663.29	1909.04	1105.64	15507.9	
SLE_rar_gr4_centrif_159	29476.2	1650	259.932	1105.64	7320.62	
SLE_rar_vento_gr4_167	29476.2	1663.29	1909.04	1105.64	15507.9	
SLE_qp_gr1_Treno_186	26046	0	147.96	0	66.582	
SLE_qp_gr1+vento_190	26046	2.65846	477.782	0	1704.04	
SLE_qp_gr1+vento_190	26046	2.65846	477.782	0	1704.04	
SLE_qp_gr1_Treno_186	26046	0	147.96	0	66.582	
SLE_qp_gr1+vento_190	26046	2.65846	477.782	477.782	1704.04	
E_103x_SLD_q=1_211	26443.6	4839.66	1599.74	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	26443.6	1453.76	4217.64	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	27371.2	1453.76	1599.74	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	40675.8	1375	314.852	21849	16870.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	40675.8	2757.98	1304.27	43212.4	36623.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	38389.1	1663.29	1909.04	26055	44143.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	40675.8	2757.98	1304.27	43212.4	36623.9	
SLE_rar_vento_gr1_164	39532.4	1113.29	1879.04	17678.6	46081.2	
SLE_rar_gr4_centrif_159	38389.1	1650	259.932	25855.6	11219.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	38389.1	1663.29	1909.04	26055	44143.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	38389.1	1663.29	1909.04	26055	44143.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	38389.1	1663.29	1909.04	26055	44143.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	38389.1	1663.29	1909.04	26055	44143.5	
SLE_qp_gr1_Treno_186	34958.9	0	147.96	0	2285.98	
SLE_qp_gr1+vento_190	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_190	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_190	34958.9	2.65846	477.782	39.8769	8870.77	
SLE_qp_gr1+vento_190	34958.9	2.65846	477.782	477.782	8870.77	
E_103x_SLD_q=1_211	35356.5	4839.66	1599.74	74887.3	22723.1	
E_103y_SLD_q=1_212	35356.5	1453.76	4217.64	22466.2	71767.6	
E_103z_SLD_q=1_213	36284.1	1453.76	1599.74	22466.2	22723.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	73271	1375	314.852	25974	17815.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	73271	2757.98	1304.27	51486.3	40536.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	70984.2	1663.29	1909.04	31044.9	49870.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	73271	2757.98	1304.27	51486.3	40536.7	
SLE_rar_vento_gr1_164	72127.6	1113.29	1879.04	21018.4	51718.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	70984.2	1650	259.932	30805.6	11999.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	70984.2	1663.29	1909.04	31044.9	49870.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	70984.2	1663.29	1909.04	31044.9	49870.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	70984.2	1663.29	1909.04	31044.9	49870.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	70984.2	1663.29	1909.04	31044.9	49870.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	67554.1	0	147.96	0	2729.86	
SLE_qp_gr1+vento_190	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	67554.1	2.65846	477.782	47.8522	10304.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	67554.1	2.65846	477.782	477.782	10304.1	
E_103x_SLD_q=1_211	68100.9	6382.84	2062.69	94035.8	28911.2	
E_103y_SLD_q=1_212	68100.9	2996.94	4680.59	31457	85809.4	
E_103z_SLD_q=1_213	69376.9	2996.94	2062.69	31457	28911.2	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		53317.1	1993.75	854.239	1887.32	1513.85
A1_SLU_gr3+vento_7		53317.1	3999.46	2338.37	2784.5	8881.99
A1_SLU_vento_gr4_12		46786.2	2412.44	3092.74	1670.7	13237.2
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		53317.1	3987.5	854.171	2784.5	1513.44
A1_SLU_vento_gr1_9		50051.7	1614.94	3063.01	1509.85	13449.7
E_103x_SLV_q=1.5_60		27231.8	9018.79	2623.55	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		27231.8	2707.5	7630.35	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		29998.7	2707.5	2623.55	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		27231.8	13508.4	3692.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		27231.8	4054.4	11192.1	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		29998.7	4054.4	3692.06	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		65349.5	1993.75	854.239	31793.6	14327.4
A1_SLU_gr3+vento_7		65349.5	3999.46	2338.37	62776.4	43957.6
A1_SLU_vento_gr4_12		58818.7	2412.44	3092.74	37857.3	59628.3
A1_SLU_gr3+vento_7		65349.5	3999.46	2338.37	62776.4	43957.6
A1_SLU_vento_gr4_12		58818.7	2412.44	3092.74	37857.3	59628.3
E_103x_SLV_q=1.5_60		36144.7	9018.79	2623.55	132301	39789.5
E_103y_SLV_q=1.5_61		36144.7	2707.5	7630.35	39690.4	128655
E_103z_SLV_q=1.5_62		38911.6	2707.5	2623.55	39690.4	39789.5
E_103x_SLV_q=1_66		36144.7	13508.4	3692.06	198208	58771.2
E_103y_SLV_q=1_67		36144.7	4054.4	11192.1	59462.5	191928
E_103z_SLV_q=1_68		38911.6	4054.4	3692.06	59462.5	58771.2
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		109353	1993.75	854.239	37774.8	16890.2
A1_SLU_gr3+vento_7		109353	3999.46	2338.37	74774.8	50972.7
A1_SLU_vento_gr4_12		102822	2412.44	3092.74	45094.6	68906.5
A1_SLU_gr3+vento_7		109353	3999.46	2338.37	74774.8	50972.7
A1_SLU_vento_gr4_12		102822	2412.44	3092.74	45094.6	68906.5
E_103x_SLV_q=1.36_63		69178	13083.4	3787.02	184782	54959.1
E_103y_SLV_q=1.36_64		69178	6140.96	9294.5	62082.4	169234
E_103z_SLV_q=1.36_65		72967.1	6140.96	3787.02	62082.4	54959.1
E_103x_SLV_q=1_66		69178	16671.4	4640.96	248223	72694.1
E_103y_SLV_q=1_67		69178	7217.38	12140.9	81114.6	228351
E_103z_SLV_q=1_68		72967.1	7217.38	4640.96	81114.6	72694.1

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	47087.2	1993.75	629.965	9513.52	3446.71	
A1_SLU_gr3+vento_78	47087.2	3999.46	2114.1	10410.7	10814.8	
A1_SLU_vento_gr4_83	43048.3	2412.44	2958.18	6246.42	14396.9	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	47087.2	3987.5	629.897	10410.7	3446.29	
A1_SLU_vento_gr1_80	45067.8	1614.94	2919.48	7610.82	15012.1	
E_103x_SLV_q=1.5_131	27231.8	9018.79	2623.55	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	27231.8	2707.5	7630.35	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	29998.7	2707.5	2623.55	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	27231.8	13508.4	3692.06	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	27231.8	4054.4	11192.1	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	29998.7	4054.4	3692.06	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	59119.7	1993.75	629.965	39419.8	12896.2	
A1_SLU_gr3+vento_78	59119.7	3999.46	2114.1	70402.7	42526.3	
A1_SLU_vento_gr4_83	55080.8	2412.44	2958.18	42433	58769.5	
A1_SLU_gr3+vento_78	59119.7	3999.46	2114.1	70402.7	42526.3	
A1_SLU_vento_gr1_80	57100.2	1614.94	2919.48	31834.9	58804.3	
E_103x_SLV_q=1.5_131	36144.7	9018.79	2623.55	132301	39789.5	
E_103y_SLV_q=1.5_132	36144.7	2707.5	7630.35	39690.4	128655	
E_103z_SLV_q=1.5_133	38911.6	2707.5	2623.55	39690.4	39789.5	
E_103x_SLV_q=1_137	36144.7	13508.4	3692.06	198208	58771.2	
E_103y_SLV_q=1_138	36144.7	4054.4	11192.1	59462.5	191928	
E_103z_SLV_q=1_139	38911.6	4054.4	3692.06	59462.5	58771.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	103123	1993.75	629.965	45401	14786.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	103123	3999.46	2114.1	82401	48868.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	99084.2	2412.44	2958.18	49670.3	67644.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	103123	3999.46	2114.1	82401	48868.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	99084.2	2412.44	2958.18	49670.3	67644.1	
E_103x_SLV_q=1.36_134	69178	13083.4	3787.02	184782	54959.1	
E_103y_SLV_q=1.36_135	69178	6140.96	9294.5	62082.4	169234	
E_103z_SLV_q=1.36_136	72967.1	6140.96	3787.02	62082.4	54959.1	
E_103x_SLV_q=1_137	69178	16671.4	4640.96	248223	72694.1	
E_103y_SLV_q=1_138	69178	7217.38	12140.9	81114.6	228351	
E_103z_SLV_q=1_139	72967.1	7217.38	4640.96	81114.6	72694.1	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	45279.5	1993.75	564.888	1774.78	17663	
A1_SLU_gr3+vento_149	45279.5	3999.46	2049.02	2671.96	25031.1	
A1_SLU_vento_gr4_154	41963.7	2412.44	2919.13	1603.18	22926.7	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	45279.5	3987.5	564.82	2671.96	17662.6	
A1_SLU_vento_gr1_151	43621.6	1614.94	2877.83	1419.82	26389.8	
E_103x_SLV_q=1.5_202	27231.8	9018.79	2623.55	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	27231.8	2707.5	7630.35	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	29998.7	2707.5	2623.55	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	27231.8	13508.4	3692.06	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	27231.8	4054.4	11192.1	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	29998.7	4054.4	3692.06	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	57312	1993.75	564.888	31681	26136.3	
A1_SLU_gr3+vento_149	57312	3999.46	2049.02	62663.9	55766.4	
A1_SLU_vento_gr4_154	53996.1	2412.44	2919.13	37789.8	66713.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	57312	3999.46	2049.02	62663.9	55766.4	
A1_SLU_vento_gr1_151	55654.1	1614.94	2877.83	25643.9	69557.3	
E_103x_SLV_q=1.5_202	36144.7	9018.79	2623.55	132301	39789.5	
E_103y_SLV_q=1.5_203	36144.7	2707.5	7630.35	39690.4	128655	
E_103z_SLV_q=1.5_204	38911.6	2707.5	2623.55	39690.4	39789.5	
E_103x_SLV_q=1_208	36144.7	13508.4	3692.06	198208	58771.2	
E_103y_SLV_q=1_209	36144.7	4054.4	11192.1	59462.5	191928	
E_103z_SLV_q=1_210	38911.6	4054.4	3692.06	59462.5	58771.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	101315	1993.75	564.888	37662.3	27831	
A1_SLU_gr3+vento_149	101315	3999.46	2049.02	74662.3	61913.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	97999.6	2412.44	2919.13	45027.1	75471	
A1_SLU_gr3+vento_149	101315	3999.46	2049.02	74662.3	61913.5	
A1_SLU_vento_gr1_151	99657.5	1614.94	2877.83	30488.7	78190.8	
E_103x_SLV_q=1.36_205	69178	13083.4	3787.02	184782	54959.1	
E_103y_SLV_q=1.36_206	69178	6140.96	9294.5	62082.4	169234	
E_103z_SLV_q=1.36_207	72967.1	6140.96	3787.02	62082.4	54959.1	
E_103x_SLV_q=1_208	69178	16671.4	4640.96	248223	72694.1	
E_103y_SLV_q=1_209	69178	7217.38	12140.9	81114.6	228351	
E_103z_SLV_q=1_210	72967.1	7217.38	4640.96	81114.6	72694.1	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

7. VERIFICHE STRUTTURALI

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

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	204 Φ 30 interasse 20 cm*	Φ 14/10	8.7 cm
plinto	Trasv 7 strati Φ 30/10 Long 7 strati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	58 Φ 30 interasse 15 cm*	Φ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

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

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

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

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

8.1 Modellazione

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

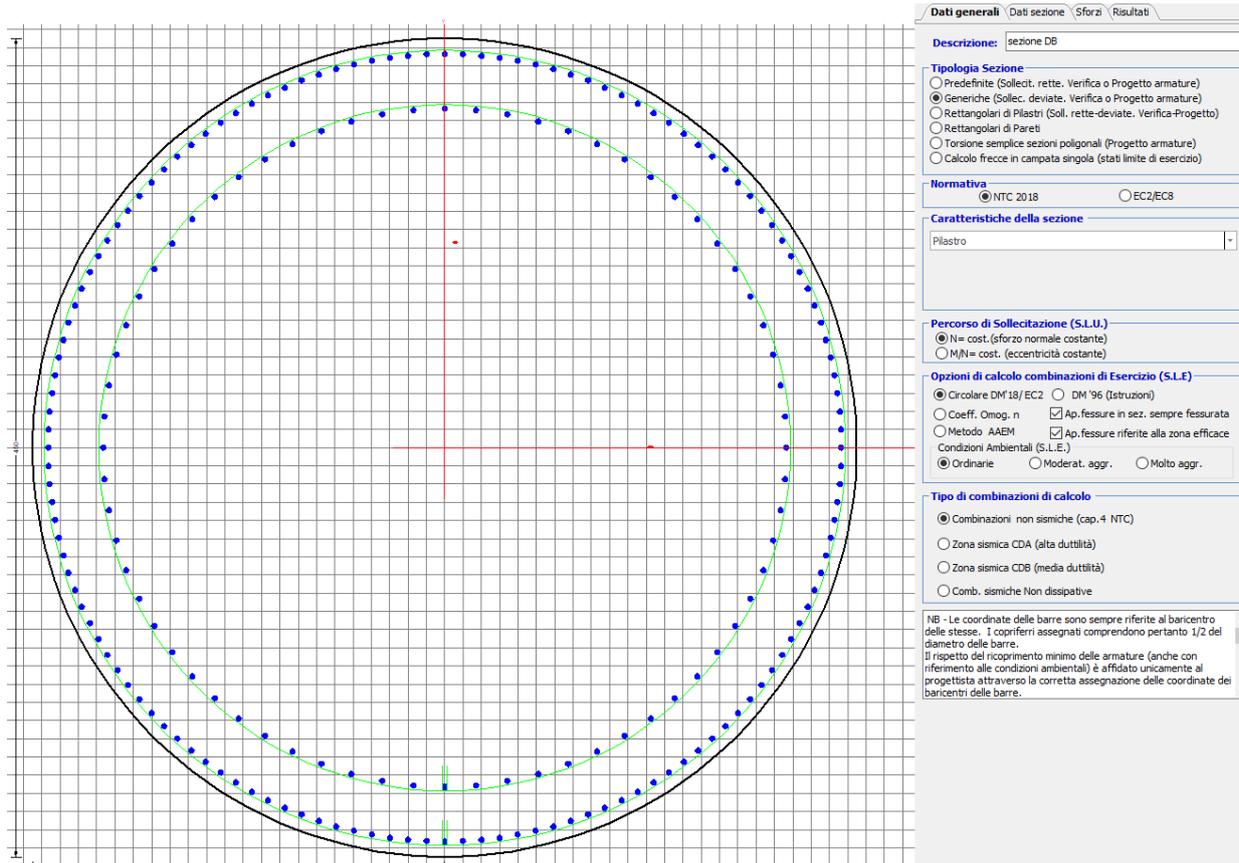


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 204 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.

8.2 Verifica a presso flessione

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

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della 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	216.5	135	30
2	0.0	0.0	186.5	60	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X' // asse X coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord. con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	65349.50	31793.57	14327.44	0.00	0.00
2	65349.50	62776.45	43957.55	0.00	0.00
3	58818.66	37857.28	59628.28	0.00	0.00
4	65349.50	62776.45	43957.55	0.00	0.00
5	58818.66	37857.28	59628.28	0.00	0.00
6	36144.71	132301.44	39789.45	0.00	0.00
7	36144.71	39690.43	128655.43	0.00	0.00
8	38911.58	39690.43	39789.45	0.00	0.00
9	59119.65	39419.77	12896.18	0.00	0.00
10	59119.65	70402.65	42526.29	0.00	0.00
11	55080.76	42433.00	58769.53	0.00	0.00
12	59119.65	70402.65	42526.29	0.00	0.00
13	57100.21	31834.89	58804.28	0.00	0.00
14	36144.71	132301.44	39789.45	0.00	0.00
15	36144.71	39690.43	128655.43	0.00	0.00
16	38911.58	39690.43	39789.45	0.00	0.00
17	57311.96	31681.03	26136.33	0.00	0.00
18	57311.96	62663.91	55766.44	0.00	0.00
19	53996.14	37789.75	66713.62	0.00	0.00
20	57311.96	62663.91	55766.44	0.00	0.00
21	55654.05	25643.90	69557.27	0.00	0.00
22	36144.71	132301.44	39789.45	0.00	0.00
23	36144.71	39690.43	128655.43	0.00	0.00
24	38911.58	39690.43	39789.45	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
MX	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	46218.96	21926.60	7698.79
2	46218.96	43289.98	27452.16
3	41714.93	26101.59	38640.49
4	46218.96	43289.98	27452.16
5	41714.93	26101.59	38640.49
6	41922.51	21926.60	7698.79
7	41922.51	48549.43	27261.64
8	39137.07	29257.26	38526.17
9	41922.51	48549.43	27261.64
10	39137.07	29257.26	38526.17
11	40675.83	21848.98	16870.54
12	40675.83	43212.36	36623.92
13	38389.06	26055.02	44143.54
14	40675.83	43212.36	36623.92
15	39532.44	17678.57	46081.20
16	35340.77	71813.71	21269.24
17	35340.77	21544.11	66921.39
18	36231.80	21544.11	21269.24
19	35356.46	74887.33	22723.10
20	35356.46	22466.20	71767.59
21	36284.11	22466.20	22723.10
22	35356.46	74887.33	22723.10
23	35356.46	22466.20	71767.59

24

36284.11

22466.20

22723.10

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	41714.93	25902.21 (733156.34)	5716.54 (161805.40)
2	41714.93	26101.59 (40247.26)	38640.49 (59581.58)
3	41714.93	26101.59 (40247.26)	38640.49 (59581.58)
4	41714.93	26101.59 (40247.26)	38640.49 (59581.58)
5	41714.93	26101.59 (40247.26)	38640.49 (59581.58)
6	39137.07	29057.88 (164446.09)	5602.23 (31704.47)
7	39137.07	29257.26 (39030.78)	38526.17 (51396.01)
8	39137.07	29257.26 (39030.78)	38526.17 (51396.01)
9	39137.07	29257.26 (39030.78)	38526.17 (51396.01)
10	39137.07	29257.26 (39030.78)	38526.17 (51396.01)
11	38389.06	25855.64 (175137.43)	11219.60 (75997.81)
12	38389.06	26055.02 (30602.38)	44143.54 (51847.87)
13	38389.06	26055.02 (30602.38)	44143.54 (51847.87)
14	38389.06	26055.02 (30602.38)	44143.54 (51847.87)
15	38389.06	26055.02 (30602.38)	44143.54 (51847.87)

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	34958.90	0.00 (0.00)	2285.98 (0.00)
2	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
3	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
4	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
5	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
6	34958.90	0.00 (0.00)	2285.98 (0.00)
7	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
8	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
9	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
10	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
11	34958.90	0.00 (0.00)	2285.98 (0.00)
12	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
13	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
14	34958.90	39.88 (0.00)	8870.77 (0.00)
15	34958.90	477.78 (0.00)	8870.77 (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: 7.1 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 [cm ²]. [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	65349.50	31793.57	14327.44	65349.48	156595.58(156595.58)	70576.41(70576.41)	4.93	1378.4(477.1)
2	S	65349.50	62776.45	43957.55	65349.60	140692.19(140692.19)	98522.05(98522.05)	2.24	1378.4(477.1)
3	S	58818.66	37857.28	59628.28	58818.54	89366.96(89366.96)	140746.93(140746.93)	2.36	1378.4(477.1)
4	S	65349.50	62776.45	43957.55	65349.60	140692.19(140692.19)	98522.05(98522.05)	2.24	1378.4(477.1)
5	S	58818.66	37857.28	59628.28	58818.54	89366.96(89366.96)	140746.93(140746.93)	2.36	1378.4(477.1)
6	S	36144.71	132301.44	39789.45	36144.72	139300.74(139300.74)	41898.98(41898.98)	1.05	1378.4(477.1)
7	S	36144.71	39690.43	128655.43	36144.84	42877.22(42877.22)	139006.61(139006.61)	1.08	1378.4(477.1)
8	S	38911.58	39690.43	39789.45	38911.36	104786.89(104786.89)	105054.19(105054.19)	2.64	1378.4(477.1)
9	S	59119.65	39419.77	12896.18	59119.58	158679.84(158679.84)	51916.62(51916.62)	4.03	1378.4(477.1)
10	S	59119.65	70402.65	42526.29	59119.68	142904.75(142904.75)	86334.03(86334.03)	2.03	1378.4(477.1)
11	S	55080.76	42433.00	58769.53	55080.56	95781.01(95781.01)	132662.98(132662.98)	2.26	1378.4(477.1)
12	S	59119.65	70402.65	42526.29	59119.68	142904.75(142904.75)	86334.03(86334.03)	2.03	1378.4(477.1)
13	S	57100.21	31834.89	58804.28	57100.39	78693.82(78693.82)	145382.73(145382.73)	2.47	1378.4(477.1)
14	S	36144.71	132301.44	39789.45	36144.72	139300.74(139300.74)	41898.98(41898.98)	1.05	1378.4(477.1)
15	S	36144.71	39690.43	128655.43	36144.84	42877.22(42877.22)	139006.61(139006.61)	1.08	1378.4(477.1)
16	S	38911.58	39690.43	39789.45	38911.36	104786.89(104786.89)	105054.19(105054.19)	2.64	1378.4(477.1)
17	S	57311.96	31681.03	26136.33	57311.92	127654.52(127654.52)	105312.63(105312.63)	4.03	1378.4(477.1)
18	S	57311.96	62663.91	55766.44	57311.95	123622.20(123622.20)	110019.19(110019.19)	1.97	1378.4(477.1)
19	S	53996.14	37789.75	66713.62	53996.27	80191.73(80191.73)	141555.56(141555.56)	2.12	1378.4(477.1)
20	S	57311.96	62663.91	55766.44	57311.95	123622.20(123622.20)	110019.19(110019.19)	1.97	1378.4(477.1)
21	S	55654.05	25643.90	69557.27	55654.01	56765.23(56765.23)	153973.02(153973.02)	2.21	1378.4(477.1)
22	S	36144.71	132301.44	39789.45	36144.72	139300.74(139300.74)	41898.98(41898.98)	1.05	1378.4(477.1)
23	S	36144.71	39690.43	128655.43	36144.84	42877.22(42877.22)	139006.61(139006.61)	1.08	1378.4(477.1)
24	S	38911.58	39690.43	39789.45	38911.36	104786.89(104786.89)	105054.19(105054.19)	2.64	1378.4(477.1)

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	92.4	0.0	0.00332	92.6	195.7	-0.00560	-88.1	-197.8
2	0.00350	129.1	1.0	0.00332	127.3	175.2	-0.00560	-123.1	-178.1
3	0.00350	190.0	1.0	0.00332	182.3	116.9	-0.00607	-184.9	-112.6
4	0.00350	129.1	1.0	0.00332	127.3	175.2	-0.00560	-123.1	-178.1
5	0.00350	190.0	1.0	0.00332	182.3	116.9	-0.00607	-184.9	-112.6
6	0.00350	64.8	0.0	0.00327	64.5	206.7	-0.00821	-59.7	-208.1
7	0.00350	215.0	1.0	0.00327	207.4	62.1	-0.00821	-205.9	-66.9
8	0.00350	159.3	1.0	0.00328	150.4	155.7	-0.00789	-154.0	-152.2
9	0.00350	70.0	1.0	0.00332	64.5	206.7	-0.00604	-69.3	-205.1
10	0.00350	116.3	1.0	0.00332	110.4	186.2	-0.00604	-114.7	-183.6
11	0.00350	182.4	0.0	0.00331	176.6	125.2	-0.00636	-173.7	-129.3
12	0.00350	116.3	1.0	0.00332	110.4	186.2	-0.00604	-114.7	-183.6
13	0.00350	197.9	1.0	0.00331	192.3	99.4	-0.00620	-190.0	-103.9
14	0.00350	64.8	1.0	0.00327	64.5	206.7	-0.00821	-59.7	-208.1
15	0.00350	215.0	12.1	0.00327	207.4	62.1	-0.00821	-205.9	-66.9
16	0.00350	159.3	215.7	0.00328	150.4	155.7	-0.00789	-154.0	-152.2
17	0.00350	143.2	68.9	0.00331	135.3	169.0	-0.00618	-139.2	-165.8
18	0.00350	149.6	160.1	0.00331	143.0	162.6	-0.00618	-146.7	-159.2
19	0.00350	195.8	215.3	0.00331	187.5	108.3	-0.00645	-190.0	-103.9
20	0.00350	149.6	67.2	0.00331	143.0	162.6	-0.00618	-146.7	-159.2
21	0.00350	211.1	158.2	0.00331	204.3	71.7	-0.00631	-202.6	-76.4
22	0.00350	64.8	215.3	0.00327	64.5	206.7	-0.00821	-59.7	-208.1
23	0.00350	215.0	67.2	0.00327	207.4	62.1	-0.00821	-205.9	-66.9
24	0.00350	159.3	158.2	0.00328	150.4	155.7	-0.00789	-154.0	-152.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000008465	0.000018785	-0.001135879	----	----
2	0.000011818	0.000016878	-0.001135955	----	----
3	0.000018293	0.000011614	-0.001375277	----	----
4	0.000011818	0.000016878	-0.001135955	----	----
5	0.000018293	0.000011614	-0.001375277	----	----
6	0.000007638	0.000025398	-0.002467441	----	----
7	0.000025342	0.000007818	-0.002467174	----	----
8	0.000018270	0.000018224	-0.002306210	----	----
9	0.000006722	0.000020546	-0.001363885	----	----
10	0.000011177	0.000018504	-0.001363945	----	----
11	0.000018105	0.000013072	-0.001524389	----	----
12	0.000011177	0.000018504	-0.001363945	----	----

13	0.000019319	0.000010459	-0.001442982	----	----
14	0.000007638	0.000025398	-0.002467441	----	----
15	0.000025342	0.000007818	-0.002467174	----	----
16	0.000018270	0.000018224	-0.002306210	----	----
17	0.000013957	0.000016918	-0.001434651	----	----
18	0.000014579	0.000016382	-0.001434269	----	----
19	0.000019606	0.000011106	-0.001569884	----	----
20	0.000014579	0.000016382	-0.001434269	----	----
21	0.000020857	0.000007689	-0.001501598	----	----
22	0.000007638	0.000025398	-0.002467441	----	----
23	0.000025342	0.000007818	-0.002467174	----	----
24	0.000018270	0.000018224	-0.002306210	----	----

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	4.70	74.5	0.0	7.9	-69.3	-205.1	----	----
2	S	7.77	120.5	0.0	-44.6	-114.7	-183.6	7709	205.0
3	S	7.06	186.4	0.0	-41.4	-179.5	-121.1	7953	212.1
4	S	7.77	120.5	0.0	-44.6	-114.7	-183.6	7709	205.0
5	S	7.06	186.4	0.0	-41.4	-179.5	-121.1	7953	212.1
6	S	4.46	74.5	0.0	4.3	-69.3	-205.1	----	----
7	S	8.39	110.2	0.0	-70.6	-106.1	-188.7	11320	268.6
8	S	7.29	179.2	0.0	-53.3	-173.7	-129.3	9892	240.3
9	S	8.39	110.2	0.0	-70.6	-106.1	-188.7	11320	268.6
10	S	7.29	179.2	0.0	-53.3	-173.7	-129.3	9892	240.3
11	S	4.79	137.5	0.0	-2.6	-131.3	-172.1	500	21.2
12	S	8.55	145.5	0.0	-78.4	-139.2	-165.8	12156	275.7
13	S	7.72	193.8	0.0	-65.6	-184.9	-112.6	11416	268.6
14	S	8.55	145.5	0.0	-78.4	-139.2	-165.8	12156	275.7
15	S	7.43	210.1	0.0	-55.5	-202.6	-76.4	10144	247.4
16	S	11.72	63.9	0.0	-188.5	-59.7	-208.1	16604	346.4
17	S	10.93	214.2	0.0	-164.8	-205.9	-66.9	16160	339.3
18	S	4.86	158.1	0.0	-11.7	-154.0	-152.2	3087	113.1
19	S	12.29	65.3	0.0	-206.1	-59.7	-208.1	16877	346.4
20	S	11.77	214.7	0.0	-190.0	-205.9	-66.9	16627	346.4
21	S	5.05	160.0	0.0	-14.9	-154.0	-152.2	3863	120.2
22	S	12.29	65.3	0.0	-206.1	-59.7	-208.1	16877	346.4
23	S	11.77	214.7	0.0	-190.0	-205.9	-66.9	16627	346.4
24	S	5.05	160.0	0.0	-14.9	-154.0	-152.2	3863	120.2

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]

Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	558	0.075 (990.00)	61298.34	38872.09
3	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	557	0.069 (990.00)	40247.26	59581.58
4	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00013 (0.00013)	558	0.075 (990.00)	61298.34	38872.09
5	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	557	0.069 (990.00)	40247.26	59581.58
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	596	0.126 (990.00)	52731.22	29609.81
8	S	-0.00028	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	588	0.094 (990.00)	39030.78	51396.01
9	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	596	0.126 (990.00)	52731.22	29609.81
10	S	-0.00028	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	588	0.094 (990.00)	39030.78	51396.01
11	S	-0.00002	0	0.817	30.0	70	0.00001 (0.00001)	434	0.003 (990.00)	249693.68	192799.26
12	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	613	0.144 (990.00)	44400.20	37630.66
13	S	-0.00035	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	599	0.118 (990.00)	30602.38	51847.87
14	S	-0.00041	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	613	0.144 (990.00)	44400.20	37630.66
15	S	-0.00029	0	0.833	30.0	70	0.00017 (0.00017)	587	0.098 (990.00)	22895.40	59679.47
16	S	-0.00098	0	0.833	30.0	70	0.00057 (0.00057)	645	0.365 (990.00)	44087.06	13057.37
17	S	-0.00086	0	0.833	30.0	70	0.00049 (0.00049)	643	0.318 (990.00)	14470.73	44949.70
18	S	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	470	0.016 (990.00)	85708.45	84614.94
19	S	-0.00107	0	0.833	30.0	70	0.00062 (0.00062)	652	0.403 (990.00)	43258.76	13126.03
20	S	-0.00099	0	0.833	30.0	70	0.00057 (0.00057)	646	0.368 (990.00)	13716.40	43816.63
21	S	-0.00008	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	511	0.023 (990.00)	74481.74	75333.43
22	S	-0.00107	0	0.833	30.0	70	0.00062 (0.00062)	652	0.403 (990.00)	43258.76	13126.03
23	S	-0.00099	0	0.833	30.0	70	0.00057 (0.00057)	646	0.368 (990.00)	13716.40	43816.63
24	S	-0.00008	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	511	0.023 (990.00)	74481.74	75333.43

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.75	48.5	0.0	-0.2	-49.9	-210.7	339	7.1
2	S	7.06	186.4	0.0	-41.4	-179.5	-121.1	7953	212.1
3	S	7.06	186.4	0.0	-41.4	-179.5	-121.1	7953	212.1
4	S	7.06	186.4	0.0	-41.4	-179.5	-121.1	7953	212.1
5	S	7.06	186.4	0.0	-41.4	-179.5	-121.1	7953	212.1
6	S	4.91	42.6	0.0	-7.2	-40.1	-212.8	1715	77.8
7	S	7.29	179.2	0.0	-53.3	-173.7	-129.3	9892	240.3
8	S	7.29	179.2	0.0	-53.3	-173.7	-129.3	9892	240.3
9	S	7.29	179.2	0.0	-53.3	-173.7	-129.3	9892	240.3
10	S	7.29	179.2	0.0	-53.3	-173.7	-129.3	9892	240.3
11	S	4.73	89.6	0.0	-5.7	-88.1	-197.8	1336	63.6
12	S	7.72	193.8	0.0	-65.6	-184.9	-112.6	11416	268.6
13	S	7.72	193.8	0.0	-65.6	-184.9	-112.6	11416	268.6
14	S	7.72	193.8	0.0	-65.6	-184.9	-112.6	11416	268.6
15	S	7.72	193.8	0.0	-65.6	-184.9	-112.6	11416	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00001	0	0.566	30.0	70	0.00000 (0.00000)	515	0.000 (0.20)	733156.34	161805.40
2	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	557	0.069 (0.20)	40247.26	59581.58
3	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	557	0.069 (0.20)	40247.26	59581.58

4	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	557	0.069 (0.20)	40247.26	59581.58
5	S	-0.00022	0	0.833	30.0	70	0.00012 (0.00012)	557	0.069 (0.20)	40247.26	59581.58
6	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	426	0.009 (0.20)	164446.09	31704.47
7	S	-0.00028	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	588	0.094 (0.20)	39030.78	51396.01
8	S	-0.00028	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	588	0.094 (0.20)	39030.78	51396.01
9	S	-0.00028	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	588	0.094 (0.20)	39030.78	51396.01
10	S	-0.00028	0	0.833	30.0	70	0.00016 (0.00016)	588	0.094 (0.20)	39030.78	51396.01
11	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	416	0.007 (0.20)	175137.43	75997.81
12	S	-0.00035	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	599	0.118 (0.20)	30602.38	51847.87
13	S	-0.00035	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	599	0.118 (0.20)	30602.38	51847.87
14	S	-0.00035	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	599	0.118 (0.20)	30602.38	51847.87
15	S	-0.00035	0	0.833	30.0	70	0.00020 (0.00020)	599	0.118 (0.20)	30602.38	51847.87

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.15	225.0	0.0	26.2	-216.5	2.5	---	---
2	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
3	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
4	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
5	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
6	S	2.15	225.0	0.0	26.2	-216.5	2.5	---	---
7	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
8	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
9	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
10	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
11	S	2.15	225.0	0.0	26.2	-216.5	2.5	---	---
12	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
13	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
14	S	2.76	225.0	0.0	17.5	-216.5	2.5	---	---
15	S	2.76	224.7	0.0	17.4	-216.4	-7.6	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	14	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	A_{sw}	6	cm ²
passo staffe	s	10	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	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	V_c	38660	kN
resistenza staffe	V_s	19658	kN
taglio resistente	V_r	19658	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	14004	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.71	kN
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	kN
larghezza biella	bw	378.61	kN
inclinazione biella	ϑ	21.80	
resistenza puntoni	V_c	38660	kN
resistenza staffe	V_s	19658	cm
taglio resistente	V_r	19658	cm
taglio massimo agente	V_{ed}	11904	gradi
resistenza puntoni	V_{ed}/V_{rd}	0.61	kN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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 VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	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	204	
diametro del ferro longitudinale	fi	30	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	144199	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000	mm ³
		0.91%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.16	g
coefficiente di verifica	ζ	0.04	
interasse staffe	s	100	mm
diametro armature trasversale	φ	14	mm
Area della singola staffa	Asw	1.539	mm ²
Area totale staffe	Asw	3.08	mm ²
area totale legature	Asl	17.46	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.1220	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

8.5 Verifica spostamenti

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

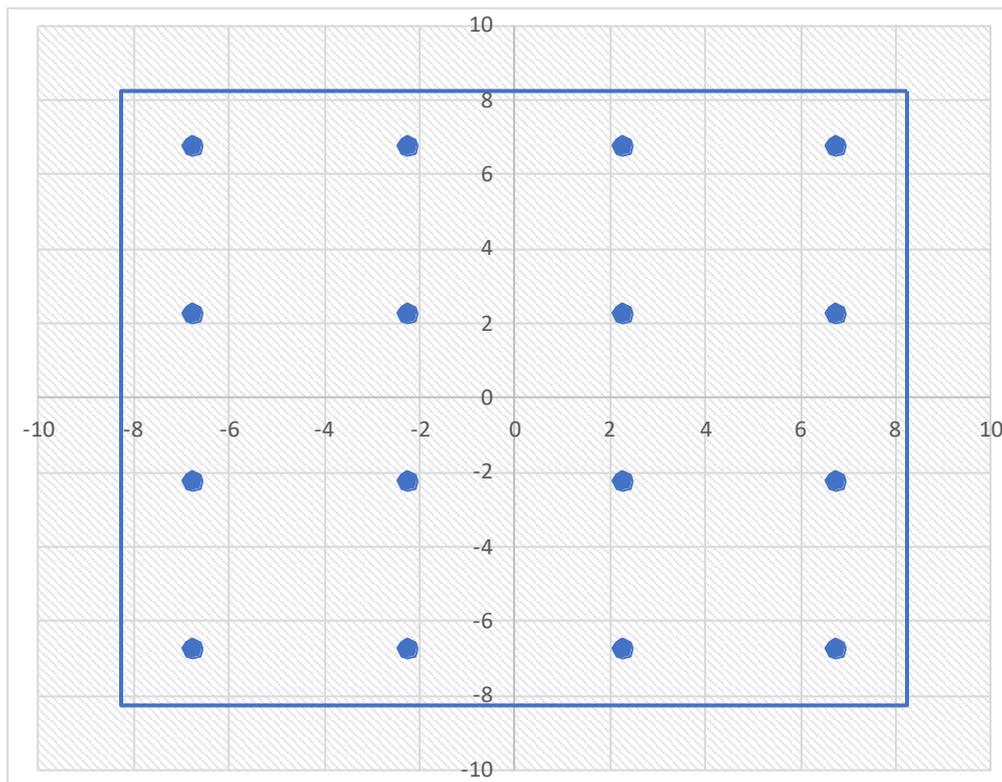
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0.10m$$

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

9. 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.	16	
diámetro pali	D	1.5	m
interasse pali	i	4.5	m
altezza plinto di fondazione	h	3	m
Check verifica			
sbalzo direzione trasversale	at	6.75	m
sbalzo direzione longitudinale	al	6.75	m
direzione trasversale	a/h	2.25	<i>Plinto basso</i>
direzione longitudinale	a/h	2.25	<i>Plinto basso</i>



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

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

n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	6.75	8364.0	7171.1	8090.0
2	2.25	-6.75	5871.5	6154.8	5343.3
3	6.75	6.75	8930.4	8039.9	8633.0
4	6.75	-6.75	6437.9	7023.6	5886.3
5	-6.75	-6.75	4738.8	4417.3	4257.4
6	-6.75	6.75	7231.3	5433.6	7004.1
7	6.75	2.25	8099.5	7701.2	7717.5
8	-6.75	2.25	6400.4	5094.8	6088.5
9	-2.25	2.25	6966.8	5963.6	6631.5
10	2.25	2.25	7533.2	6832.4	7174.5
11	-2.25	-6.75	5305.1	5286.1	4800.4
12	-2.25	6.75	7797.6	6302.3	7547.1
13	-6.75	-2.25	5569.6	4756.0	5172.9
14	6.75	-2.25	7268.7	7362.4	6801.9
15	2.25	-2.25	6702.3	6493.6	6258.9
16	-2.25	-2.25	6136.0	5624.8	5715.9
taglio combinato in			386.1	275.0	377.0

Scarichi q=1 se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	6.75	6316.2	6944.1	8864.5
2	2.25	-6.75	3612.4	4240.3	590.4
3	6.75	6.75	7123.9	9481.4	9672.2
4	6.75	-6.75	4420.1	6777.6	1398.1
5	-6.75	-6.75	1997.0	-834.1	-1025.0
6	-6.75	6.75	4700.8	1869.7	7249.1
7	6.75	2.25	6222.6	8580.1	6914.2
8	-6.75	2.25	3799.5	968.4	4491.1
9	-2.25	2.25	4607.2	3505.6	5298.8
10	2.25	2.25	5414.9	6042.9	6106.5
11	-2.25	-6.75	2804.7	1703.1	-217.3
12	-2.25	6.75	5508.5	4406.9	8056.8
13	-6.75	-2.25	2898.2	67.1	1733.0
14	6.75	-2.25	5321.4	7678.8	4156.2
15	2.25	-2.25	4513.7	5141.6	3348.5
16	-2.25	-2.25	3705.9	2604.4	2540.8
taglio combinato in			715.1	1177.0	1442.1

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

Il plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo trave soggetta a flessione, ricadendo nella categoria di elementi snelli. 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. Tale lunghezza identificata nelle due direzioni ortogonali è stata poi combinata per identificare la larghezza della mensola lungo la congiungente dei baricentri pila-palo.

Con l'ipotesi di posizionamento dell'asse neutro a $0,2 d$ si è ottenuta la forza di compressione necessaria per il soddisfacimento della sollecitazione esterna, quindi proiettata nelle due direzioni principali si è ottenuta l'armatura flessionale necessaria.

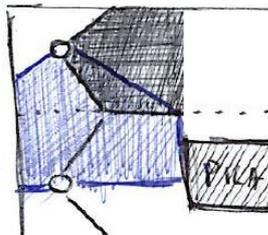


Figura 13 - mensola di riferimento

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

9.1 Dimensionamento armature

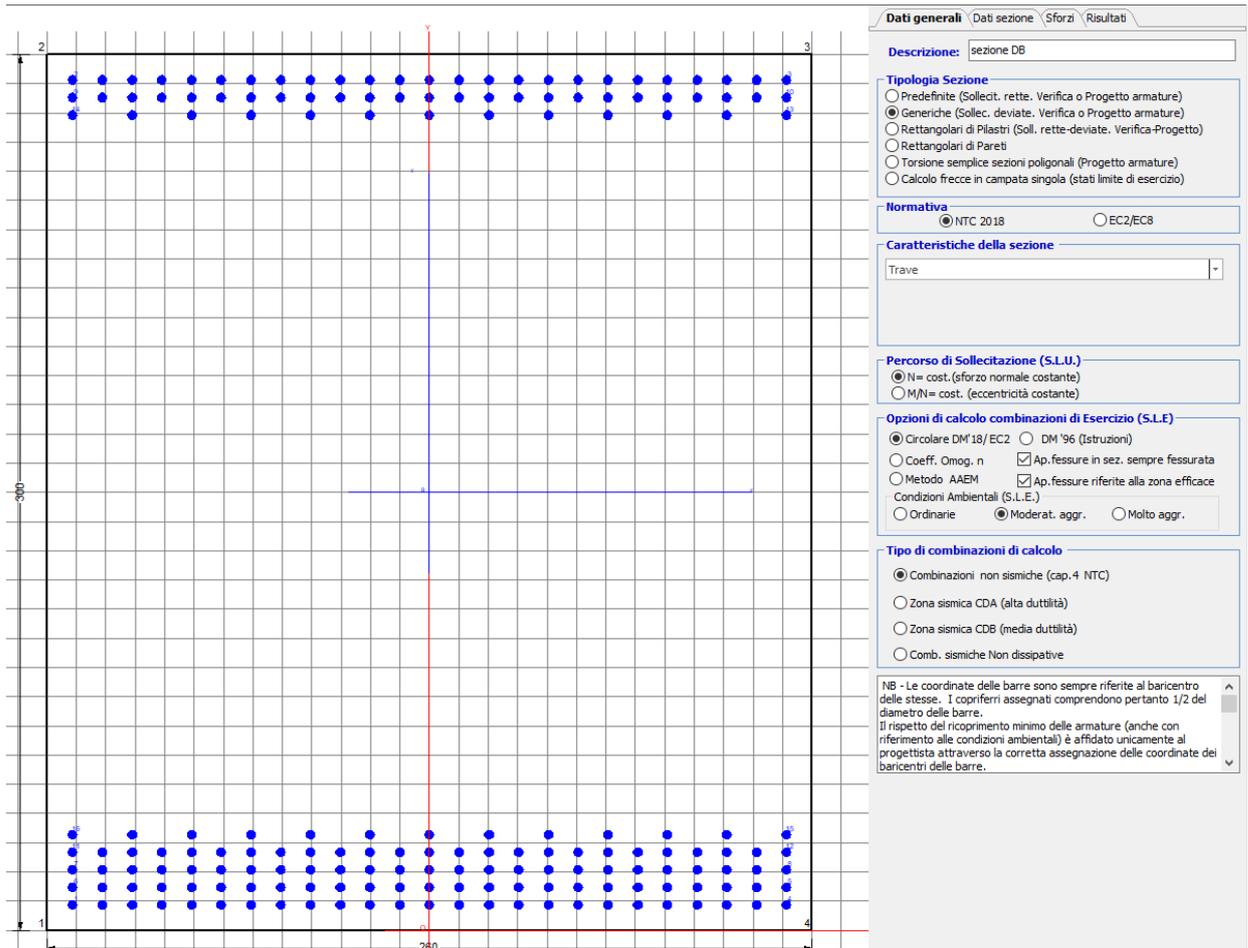
larghezza di riferimento della mensola equivalente	b	3.68	m
peso del plinto sulla larghezza equivalente	q1	264.74	KN m
peso specifico del terreno di ricoprimento	y	19.00	kN/m ³
altezza di ricoprimento	hrint	2.50	m
peso del terreno sulla larghezza equivalente	q2	174.66	KN m
reazione del palo	R	8930.35	KN
lunghezza della mensola	L	9.55	m
momento positivo dato dal terreno e peso plinto	M+	26026.0	KN m
momento negativo dato dalla reazione del palo	M-	85248.6	KN m
	Med	59222.64	KN m
dimensionamento della sezione			
altezza della sezione	h	3.00	m
altezza utile	d	2.90	m
posizionamento dell'asse neutro	yc	0.58	m
resistenza caratteristica del calcestruzzo	fck	25.00	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo	fcd	14.17	MPa
forza di compressione allo stato limite ultimo	Fc=Fs	25527.0	KN
angolo di inclinazione risultante	α	45.00	gradi
proiezione forza di trazione in trasversale	Tt	18050.3	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	Tl	18050.3	KN

proiezione nelle due direzioni e definizione dell'armatura				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras			At	46129.1 mm ²
diametro armatura			Φ	30.00 mm
passo armatura trasversale			p	10.00 cm
numero di strati			ns	3.00
lunghezza di collaborazione			L	2.60 m
numero di ferri per strato			n	26.00
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	55135.0 mm ²
			coef. Sicur	0.84
area dell'armatura inferiore richiesta in long			Al	46129.10 mm ²
diametro armatura			Φ	30.00
passo armatura longitudinale			p	10.00 cm
numero di strati			ns	3.00
lunghezza di collaborazione			L	2.60 m
numero di ferri per strato			n	26.00
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	55134.95 mm ²
			coef. Sicur	0.84
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ _t	327.38 MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ _l	327.38 Mpa

9.2 Verifica a prsso-flessione

9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 260x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	

Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	14.7	30
6	-121.3	14.7	30
7	-121.3	20.7	30
8	121.3	20.7	30
9	-121.3	285.3	30
10	121.3	285.3	30
11	-121.3	26.7	30
12	121.3	26.7	30
13	121.3	279.3	30
14	-121.3	279.3	30
15	121.3	32.7	30
16	-121.3	32.7	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	23	30
5	9	10	23	30
6	11	12	23	30
7	13	14	11	30
8	15	16	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	41877.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	41999.00	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	28468.00	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	25709.00 (16265.08)	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	15508.00 (16265.08)	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:	3.0 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	41877.00	0.00	0.00	82657.29	0.00	1.97798.7(112.0)	
2	S	0.00	41999.00	0.00	0.00	82657.29	0.00	1.97798.7(112.0)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.160	-130.0	300.0	0.00285	-121.3	291.3	-0.01843	-121.3	8.7
2	0.00350	0.160	-130.0	300.0	0.00285	-121.3	291.3	-0.01843	-121.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000075279	-0.019083596	0.160	0.700
2	0.000000000	0.000075279	-0.019083596	0.160	0.700

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.75	-130.0	300.0	-150.1	20.2	8.7	12610	798.7

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00079	0	0.875	30.0	72	0.00058 (0.00045)	386	0.224 (990.00)	16265.08	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	5.19	-130.0	300.0	-135.6	-101.1	8.7	12610	798.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00071	0	0.875	30.0	72	0.00051 (0.00041)	386	0.196 (0.20)	16265.08	0.00

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

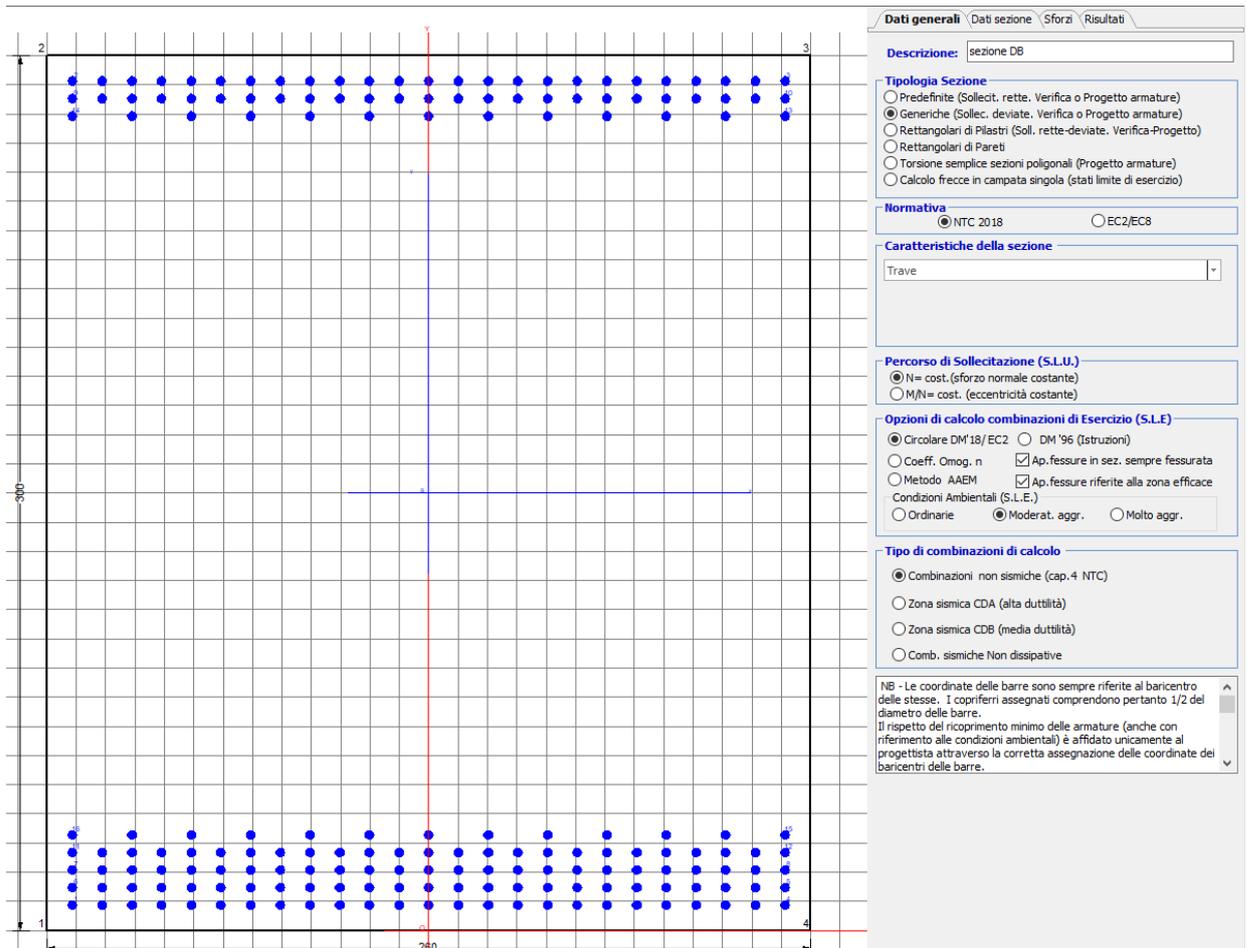
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.13	130.0	300.0	-81.8	-30.3	8.7	12610	798.7

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	-0.00043	0	0.875	30.0	72	0.00030 (0.00025)	386	0.114 (0.20)	16265.08	0.00

9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione y 260x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa

Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	14.7	30
6	-121.3	14.7	30
7	-121.3	20.7	30
8	121.3	20.7	30
9	-121.3	285.3	30
10	121.3	285.3	30
11	-121.3	26.7	30
12	121.3	26.7	30
13	121.3	279.3	30
14	-121.3	279.3	30
15	121.3	32.7	30
16	-121.3	32.7	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen. N°Barra Ini. N°Barra Fin. N°Barre Ø

1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	23	30
5	9	10	23	30
6	11	12	23	30
7	13	14	11	30
8	15	16	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	41877.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	41999.00	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	28468.00	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	25709.00 (16265.08)	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 15508.00 (16265.08) 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: 3.0 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 [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	41877.00	0.00	0.00	82657.29	0.00	1.97798.7(112.0)	
2	S	0.00	41999.00	0.00	0.00	82657.29	0.00	1.97798.7(112.0)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.160	-130.0	300.0	0.00285	-121.3	291.3	-0.01843	-121.3	8.7
2	0.00350	0.160	-130.0	300.0	0.00285	-121.3	291.3	-0.01843	-121.3	8.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000075279	-0.019083596	0.160	0.700
2	0.000000000	0.000075279	-0.019083596	0.160	0.700

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

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

Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.75	-130.0	300.0	-150.1	20.2	8.7	12610	798.7

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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	-0.00079	0	0.875	30.0	72	0.00058 (0.00045)	386	0.224 (990.00)	16265.08	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	5.19	-130.0	300.0	-135.6	-101.1	8.7	12610	798.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00071	0	0.875	30.0	72	0.00051 (0.00041)	386	0.196 (0.20)	16265.08	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	3.13	130.0	300.0	-81.8	-30.3	8.7	12610	798.7

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	-0.00043	0	0.875	30.0	72	0.00030 (0.00025)	386	0.114 (0.20)	16265.08	0.00

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P10</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	EC (1999) - BS 8110-97	
angolo d'inclinazione superficie			ϑ	33.6901	gradi
perimetro zona critica			u1	29.3111	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	4.665	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	4.70524	
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	18	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-110	gradi
sviluppo della superficie resistente			α	1.11701	rad
superficie totale del tronco cono			S1	28.4602	m ²
coefficiente carico			β	1.4	
valore di progetto del taglio			Ved	3537.08	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.40262	MPa
resistenza associata			vRd,max	2.83333	MPa
				0.1421	
valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			ql _y	0.00812	
percentuale geometrica armatura fless. long			ql _z	0.00812	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01149	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.17399	MPa
			vRd,c	0.72531	MPa
				0.23989	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

10. PALI DI FONDAZIONE

10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

10.2 Verifica strutturale

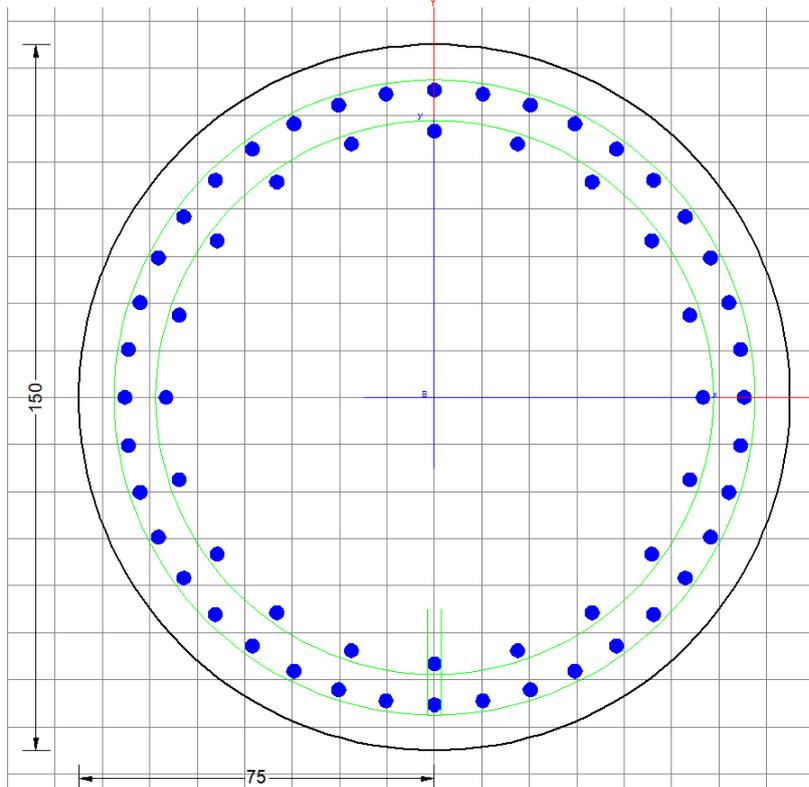
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	109353	3999	2338	74775	50973	
E_103x_SLV_q=1.36_63	69178	13083	3787	184782	54959	
E_103y_SLV_q=1.36_64	69178	6141	9295	62082	169234	
E_103x_SLV_q=1.36_63	69178	13083	3787	184782	54959	
E_103y_SLV_q=1.36_64	69178	6141	9295	62082	169234	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	6.75	8363.99	7708.65	6298.52
2	2.25	-6.75	5871.5	1549.26	4229.11
3	6.75	6.75	8930.35	8319.3	8178.9
4	6.75	-6.75	6437.86	2159.91	6109.49
5	-6.75	-6.75	4738.77	327.943	468.349
6	-6.75	6.75	7231.26	6487.33	2537.76
7	6.75	2.25	8099.52	6266.17	7489.09
8	-6.75	2.25	6400.43	4434.2	1847.96
9	-2.25	2.25	6966.8	5044.86	3728.34
10	2.25	2.25	7533.16	5655.52	5608.71
11	-2.25	-6.75	5305.13	938.6	2348.73
12	-2.25	6.75	7797.63	7097.99	4418.14
13	-6.75	-2.25	5569.6	2381.07	1158.15
14	6.75	-2.25	7268.69	4213.04	6799.29
15	2.25	-2.25	6702.33	3602.39	4918.91
16	-2.25	-2.25	6135.96	2991.73	3038.53
taglio equivalente			289.556	851.278	696.249
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	3.31
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	8930	250	146	750	438
combo2	8319	818	237	2453	710
combo3	8179	384	581	1151	1743
combo4	328	818	237	2453	710



Dati generali \ Dati sezione \ Sforzi \ Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione

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

Normativa

- NTC 2018
- EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro

Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)

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

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

- Circolare DM'18/ EC2
- DM'96 (Istruzioni)
- Coeff. Omog. n
- Ap.fessure in sez. sempre fessurata
- Metodo AABM
- Ap.fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.)

- Ordinarie
- Moderat. aggr.
- Molto aggr.

Tipo di combinazioni di calcolo

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

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

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo 1.5

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	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	20	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	8930.35	0.00	249.97	0.00	0.00
2	3926.83	0.00	150.78	0.00	0.00
3	6702.33	0.00	249.97	0.00	0.00
4	6558.67	0.00	150.78	0.00	0.00
5	6702.33	827.39	249.97	0.00	0.00
6	6558.67	0.00	639.81	0.00	0.00
7	8319.30	0.00	817.71	0.00	0.00
8	327.94	0.00	817.71	0.00	0.00
9	3602.39	0.00	817.71	0.00	0.00
10	4918.91	0.00	383.81	0.00	0.00
11	3602.39	2706.62	817.71	0.00	0.00
12	4918.91	0.00	1922.80	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	6314.68	0.00	172.37
2	2957.46	0.00	138.33
3	4815.88	0.00	172.37
4	4719.47	0.00	103.96
5	4815.88	570.56	172.37
6	4719.47	0.00	411.45
7	6305.43	0.00	402.66
8	2207.19	0.00	402.66
9	3901.24	0.00	402.66
10	4534.22	0.00	188.43
11	3901.24	1332.82	402.66
12	4534.22	0.00	968.30

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	5906.02	0.00 (0.00)	103.96 (0.00)
2	3087.92	0.00 (2854.79)	103.96 (4016.62)
3	4719.47	0.00 (0.00)	103.96 (0.00)
4	4719.47	0.00 (0.00)	103.96 (0.00)
5	4719.47	344.09 (0.00)	103.96 (0.00)
6	4719.47	0.00 (0.00)	411.45 (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	4394.66	0.00 (0.00)	0.17 (0.00)
2	4049.60	0.00 (0.00)	0.17 (0.00)
3	4279.11	0.00 (0.00)	0.17 (0.00)
4	4279.11	0.00 (0.00)	0.17 (0.00)
5	4279.11	0.55 (0.00)	0.17 (0.00)
6	4279.11	0.00 (0.00)	98.84 (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	8930.35	0.00	249.97	8930.16	0.00	9702.81	38.82	424.1(53.0)
2	S	3926.83	0.00	150.78	3926.69	0.00	9168.37	60.81	424.1(53.0)
3	S	6702.33	0.00	249.97	6702.24	0.00	9566.48	38.27	424.1(53.0)
4	S	6558.67	0.00	150.78	6558.59	0.00	9550.08	63.34	424.1(53.0)
5	S	6702.33	827.39	249.97	6702.33	9152.84	2771.15	11.06	424.1(53.0)
6	S	6558.67	0.00	639.81	6558.59	0.00	9550.08	14.93	424.1(53.0)
7	S	8319.30	0.00	817.71	8319.21	0.00	9679.40	11.84	424.1(53.0)
8	S	327.94	0.00	817.71	328.08	0.00	8336.93	10.20	424.1(53.0)
9	S	3602.39	0.00	817.71	3602.62	0.00	9103.11	11.13	424.1(53.0)
10	S	4918.91	0.00	383.81	4918.88	0.00	9332.43	24.32	424.1(53.0)
11	S	3602.39	2706.62	817.71	3602.30	8714.09	2636.19	3.22	424.1(53.0)
12	S	4918.91	0.00	1922.80	4918.88	0.00	9332.43	4.85	424.1(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	75.0	0.0	0.00304	65.3	0.0	-0.00320	-65.3	0.0
2	0.00350	75.0	0.0	0.00292	65.3	0.0	-0.00483	-65.3	0.0
3	0.00350	75.0	0.0	0.00299	65.3	0.0	-0.00384	-65.3	0.0
4	0.00350	75.0	0.0	0.00299	65.3	0.0	-0.00389	-65.3	0.0
5	0.00350	21.7	71.7	0.00299	20.2	62.1	-0.00384	-20.2	-62.1
6	0.00350	75.0	0.0	0.00299	65.3	0.0	-0.00389	-65.3	0.0
7	0.00350	75.0	0.0	0.00303	65.3	0.0	-0.00336	-65.3	0.0
8	0.00350	75.0	0.0	0.00280	65.3	0.0	-0.00662	-65.3	0.0
9	0.00350	75.0	0.0	0.00291	65.3	0.0	-0.00497	-65.3	0.0
10	0.00350	75.0	0.0	0.00295	65.3	0.0	-0.00445	-65.3	0.0
11	0.00350	21.7	71.8	0.00291	20.2	62.1	-0.00497	-20.2	-62.1
12	0.00350	75.0	0.0	0.00295	65.3	0.0	-0.00445	-65.3	0.0

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	0.000047734	0.000000000	-0.000080079	----	----
2	0.000059372	0.000000000	-0.000952927	----	----
3	0.000052312	0.000000000	-0.000423418	----	----
4	0.000052659	0.000000000	-0.000449451	----	----
5	0.000015130	0.000050079	-0.000423577	----	----
6	0.000052659	0.000000000	-0.000449451	----	----
7	0.000048895	0.000000000	-0.000167157	----	----
8	0.000072156	0.000000000	-0.001911678	----	----
9	0.000060372	0.000000000	-0.001027920	----	----
10	0.000056653	0.000000000	-0.000748940	----	----
11	0.000017459	0.000057791	-0.001027797	----	----
12	0.000056653	0.000000000	-0.000748940	----	----

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	2.97	75.0	0.0	34.9	-65.3	0.0	----	----
2	S	1.51	75.0	0.0	14.8	-65.3	0.0	----	----
3	S	2.35	75.0	0.0	25.5	-65.3	0.0	----	----
4	S	2.17	75.0	0.0	26.7	-65.3	0.0	----	----
5	S	3.20	21.7	0.0	14.4	-20.2	-62.1	----	----
6	S	2.79	75.0	0.0	18.6	-65.3	0.0	----	----
7	S	3.43	75.0	0.0	28.8	-65.3	0.0	----	----
8	S	1.73	75.0	0.0	3.2	-65.3	0.0	----	----
9	S	2.43	75.0	0.0	13.8	-65.3	0.0	----	----
10	S	2.27	75.0	0.0	23.4	-65.3	0.0	----	----
11	S	4.59	21.7	0.0	-16.9	-20.2	-62.1	636	21.2
12	S	3.83	75.0	0.0	2.9	-65.3	0.0	0	0.0

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a 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	-0.00005	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	3449.61	1084.61
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	-0.00016	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	3059.76	819.46
8	S	-0.00059	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	1408.21	377.14
9	S	-0.00016	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	3059.76	819.46
10	S	-0.00008	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	2289.44	3876.88
11	S	-0.00011	0	0.833	30.0	82	0.00005 (0.00005)	534	0.027 (990.00)	2898.72	875.74
12	S	0.00000	0	0.833	30.0	82	0.00005 (0.00005)	0	0.003 (990.00)	0.00	40715.56

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	2.67	75.0	0.0	34.1	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.49	75.0	0.0	16.5	-65.3	0.0	---	---
3	S	2.17	75.0	0.0	26.7	-65.3	0.0	---	---
4	S	2.17	75.0	0.0	26.7	-65.3	0.0	---	---
5	S	2.69	21.7	0.0	20.0	-20.2	-62.1	---	---
6	S	2.79	75.0	0.0	18.6	-65.3	0.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	2854.79	4016.62
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	1.83	75.0	0.0	27.4	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.69	75.0	0.0	25.3	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.78	75.0	0.0	26.7	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.78	75.0	0.0	26.7	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.78	22.1	0.0	26.7	-20.2	-62.1	---	---
6	S	1.98	75.0	0.0	24.1	-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 VI07 - Viadotto ferroviario a Doppio binario – sviluppo complessivo 805 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P10	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0705004	REV. B

10.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	109353	3999	2338	74775	50973	
E_103x_SLV_q=1_66	69178	16671	4641	248223	72694	
E_103y_SLV_q=1_67	69178	7217	12141	81115	228351	
E_103x_SLV_q=1_66	69178	16671	4641	248223	72694	
E_103y_SLV_q=1_67	69178	7217	12141	81115	228351	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	16671	7217
sollecitazione massima direzione y	Ty	4641	12141
vettore complessivo, singolo palo	T	1082	883

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm ²
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f _{yd}	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f _{ck}	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f _{cd}	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' _c	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	β	22	gradi
resistenza puntoni	V _c	4436	kN
resistenza staffe	V _s	1221	kN
taglio resisistente	V _r	1221	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	1082	kN
	V _{ed} /V _r	0.89	

11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	110 kg/mc
Plinto di fondazione	280 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 200 kg/mc