

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)

VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 1030m

Relazione di calcolo Pile - P3

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 09 CL VI0605 006 B

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

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: RS3U40D09CLVI0605006B

n. Elab.: 09_126_5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 Descrizione dell’opera.....	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
3. MATERIALI	8
3.1 Verifiche SLE.....	9
3.1.1 Verifiche tensionali.....	9
3.1.2 Verifiche a fessurazione	10
4. DATI DI BASE	11
4.1 Geometrie di base.....	11
4.2 Modelli di analisi e verifica	13
4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	13
4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura	18
5. ANALISI DEI CARICHI	19
5.1 Peso proprio elementi strutturali.....	19
5.2 Carichi strutturali trasmessi dall’impalcato.....	20
5.3 Carichi da traffico verticali	20
5.4 Effetti dinamici	22
5.5 Disposizione treni di carico.....	22
5.6 Carichi da traffico orizzontali	26
5.6.1 Forza centrifuga	26
5.6.2 Serpeggio.....	28
5.6.3 Frenatura ed avviamento.....	29
5.6.4 Forza d’attrito.....	30
5.6.5 Azione del Vento.....	30
5.7 Azione Sismica	33
5.7.1 Inquadramento Sismico.....	34
5.7.2 Definizione della domanda sismica.....	35
5.7.3 Calcolo dell’azione Sismica	39
5.7.4 Risposta sismica locale	40
5.7.5 Check analisi statica.....	41
5.7.6 Analisi statica equivalente	42
5.7.7 Analisi dinamica modale	43
5.8 Azione idrostatica	44
6. SOLLECITAZIONI.....	46
6.1 Combinazioni di carico	47

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

6.1.1	Configurazione 1	47
6.1.2	Configurazione 2	53
6.1.3	Configurazione 3	59
6.2	Tabella riassuntive, massime sollecitazioni	65
6.2.1	Stati limiti di esercizio	65
6.2.2	Stati limiti ultimi	71
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA	74
8.1	Modellazione	76
8.2	Verifica a presso flessione	76
8.3	Verifica a taglio	85
8.4	Verifica minimi di armatura	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
9.1	Dimensionamento armature	93
9.2	Verifica a presso-flessione.....	95
9.2.1	Direzione trasversale.....	95
9.2.2	Direzione longitudinale.....	100
9.3	Verifica a punzonamento	105
10	PALI DI FONDAZIONE.....	106
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	106
10.2	Verifica strutturale	106
10.3	Verifica a taglio	114
11	INCIDENZE	115

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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 VI06 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 3 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 26.00m, con variazione di luce 50-60m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

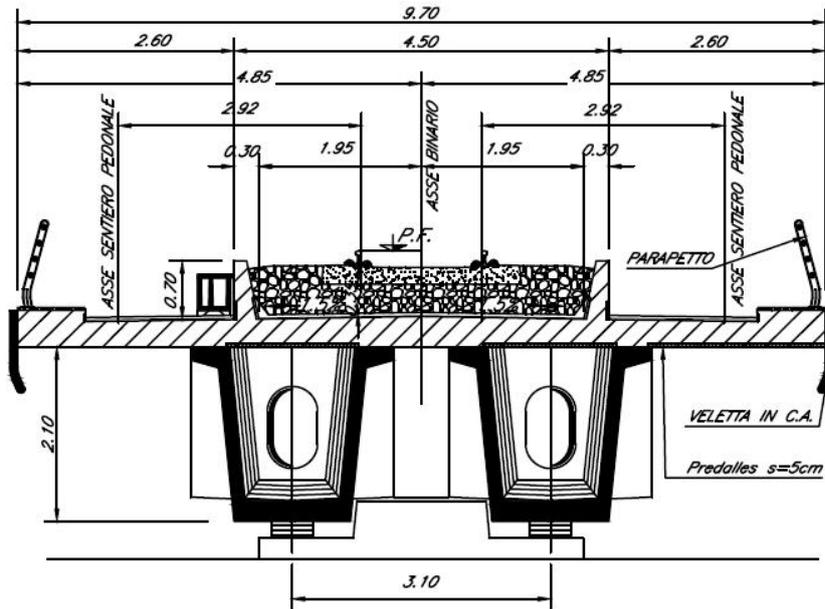
Il viadotto VI06 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 1030m, ed è costituito da 26 campate isostatiche di luce 25m, 40m, 50m e 60m(asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a quattro travi.

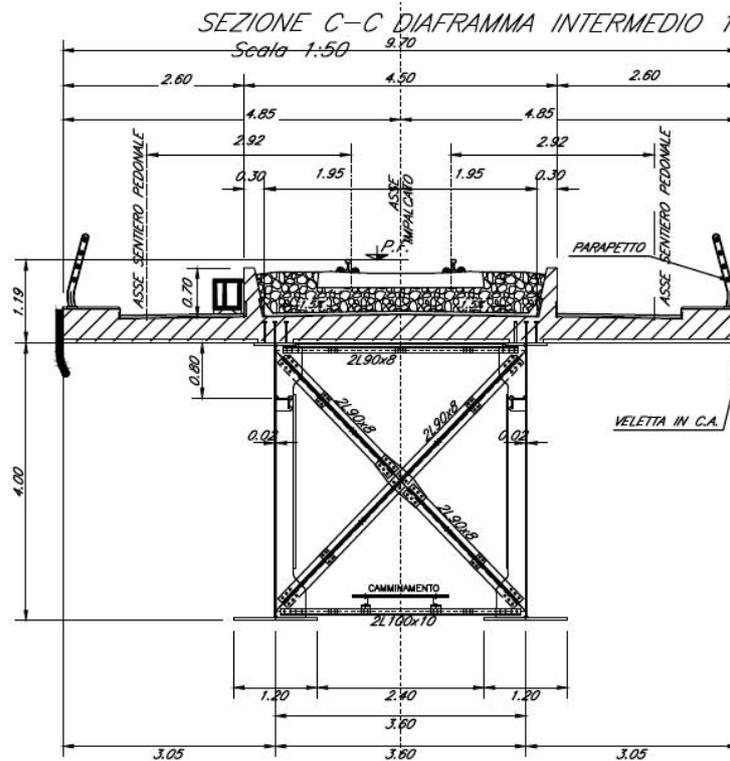
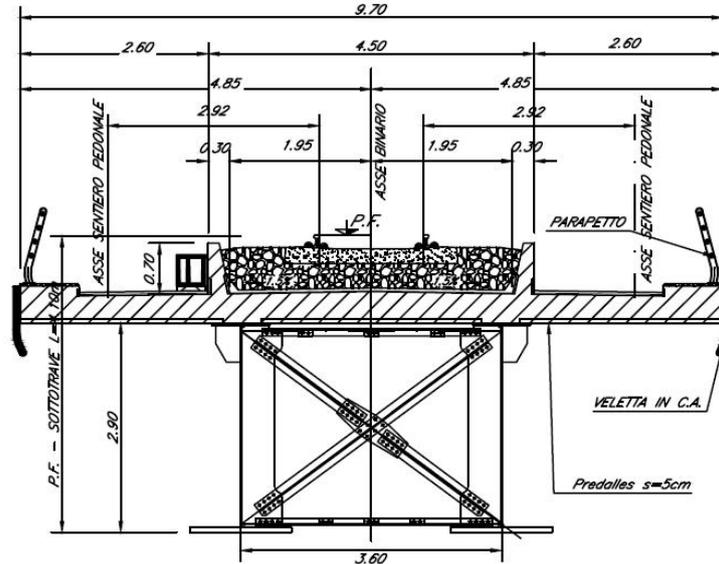
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 4.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 2.50m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

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





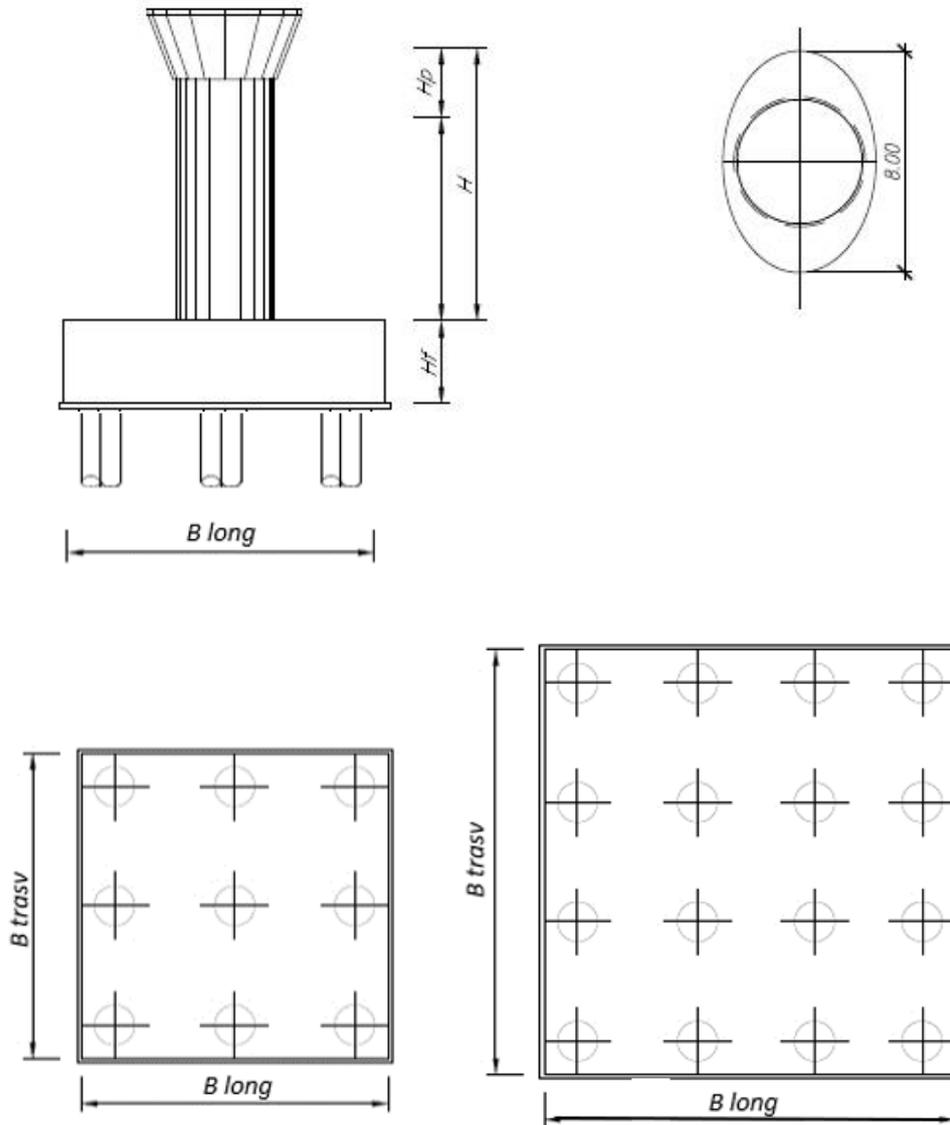


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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 26.00m. 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	26	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	9543	kN
PULVINO						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	1794	kN
FONDAZIONE						
asse minore ellisse				a	16.5	m
asse maggiore ellisse				b	16.5	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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
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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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:

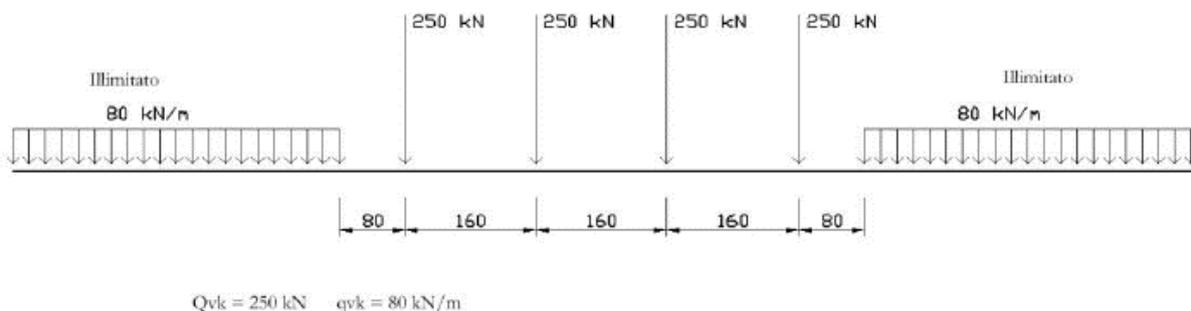
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	6715	204
scarichi estradosso Pila - G2	6724	1385
scarichi estradosso Fondazione - G1	18449	204
scarichi estradotto Fondazione - G2	6724	1385
scarichi sui Pali - G1	46174	204
scarichi sui Pali - G2	6724	1385

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;

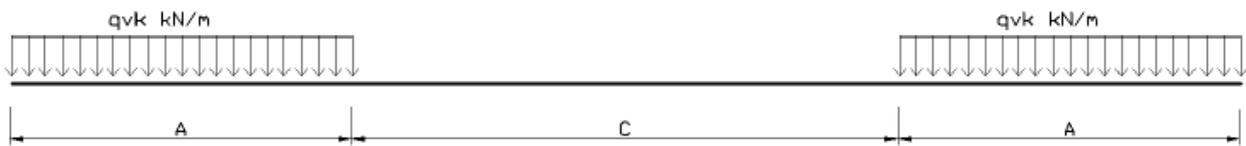
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

5.4 Effetti dinamici

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

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

5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	5514	791	551
COMBO ML	4005	4806	401
COMBO MT	5514	791	551

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

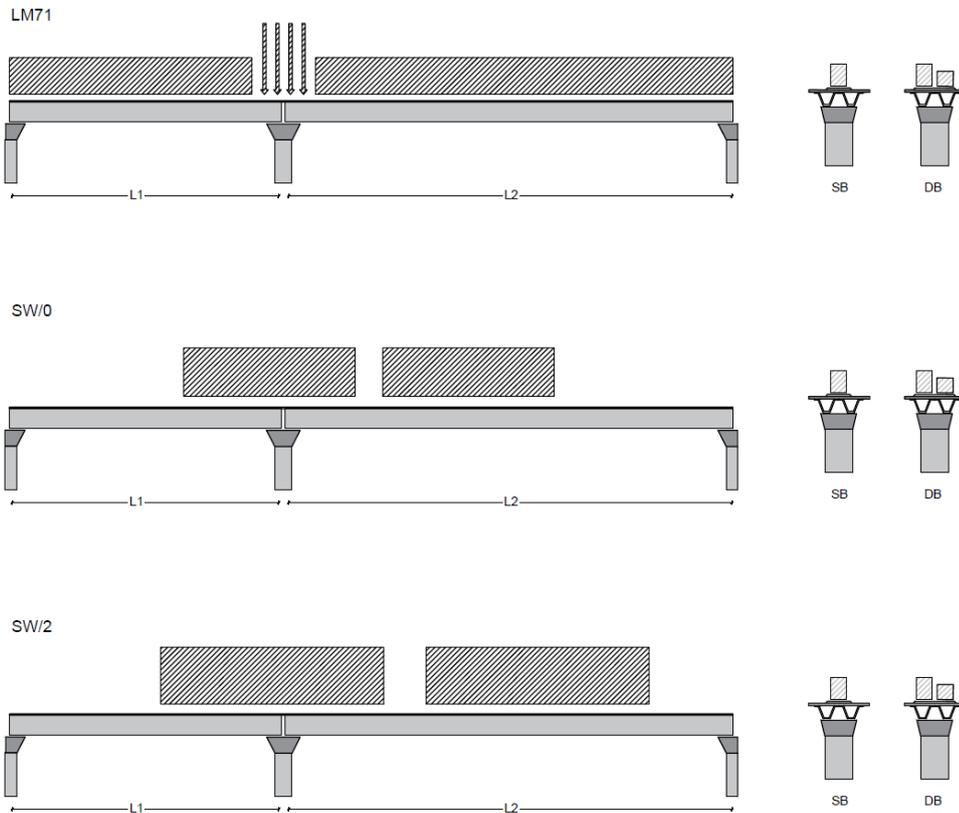


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

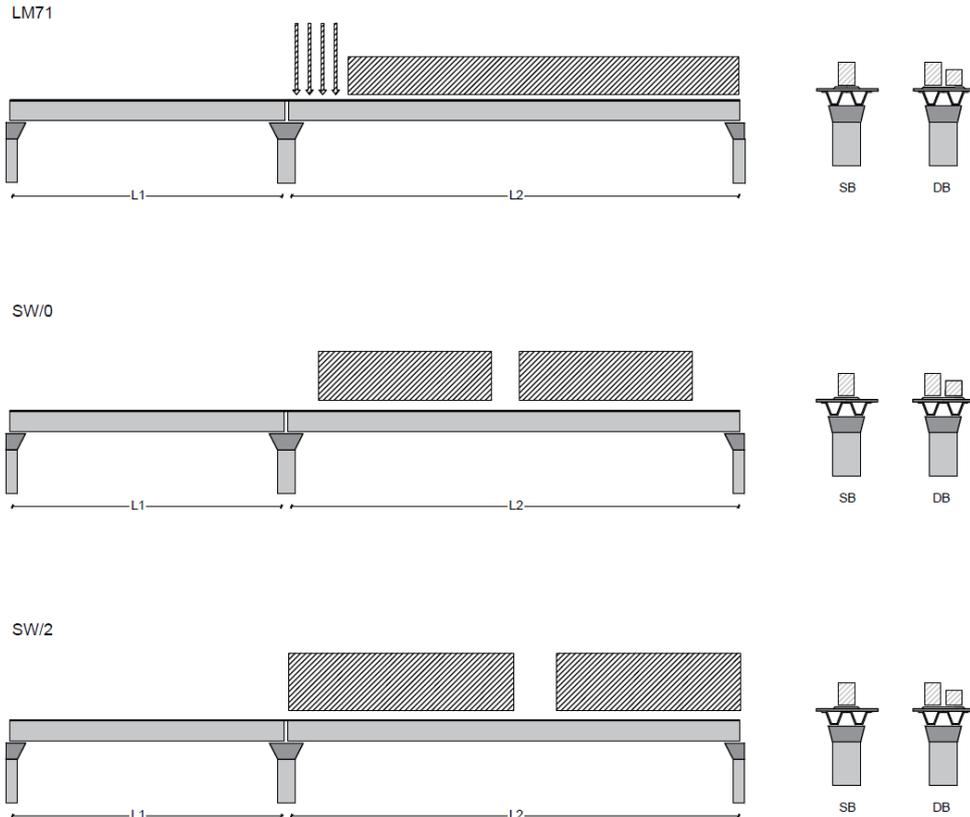


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

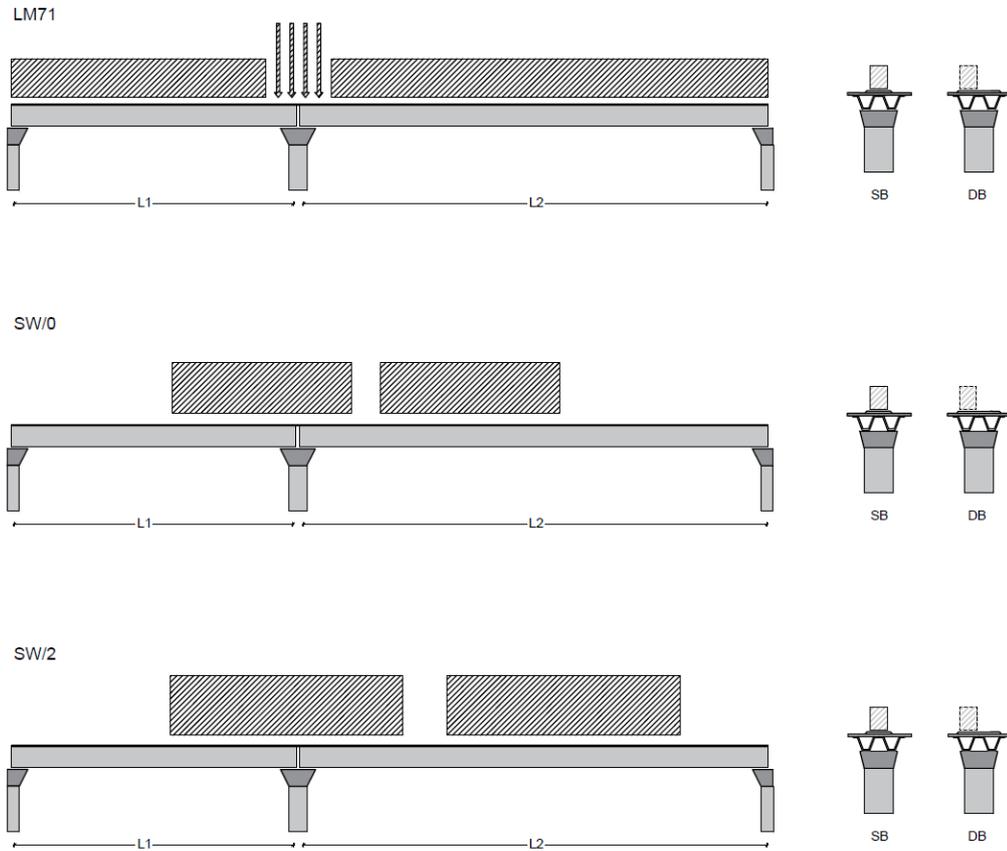


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	2990	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	48	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.793494	
LM71 e SW/0							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
LM71 caso a							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	289.0	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	92.5	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	12.1	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	3.9	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.79	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	262.8	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	84.1	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	14.1	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.5	kN/m
SW/2						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	157.66	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.15	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	4.1517789	0	4.15178	227.5175	1446.28

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

5.6.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettifilo che in curva.

viadotto a binario			Singolo		
combinazione treni			SW/2		
valore caratteristico della forza			Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento			a	1	
coefficiente di adattamento					
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali					
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio				0.45	m
altezza impalcato + soletta				3.226804	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	100	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	465.6804	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Singolo	
combinazione treni				SW/2	
posizionamento vincolo fissi				caso peggiore	
estradosso pulvino sommità binario		H	0.45	m	
lunghezza del binario		L	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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	6715	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	6724	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	7883	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	422.8	kN
momento longitudinale in testa pila		M	190.3	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	294	m
parametro adimensionale	ks	0.36	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
VENTO SULL'IMPALCATO				
	ponete carico			
	altezza pila	z1	26	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	26.45	m
	altezza di riferimento	z	31.16	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	3.12	
	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	1671.97	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	4.42	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	9.42	m
		d/h	1.02972	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.11683	
	forza trasversale	fx	33.3	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1827.0	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	9427.4	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	9.3	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.04301			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.11317			
	forza trasversale	fx	32.9			
	forza equivalente in testa pila	Fx	1629.8	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	8311.8	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	26	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.99223			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1671.97	n/m2		
			1.67197	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	1.4E+07			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00044			

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90896	
	rapporto geometrico	l/b	5.77778	
	snellezza effettiva	λ	5.77778	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.67244	
	forza trasversale	f tras	1.0	
	forza equivalente in testa pila	F tras	26.6	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	15.6	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	0.90896	
	rapporto geometrico	l/b	5.77778	
	snellezza effettiva	λ	5.77778	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.67244	
	forza longitudinale	f lon	1.02194	
	forza equivalente in testa pila	F lon	26.5705	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	15.6	m

5.7 Azione Sismica

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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.

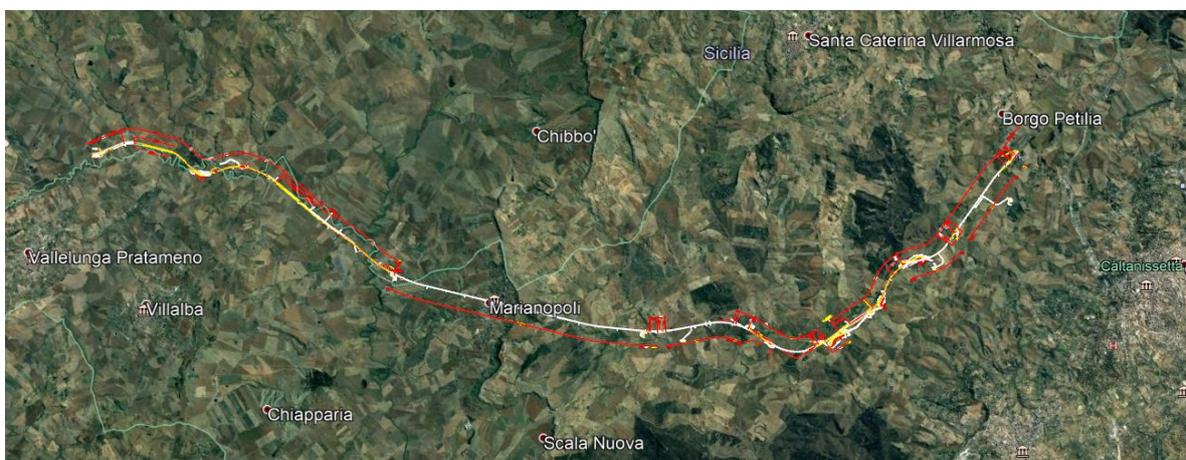


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche

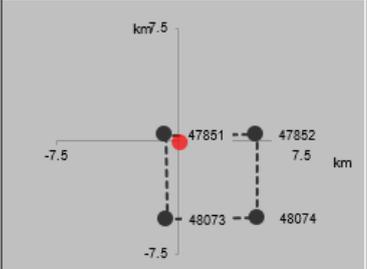
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

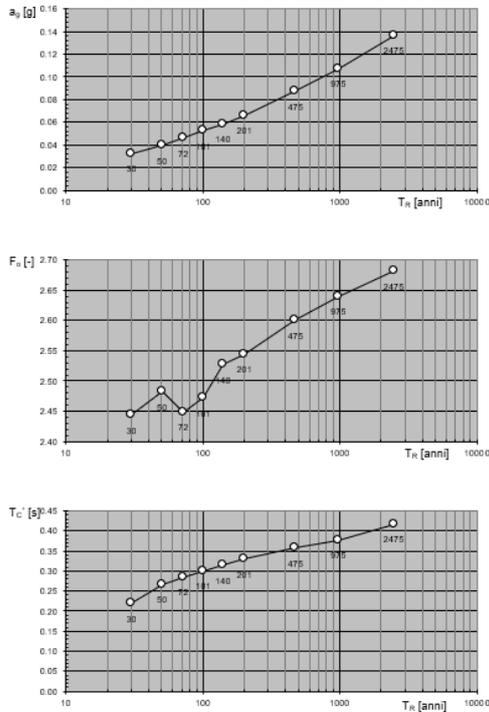


La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

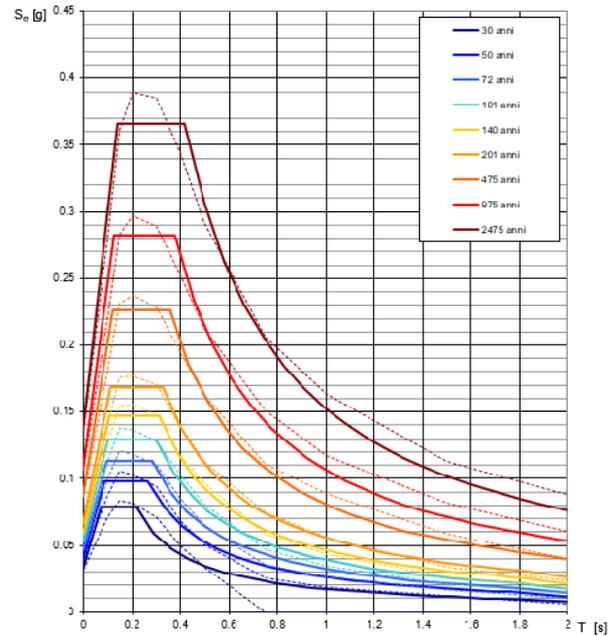
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

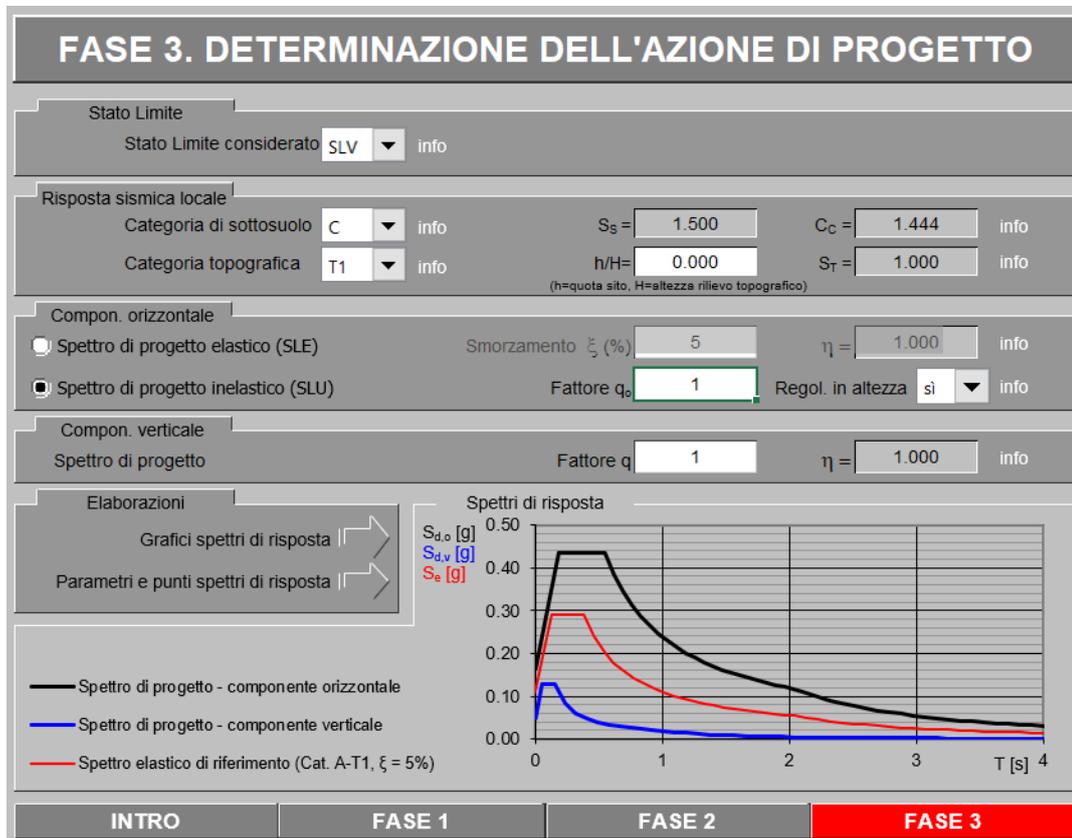
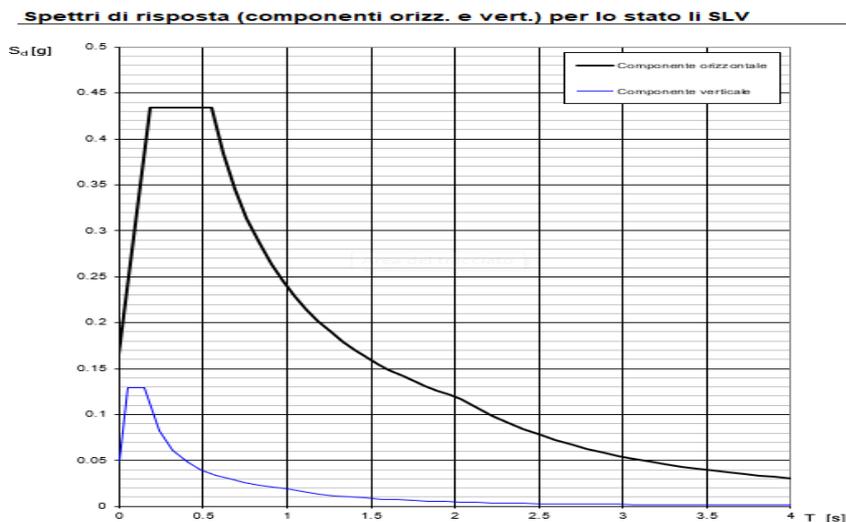


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.099 g
F_0	2.638
T_c	0.511 s
S_s	1.500
C_c	1.310
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.223 s
T_C	0.670 s
T_D	1.938 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.149
T_B	0.223	0.394
T_C	0.670	0.394
	0.733	0.360
	0.796	0.331
	0.860	0.307
	0.923	0.286
	0.986	0.267
	1.049	0.251
	1.113	0.237
	1.176	0.224
	1.239	0.213
	1.302	0.203
	1.366	0.193
	1.429	0.185
	1.492	0.177
	1.555	0.170
	1.619	0.163
	1.682	0.157
	1.745	0.151
	1.808	0.146
	1.871	0.141
	1.935	0.136
T_D	1.938	0.132
	2.093	0.120
	2.189	0.110
	2.284	0.101
	2.379	0.093
	2.475	0.086
	2.570	0.080
	2.665	0.074
	2.761	0.069
	2.856	0.065
	2.951	0.061
	3.047	0.057
	3.142	0.053
	3.237	0.050
	3.333	0.047
	3.428	0.045
	3.523	0.042
	3.619	0.040
	3.714	0.038
	3.809	0.036
	3.905	0.035
	4.000	0.033

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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

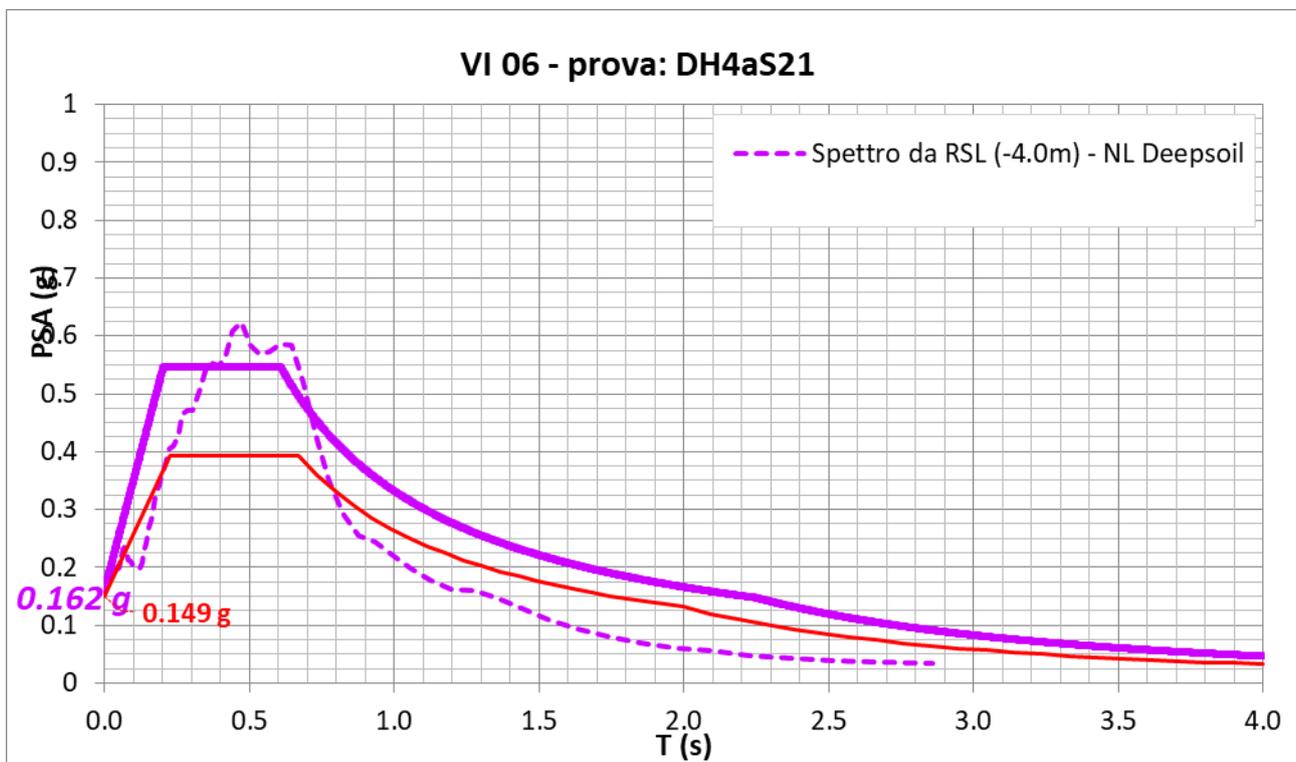
- $q= 1.5$ per la verifica a presso flessione della pila;
- $q= 1.5/1.1$ per la verifica a capacità portante verticale dei pali, la presso-flessione e la verifica del plinto se non tozzo;
- $q= 1$ per le verifiche a taglio degli elementi strutturali e le verifiche a capacità portante orizzontale dei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

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

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

5.7.4 Risposta sismica locale

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



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

5.7.5 Check analisi statica

Direzione Longitudinale				
massa treno per direzione long		Com Nmax	8011	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1602	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	14763	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	16365	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	3273	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	9543	kN
massa efficace pila		Mpe	5373	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	21738	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2099.8 KN
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5514	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1103	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	13439	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	14541	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	9543	kN
massa efficace pila		Mpe	5373	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	19914	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2464.6 KN
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5514	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1103	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	13439	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	14541	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	9543	kN
massa efficace pila		Mpe	5373	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	19914	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2464.6 KN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

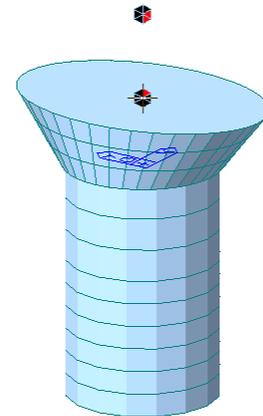
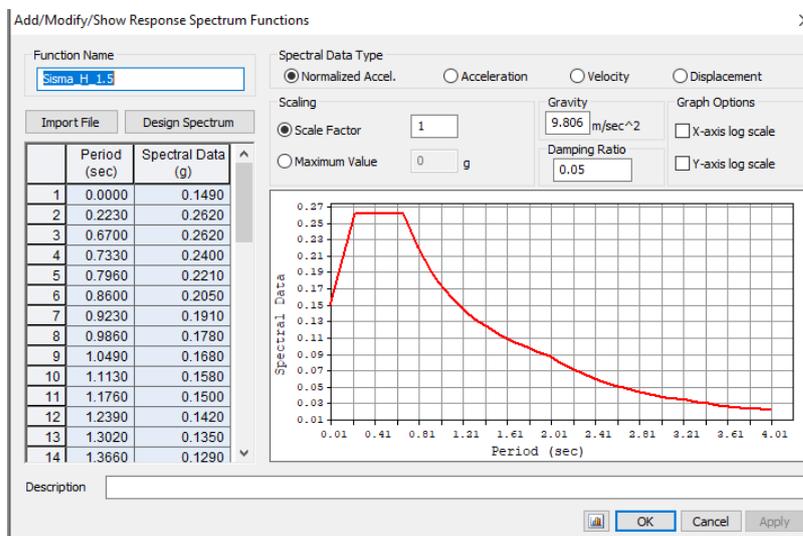
5.7.6 Analisi statica equivalente

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	26.00	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	26.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	K _{tra}	4.1E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	K _{long}	6.0E+07	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	K _{vert}	1.8E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	T _{tra}	1.46	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	T _{long}	1.16	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	T _{vert}	0.07	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.15	0.15	0.23	0.09	g
accelerazione componente longitudinale	0.20	0.20	0.30	0.12	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	2225	2225	2225	722	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3064	3370	4596	1815	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	4294	4723	6441	2643	kN
Momento flessionale trasversale	91846	101031	137770	54421	kN m
Momento flessionale longitudinale	113864	125222	170652	70071	kN m

5.7.7 Analisi dinamica modale

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



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA q=1.5	2225.07	4010.14	4958.26	99742.3	111482.73
SISMA q=1	2225.07	5988.5	7419.36	149159.57	166973.92
SISMA sld	785.33	2491.05	3120.62	61536.04	69989.74

quindi si procede con tali

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.

6.3.5 Escavazioni localizzate viadotto VI06

Pila	Tirante idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-corrente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	
P01	0.00	0.00	8	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	0.00	0.00	9	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P03	2.56	1.01	31	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.29	plinto scoperto
P04	3.96	2.31	35	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.92	plinto scoperto
P05	4.28	1.84	33	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.53	plinto scoperto
P06	4.30	2.30	37	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.12	plinto scoperto
P07	3.49	3.01	31	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.58	plinto scoperto
P08	3.32	3.00	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.12	plinto scoperto
P09	3.63	2.75	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.58	plinto scoperto
P10	2.38	3.53	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.78	plinto scoperto
P11	2.02	3.11	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	11.43	plinto scoperto
P12	1.85	3.57	47	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.51	plinto scoperto
P13	1.43	3.64	41	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	12.17	plinto scoperto
P14	1.77	2.22	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.40	plinto scoperto
P15	1.42	0.17	23	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.48	plinto non scoperto
P16	0.60	0.92	39	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	4.23	plinto scoperto
P17	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P18	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P19	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P20	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P21	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P22	0.00	0.00	17	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P23	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P24	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P25	0.00	0.00	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

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:

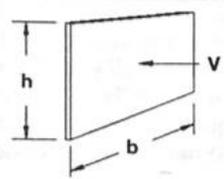
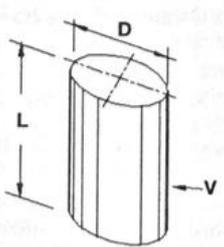
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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	2.31	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m ⁴
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	26	m
altezza idrica Tr 300	h300	3.96	m
scalzamento massimo Tr300	dl	9.92	m
tipologia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	2.25	m
rapporto geometrico	L/D	0.002444	m
viscosità cinamatica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynolds	Re	11627517	
coefficiente di forma	Cd	0.35	*
* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche			

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.933818	kN/m ²	
forza risultante		Fidro	149.2821	kN	
momento alla base pila		Mpila	-199.893	kN	

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	5.46	3	5.42
D	2.25	9.6	1.5
L/D	2.427	3.2	3.61333333
Re	5.81E+06	2.48E+07	3.88E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.9338175	3.148299	0.9338175
B	2.25	9.6	4
F	11.47	117.56	20.25
M	31.32	-176.35	-54.86

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

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

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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

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	27145.5	1268.75	755.597	4070.96	3088.15	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	19919.3	0	495.452	2440.18	2171.61	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	27145.5	2537.5	590.647	4641.9	2039.6	
A1_SLU_gr4_centrif_4	25546.6	2030	632.055	4184.16	2482.93	
A1_SLU_gr1+vento_5	27145.5	1292.66	2246.31	4070.96	10568.8	
A1_SLU_gr2+vento_6	19919.3	23.9135	1986.16	2440.18	9652.27	
A1_SLU_gr3+vento_7	27145.5	2561.41	2081.36	4641.9	9520.25	
A1_SLU_gr4+vento_8	25546.6	2053.91	2122.76	4184.16	9963.59	
A1_SLU_vento_gr1_9	25546.6	1054.86	3042.94	3727.41	14917.6	
A1_SLU_vento_gr2_10	19765.6	39.8558	2876.45	2422.78	14203.1	
A1_SLU_vento_gr3_11	25546.6	2069.86	2910.98	4184.16	14078.7	
A1_SLU_vento_gr4_12	25546.6	2069.86	3116.57	4184.16	14950.7	
SLE_rar_gr1_Treno_14	18952.3	875	451.768	2773.91	2098.56	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	13968.6	0	332.161	1649.23	1493.37	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	18952.3	1750	338.009	3167.66	1375.42	
SLE_rar_gr4_centrif_17	17849.5	1400	379.799	2851.98	1687.12	
SLE_rar_gr1+vento_18	18952.3	890.942	1445.57	2773.91	7085.67	
SLE_rar_gr2+vento_19	13968.6	15.9423	1325.97	1649.23	6480.48	
SLE_rar_gr3+vento_20	18952.3	1765.94	1331.82	3167.66	6362.52	
SLE_rar_gr4+vento_21	17849.5	1415.94	1373.61	2851.98	6674.23	
SLE_rar_vento_gr1_22	17849.5	726.571	1996.59	2536.98	9981.16	
SLE_rar_vento_gr2_23	13862.6	26.5705	1920.04	1637.23	9505.63	
SLE_rar_vento_gr3_24	17849.5	1426.57	1905.58	2851.98	9402.65	
SLE_rar_vento_gr4_25	17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96	

SLE_fre_gr1_Treno_27	17849.5	700	313.871	2536.98	1657.45
SLE_fre_gr2_Scarico_28	13862.6	0	250.08	1637.23	1187.66
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	17849.5	1400	222.864	2851.98	1078.94
SLE_fre_gr4_centrif_30	17849.5	1400	346.835	2851.98	1672.29
SLE_fre_gr1+vento_31	17849.5	705.314	645.14	2536.98	3319.82
SLE_fre_gr2+vento_32	13862.6	5.31411	581.349	1637.23	2850.03
SLE_fre_gr3+vento_33	17849.5	1405.31	554.133	2851.98	2741.31
SLE_fre_gr4+vento_34	17849.5	1405.31	678.104	2851.98	3334.66
SLE_fre_vento_gr1_35	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_vento_gr2_36	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_vento_gr3_37	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_vento_gr4_38	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_gr1_temp39	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr2_temp40	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr3_temp41	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr3_temp42	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_qp_gr1_Treno_44	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_Scarico_45	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr4_centrif_47	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_48	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr2+vento_49	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr3+vento_50	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr4+vento_51	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr1_52	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr2_53	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr3_54	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr4_55	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr1_temp56	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_temp57	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp58	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp59	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
E_103x_SLV_q=1.5_60	14106.2	4963.57	1610.91	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	14106.2	1492.79	4418.01	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	15663.7	1492.79	1610.91	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	14106.2	5459.4	1731.22	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	14106.2	1641.54	4819.03	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	15663.7	1641.54	1731.22	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	14106.2	7424.67	2204.42	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	14106.2	2231.12	6396.37	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	15663.7	2231.12	2204.42	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	13674.2	3125.93	1155.19	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	13674.2	941.5	2898.92	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	14224	941.5	1155.19	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	42987.2	1268.75	755.597	37058.5	22733.7
A1_SLU_gr2_Scarico_2	35761	0	495.452	2440.18	15053.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	42987.2	2537.5	590.647	70616.9	17396.4
A1_SLU_gr4_centrif_4	41388.3	2030	632.055	56964.2	18916.4
A1_SLU_gr1+vento_5	42987.2	1292.66	2246.31	37680.2	68972.8
A1_SLU_gr2+vento_6	35761	23.9135	1986.16	3061.93	61292.5
A1_SLU_gr3+vento_7	42987.2	2561.41	2081.36	71238.7	63635.5
A1_SLU_gr4+vento_8	41388.3	2053.91	2122.76	57585.9	65155.5
A1_SLU_vento_gr1_9	41388.3	1054.86	3042.94	31153.7	94034.1
A1_SLU_vento_gr2_10	35607.3	39.8558	2876.45	3459.03	88990.8
A1_SLU_vento_gr3_11	41388.3	2069.86	2910.98	58000.4	89764.3
A1_SLU_vento_gr4_12	41388.3	2069.86	3116.57	58000.4	95981.5
SLE_rar_gr1_Treno_14	30686.9	875	451.768	25523.9	13844.5
SLE_rar_gr2_Scarico_15	25703.2	0	332.161	1649.23	10129.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	30686.9	1750	338.009	48667.7	10163.7
SLE_rar_gr4_centrif_17	29584.1	1400	379.799	39252	11561.9
SLE_rar_gr1+vento_18	30686.9	890.942	1445.57	25938.4	44670.6
SLE_rar_gr2+vento_19	25703.2	15.9423	1325.97	2063.73	40955.6
SLE_rar_gr3+vento_20	30686.9	1765.94	1331.82	49082.2	40989.7
SLE_rar_gr4+vento_21	29584.1	1415.94	1373.61	39666.5	42388
SLE_rar_vento_gr1_22	29584.1	726.571	1996.59	21427.8	61892.4
SLE_rar_vento_gr2_23	25597.2	26.5705	1920.04	2328.07	59426.6
SLE_rar_vento_gr3_24	29584.1	1426.57	1905.58	39942.8	58947.7
SLE_rar_vento_gr4_25	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7
SLE_fre_gr1_Treno_27	29584.1	700	313.871	20737	9818.1
SLE_fre_gr2_Scarico_28	25597.2	0	250.08	1637.23	7689.75
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	29584.1	1400	222.864	39252	6873.4
SLE_fre_gr4_centrif_30	29584.1	1400	346.835	39252	10690
SLE_fre_gr1+vento_31	29584.1	705.314	645.14	20875.1	20093.5
SLE_fre_gr2+vento_32	25597.2	5.31411	581.349	1775.4	17965.1
SLE_fre_gr3+vento_33	29584.1	1405.31	554.133	39390.1	17148.8
SLE_fre_gr4+vento_34	29584.1	1405.31	678.104	39390.1	20965.4
SLE_fre_vento_gr1_35	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5

SLE_fre_vento_gr2_36	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_vento_gr3_37	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_vento_gr4_38	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_gr1_temp39	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr2_temp40	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr3_temp41	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr3_temp42	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_qp_gr1_Treno_44	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr2_Scarico_45	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr4_centrif_47	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr1+vento_48	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr2+vento_49	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr3+vento_50	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr4+vento_51	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr1_52	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr2_53	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr3_54	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr4_55	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr1_temp56	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr2_temp57	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_temp58	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_temp59	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
E_103x_SLV_q=1.5_60	25840.7	4963.57	1610.91	113072	31619.5
E_103y_SLV_q=1.5_61	25840.7	1492.79	4418.01	35034.1	101439
E_103z_SLV_q=1.5_62	27398.3	1492.79	1610.91	35034.1	31619.5
E_103x_SLV_q=1.36_63	25840.7	5459.4	1731.22	124220	34611.8
E_103y_SLV_q=1.36_64	25840.7	1641.54	4819.03	38378.5	111413
E_103z_SLV_q=1.36_65	27398.3	1641.54	1731.22	38378.5	34611.8
E_103x_SLV_q=1_66	25840.7	7424.67	2204.42	168563	46444.7
E_103y_SLV_q=1_67	25840.7	2231.12	6396.37	51681.4	150856
E_103z_SLV_q=1_68	27398.3	2231.12	2204.42	51681.4	46444.7
E_103x_SLD_q=1_69	25408.8	3125.93	1155.19	71579	20157.7
E_103y_SLD_q=1_70	25408.8	941.5	2898.92	22586.2	63232.9
E_103z_SLD_q=1_71	25958.6	941.5	1155.19	22586.2	20157.7

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	80415.4	1268.75	755.597	40864.7	25000.5
A1_SLU_gr2_Scarico_2	73189.2	0	495.452	2440.18	16539.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	80415.4	2537.5	590.647	78229.4	19168.4
A1_SLU_gr4_centrif_4	78816.5	2030	632.055	63054.2	20812.5
A1_SLU_gr1+vento_5	80415.4	1292.66	2246.31	41558.2	75711.7
A1_SLU_gr2+vento_6	73189.2	23.9135	1986.16	3133.67	67250.9
A1_SLU_gr3+vento_7	80415.4	2561.41	2081.36	78922.9	69879.6
A1_SLU_gr4+vento_8	78816.5	2053.91	2122.76	63747.6	71523.8
A1_SLU_vento_gr1_9	78816.5	1054.86	3042.94	34318.2	103163
A1_SLU_vento_gr2_10	73035.5	39.8558	2876.45	3578.59	97620.1
A1_SLU_vento_gr3_11	78816.5	2069.86	2910.98	64210	98497.2
A1_SLU_vento_gr4_12	78816.5	2069.86	3116.57	64210	105331
SLE_rar_gr1_Treno_14	58411.5	875	451.768	28148.9	15199.8
SLE_rar_gr2_Scarico_15	53427.8	0	332.161	1649.23	11126
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	58411.5	1750	338.009	53917.7	11177.7
SLE_rar_gr4_centrif_17	57308.7	1400	379.799	43452	12701.3
SLE_rar_gr1+vento_18	58411.5	890.942	1445.57	28611.2	49007.3
SLE_rar_gr2+vento_19	53427.8	15.9423	1325.97	2111.56	44933.5
SLE_rar_gr3+vento_20	58411.5	1765.94	1331.82	54380	44985.2
SLE_rar_gr4+vento_21	57308.7	1415.94	1373.61	43914.3	46508.8
SLE_rar_vento_gr1_22	57308.7	726.571	1996.59	23607.5	67882.2
SLE_rar_vento_gr2_23	53321.8	26.5705	1920.04	2407.78	65186.7
SLE_rar_vento_gr3_24	57308.7	1426.57	1905.58	44222.5	64664.4
SLE_rar_vento_gr4_25	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	57308.7	700	313.871	22837	10759.7
SLE_fre_gr2_Scarico_28	53321.8	0	250.08	1637.23	8439.99
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	57308.7	1400	222.864	43452	7541.99
SLE_fre_gr4_centrif_30	57308.7	1400	346.835	43452	11730.5
SLE_fre_gr1+vento_31	57308.7	705.314	645.14	22991.1	22028.9
SLE_fre_gr2+vento_32	53321.8	5.31411	581.349	1791.34	19709.2
SLE_fre_gr3+vento_33	57308.7	1405.31	554.133	43606.1	18811.2
SLE_fre_gr4+vento_34	57308.7	1405.31	678.104	43606.1	22999.7
SLE_fre_vento_gr1_35	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_vento_gr2_36	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9

SLE_fre_vento_gr3_37	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_vento_gr4_38	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_gr1_temp39	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr2_temp40	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr3_temp41	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr3_temp42	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_qp_gr1_Treno_44	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr2_Scarico_45	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr4_centrif_47	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr1+vento_48	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr2+vento_49	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr3+vento_50	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr4+vento_51	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr1_52	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr2_53	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr3_54	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr4_55	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr1_temp56	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr2_temp57	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_temp58	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_temp59	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
E_103x_SLV_q=1.5_60	53917.6	8268.76	2602.47	137878	39426.9
E_103y_SLV_q=1.5_61	53917.6	4797.98	5409.57	49428	117668
E_103z_SLV_q=1.5_62	56297.2	4797.98	2602.47	49428	39426.9
E_103x_SLV_q=1.36_63	53917.6	8764.59	2722.77	150514	42780.1
E_103y_SLV_q=1.36_64	53917.6	4946.73	5810.58	53218.7	128845
E_103z_SLV_q=1.36_65	56297.2	4946.73	2722.77	53218.7	42780.1
E_103x_SLV_q=1_66	53917.6	10729.9	3195.98	200753	56032.6
E_103y_SLV_q=1_67	53917.6	5536.31	7387.93	68290.3	173020
E_103z_SLV_q=1_68	56297.2	5536.31	3195.98	68290.3	56032.6
E_103x_SLD_q=1_69	53254	4744.46	1640.74	85812.3	25079.9
E_103y_SLD_q=1_70	53254	2560.02	3384.48	30266.2	73386.3
E_103z_SLD_q=1_71	54085.1	2560.02	1640.74	30266.2	25079.9

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	24958.6	1268.75	676.867	9893.48	2834.03
A1_SLU_gr2_Scarico_73	19919.3	0	495.452	2440.18	2171.61
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	24958.6	2537.5	511.917	10464.4	1785.47
A1_SLU_gr4_centrif_75	23797	2030	569.071	8842.17	2279.63
A1_SLU_gr1+vento_76	24958.6	1292.66	2167.58	9893.48	10314.7
A1_SLU_gr2+vento_77	19919.3	23.9135	1986.16	2440.18	9652.27
A1_SLU_gr3+vento_78	24958.6	2561.41	2002.63	10464.4	9266.13
A1_SLU_gr4+vento_79	23797	2053.91	2059.78	8842.17	9760.29
A1_SLU_vento_gr1_80	23797	1054.86	2992.56	8385.42	14719.9
A1_SLU_vento_gr2_81	19765.6	39.8558	2876.45	2422.78	14203.1
A1_SLU_vento_gr3_82	23797	2069.86	2860.6	8842.17	13881.1
A1_SLU_vento_gr4_83	23797	2069.86	3053.59	8842.17	14747.4
SLE_rar_gr1_Treno_85	17444	875	415.57	6789.44	1931.45
SLE_rar_gr2_Scarico_86	13968.6	0	332.161	1649.23	1493.37
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	17444	1750	301.812	7183.19	1208.3
SLE_rar_gr4_centrif_88	16642.9	1400	350.841	6064.4	1553.43
SLE_rar_gr1+vento_89	17444	890.942	1409.38	6789.44	6918.55
SLE_rar_gr2+vento_90	13968.6	15.9423	1325.97	1649.23	6480.48
SLE_rar_gr3+vento_91	17444	1765.94	1295.62	7183.19	6195.41
SLE_rar_gr4+vento_92	16642.9	1415.94	1344.65	6064.4	6540.54
SLE_rar_vento_gr1_93	16642.9	726.571	1973.42	5749.4	9850.08
SLE_rar_vento_gr2_94	13862.6	26.5705	1920.04	1637.23	9505.63
SLE_rar_vento_gr3_95	16642.9	1426.57	1882.41	6064.4	9271.57
SLE_rar_vento_gr4_96	16642.9	1426.57	2007.18	6064.4	9865.27
SLE_fre_gr1_Treno_98	16642.9	700	294.565	5749.4	1528.11
SLE_fre_gr2_Scarico_99	13862.6	0	250.08	1637.23	1187.66
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	16642.9	1400	203.558	6064.4	949.592
SLE_fre_gr4_centrif_101	16642.9	1400	322.703	6064.4	1540.77
SLE_fre_gr1+vento_102	16642.9	705.314	625.834	5749.4	3190.47
SLE_fre_gr2+vento_103	13862.6	5.31411	581.349	1637.23	2850.03
SLE_fre_gr3+vento_104	16642.9	1405.31	534.827	6064.4	2611.96
SLE_fre_gr4+vento_105	16642.9	1405.31	653.972	6064.4	3203.14

SLE_fre_vento_gr1_106	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_vento_gr2_107	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_vento_gr3_108	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_vento_gr4_109	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_gr1_temp110	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr2_temp111	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr3_temp112	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr3_temp113	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_qp_gr1_Treno_115	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_Scarico_116	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr4_centrif_118	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_119	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr2+vento_120	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr3+vento_121	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr4+vento_122	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr1_123	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr2_124	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr3_125	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr4_126	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr1_temp127	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_temp128	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp129	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp130	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
E_103x_SLV_q=1.5_131	14106.2	4963.57	1610.91	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	14106.2	1492.79	4418.01	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	15663.7	1492.79	1610.91	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	14106.2	5459.4	1731.22	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	14106.2	1641.54	4819.03	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	15663.7	1641.54	1731.22	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	14106.2	7424.67	2204.42	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	14106.2	2231.12	6396.37	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	15663.7	2231.12	2204.42	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	13655.2	2648.16	952.465	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	13655.2	798.167	2223.18	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	14160.5	798.167	952.465	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	40800.3	1268.75	676.867	42881	20432.6
A1_SLU_gr2_Scarico_73	35761	0	495.452	2440.18	15053.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	40800.3	2537.5	511.917	76439.4	15095.3
A1_SLU_gr4_centrif_75	39638.7	2030	569.071	61622.2	17075.5
A1_SLU_gr1+vento_76	40800.3	1292.66	2167.58	43502.7	66671.7
A1_SLU_gr2+vento_77	35761	23.9135	1986.16	3061.93	61292.5
A1_SLU_gr3+vento_78	40800.3	2561.41	2002.63	77061.2	61334.4
A1_SLU_gr4+vento_79	39638.7	2053.91	2059.78	62243.9	63314.6
A1_SLU_vento_gr1_80	39638.7	1054.86	2992.56	35811.7	92526.4
A1_SLU_vento_gr2_81	35607.3	39.8558	2876.45	3459.03	88990.8
A1_SLU_vento_gr3_82	39638.7	2069.86	2860.6	62658.4	88256.6
A1_SLU_vento_gr4_83	39638.7	2069.86	3053.59	62658.4	94140.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	29178.6	875	415.57	29539.4	12736.3
SLE_rar_gr2_Scarico_86	25703.2	0	332.161	1649.23	10129.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	29178.6	1750	301.812	52683.2	9055.41
SLE_rar_gr4_centrif_88	28377.5	1400	350.841	42464.4	10675.3
SLE_rar_gr1+vento_89	29178.6	890.942	1409.38	29953.9	43562.3
SLE_rar_gr2+vento_90	25703.2	15.9423	1325.97	2063.73	40955.6
SLE_rar_gr3+vento_91	29178.6	1765.94	1295.62	53097.7	39881.5
SLE_rar_gr4+vento_92	28377.5	1415.94	1344.65	42878.9	41501.4
SLE_rar_vento_gr1_93	28377.5	726.571	1973.42	24640.2	61159
SLE_rar_vento_gr2_94	25597.2	26.5705	1920.04	2328.07	59426.6
SLE_rar_vento_gr3_95	28377.5	1426.57	1882.41	43155.2	58214.3
SLE_rar_vento_gr4_96	28377.5	1426.57	2007.18	43155.2	62052.1
SLE_fre_gr1_Treno_98	28377.5	700	294.565	23949.4	9186.81
SLE_fre_gr2_Scarico_99	25597.2	0	250.08	1637.23	7689.75
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	28377.5	1400	203.558	42464.4	6242.11
SLE_fre_gr4_centrif_101	28377.5	1400	322.703	42464.4	9931.05
SLE_fre_gr1+vento_102	28377.5	705.314	625.834	24087.6	19462.2
SLE_fre_gr2+vento_103	25597.2	5.31411	581.349	1775.4	17965.1
SLE_fre_gr3+vento_104	28377.5	1405.31	534.827	42602.6	16517.5
SLE_fre_gr4+vento_105	28377.5	1405.31	653.972	42602.6	20206.4
SLE_fre_vento_gr1_106	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5

SLE_fre_vento_gr2_107	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_vento_gr3_108	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_vento_gr4_109	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_gr1_temp110	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr2_temp111	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr3_temp112	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr3_temp113	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_qp_gr1_Treno_115	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr2_Scarico_116	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr4_centrif_118	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr1+vento_119	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr2+vento_120	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr3+vento_121	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr4+vento_122	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr1_123	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr2_124	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr3_125	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr4_126	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr1_temp127	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr2_temp128	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_temp129	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_temp130	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
E_103x_SLV_q=1.5_131	25840.7	4963.57	1610.91	113072	31619.5
E_103y_SLV_q=1.5_132	25840.7	1492.79	4418.01	35034.1	101439
E_103z_SLV_q=1.5_133	27398.3	1492.79	1610.91	35034.1	31619.5
E_103x_SLV_q=1.36_134	25840.7	5459.4	1731.22	124220	34611.8
E_103y_SLV_q=1.36_135	25840.7	1641.54	4819.03	38378.5	111413
E_103z_SLV_q=1.36_136	27398.3	1641.54	1731.22	38378.5	34611.8
E_103x_SLV_q=1_137	25840.7	7424.67	2204.42	168563	46444.7
E_103y_SLV_q=1_138	25840.7	2231.12	6396.37	51681.4	150856
E_103z_SLV_q=1_139	27398.3	2231.12	2204.42	51681.4	46444.7
E_103x_SLD_q=1_140	25389.8	2648.16	952.465	71660.3	18023.1
E_103y_SLD_q=1_141	25389.8	798.167	2223.18	22610.6	56117.6
E_103z_SLD_q=1_142	25895.1	798.167	952.465	22610.6	18023.1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	78228.5	1268.75	676.867	46687.2	22463.2
A1_SLU_gr2_Scarico_73	73189.2	0	495.452	2440.18	16539.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	78228.5	2537.5	511.917	84051.9	16631.1
A1_SLU_gr4_centrif_75	77066.9	2030	569.071	67712.2	18782.7
A1_SLU_gr1+vento_76	78228.5	1292.66	2167.58	47380.7	73174.4
A1_SLU_gr2+vento_77	73189.2	23.9135	1986.16	3133.67	67250.9
A1_SLU_gr3+vento_78	78228.5	2561.41	2002.63	84745.4	67342.3
A1_SLU_gr4+vento_79	77066.9	2053.91	2059.78	68405.7	69493.9
A1_SLU_vento_gr1_80	77066.9	1054.86	2992.56	38976.2	101504
A1_SLU_vento_gr2_81	73035.5	39.8558	2876.45	3578.59	97620.1
A1_SLU_vento_gr3_82	77066.9	2069.86	2860.6	68868	96838.4
A1_SLU_vento_gr4_83	77066.9	2069.86	3053.59	68868	103301
SLE_rar_gr1_Treno_85	56903.2	875	415.57	32164.4	13983
SLE_rar_gr2_Scarico_86	53427.8	0	332.161	1649.23	11126
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	56903.2	1750	301.812	57933.2	9960.84
SLE_rar_gr4_centrif_88	56102.1	1400	350.841	46664.4	11727.8
SLE_rar_gr1+vento_89	56903.2	890.942	1409.38	32626.8	47790.5
SLE_rar_gr2+vento_90	53427.8	15.9423	1325.97	2111.56	44933.5
SLE_rar_gr3+vento_91	56903.2	1765.94	1295.62	58395.5	43768.3
SLE_rar_gr4+vento_92	56102.1	1415.94	1344.65	47126.7	45535.3
SLE_rar_vento_gr1_93	56102.1	726.571	1973.42	26819.9	67079.2
SLE_rar_vento_gr2_94	53321.8	26.5705	1920.04	2407.78	65186.7
SLE_rar_vento_gr3_95	56102.1	1426.57	1882.41	47434.9	63861.5
SLE_rar_vento_gr4_96	56102.1	1426.57	2007.18	47434.9	68073.6
SLE_fre_gr1_Treno_98	56102.1	700	294.565	26049.4	10070.5
SLE_fre_gr2_Scarico_99	53321.8	0	250.08	1637.23	8439.99
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	56102.1	1400	203.558	46664.4	6852.79
SLE_fre_gr4_centrif_101	56102.1	1400	322.703	46664.4	10899.2
SLE_fre_gr1+vento_102	56102.1	705.314	625.834	26203.5	21339.7
SLE_fre_gr2+vento_103	53321.8	5.31411	581.349	1791.34	19709.2
SLE_fre_gr3+vento_104	56102.1	1405.31	534.827	46818.5	18121.9
SLE_fre_gr4+vento_105	56102.1	1405.31	653.972	46818.5	22168.3
SLE_fre_vento_gr1_106	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9

SLE_fre_vento_gr2_107	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_vento_gr3_108	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_vento_gr4_109	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_gr1_temp110	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr2_temp111	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr3_temp112	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr3_temp113	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_qp_gr1_Treno_115	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr2_Scarico_116	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr4_centrif_118	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr1+vento_119	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr2+vento_120	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr3+vento_121	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr4+vento_122	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr1_123	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr2_124	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr3_125	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr4_126	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr1_temp127	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr2_temp128	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_temp129	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_temp130	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
E_103x_SLV_q=1.5_131	53917.6	8268.76	2602.47	137878	39426.9
E_103y_SLV_q=1.5_132	53917.6	4797.98	5409.57	49428	117668
E_103z_SLV_q=1.5_133	56297.2	4797.98	2602.47	49428	39426.9
E_103x_SLV_q=1.36_134	53917.6	8764.59	2722.77	150514	42780.1
E_103y_SLV_q=1.36_135	53917.6	4946.73	5810.58	53218.7	128845
E_103z_SLV_q=1.36_136	56297.2	4946.73	2722.77	53218.7	42780.1
E_103x_SLV_q=1_137	53917.6	10729.9	3195.98	200753	56032.6
E_103y_SLV_q=1_138	53917.6	5536.31	7387.93	68290.3	173020
E_103z_SLV_q=1_139	56297.2	5536.31	3195.98	68290.3	56032.6
E_103x_SLD_q=1_140	53235	4266.68	1438.02	84460.3	22337.1
E_103y_SLD_q=1_141	53235	2416.69	2708.74	29860.6	64243.8
E_103z_SLD_q=1_142	54021.6	2416.69	1438.02	29860.6	22337.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_143	27145.5	1268.75	755.597	4070.96	3088.15	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	19919.3	0	495.452	2440.18	2171.61	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	27145.5	2537.5	590.647	4641.9	2039.6	
A1_SLU_gr4_centrif_146	25546.6	2030	632.055	4184.16	2482.93	
A1_SLU_gr1+vento_147	27145.5	1292.66	2246.31	4070.96	10568.8	
A1_SLU_gr2+vento_148	19919.3	23.9135	1986.16	2440.18	9652.27	
A1_SLU_gr3+vento_149	27145.5	2561.41	2081.36	4641.9	9520.25	
A1_SLU_gr4+vento_150	25546.6	2053.91	2122.76	4184.16	9963.59	
A1_SLU_vento_gr1_151	25546.6	1054.86	3042.94	3727.41	14917.6	
A1_SLU_vento_gr2_152	19765.6	39.8558	2876.45	2422.78	14203.1	
A1_SLU_vento_gr3_153	25546.6	2069.86	2910.98	4184.16	14078.7	
A1_SLU_vento_gr4_154	25546.6	2069.86	3116.57	4184.16	14950.7	
SLE_rar_gr1_Treno_156	18952.3	875	451.768	2773.91	2098.56	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	13968.6	0	332.161	1649.23	1493.37	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	18952.3	1750	338.009	3167.66	1375.42	
SLE_rar_gr4_centrif_159	17849.5	1400	379.799	2851.98	1687.12	
SLE_rar_gr1+vento_160	18952.3	890.942	1445.57	2773.91	7085.67	
SLE_rar_gr2+vento_161	13968.6	15.9423	1325.97	1649.23	6480.48	
SLE_rar_gr3+vento_162	18952.3	1765.94	1331.82	3167.66	6362.52	
SLE_rar_gr4+vento_163	17849.5	1415.94	1373.61	2851.98	6674.23	
SLE_rar_vento_gr1_164	17849.5	726.571	1996.59	2536.98	9981.16	
SLE_rar_vento_gr2_165	13862.6	26.5705	1920.04	1637.23	9505.63	
SLE_rar_vento_gr3_166	17849.5	1426.57	1905.58	2851.98	9402.65	
SLE_rar_vento_gr4_167	17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96	
SLE_fre_gr1_Treno_169	17849.5	700	313.871	2536.98	1657.45	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	13862.6	0	250.08	1637.23	1187.66	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	17849.5	1400	222.864	2851.98	1078.94	
SLE_fre_gr4_centrif_172	17849.5	1400	346.835	2851.98	1672.29	
SLE_fre_gr1+vento_173	17849.5	705.314	645.14	2536.98	3319.82	
SLE_fre_gr2+vento_174	13862.6	5.31411	581.349	1637.23	2850.03	
SLE_fre_gr3+vento_175	17849.5	1405.31	554.133	2851.98	2741.31	
SLE_fre_gr4+vento_176	17849.5	1405.31	678.104	2851.98	3334.66	
SLE_fre_vento_gr1_177	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39	

SLE_fre_vento_gr2_178	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_vento_gr3_179	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_vento_gr4_180	13438.6	13.2853	904.775	1589.23	4190.39
SLE_fre_gr1_temp181	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr2_temp182	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr3_temp183	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_fre_gr3_temp184	13438.6	5.31411	423.192	1589.23	1703.73
SLE_qp_gr1_Treno_186	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_Scarico_187	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr4_centrif_189	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_190	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr2+vento_191	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr3+vento_192	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr4+vento_193	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr1_194	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr2_195	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr3_196	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_vento_gr4_197	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr1_temp198	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr2_temp199	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp200	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr3_temp201	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
E_103x_SLV_q=1.5_202	14106.2	4963.57	1610.91	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	14106.2	1492.79	4418.01	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	15663.7	1492.79	1610.91	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	14106.2	5459.4	1731.22	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	14106.2	1641.54	4819.03	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	15663.7	1641.54	1731.22	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	14106.2	7424.67	2204.42	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	14106.2	2231.12	6396.37	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	15663.7	2231.12	2204.42	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	13655.2	2648.16	952.465	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	13655.2	798.167	2223.18	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	14160.5	798.167	952.465	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	42987.2	1268.75	755.597	37058.5	22733.7
A1_SLU_gr2_Scarico_144	35761	0	495.452	2440.18	15053.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	42987.2	2537.5	590.647	70616.9	17396.4
A1_SLU_gr4_centrif_146	41388.3	2030	632.055	56964.2	18916.4
A1_SLU_gr1+vento_147	42987.2	1292.66	2246.31	37680.2	68972.8
A1_SLU_gr2+vento_148	35761	23.9135	1986.16	3061.93	61292.5
A1_SLU_gr3+vento_149	42987.2	2561.41	2081.36	71238.7	63635.5
A1_SLU_gr4+vento_150	41388.3	2053.91	2122.76	57585.9	65155.5
A1_SLU_vento_gr1_151	41388.3	1054.86	3042.94	31153.7	94034.1
A1_SLU_vento_gr2_152	35607.3	39.8558	2876.45	3459.03	88990.8
A1_SLU_vento_gr3_153	41388.3	2069.86	2910.98	58000.4	89764.3
A1_SLU_vento_gr4_154	41388.3	2069.86	3116.57	58000.4	95981.5
SLE_rar_gr1_Treno_156	30686.9	875	451.768	25523.9	13844.5
SLE_rar_gr2_Scarico_157	25703.2	0	332.161	1649.23	10129.6
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	30686.9	1750	338.009	48667.7	10163.7
SLE_rar_gr4_centrif_159	29584.1	1400	379.799	39252	11561.9
SLE_rar_gr1+vento_160	30686.9	890.942	1445.57	25938.4	44670.6
SLE_rar_gr2+vento_161	25703.2	15.9423	1325.97	2063.73	40955.6
SLE_rar_gr3+vento_162	30686.9	1765.94	1331.82	49082.2	40989.7
SLE_rar_gr4+vento_163	29584.1	1415.94	1373.61	39666.5	42388
SLE_rar_vento_gr1_164	29584.1	726.571	1996.59	21427.8	61892.4
SLE_rar_vento_gr2_165	25597.2	26.5705	1920.04	2328.07	59426.6
SLE_rar_vento_gr3_166	29584.1	1426.57	1905.58	39942.8	58947.7
SLE_rar_vento_gr4_167	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	29584.1	700	313.871	20737	9818.1
SLE_fre_gr2_Scarico_170	25597.2	0	250.08	1637.23	7689.75
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	29584.1	1400	222.864	39252	6873.4
SLE_fre_gr4_centrif_172	29584.1	1400	346.835	39252	10690
SLE_fre_gr1+vento_173	29584.1	705.314	645.14	20875.1	20093.5
SLE_fre_gr2+vento_174	25597.2	5.31411	581.349	1775.4	17965.1
SLE_fre_gr3+vento_175	29584.1	1405.31	554.133	39390.1	17148.8
SLE_fre_gr4+vento_176	29584.1	1405.31	678.104	39390.1	20965.4
SLE_fre_vento_gr1_177	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5

SLE_fre_vento_gr2_178	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_vento_gr3_179	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_vento_gr4_180	25173.2	13.2853	904.775	1934.65	27714.5
SLE_fre_gr1_temp181	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr2_temp182	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr3_temp183	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_fre_gr3_temp184	25173.2	5.31411	423.192	1727.4	12706.7
SLE_qp_gr1_Treno_186	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr2_Scarico_187	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr4_centrif_189	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr1+vento_190	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr2+vento_191	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr3+vento_192	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr4+vento_193	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr1_194	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr2_195	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr3_196	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_vento_gr4_197	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5
SLE_qp_gr1_temp198	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr2_temp199	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_temp200	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
SLE_qp_gr3_temp201	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15
E_103x_SLV_q=1.5_202	25840.7	4963.57	1610.91	113072	31619.5
E_103y_SLV_q=1.5_203	25840.7	1492.79	4418.01	35034.1	101439
E_103z_SLV_q=1.5_204	27398.3	1492.79	1610.91	35034.1	31619.5
E_103x_SLV_q=1.36_205	25840.7	5459.4	1731.22	124220	34611.8
E_103y_SLV_q=1.36_206	25840.7	1641.54	4819.03	38378.5	111413
E_103z_SLV_q=1.36_207	27398.3	1641.54	1731.22	38378.5	34611.8
E_103x_SLV_q=1_208	25840.7	7424.67	2204.42	168563	46444.7
E_103y_SLV_q=1_209	25840.7	2231.12	6396.37	51681.4	150856
E_103z_SLV_q=1_210	27398.3	2231.12	2204.42	51681.4	46444.7
E_103x_SLD_q=1_211	25389.8	2648.16	952.465	71660.3	18023.1
E_103y_SLD_q=1_212	25389.8	798.167	2223.18	22610.6	56117.6
E_103z_SLD_q=1_213	25895.1	798.167	952.465	22610.6	18023.1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	80415.4	1268.75	755.597	40864.7	25000.5
A1_SLU_gr2_Scarico_144	73189.2	0	495.452	2440.18	16539.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	80415.4	2537.5	590.647	78229.4	19168.4
A1_SLU_gr4_centrif_146	78816.5	2030	632.055	63054.2	20812.5
A1_SLU_gr1+vento_147	80415.4	1292.66	2246.31	41558.2	75711.7
A1_SLU_gr2+vento_148	73189.2	23.9135	1986.16	3133.67	67250.9
A1_SLU_gr3+vento_149	80415.4	2561.41	2081.36	78922.9	69879.6
A1_SLU_gr4+vento_150	78816.5	2053.91	2122.76	63747.6	71523.8
A1_SLU_vento_gr1_151	78816.5	1054.86	3042.94	34318.2	103163
A1_SLU_vento_gr2_152	73035.5	39.8558	2876.45	3578.59	97620.1
A1_SLU_vento_gr3_153	78816.5	2069.86	2910.98	64210	98497.2
A1_SLU_vento_gr4_154	78816.5	2069.86	3116.57	64210	105331
SLE_rar_gr1_Treno_156	58411.5	875	451.768	28148.9	15199.8
SLE_rar_gr2_Scarico_157	53427.8	0	332.161	1649.23	11126
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	58411.5	1750	338.009	53917.7	11177.7
SLE_rar_gr4_centrif_159	57308.7	1400	379.799	43452	12701.3
SLE_rar_gr1+vento_160	58411.5	890.942	1445.57	28611.2	49007.3
SLE_rar_gr2+vento_161	53427.8	15.9423	1325.97	2111.56	44933.5
SLE_rar_gr3+vento_162	58411.5	1765.94	1331.82	54380	44985.2
SLE_rar_gr4+vento_163	57308.7	1415.94	1373.61	43914.3	46508.8
SLE_rar_vento_gr1_164	57308.7	726.571	1996.59	23607.5	67882.2
SLE_rar_vento_gr2_165	53321.8	26.5705	1920.04	2407.78	65186.7
SLE_rar_vento_gr3_166	57308.7	1426.57	1905.58	44222.5	64664.4
SLE_rar_vento_gr4_167	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	57308.7	700	313.871	22837	10759.7
SLE_fre_gr2_Scarico_170	53321.8	0	250.08	1637.23	8439.99
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	57308.7	1400	222.864	43452	7541.99
SLE_fre_gr4_centrif_172	57308.7	1400	346.835	43452	11730.5
SLE_fre_gr1+vento_173	57308.7	705.314	645.14	22991.1	22028.9
SLE_fre_gr2+vento_174	53321.8	5.31411	581.349	1791.34	19709.2
SLE_fre_gr3+vento_175	57308.7	1405.31	554.133	43606.1	18811.2
SLE_fre_gr4+vento_176	57308.7	1405.31	678.104	43606.1	22999.7
SLE_fre_vento_gr1_177	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9

SLE_fre_vento_gr2_178	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_vento_gr3_179	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_vento_gr4_180	52897.8	13.2853	904.775	1974.5	30428.9
SLE_fre_gr1_temp181	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr2_temp182	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr3_temp183	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_fre_gr3_temp184	52897.8	5.31411	423.192	1743.34	13976.3
SLE_qp_gr1_Treno_186	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr2_Scarico_187	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr4_centrif_189	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr1+vento_190	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr2+vento_191	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr3+vento_192	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr4+vento_193	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr1_194	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr2_195	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr3_196	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_vento_gr4_197	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1
SLE_qp_gr1_temp198	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr2_temp199	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_temp200	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
SLE_qp_gr3_temp201	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96
E_103x_SLV_q=1.5_202	53917.6	8268.76	2602.47	137878	39426.9
E_103y_SLV_q=1.5_203	53917.6	4797.98	5409.57	49428	117668
E_103z_SLV_q=1.5_204	56297.2	4797.98	2602.47	49428	39426.9
E_103x_SLV_q=1.36_205	53917.6	8764.59	2722.77	150514	42780.1
E_103y_SLV_q=1.36_206	53917.6	4946.73	5810.58	53218.7	128845
E_103z_SLV_q=1.36_207	56297.2	4946.73	2722.77	53218.7	42780.1
E_103x_SLV_q=1_208	53917.6	10729.9	3195.98	200753	56032.6
E_103y_SLV_q=1_209	53917.6	5536.31	7387.93	68290.3	173020
E_103z_SLV_q=1_210	56297.2	5536.31	3195.98	68290.3	56032.6
E_103x_SLD_q=1_211	53235	4266.68	1438.02	84460.3	22337.1
E_103y_SLD_q=1_212	53235	2416.69	2708.74	29860.6	64243.8
E_103z_SLD_q=1_213	54021.6	2416.69	1438.02	29860.6	22337.1

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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		18952.3	875	451.768	2773.91	2098.56
SLE_rar_gr3+vento_20		18952.3	1765.94	1331.82	3167.66	6362.52
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		18952.3	1750	338.009	3167.66	1375.42
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96
SLE_rar_gr4_centrif_17		17849.5	1400	379.799	2851.98	1687.12
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1426.57	379.799	2851.98	9998.96
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96
SLE_rar_gr4_centrif_17		17849.5	1400	379.799	2851.98	1687.12
SLE_rar_vento_gr4_25		17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96
SLE_qp_gr1_Treno_44		13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_48		13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr1+vento_48		13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
SLE_qp_gr1_Treno_44		13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714
SLE_qp_gr1+vento_48		13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84
E_103x_SLD_q=1_69		13674.2	3125.93	1155.19	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		13674.2	941.5	2898.92	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		14224	941.5	1155.19	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	30686.9	875	451.768	25523.9	13844.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	30686.9	1765.94	1331.82	49082.2	40989.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	30686.9	1765.94	1331.82	49082.2	40989.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_gr4_centrif_17	29584.1	1400	379.799	39252	11561.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_qp_gr1_Treno_44	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15	
SLE_qp_gr1+vento_48	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_48	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_48	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_48	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
E_103x_SLD_q=1_69	25408.8	3125.93	1155.19	71579	20157.7	
E_103y_SLD_q=1_70	25408.8	941.5	2898.92	22586.2	63232.9	
E_103z_SLD_q=1_71	25958.6	941.5	1155.19	22586.2	20157.7	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	58411.5	875	451.768	28148.9	15199.8	
SLE_rar_gr3+vento_20	58411.5	1765.94	1331.82	54380	44985.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	58411.5	1765.94	1331.82	54380	44985.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	57308.7	1400	379.799	43452	12701.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96	
SLE_qp_gr1+vento_48	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_48	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
E_103x_SLD_q=1_69	53254	4744.46	1640.74	85812.3	25079.9	
E_103y_SLD_q=1_70	53254	2560.02	3384.48	30266.2	73386.3	
E_103z_SLD_q=1_71	54085.1	2560.02	1640.74	30266.2	25079.9	

Configurazione2

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	17444	875	415.57	6789.44	1931.45	
SLE_rar_gr3+vento_91	17444	1765.94	1295.62	7183.19	6195.41	
SLE_rar_vento_gr4_96	16642.9	1426.57	2007.18	6064.4	9865.27	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	17444	1750	301.812	7183.19	1208.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	16642.9	1426.57	2007.18	6064.4	9865.27	
SLE_rar_gr4_centrif_88	16642.9	1400	350.841	6064.4	1553.43	
SLE_rar_vento_gr4_96	16642.9	1426.57	2007.18	6064.4	9865.27	
SLE_rar_vento_gr4_96	16642.9	1426.57	2007.18	6064.4	9865.27	
SLE_rar_gr4_centrif_88	16642.9	1400	350.841	6064.4	1553.43	
SLE_rar_vento_gr4_96	16642.9	1426.57	2007.18	6064.4	9865.27	
SLE_qp_gr1_Treno_115	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714	
SLE_qp_gr1+vento_119	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84	
SLE_qp_gr1+vento_119	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84	
SLE_qp_gr1_Treno_115	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714	
SLE_qp_gr1+vento_119	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84	
E_103x_SLD_q=1_140	13655.2	2648.16	952.465	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141	13655.2	798.167	2223.18	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142	14160.5	798.167	952.465	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	29178.6	875	451.768	25523.9	13844.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	29178.6	1765.94	1295.62	53097.7	39881.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	28377.5	1426.57	2007.18	43155.2	62052.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	29178.6	1765.94	1295.62	53097.7	39881.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	28377.5	1426.57	2007.18	43155.2	62052.1	
SLE_rar_gr4_centrif_88	28377.5	1400	350.841	42464.4	10675.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	28377.5	1426.57	2007.18	43155.2	62052.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	28377.5	1426.57	2007.18	43155.2	62052.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	28377.5	1426.57	2007.18	43155.2	62052.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	28377.5	1426.57	2007.18	43155.2	62052.1	
SLE_qp_gr1_Treno_115	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15	
SLE_qp_gr1+vento_119	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_119	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_119	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_119	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
E_103x_SLD_q=1_140	25389.8	2648.16	952.465	71660.3	18023.1	
E_103y_SLD_q=1_141	25389.8	798.167	2223.18	22610.6	56117.6	
E_103z_SLD_q=1_142	25895.1	798.167	952.465	22610.6	18023.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	56903.2	875	451.768	28148.9	15199.8	
SLE_rar_gr3+vento_91	56903.2	1765.94	1295.62	58395.5	43768.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	56102.1	1426.57	2007.18	47434.9	68073.6	
SLE_rar_gr3+vento_91	56903.2	1765.94	1295.62	58395.5	43768.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	56102.1	1426.57	2007.18	47434.9	68073.6	
SLE_rar_gr4_centrif_88	56102.1	1400	350.841	46664.4	11727.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	56102.1	1426.57	2007.18	47434.9	68073.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	56102.1	1426.57	2007.18	47434.9	68073.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	56102.1	1426.57	2007.18	47434.9	68073.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	56102.1	1426.57	2007.18	47434.9	68073.6	
SLE_qp_gr1_Treno_115	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96	
SLE_qp_gr1+vento_119	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_119	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_119	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_119	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
E_103x_SLD_q=1_140	53235	4266.68	1438.02	84460.3	22337.1	
E_103y_SLD_q=1_141	53235	2416.69	2708.74	29860.6	64243.8	
E_103z_SLD_q=1_142	54021.6	2416.69	1438.02	29860.6	22337.1	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	18952.3	875	451.768	2773.91	2098.56	
SLE_rar_gr3+vento_162	18952.3	1765.94	1331.82	3167.66	6362.52	
SLE_rar_vento_gr4_167	17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	18952.3	1750	338.009	3167.66	1375.42	
SLE_rar_vento_gr4_167	17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96	
SLE_rar_gr4_centrif_159	17849.5	1400	379.799	2851.98	1687.12	
SLE_rar_vento_gr4_167	17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96	
SLE_rar_vento_gr4_167	17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96	
SLE_rar_gr4_centrif_159	17849.5	1400	379.799	2851.98	1687.12	
SLE_rar_vento_gr4_167	17849.5	1426.57	2036.14	2851.98	9998.96	
SLE_qp_gr1_Treno_186	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714	
SLE_qp_gr1+vento_190	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84	
SLE_qp_gr1+vento_190	13438.6	5.31411	407.872	1589.23	1696.84	
SLE_qp_gr1_Treno_186	13438.6	0	76.6031	1589.23	34.4714	
SLE_qp_gr1+vento_190	13438.6	5.31411	407.872	407.872	1696.84	
E_103x_SLD_q=1_211	13655.2	2648.16	952.465	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	13655.2	798.167	2223.18	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	14160.5	798.167	952.465	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	30686.9	875	451.768	25523.9	13844.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	30686.9	1765.94	1331.82	49082.2	40989.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	30686.9	1765.94	1331.82	49082.2	40989.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_gr4_centrif_159	29584.1	1400	379.799	39252	11561.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	29584.1	1426.57	2036.14	39942.8	62938.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	25173.2	0	76.6031	1589.23	2026.15	
SLE_qp_gr1+vento_190	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_190	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_190	25173.2	5.31411	407.872	1727.4	12301.5	
SLE_qp_gr1+vento_190	25173.2	5.31411	407.872	407.872	12301.5	
E_103x_SLD_q=1_211	25389.8	2648.16	952.465	71660.3	18023.1	
E_103y_SLD_q=1_212	25389.8	798.167	2223.18	22610.6	56117.6	
E_103z_SLD_q=1_213	25895.1	798.167	952.465	22610.6	18023.1	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	58411.5	875	451.768	28148.9	15199.8	
SLE_rar_gr3+vento_162	58411.5	1765.94	1331.82	54380	44985.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	58411.5	1765.94	1331.82	54380	44985.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	57308.7	1400	379.799	43452	12701.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	57308.7	1426.57	2036.14	44222.5	69047.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	52897.8	0	76.6031	1589.23	2255.96	
SLE_qp_gr1+vento_190	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	52897.8	5.31411	407.872	1743.34	13525.1	
SLE_qp_gr1+vento_190	52897.8	5.31411	407.872	407.872	13525.1	
E_103x_SLD_q=1_211	53235	4266.68	1438.02	84460.3	22337.1	
E_103y_SLD_q=1_212	53235	2416.69	2708.74	29860.6	64243.8	
E_103z_SLD_q=1_213	54021.6	2416.69	1438.02	29860.6	22337.1	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			27145.5	1268.75	755.597	4070.96	3088.15
A1_SLU_gr3+vento_7			27145.5	2561.41	2081.36	4641.9	9520.25
A1_SLU_vento_gr4_12			25546.6	2069.86	3116.57	4184.16	14950.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3			27145.5	2537.5	590.647	4641.9	2039.6
A1_SLU_vento_gr4_12			25546.6	2069.86	3116.57	4184.16	14950.7
E_103x_SLV_q=1.5_60			14106.2	4963.57	1610.91	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61			14106.2	1492.79	4418.01	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62			15663.7	1492.79	1610.91	0	0
E_103x_SLV_q=1_66			14106.2	7424.67	2204.42	0	0
E_103y_SLV_q=1_67			14106.2	2231.12	6396.37	0	0
E_103z_SLV_q=1_68			15663.7	2231.12	2204.42	0	0
BASE PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			42987.2	1268.75	755.597	37058.5	22733.7
A1_SLU_gr3+vento_7			42987.2	2561.41	2081.36	71238.7	63635.5
A1_SLU_vento_gr4_12			41388.3	2069.86	3116.57	58000.4	95981.5
A1_SLU_gr3+vento_7			42987.2	2561.41	2081.36	71238.7	63635.5
A1_SLU_vento_gr4_12			41388.3	2069.86	3116.57	58000.4	95981.5
E_103x_SLV_q=1.5_60			25840.7	4963.57	1610.91	113072	31619.5
E_103y_SLV_q=1.5_61			25840.7	1492.79	4418.01	35034.1	101439
E_103z_SLV_q=1.5_62			27398.3	1492.79	1610.91	35034.1	31619.5
E_103x_SLV_q=1_66			25840.7	7424.67	2204.42	168563	46444.7
E_103y_SLV_q=1_67			25840.7	2231.12	6396.37	51681.4	150856
E_103z_SLV_q=1_68			27398.3	2231.12	2204.42	51681.4	46444.7
BASE FONDAZIONE							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			80415.4	1268.75	755.597	40864.7	25000.5
A1_SLU_gr3+vento_7			80415.4	2561.41	2081.36	78922.9	69879.6
A1_SLU_vento_gr4_12			78816.5	2069.86	3116.57	64210	105331
A1_SLU_gr3+vento_7			80415.4	2561.41	2081.36	78922.9	69879.6
A1_SLU_vento_gr4_12			78816.5	2069.86	3116.57	64210	105331
E_103x_SLV_q=1.36_63			53917.6	8764.59	2722.77	150514	42780.1
E_103y_SLV_q=1.36_64			53917.6	4946.73	5810.58	53218.7	128845
E_103z_SLV_q=1.36_65			56297.2	4946.73	2722.77	53218.7	42780.1
E_103x_SLV_q=1_66			53917.6	10729.9	3195.98	200753	56032.6
E_103y_SLV_q=1_67			53917.6	5536.31	7387.93	68290.3	173020
E_103z_SLV_q=1_68			56297.2	5536.31	3195.98	68290.3	56032.6

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		24958.6	1268.75	676.867	9893.48	2834.03
A1_SLU_gr3+vento_78		24958.6	2561.41	2002.63	10464.4	9266.13
A1_SLU_vento_gr4_83		23797	2069.86	3053.59	8842.17	14747.4
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		24958.6	2537.5	511.917	10464.4	1785.47
A1_SLU_vento_gr4_83		23797	2069.86	3053.59	8842.17	14747.4
E_103x_SLV_q=1.5_131		14106.2	4963.57	1610.91	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		14106.2	1492.79	4418.01	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		15663.7	1492.79	1610.91	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		14106.2	7424.67	2204.42	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		14106.2	2231.12	6396.37	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		15663.7	2231.12	2204.42	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		40800.3	1268.75	676.867	42881	20432.6
A1_SLU_gr3+vento_78		40800.3	2561.41	2002.63	77061.2	61334.4
A1_SLU_vento_gr4_83		39638.7	2069.86	3053.59	62658.4	94140.6
A1_SLU_gr3+vento_78		40800.3	2561.41	2002.63	77061.2	61334.4
A1_SLU_vento_gr4_83		39638.7	2069.86	3053.59	62658.4	94140.6
E_103x_SLV_q=1.5_131		25840.7	4963.57	1610.91	113072	31619.5
E_103y_SLV_q=1.5_132		25840.7	1492.79	4418.01	35034.1	101439
E_103z_SLV_q=1.5_133		27398.3	1492.79	1610.91	35034.1	31619.5
E_103x_SLV_q=1_137		25840.7	7424.67	2204.42	168563	46444.7
E_103y_SLV_q=1_138		25840.7	2231.12	6396.37	51681.4	150856
E_103z_SLV_q=1_139		27398.3	2231.12	2204.42	51681.4	46444.7
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		78228.5	1268.75	676.867	46687.2	22463.2
A1_SLU_gr3+vento_78		78228.5	2561.41	2002.63	84745.4	67342.3
A1_SLU_vento_gr4_83		77066.9	2069.86	3053.59	68868	103301
A1_SLU_gr3+vento_78		78228.5	2561.41	2002.63	84745.4	67342.3
A1_SLU_vento_gr4_83		77066.9	2069.86	3053.59	68868	103301
E_103x_SLV_q=1.36_134		53917.6	8764.59	2722.77	150514	42780.1
E_103y_SLV_q=1.36_135		53917.6	4946.73	5810.58	53218.7	128845
E_103z_SLV_q=1.36_136		56297.2	4946.73	2722.77	53218.7	42780.1
E_103x_SLV_q=1_137		53917.6	10729.9	3195.98	200753	56032.6
E_103y_SLV_q=1_138		53917.6	5536.31	7387.93	68290.3	173020
E_103z_SLV_q=1_139		56297.2	5536.31	3195.98	68290.3	56032.6

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	27145.5	1268.75	755.597	4070.96	3088.15	
A1_SLU_gr3+vento_149	27145.5	2561.41	2081.36	4641.9	9520.25	
A1_SLU_vento_gr4_154	25546.6	2069.86	3116.57	4184.16	14950.7	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	27145.5	2537.5	590.647	4641.9	2039.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	25546.6	2069.86	3116.57	4184.16	14950.7	
E_103x_SLV_q=1.5_202	14106.2	4963.57	1610.91	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	14106.2	1492.79	4418.01	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	15663.7	1492.79	1610.91	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	14106.2	7424.67	2204.42	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	14106.2	2231.12	6396.37	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	15663.7	2231.12	2204.42	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	42987.2	1268.75	755.597	37058.5	22733.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	42987.2	2561.41	2081.36	71238.7	63635.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	41388.3	2069.86	3116.57	58000.4	95981.5	
A1_SLU_gr3+vento_149	42987.2	2561.41	2081.36	71238.7	63635.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	41388.3	2069.86	3116.57	58000.4	95981.5	
E_103x_SLV_q=1.5_202	25840.7	4963.57	1610.91	113072	31619.5	
E_103y_SLV_q=1.5_203	25840.7	1492.79	4418.01	35034.1	101439	
E_103z_SLV_q=1.5_204	27398.3	1492.79	1610.91	35034.1	31619.5	
E_103x_SLV_q=1_208	25840.7	7424.67	2204.42	168563	46444.7	
E_103y_SLV_q=1_209	25840.7	2231.12	6396.37	51681.4	150856	
E_103z_SLV_q=1_210	27398.3	2231.12	2204.42	51681.4	46444.7	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	80415.4	1268.75	755.597	40864.7	25000.5	
A1_SLU_gr3+vento_149	80415.4	2561.41	2081.36	78922.9	69879.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	78816.5	2069.86	3116.57	64210	105331	
A1_SLU_gr3+vento_149	80415.4	2561.41	2081.36	78922.9	69879.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	78816.5	2069.86	3116.57	64210	105331	
E_103x_SLV_q=1.36_205	53917.6	8764.59	2722.77	150514	42780.1	
E_103y_SLV_q=1.36_206	53917.6	4946.73	5810.58	53218.7	128845	
E_103z_SLV_q=1.36_207	56297.2	4946.73	2722.77	53218.7	42780.1	
E_103x_SLV_q=1_208	53917.6	10729.9	3195.98	200753	56032.6	
E_103y_SLV_q=1_209	53917.6	5536.31	7387.93	68290.3	173020	
E_103z_SLV_q=1_210	56297.2	5536.31	3195.98	68290.3	56032.6	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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	408 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 7 strati Φ 30/10 Long 7 strati Φ 30/10	-	8.7 cm
pali	40 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

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

Tab. 7.3.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 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.

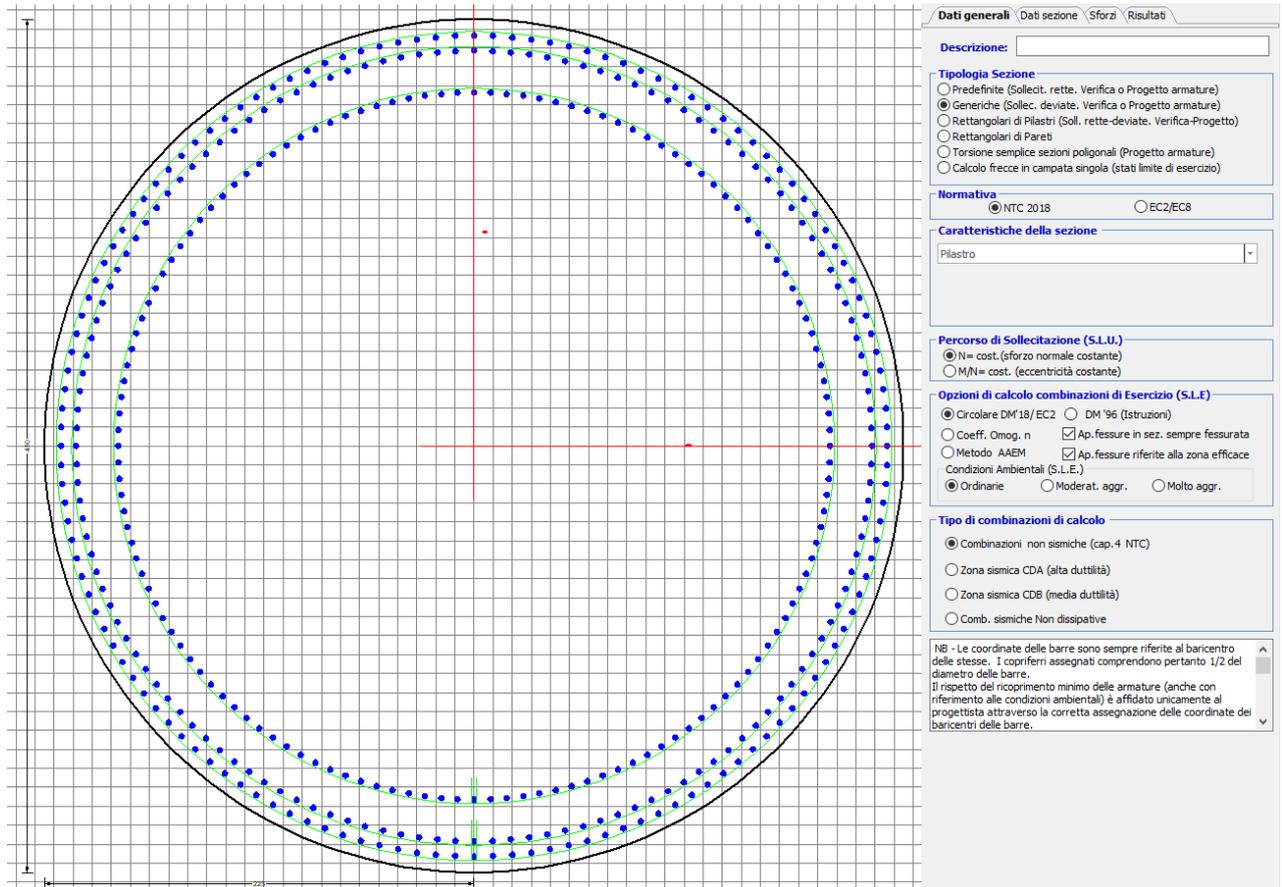


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 408 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 10cm 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:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica di Pilastro
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi baric. X',Y' // assi coordinate.
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

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:
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 circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. 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	216.5	136	30
2	0.0	0.0	186.5	136	30
3	0.0	0.0	208.5	136	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

Vy

Vx

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

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	42987.22	37058.46	22733.68	0.00	0.00
2	42987.22	71238.65	63635.52	0.00	0.00
3	41388.27	58000.41	95981.53	0.00	0.00
4	42987.22	71238.65	63635.52	0.00	0.00
5	41388.27	58000.41	95981.53	0.00	0.00
6	25840.75	113071.96	31619.53	0.00	0.00
7	25840.75	35034.05	101439.14	0.00	0.00
8	27398.30	35034.05	31619.53	0.00	0.00
9	40800.27	42880.98	20432.57	0.00	0.00
10	40800.27	77061.17	61334.41	0.00	0.00
11	39638.71	62658.42	94140.64	0.00	0.00
12	40800.27	77061.17	61334.41	0.00	0.00
13	39638.71	62658.42	94140.64	0.00	0.00
14	25840.75	113071.96	31619.53	0.00	0.00
15	25840.75	35034.05	101439.14	0.00	0.00
16	27398.30	35034.05	31619.53	0.00	0.00
17	42987.22	37058.46	22733.68	0.00	0.00
18	42987.22	71238.65	63635.52	0.00	0.00
19	41388.27	58000.41	95981.53	0.00	0.00
20	42987.22	71238.65	63635.52	0.00	0.00
21	41388.27	58000.41	95981.53	0.00	0.00
22	25840.75	113071.96	31619.53	0.00	0.00
23	25840.75	35034.05	101439.14	0.00	0.00
24	27398.30	35034.05	31619.53	0.00	0.00

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

N

Mx

My

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

Momento flettente [kNm] intorno all'asse X delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	30686.85	25523.91	13844.53
2	30686.85	49082.16	40989.73
3	29584.13	39942.81	62938.68
4	30686.85	49082.16	40989.73
5	29584.13	39942.81	62938.68
6	29178.61	25523.91	13844.53
7	29178.61	53097.69	39881.48
8	28377.54	43155.23	62052.08
9	29178.61	53097.69	39881.48
10	28377.54	43155.23	62052.08
11	30686.85	25523.91	13844.53
12	30686.85	49082.16	40989.73
13	29584.13	39942.81	62938.68
14	30686.85	49082.16	40989.73
15	29584.13	39942.81	62938.68
16	25408.83	71578.97	20157.65
17	25408.83	22586.15	63232.88
18	25958.56	22586.15	20157.65
19	25389.78	71660.30	18023.08
20	25389.78	22610.55	56117.62
21	25895.06	22610.55	18023.08

22	25389.78	71660.30	18023.08
23	25389.78	22610.55	56117.62
24	25895.06	22610.55	18023.08

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	29584.13	39251.98 (69430.65)	11561.90 (20451.20)
2	29584.13	39942.81 (27923.51)	62938.68 (43999.64)
3	29584.13	39942.81 (27923.51)	62938.68 (43999.64)
4	29584.13	39942.81 (27923.51)	62938.68 (43999.64)
5	29584.13	39942.81 (27923.51)	62938.68 (43999.64)
6	28377.54	42464.40 (64440.76)	10675.30 (16200.03)
7	28377.54	43155.23 (29216.69)	62052.08 (42010.12)
8	28377.54	43155.23 (29216.69)	62052.08 (42010.12)
9	28377.54	43155.23 (29216.69)	62052.08 (42010.12)
10	28377.54	43155.23 (29216.69)	62052.08 (42010.12)
11	29584.13	39251.98 (69430.65)	11561.90 (20451.20)
12	29584.13	39942.81 (27923.51)	62938.68 (43999.64)
13	29584.13	39942.81 (27923.51)	62938.68 (43999.64)
14	29584.13	39942.81 (27923.51)	62938.68 (43999.64)
15	29584.13	39942.81 (27923.51)	62938.68 (43999.64)

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	25173.23	1589.23 (14545.63)	2026.15 (0.00)
2	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
3	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
4	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
5	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
6	25173.23	1589.23 (0.00)	2026.15 (0.00)
7	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
8	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
9	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
10	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
11	25173.23	1589.23 (0.00)	2026.15 (0.00)
12	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
13	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
14	25173.23	1727.40 (0.00)	12301.51 (0.00)
15	25173.23	407.87 (0.00)	12301.51 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:

7.0 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali:

5.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
 MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
 MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	42987.22	37058.46	22733.68	42986.93	198192.76(198192.76)	121570.96(121570.96)	5.352884.0(477.1)	
2	S	42987.22	71238.65	63635.52	42987.26	173416.39(173416.39)	154881.80(154881.80)	2.432884.0(477.1)	
3	S	41388.27	58000.41	95981.53	41388.13	119595.95(119595.95)	197928.90(197928.90)	2.062884.0(477.1)	
4	S	42987.22	71238.65	63635.52	42987.26	173416.39(173416.39)	154881.80(154881.80)	2.432884.0(477.1)	
5	S	41388.27	58000.41	95981.53	41388.13	119595.95(119595.95)	197928.90(197928.90)	2.062884.0(477.1)	
6	S	25840.75	113071.96	31619.53	25840.82	209742.86(209742.86)	58647.90(58647.90)	1.852884.0(477.1)	
7	S	25840.75	35034.05	101439.14	25840.63	71106.26(71106.26)	205856.02(205856.02)	2.032884.0(477.1)	
8	S	27398.30	35034.05	31619.53	27398.52	162751.87(162751.87)	146897.69(146897.69)	4.652884.0(477.1)	
9	S	40800.27	42880.98	20432.57	40800.21	208343.05(208343.05)	99273.11(99273.11)	4.862884.0(477.1)	
10	S	40800.27	77061.17	61334.41	40800.33	180573.42(180573.42)	143719.80(143719.80)	2.342884.0(477.1)	
11	S	39638.71	62658.42	94140.64	39638.57	127369.85(127369.85)	191338.87(191338.87)	2.032884.0(477.1)	
12	S	40800.27	77061.17	61334.41	40800.33	180573.42(180573.42)	143719.80(143719.80)	2.342884.0(477.1)	
13	S	39638.71	62658.42	94140.64	39638.57	127369.85(127369.85)	191338.87(191338.87)	2.032884.0(477.1)	
14	S	25840.75	113071.96	31619.53	25840.82	209742.86(209742.86)	58647.90(58647.90)	1.852884.0(477.1)	
15	S	25840.75	35034.05	101439.14	25840.63	71106.26(71106.26)	205856.02(205856.02)	2.032884.0(477.1)	
16	S	27398.30	35034.05	31619.53	27398.52	162751.87(162751.87)	146897.69(146897.69)	4.652884.0(477.1)	
17	S	42987.22	37058.46	22733.68	42986.93	198192.76(198192.76)	121570.96(121570.96)	5.352884.0(477.1)	
18	S	42987.22	71238.65	63635.52	42987.26	173416.39(173416.39)	154881.80(154881.80)	2.432884.0(477.1)	
19	S	41388.27	58000.41	95981.53	41388.13	119595.95(119595.95)	197928.90(197928.90)	2.062884.0(477.1)	
20	S	42987.22	71238.65	63635.52	42987.26	173416.39(173416.39)	154881.80(154881.80)	2.432884.0(477.1)	
21	S	41388.27	58000.41	95981.53	41388.13	119595.95(119595.95)	197928.90(197928.90)	2.062884.0(477.1)	
22	S	25840.75	113071.96	31619.53	25840.82	209742.86(209742.86)	58647.90(58647.90)	1.852884.0(477.1)	
23	S	25840.75	35034.05	101439.14	25840.63	71106.26(71106.26)	205856.02(205856.02)	2.032884.0(477.1)	

24 S 27398.30 35034.05 31619.53 27398.52 162751.87(162751.87)146897.69(146897.69) 4.652884.0(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	117.7	138.9	0.00331	114.0	184.1	-0.00626	-114.0	-184.1
2	0.00350	149.9	31.3	0.00331	145.9	160.0	-0.00626	-145.9	-160.0
3	0.00350	192.6	31.3	0.00331	184.1	114.0	-0.00636	-184.1	-114.0
4	0.00350	149.9	31.3	0.00331	145.9	160.0	-0.00626	-145.9	-160.0
5	0.00350	192.6	31.3	0.00331	184.1	114.0	-0.00636	-184.1	-114.0
6	0.00350	60.6	138.9	0.00329	59.2	208.2	-0.00748	-59.2	-208.2
7	0.00350	212.7	31.3	0.00329	205.3	68.8	-0.00748	-205.3	-68.8
8	0.00350	150.8	31.3	0.00329	145.9	160.0	-0.00736	-145.9	-160.0
9	0.00350	96.8	31.3	0.00331	96.5	193.8	-0.00640	-96.5	-193.8
10	0.00350	140.1	31.3	0.00331	138.3	166.6	-0.00640	-138.3	-166.6
11	0.00350	187.3	138.9	0.00331	178.6	122.4	-0.00648	-178.6	-122.4
12	0.00350	140.1	31.3	0.00331	138.3	166.6	-0.00640	-138.3	-166.6
13	0.00350	187.3	31.3	0.00331	178.6	122.4	-0.00648	-178.6	-122.4
14	0.00350	60.6	31.3	0.00329	59.2	208.2	-0.00748	-59.2	-208.2
15	0.00350	212.7	7.5	0.00329	205.3	68.8	-0.00748	-205.3	-68.8
16	0.00350	150.8	216.6	0.00329	145.9	160.0	-0.00736	-145.9	-160.0
17	0.00350	117.7	75.7	0.00331	114.0	184.1	-0.00626	-114.0	-184.1
18	0.00350	149.9	167.9	0.00331	145.9	160.0	-0.00626	-145.9	-160.0
19	0.00350	192.6	218.2	0.00331	184.1	114.0	-0.00636	-184.1	-114.0
20	0.00350	149.9	84.1	0.00331	145.9	160.0	-0.00626	-145.9	-160.0
21	0.00350	192.6	175.9	0.00331	184.1	114.0	-0.00636	-184.1	-114.0
22	0.00350	60.6	218.2	0.00329	59.2	208.2	-0.00748	-59.2	-208.2
23	0.00350	212.7	84.1	0.00329	205.3	68.8	-0.00748	-205.3	-68.8
24	0.00350	150.8	175.9	0.00329	145.9	160.0	-0.00736	-145.9	-160.0

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	0.000011562	0.000018847	-0.001474868	----	----
2	0.000014730	0.000016490	-0.001474824	----	----
3	0.000019121	0.000011554	-0.001526607	----	----
4	0.000014730	0.000016490	-0.001474824	----	----
5	0.000019121	0.000011554	-0.001526607	----	----
6	0.000006698	0.000023952	-0.002095912	----	----
7	0.000023508	0.000008119	-0.002095810	----	----
8	0.000016476	0.000018255	-0.002032899	----	----
9	0.000009647	0.000020247	-0.001546220	----	----
10	0.000013967	0.000017548	-0.001546314	----	----

11	0.000018812	0.000012521	-0.001584604	----	----
12	0.000013967	0.000017548	-0.001546314	----	----
13	0.000018812	0.000012521	-0.001584604	----	----
14	0.000006698	0.000023952	-0.002095912	----	----
15	0.000023508	0.000008119	-0.002095810	----	----
16	0.000016476	0.000018255	-0.002032899	----	----
17	0.000011562	0.000018847	-0.001474868	----	----
18	0.000014730	0.000016490	-0.001474824	----	----
19	0.000019121	0.000011554	-0.001526607	----	----
20	0.000014730	0.000016490	-0.001474824	----	----
21	0.000019121	0.000011554	-0.001526607	----	----
22	0.000006698	0.000023952	-0.002095912	----	----
23	0.000023508	0.000008119	-0.002095810	----	----
24	0.000016476	0.000018255	-0.002032899	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.83	107.3	300.0	-11.6	-105.3	-189.1	4013	226.2
2	S	7.60	144.2	0.0	-93.7	-138.3	-166.6	14774	629.1
3	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
4	S	7.60	144.2	0.0	-93.7	-138.3	-166.6	14774	629.1
5	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
6	S	3.77	107.3	0.0	-13.4	-105.3	-189.1	4772	254.5
7	S	7.86	135.1	0.0	-104.9	-130.5	-172.8	15370	664.4
8	S	8.89	184.7	0.0	-133.8	-178.6	-122.4	16238	685.7
9	S	7.86	135.1	0.0	-104.9	-130.5	-172.8	15370	664.4
10	S	8.89	184.7	0.0	-133.8	-178.6	-122.4	16238	685.7
11	S	3.83	107.3	0.0	-11.6	-105.3	-189.1	4013	226.2
12	S	7.60	144.2	0.0	-93.7	-138.3	-166.6	14774	629.1
13	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
14	S	7.60	144.2	0.0	-93.7	-138.3	-166.6	14774	629.1
15	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
16	S	8.72	61.0	0.0	-139.5	-59.2	-208.2	16666	706.9
17	S	7.90	211.9	0.0	-118.2	-205.3	-68.8	16200	692.7
18	S	3.80	149.8	0.0	-20.1	-145.9	-160.0	7268	367.6
19	S	8.66	54.9	0.0	-138.1	-49.6	-210.7	16643	699.8
20	S	7.15	208.7	0.0	-99.0	-201.9	-78.2	15646	664.4
21	S	3.66	140.2	0.0	-17.5	-138.3	-166.6	6539	303.9
22	S	8.66	54.9	0.0	-138.1	-49.6	-210.7	16643	699.8
23	S	7.15	208.7	0.0	-99.0	-201.9	-78.2	15646	664.4
24	S	3.66	140.2	0.0	-17.5	-138.3	-166.6	6539	303.9

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]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 \emptyset Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace A_c eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 S_{max} / E_s [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	389	0.014 (990.00)	105710.10	57338.65
2	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	438	0.123 (990.00)	43068.18	35967.31
3	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (990.00)	27923.51	43999.64
4	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	438	0.123 (990.00)	43068.18	35967.31
5	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (990.00)	27923.51	43999.64
6	S	-0.00007	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	397	0.016 (990.00)	95845.32	51987.86
7	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	435	0.137 (990.00)	43246.77	32482.49
8	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	439	0.176 (990.00)	29216.69	42010.12
9	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00031 (0.00031)	435	0.137 (990.00)	43246.77	32482.49
10	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	439	0.176 (990.00)	29216.69	42010.12
11	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	389	0.014 (990.00)	105710.10	57338.65
12	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	438	0.123 (990.00)	43068.18	35967.31
13	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (990.00)	27923.51	43999.64
14	S	-0.00049	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	438	0.123 (990.00)	43068.18	35967.31
15	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (990.00)	27923.51	43999.64
16	S	-0.00072	0	0.833	30.0	70	0.00042 (0.00042)	438	0.183 (990.00)	47891.80	13487.01
17	S	-0.00061	0	0.833	30.0	70	0.00035 (0.00035)	437	0.155 (990.00)	17255.83	48309.94
18	S	-0.00011	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	406	0.024 (990.00)	64317.31	57401.80
19	S	-0.00072	0	0.833	30.0	70	0.00041 (0.00041)	440	0.182 (990.00)	48328.03	12154.85
20	S	-0.00051	0	0.833	30.0	70	0.00030 (0.00030)	438	0.130 (990.00)	19863.97	49300.83
21	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	421	0.022 (990.00)	71266.85	56807.47
22	S	-0.00072	0	0.833	30.0	70	0.00041 (0.00041)	440	0.182 (990.00)	48328.03	12154.85
23	S	-0.00051	0	0.833	30.0	70	0.00030 (0.00030)	438	0.130 (990.00)	19863.97	49300.83
24	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	421	0.022 (990.00)	71266.85	56807.47

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.00	63.6	300.0	-36.7	-59.2	-208.2	9979	487.7
2	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
3	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
4	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
5	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
6	S	5.30	54.9	0.0	-45.9	-49.6	-210.7	11626	544.3
7	S	8.89	184.7	0.0	-133.8	-178.6	-122.4	16238	685.7
8	S	8.89	184.7	0.0	-133.8	-178.6	-122.4	16238	685.7
9	S	8.89	184.7	0.0	-133.8	-178.6	-122.4	16238	685.7
10	S	8.89	184.7	0.0	-133.8	-178.6	-122.4	16238	685.7
11	S	5.00	63.6	0.0	-36.7	-59.2	-208.2	9979	487.7
12	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
13	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
14	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6
15	S	8.79	190.0	0.0	-127.1	-184.1	-114.0	15958	678.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	412	0.045 (0.20)	69430.65	20451.20

2	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (0.20)	27923.51	43999.64
3	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (0.20)	27923.51	43999.64
4	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (0.20)	27923.51	43999.64
5	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (0.20)	27923.51	43999.64
6	S	-0.00024	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	420	0.058 (0.20)	64440.76	16200.03
7	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	439	0.176 (0.20)	29216.69	42010.12
8	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	439	0.176 (0.20)	29216.69	42010.12
9	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	439	0.176 (0.20)	29216.69	42010.12
10	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	439	0.176 (0.20)	29216.69	42010.12
11	S	-0.00019	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	412	0.045 (0.20)	69430.65	20451.20
12	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (0.20)	27923.51	43999.64
13	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (0.20)	27923.51	43999.64
14	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (0.20)	27923.51	43999.64
15	S	-0.00066	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	438	0.167 (0.20)	27923.51	43999.64

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	1.44	177.0	300.0	15.8	-172.8	-130.5	---	---
2	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
3	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
4	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
5	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
6	S	1.44	177.0	0.0	15.8	-172.8	-130.5	---	---
7	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
8	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
9	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
10	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
11	S	1.44	177.0	0.0	15.8	-172.8	-130.5	---	---
12	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
13	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
14	S	2.20	222.8	0.0	4.8	-214.4	-29.9	---	---
15	S	2.19	224.9	0.0	5.0	-216.3	-10.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00036	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	14545.63	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	A_{sw}	5	cm ²
passo staffe	s	15	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione 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	9629	kN
taglio resistente	V_r	9629	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	7745	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.80	kN
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	
larghezza biella	bw	379	kN
inclinazione biella	ϑ	22	kN
resistenza puntoni	V_c	38660	kN
resistenza staffe	V_s	9628.64	cm
taglio resistente	V_r	9628.64	cm
taglio massimo agente	V_{ed}	6774.32	gradi
resistenza puntoni	V_{ed}/V_{rd}	0.70	kN

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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 VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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	408	
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	288398	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm ³
		1.81%	>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	200	mm
diametro armature trasversale	φ	12	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm ²
Area totale staffe	Asw	2.26	mm ²
area totale legature	Asl	16.08	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0424	

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

8.5 Verifica spostamenti

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

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

dove:

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

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile				
categoria di terreno			C	
periodo inizio tratto velocità costante		TC	0.608	s
periodo tratto a spostamento costante		TD	1.998	s
coef. categoria e topografia terreno		S	1.5	
accelerazione orizzontale max al sito		ag	0.162	g
periodo di vibrare longitudinale		T1	1.17	sec
fattore di struttura		q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento		μ	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long		ag (I)	0.20	g
		w	0.19	sec
			0.07	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale		dEe	0.0000	m
spostamento totale relativo		dEd	0.1005	m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno				
spostamento massimo orizz. del terreno	dg	0.0723	m	
spostamenti massimi terreno punto i	dji	0.072	m	
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	0.072	m	
velocità prop. onde di taglio nel terreno	vs	270	m/s	
distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)	x	60	m	
per suoli differenti o distanza <20m	dij0	0.0000	m	
su stesso suolo	dij0	0.0014	m	
formulazione adottata		(3.2.16)		
	dij, max	0.1279	m	
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	0.046	m	

spostamento longitudinale relativo alla termica				
variazione termica uniforme	DT	20	°C	
coefficiente di dilatazione termica	α	1.20E-05	1/°C	
dilatazione termica	Dt	0.012	m	
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.018	m	
spostamento longitudinale finale				
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45		
coefficiente controfase pile	k2	0.55		
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.19	m	
spostamento long di calcolo	EL	0.23	m	
spostamento longitudinale	EL	23.064	m	
altri spostamenti longitudinali				
escursione longitudinale giunto	Eg	± 12.5	cm	
corsa appoggi mobili	Cap	± 14.4	cm	
ampiezza dei varchi	v	13.5	cm	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

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

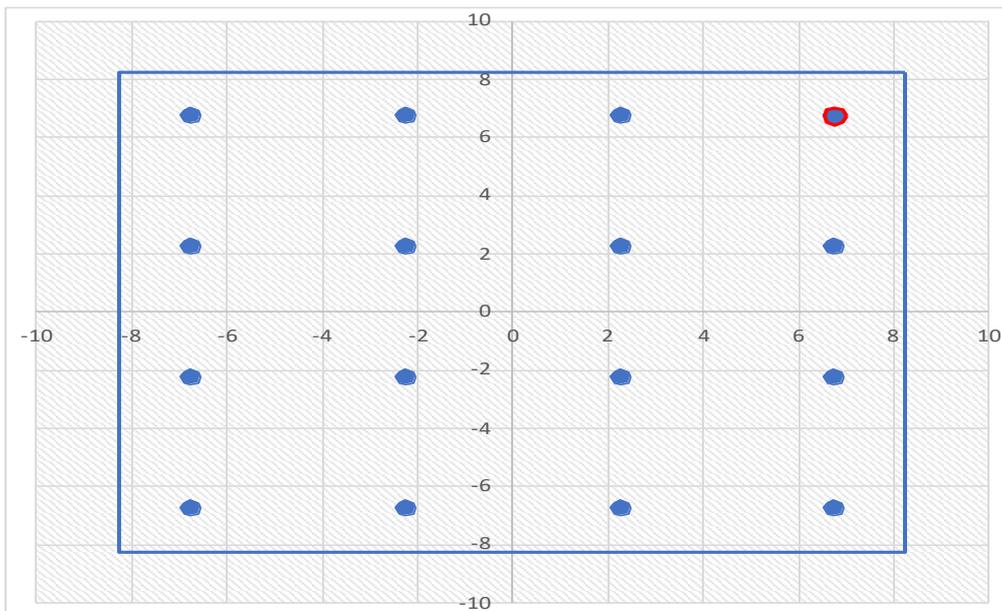
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

L imp (m)	EL (cm)	Corsa appoggi (cm)	Escursione giunti (cm)	Varco (cm)
25	14.0	8.8	8.0	9.0
40	22.0	14.0	12.0	13.0
50	23.0	14.4	12.5	13.5
60	23.0	14.4	12.5	13.5

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	
di diametro pali	D	1.5	m
interasse pali	i	4.5	m
altezza plinto di fondazione	h	3	m
Check verifica			
sbalzo direzione trasversale	at	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>



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

Scarichi q=1.5/1.1 se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	6.75	6729.6	6581.4	6675.8
2	2.25	-6.75	4098.8	4441.0	3851.0
3	6.75	6.75	7506.0	7751.7	7424.1
4	6.75	-6.75	4875.2	5611.4	4599.2
5	-6.75	-6.75	2545.9	2100.3	2354.5
6	-6.75	6.75	5176.7	4240.7	5179.3
7	6.75	2.25	6629.1	7038.3	6482.5
8	-6.75	2.25	4299.8	3527.2	4237.7
9	-2.25	2.25	5076.2	4697.6	4986.0
10	2.25	2.25	5852.6	5867.9	5734.2
11	-2.25	-6.75	3322.4	3270.7	3102.7
12	-2.25	6.75	5953.1	5411.0	5927.6
13	-6.75	-2.25	3422.8	2813.8	3296.1
14	6.75	-2.25	5752.2	6324.8	5540.8
15	2.25	-2.25	4975.7	5154.5	4792.6
16	-2.25	-2.25	4199.3	3984.1	4044.3
taglio combinato in			275.0	311.8	270.9

Scarichi q=1 se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	6.75	4968.0	5469.2	7027.0
2	2.25	-6.75	2691.7	3192.9	335.3
3	6.75	6.75	5590.6	7391.7	7649.6
4	6.75	-6.75	3314.3	5115.4	957.9
5	-6.75	-6.75	1446.5	-652.0	-909.9
6	-6.75	6.75	3722.9	1624.4	5781.9
7	6.75	2.25	4831.8	6632.9	5419.0
8	-6.75	2.25	2964.1	865.6	3551.3
9	-2.25	2.25	3586.7	2788.0	4173.9
10	2.25	2.25	4209.3	4710.5	4796.4
11	-2.25	-6.75	2069.1	1270.5	-287.3
12	-2.25	6.75	4345.5	3546.8	6404.4
13	-6.75	-2.25	2205.3	106.8	1320.7
14	6.75	-2.25	4073.1	5874.1	3188.4
15	2.25	-2.25	3450.5	3951.7	2565.9
16	-2.25	-2.25	2827.9	2029.2	1943.3
taglio combinato in			532.7	769.3	933.0

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

Il plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone ricadendo nella categoria di elementi tozzi. La larghezza collaborante è stata valutata tramite una diffusione a 45° rispetto al diametro del palo più sollecitato, quindi fermata in corrispondenza della pila o della linea media dell'interasse del palo successivo.

9.1 Dimensionamento armature

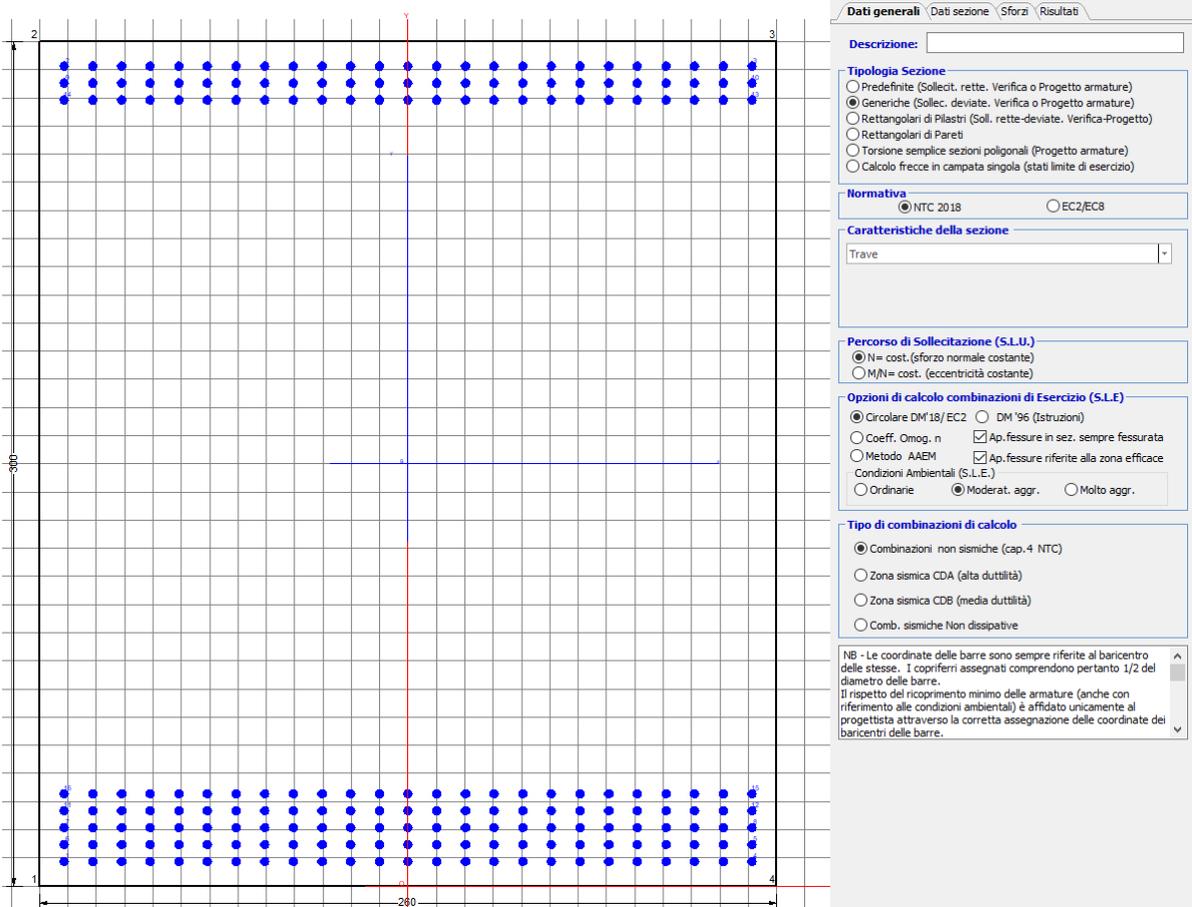
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	6.75	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	6.75	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	9.54594	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	17.4464	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	7751.72	KN
forza di trazione risultante		T	24665.8	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	17441.4	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	17441.4	KN

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	44572.9	mm ²
diámetro armatura		Φ	26	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	4.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.6	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	62118.7	mm ²
		coef. Sicur	0.71754	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	44572.9	mm ²
diámetro armatura		Φ	26	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	4.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.6	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	62118.7	mm ²
		coef. Sicur	0.71754	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σt	280.775	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σl	280.775	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 y 260x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1^* \beta_2$:	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	23	30
8	15	16	23	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	36847.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	32587.00	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	25014.00	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	25014.00 (16925.02)	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	12128.00 (16925.02)	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	36847.00	0.00	0.00	90838.47	0.00	2.47883.6(112.0)	
2	S	0.00	32587.00	0.00	0.00	90838.47	0.00	2.79883.6(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	-0.01840	-121.3	8.7
2	0.00350	0.160	-130.0	300.0	0.00285	-121.3	291.3	-0.01840	-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	0.000075183	-0.019054913	0.160	0.700
2	0.000000000	0.000075183	-0.019054913	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	4.76	-130.0	300.0	-120.8	-30.3	8.7	13520	883.6

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a 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	-0.00063	0	0.865	30.0	72	0.00044 (0.00036)	380	0.166 (990.00)	16925.02	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.76	-130.0	300.0	-120.8	-30.3	8.7	13520	883.6

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	-0.00063	0	0.865	30.0	72	0.00044 (0.00036)	380	0.166 (0.20)	16925.02	0.00

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

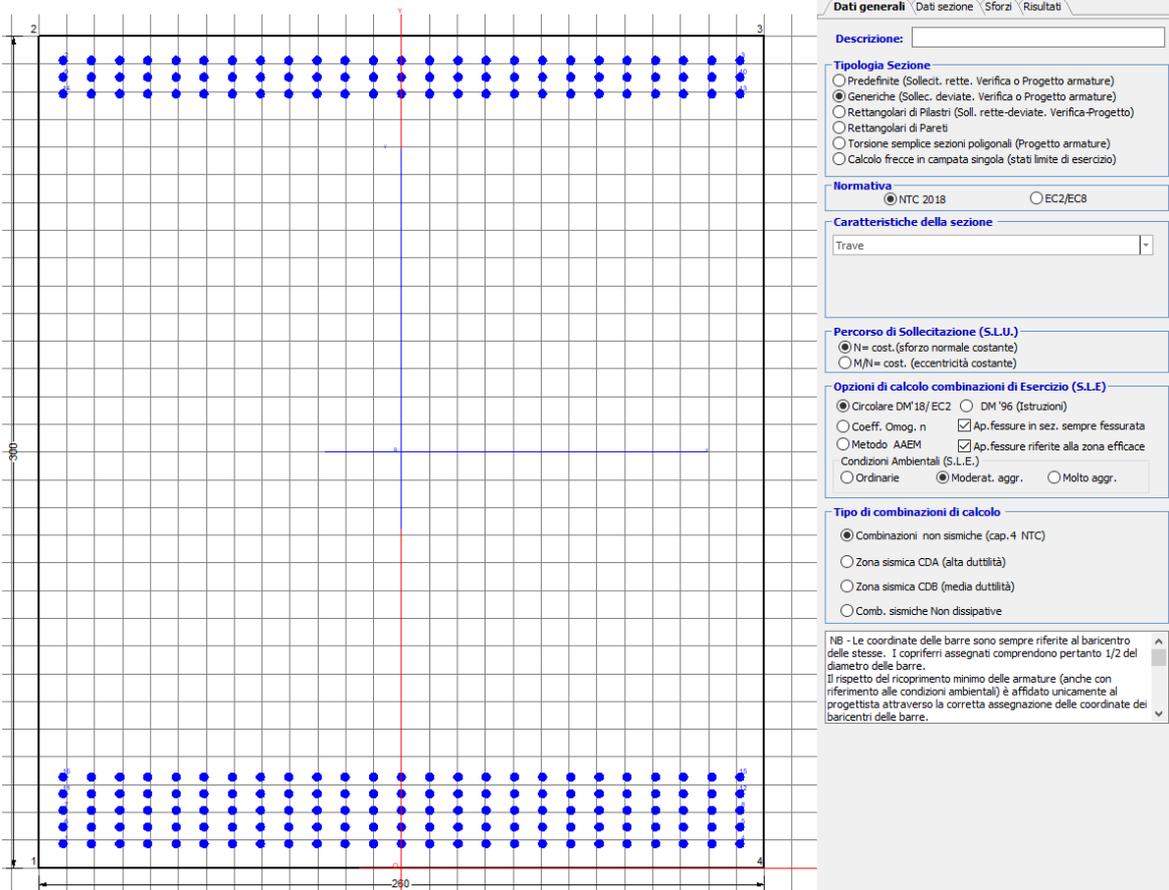
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.31	-130.0	300.0	-58.6	-70.8	8.7	13520	883.6

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	-0.00031	0	0.865	30.0	72	0.00018 (0.00018)	380	0.069 (0.20)	16925.02	0.00

9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: fondazione y 260x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

ACCIAIO -

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	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	23	30
8	15	16	23	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	36847.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	32587.00	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	25014.00	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	25014.00 (16925.02)	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	12128.00 (16925.02)	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)
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	36847.00	0.00	0.00	90838.47	0.00	2.47883.6(112.0)	
2	S	0.00	32587.00	0.00	0.00	90838.47	0.00	2.79883.6(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	-0.01840	-121.3	8.7
2	0.00350	0.160	-130.0	300.0	0.00285	-121.3	291.3	-0.01840	-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	0.000075183	-0.019054913	0.160	0.700
2	0.000000000	0.000075183	-0.019054913	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	4.76	-130.0	300.0	-120.8	-30.3	8.7	13520	883.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0	0.865	30.0	72	0.00044 (0.00036)	380	0.166 (990.00)	16925.02	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.76	-130.0	300.0	-120.8	-30.3	8.7	13520	883.6

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	-0.00063	0	0.865	30.0	72	0.00044 (0.00036)	380	0.166 (0.20)	16925.02	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.31	-130.0	300.0	-58.6	-70.8	8.7	13520	883.6

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	-0.00031	0	0.865	30.0	72	0.00018 (0.00018)	380	0.069 (0.20)	16925.02	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			ϑ	45	gradi
perimetro zona critica			u1	21.1115	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	3.36	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			α	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	18.5342	m ²
coefficiente carico			β	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	7751.72	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.88236	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.17647	
valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00915	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00915	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01295	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.58554	MPa
			vRd,c	0.76466	MPa
				0.76574	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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

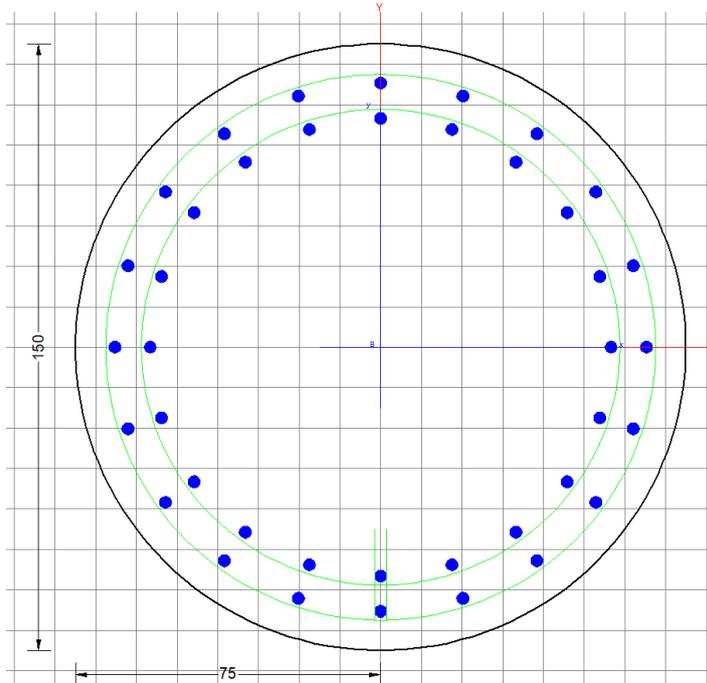
TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	80415	2561	2081	78923	69880	
E_103x_SLV_q=1.36_63	53918	8765	2723	150514	42780	
E_103y_SLV_q=1.36_64	53918	4947	5811	53219	128845	
E_103x_SLV_q=1.36_63	53918	8765	2723	150514	42780	
E_103y_SLV_q=1.36_64	53918	4947	5811	53219	128845	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P3</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	REV. B

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	6.75	6729.57	6116.09	4972.64
2	2.25	-6.75	4098.8	1098.95	3198.68
3	6.75	6.75	7506.01	6591.42	6404.25
4	6.75	-6.75	4875.24	1574.29	4630.29
5	-6.75	-6.75	2545.92	148.284	335.456
6	-6.75	6.75	5176.69	5165.42	2109.41
7	6.75	2.25	6629.08	4919.04	5812.93
8	-6.75	2.25	4299.77	3493.04	1518.09
9	-2.25	2.25	5076.21	3968.37	2949.71
10	2.25	2.25	5852.65	4443.71	4381.32
11	-2.25	-6.75	3322.36	623.619	1767.07
12	-2.25	6.75	5953.13	5640.75	3541.03
13	-6.75	-2.25	3422.84	1820.66	926.775
14	6.75	-2.25	5752.16	3246.67	5221.61
15	2.25	-2.25	4975.72	2771.33	3790
16	-2.25	-2.25	4199.28	2296	2358.39
glio equivalente			206.277	573.611	476.941
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.65
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7506	160	130	480	390
combo2	6591	548	170	1643	511
combo3	6404	309	363	928	1089
combo4	148	548	170	1643	511

Coprif. netto staffe: 6.8 cm



Dati generali | Dati sezione | Sforzi | Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione:

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

Normativa:

- NTC 2018
- EC2/EC8

Caratteristiche della sezione:

Pilastro: []

Percorso di Sollecitazione (S.L.E.):

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

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

- Circolare DM18/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 staffe. I capriferrì 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

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo 1.5

(Percorso File: C:\Users\r.focaracci\Desktop\Lavori\1276 Palermo Catania - pile nuova prog ferroviarexcell2_All Analysis\L4_V06\P_6 (50-60)\palo 1.5.sez)

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	65.3	20	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	7751.72	342.82	516.18	0.00	0.00
2	1947.19	210.14	125.15	0.00	0.00
3	7506.01	424.23	344.72	0.00	0.00
4	7751.72	342.82	516.18	0.00	0.00
5	7506.01	424.23	344.72	0.00	0.00
6	7751.72	342.82	516.18	0.00	0.00
7	6591.42	1451.64	450.96	0.00	0.00
8	148.28	1451.64	450.96	0.00	0.00
9	6591.42	1451.64	450.96	0.00	0.00
10	6404.25	819.30	962.38	0.00	0.00
11	6591.42	1451.64	450.96	0.00	0.00
12	6404.25	819.30	962.38	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	5469.62	236.28	337.24
2	1581.24	236.28	332.44
3	5306.80	292.48	220.58
4	5469.62	236.28	337.24
5	5306.80	292.48	220.58
6	5469.62	236.28	337.24
7	5176.58	785.80	271.75
8	1480.17	785.80	271.75
9	5176.58	785.80	271.75
10	5055.92	424.00	560.55
11	5176.58	785.80	271.75
12	5055.92	424.00	560.55

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	5469.62	236.28 (0.00)	337.24 (0.00)
2	1581.24	236.28 (2854.79)	332.44 (4016.62)
3	5469.62	236.28 (0.00)	337.24 (0.00)
4	5469.62	236.28 (0.00)	337.24 (0.00)
5	5469.62	236.28 (0.00)	337.24 (0.00)
6	5469.62	236.28 (0.00)	337.24 (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	3560.59	0.88 (0.00)	67.55 (0.00)
2	3051.64	0.88 (0.00)	67.55 (0.00)
3	3560.59	0.88 (0.00)	67.55 (0.00)
4	3560.59	0.88 (0.00)	67.55 (0.00)
5	3560.59	0.88 (0.00)	67.55 (0.00)
6	3560.59	0.88 (0.00)	67.55 (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	7751.72	342.82	516.18	7751.90	4140.68	6224.05	12.06	282.7(53.0)
2	S	1947.19	210.14	125.15	1947.21	5445.06	3237.76	25.90	282.7(53.0)
3	S	7506.01	424.23	344.72	7505.75	5785.49	4692.54	13.63	282.7(53.0)
4	S	7751.72	342.82	516.18	7751.90	4140.68	6224.05	12.06	282.7(53.0)
5	S	7506.01	424.23	344.72	7505.75	5785.49	4692.54	13.63	282.7(53.0)
6	S	7751.72	342.82	516.18	7751.90	4140.68	6224.05	12.06	282.7(53.0)
7	S	6591.42	1451.64	450.96	6591.35	7003.38	2173.30	4.82	282.7(53.0)
8	S	148.28	1451.64	450.96	148.40	5489.91	1705.62	3.78	282.7(53.0)
9	S	6591.42	1451.64	450.96	6591.35	7003.38	2173.30	4.82	282.7(53.0)
10	S	6404.25	819.30	962.38	6404.23	4750.04	5560.97	5.79	282.7(53.0)
11	S	6591.42	1451.64	450.96	6591.35	7003.38	2173.30	4.82	282.7(53.0)
12	S	6404.25	819.30	962.38	6404.23	4750.04	5560.97	5.79	282.7(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	62.5	1.0	0.00300	52.8	38.4	-0.00362	-52.8	-38.4
2	0.00350	38.4	1.0	0.00278	38.4	52.8	-0.00657	-38.4	-52.8
3	0.00350	47.3	1.0	0.00300	38.4	52.8	-0.00371	-38.4	-52.8
4	0.00350	62.5	1.0	0.00300	52.8	38.4	-0.00362	-52.8	-38.4
5	0.00350	47.3	1.0	0.00300	38.4	52.8	-0.00371	-38.4	-52.8
6	0.00350	62.5	1.0	0.00300	52.8	38.4	-0.00362	-52.8	-38.4
7	0.00350	22.3	70.9	0.00298	20.2	62.1	-0.00407	-20.2	-62.1
8	0.00350	22.3	70.9	0.00270	20.2	62.1	-0.00808	-20.2	-62.1
9	0.00350	22.3	70.9	0.00298	20.2	62.1	-0.00407	-20.2	-62.1
10	0.00350	57.1	45.2	0.00296	52.8	38.4	-0.00412	-52.8	-38.4
11	0.00350	22.3	70.9	0.00298	20.2	62.1	-0.00407	-20.2	-62.1
12	0.00350	57.1	45.2	0.00296	52.8	38.4	-0.00412	-52.8	-38.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

1	0.000042285	0.000028083	-0.000307051	----	----
2	0.000036781	0.000061759	-0.001891158	----	----
3	0.000032409	0.000039884	-0.000354343	----	----
4	0.000042285	0.000028083	-0.000307051	----	----
5	0.000032409	0.000039884	-0.000354343	----	----
6	0.000042285	0.000028083	-0.000307051	----	----
7	0.000016003	0.000051513	-0.000545600	----	----
8	0.000024498	0.000078858	-0.002693141	----	----
9	0.000016003	0.000051513	-0.000545600	----	----
10	0.000041439	0.000035278	-0.000581673	----	----
11	0.000016003	0.000051513	-0.000545600	----	----
12	0.000041439	0.000035278	-0.000581673	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.44	61.4	0.0	25.1	-52.8	-38.4	---	---
2	S	1.67	61.1	0.0	-1.7	-52.8	-38.4	431	7.1
3	S	3.26	45.2	0.0	25.4	-38.4	-52.8	---	---
4	S	3.44	61.4	0.0	25.1	-52.8	-38.4	---	---
5	S	3.26	45.2	0.0	25.4	-38.4	-52.8	---	---
6	S	3.44	61.4	0.0	25.1	-52.8	-38.4	---	---
7	S	4.27	24.5	0.0	10.6	-20.2	-62.1	---	---
8	S	3.06	24.5	0.0	-30.5	-20.2	-62.1	1548	49.5
9	S	4.27	24.5	0.0	10.6	-20.2	-62.1	---	---
10	S	3.92	59.8	0.0	13.6	-52.8	-38.4	---	---
11	S	4.27	24.5	0.0	10.6	-20.2	-62.1	---	---
12	S	3.92	59.8	0.0	13.6	-52.8	-38.4	---	---

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.694	30.0	82	0.00001 (0.00001)	711	0.004 (990.00)	2854.79	4016.62

3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00018	0	0.833	30.0	82	0.00009 (0.00009)	545	0.050 (990.00)	1638.74	566.72
9	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	35558.03	10738.18
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	14680.85	4325.90
12	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	7227.44	17453.69

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.44	61.4	0.0	25.1	-52.8	-38.4	---	---
2	S	1.67	61.1	0.0	-1.7	-52.8	-38.4	431	7.1
3	S	3.44	61.4	0.0	25.1	-52.8	-38.4	---	---
4	S	3.44	61.4	0.0	25.1	-52.8	-38.4	---	---
5	S	3.44	61.4	0.0	25.1	-52.8	-38.4	---	---
6	S	3.44	61.4	0.0	25.1	-52.8	-38.4	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.694	30.0	82	0.00001 (0.00001)	711	0.004 (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	1.78	75.0	0.0	22.4	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.55	75.0	0.0	18.9	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.78	75.0	0.0	22.4	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.78	75.0	0.0	22.4	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.78	75.0	0.0	22.4	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.78	75.0	0.0	22.4	-65.3	0.0	---	---

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P3	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605006	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	80415	2561	2081	78923	69880	
E_103x_SLV_q=1_66	53918	10730	3196	200753	56033	
E_103y_SLV_q=1_67	53918	5536	7388	68290	173020	
E_103x_SLV_q=1_66	53918	10730	3196	200753	56033	
E_103y_SLV_q=1_67	53918	5536	7388	68290	173020	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T _x	10730	5536
sollecitazione massima direzione y	T _y	3196	7388
vettore complessivo, singolo palo	T	700	577

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	A _{sw}	2.3	cm ²
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + f _i /2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f _{yd}	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f _{ck}	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f _{cd}	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' _c	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	β	22	gradi
resistenza puntoni	V _c	4436	kN
resistenza staffe	V _s	1221	kN
taglio resisistente	V _r	1221	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	700	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.57	

11 INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	170 kg/mc
Plinto di fondazione	280 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc