

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 - P5

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 09 CL VI0605 005 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: RS3U40D09CLVI0605005B

n. Elab.: 09_126_4

 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

INDICE

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

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.....	94
9.2.1	Direzione trasversale.....	94
9.2.2	Direzione longitudinale.....	99
9.3	Verifica a punzonamento	104
10	PALI DI FONDAZIONE.....	105
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	105
10.2	Verifica strutturale	105
10.3	Verifica a taglio	113
11	INCIDENZE	114

	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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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 5 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 28.30m, con impalcato 25m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto 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.

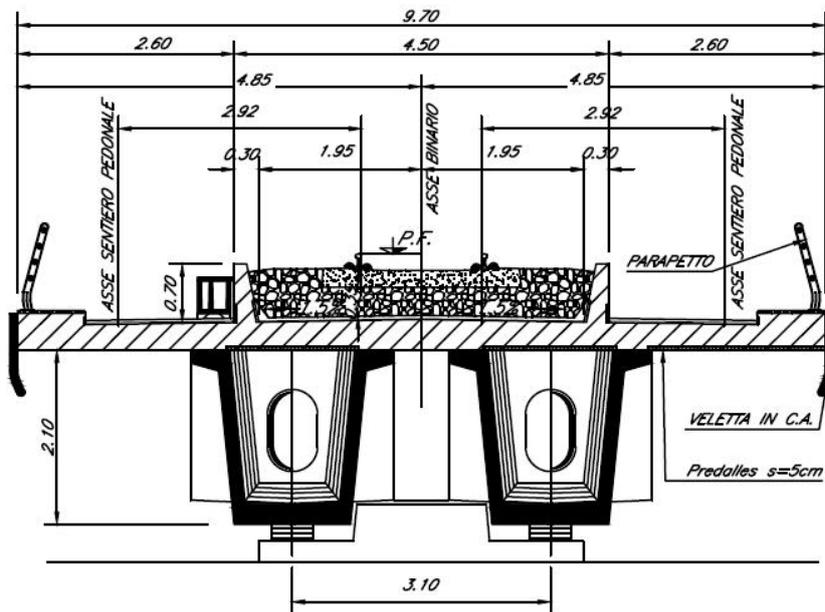
Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 4.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

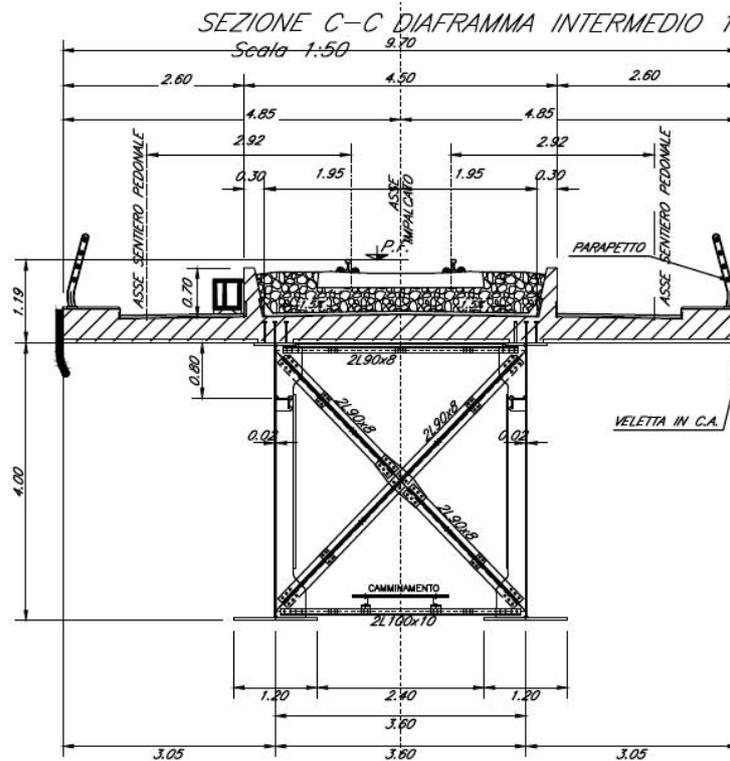
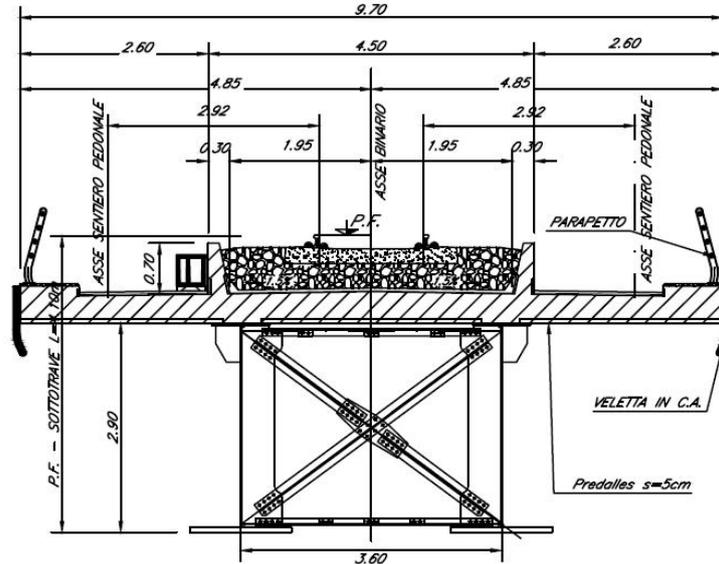
Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 16.5x12, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.5 m.

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



Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx





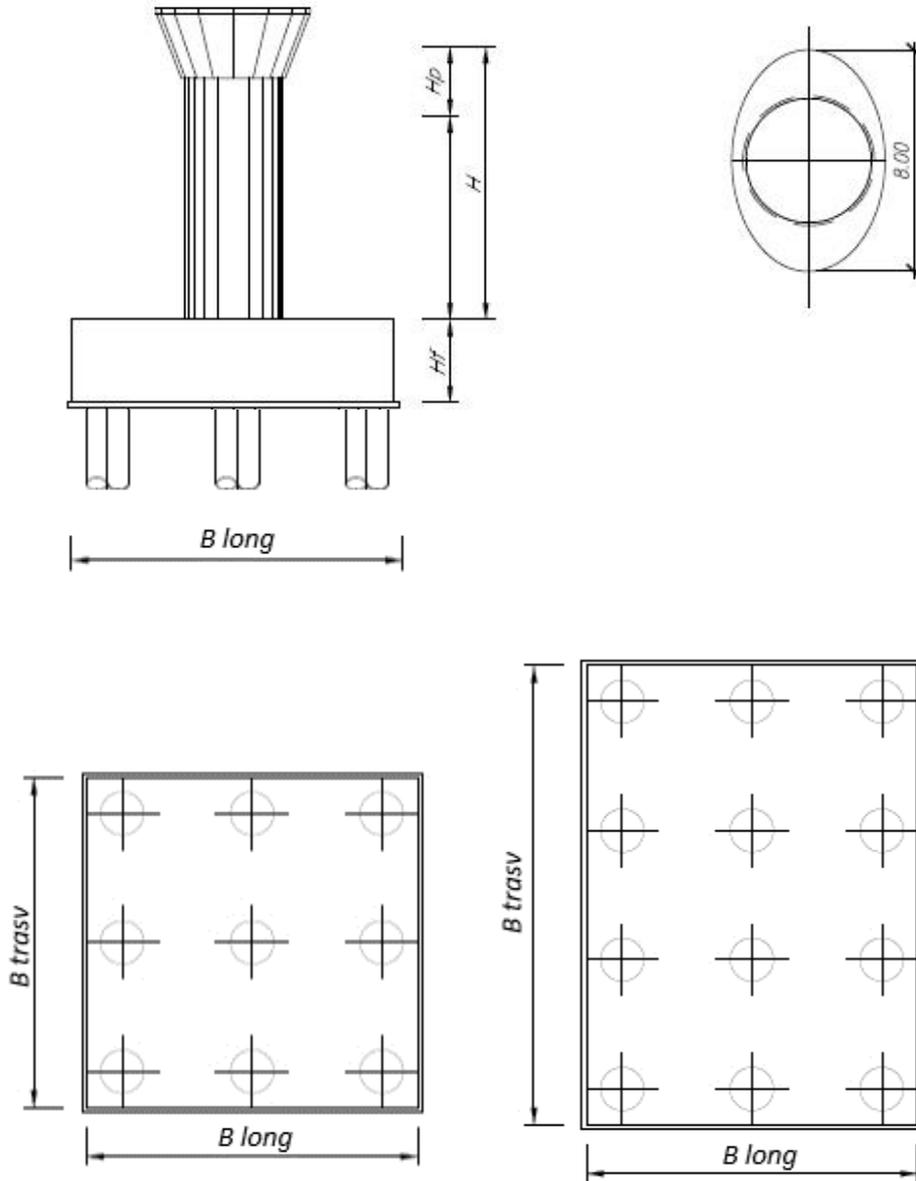


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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	C25/40	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	40	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	31476	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	33	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{cd}	25	<i>MPa</i>

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

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

classe di resistenza conglomerato		classe	C32/40	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R _{ck}	40	<i>MPa</i>
modulo elastico		E _c	33346	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f _{cm}	40	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f _{ck}	32	<i>MPa</i>

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

denominazione tipo d'acciaio		nome	B450	
modulo elastico		E _s	210000	<i>MPa</i>
tensione media di snervamento		f _{ym}	480	<i>MPa</i>
tensione caratteristica di snervamento		f _{yk}	450	<i>MPa</i>
tensione di snervamento di calcolo		f _{yd}	391.30	<i>MPa</i>
tensione caratteristica a rottura		f _{tk}	540	<i>MPa</i>

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

3.1 Verifiche SLE

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

3.1.1 Verifiche tensionali

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

tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara) : 0.55 f_{ck}
- per combinazione quasi permanente : 0.40 f_{ck}

 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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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 28.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1500mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino			Hp	28.3	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	10457	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	2173	kN	
FONDAZIONE						
asse minore ellisse			a	16.5	m	
asse maggiore ellisse			b	12	m	
altezza della fondazione			h	3	m	
altezza terreno di ricoprimento			ht	1.5	m	
area netta per calcolo ricoprimento			A	182.1	m ³	
peso di vulume del terreno			y	19	kN/3	
Ulteriori distanze e bracci						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.			il	1.2		
interasse tra i binari (se singolo 0)			ib	4	m	
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila			a	2	m	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

4.2 Modelli di analisi e verifica

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

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

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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:

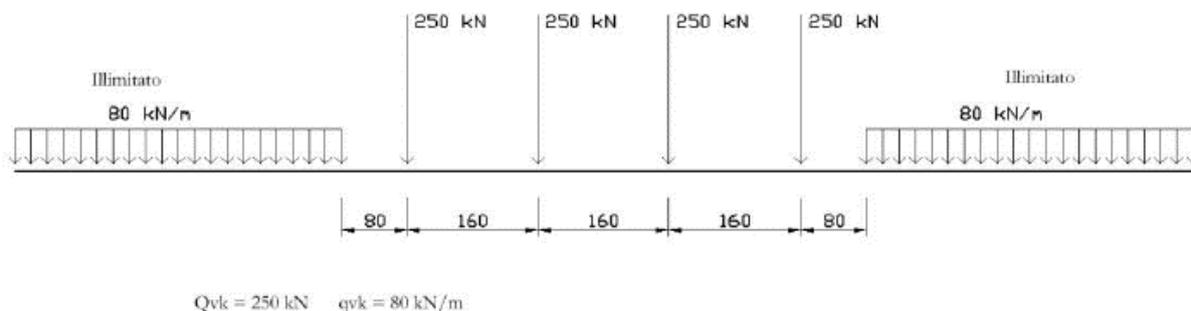
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5761	940
scarichi estradosso Pila - G2	5122	538
scarichi estradosso Fondazione - G1	18410	940
scarichi estradotto Fondazione - G2	5122	538
scarichi sui Pali - G1	38450	940
scarichi sui Pali - G2	5122	538

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;

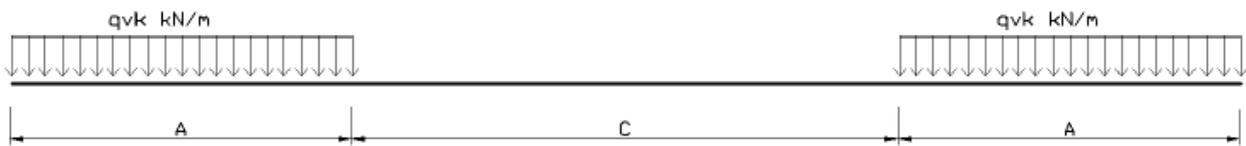
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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	5197	431	520
COMBO ML	3356	4028	336
COMBO MT	5197	431	520

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

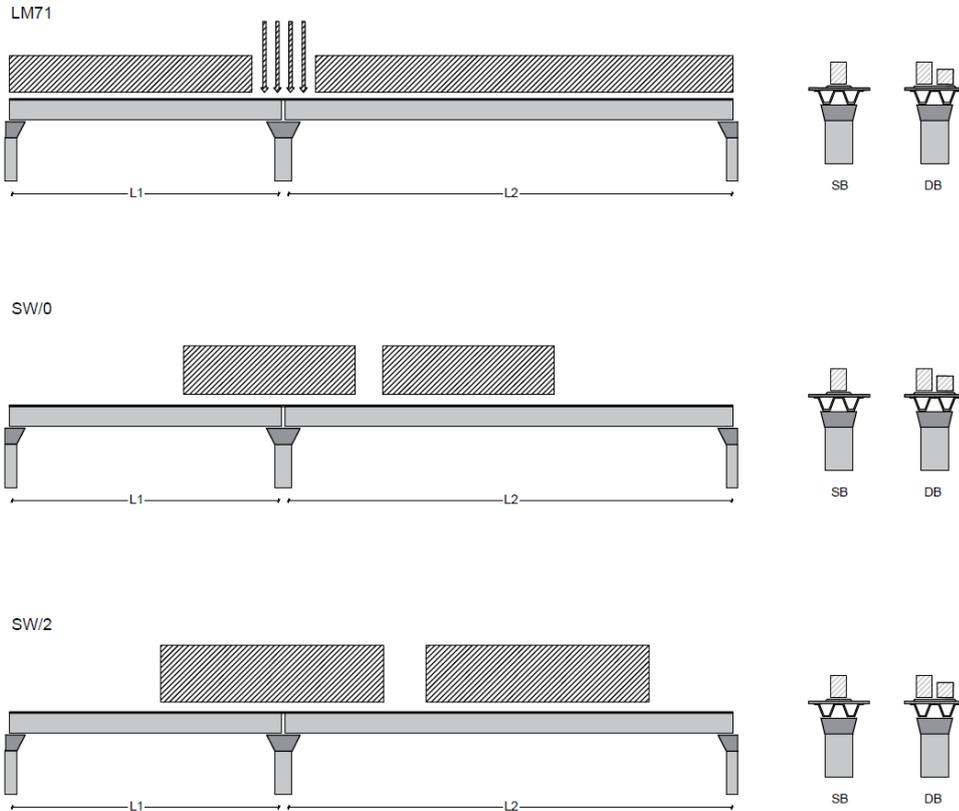


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

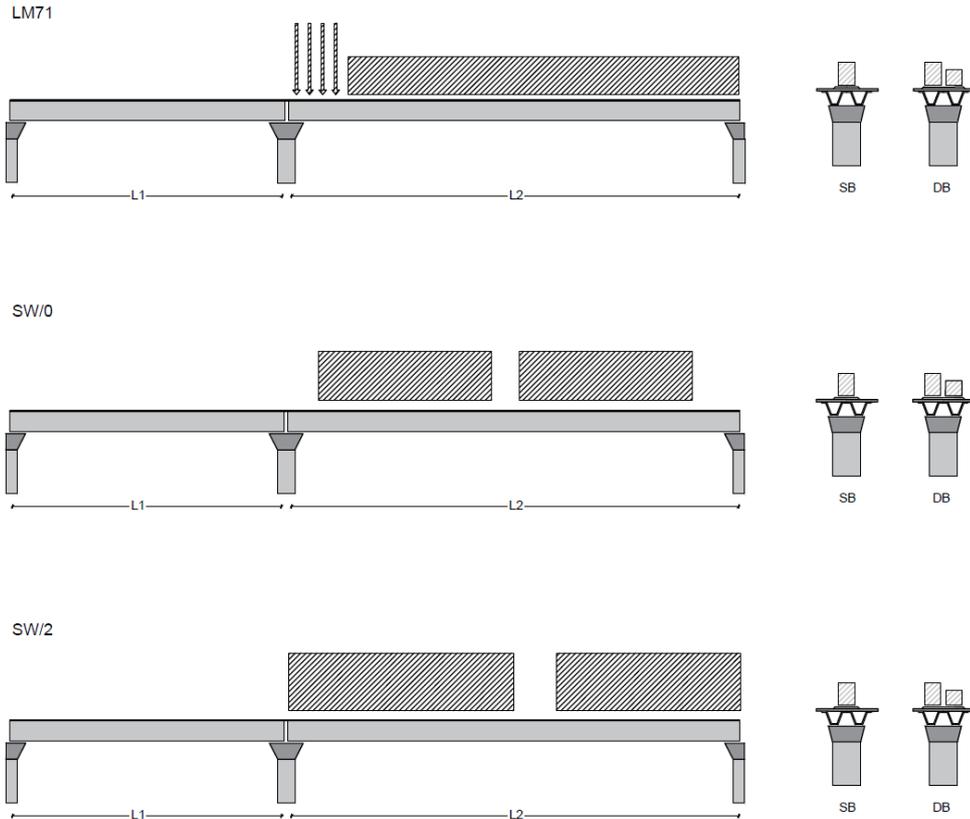


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

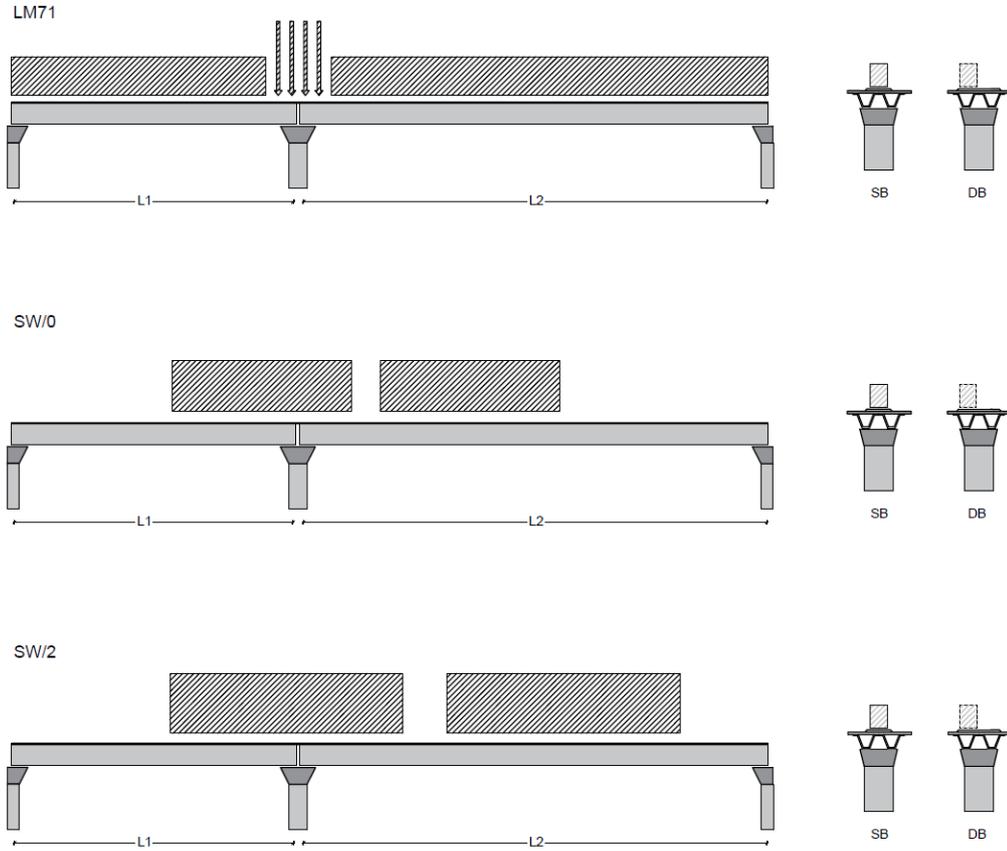


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 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					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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	38	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.801794	
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	300.3	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	96.1	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	12.5	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	4.0	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.80	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	273.0	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	87.4	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	14.8	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.7	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	163.82	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.31	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	4.3141755	0	4.31418	193.2751	1223.43

 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

5.6.2 Serpeggio

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

viadotto a binario			Singolo		
combinazione treni			SW/2		
valore caratteristico della forza			Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento			a	1	
coefficiente di adattamento					
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali					
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio				0.45	m
altezza impalcato + soletta				3.2	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	100	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	463	kN/m

Tale forza rappresenta l'azione complessiva in testa alla pila.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Singolo	
combinazione treni				SW/2	
posizionamento vincolo fissi				caso peggiore	
estradosso pulvino sommità binario		H	0.45	m	
lunghezza del binario		L	49.6	m	

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

FENATURA

LM/71					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	49.6	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1091.2	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	42.6		
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	1491		

AVVIAMENTO

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

5.6.4 Forza d'attrito

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio mobili per traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni γ e ψ dei carichi da peso proprio strutturali e non, e dei carichi verticali da traffico. Si riporta per questo motivo un esempio di forza d'attrito "caratteristica" solo come esempio di calcolo, in quanto il calcolo è stato eseguito a valle della combinazione di carico.

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	49.6	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	5761	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	5122	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	6979	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	366.2	kN
momento longitudinale in testa pila		M	164.8	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	28.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	28.75	m
	altezza di riferimento	z	33.195	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	3.17	
	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	1696.36	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.89	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.89	m
		d/h	1.09111	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09994	
	forza trasversale	fx	31.7	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1418.7	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	6944.8	kn/m

ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	8.77	m	
rapporto geometrico	d/h	1.10604		
coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09584		
forza trasversale	fx	31.2		
forza equivalente in testa pila	Fx	1247.2	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	6030.2	kn/m	
VENTO SULLA PILA				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	28.3	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	3.05218		
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	1696.36	n/m ²	
		1.69636	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		

 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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90946	
	rapporto geometrico	l/b	6.28889	
	snellezza effettiva	λ	6.28889	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.67594	
	forza trasversale	f tras	1.0	
	forza equivalente in testa pila	F tras	29.5	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	17.0	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90946	
	rapporto geometrico	l/b	6.28889	
	snellezza effettiva	λ	6.28889	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.67594	
	forza longitudinale	f lon	1.04282	
	forza equivalente in testa pila	F lon	29.5119	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	16.98	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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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.

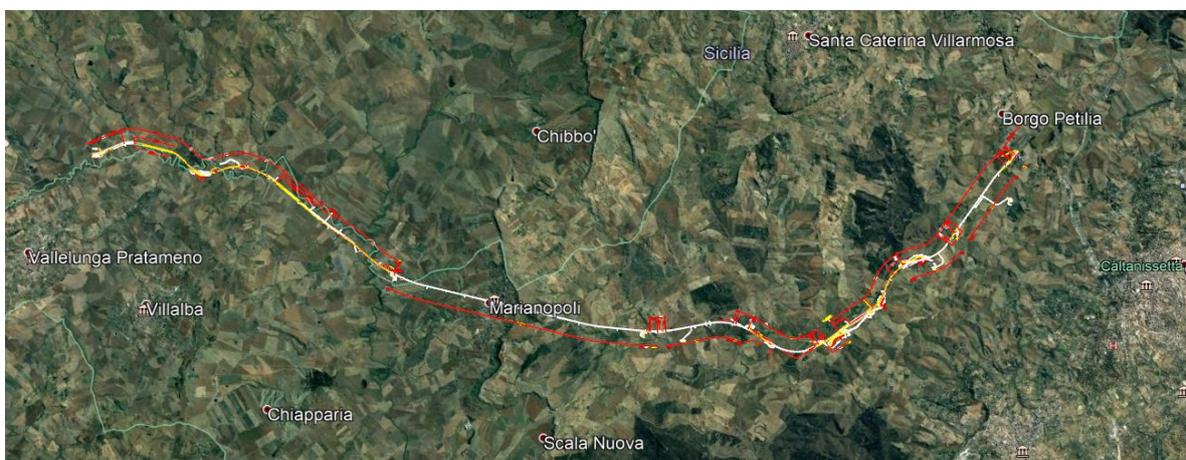


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

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

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

5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche

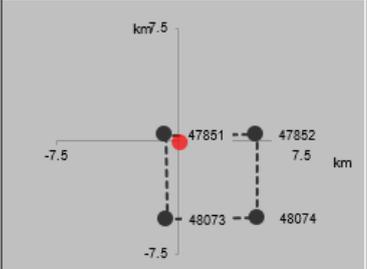
Grafici spettri di risposta

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

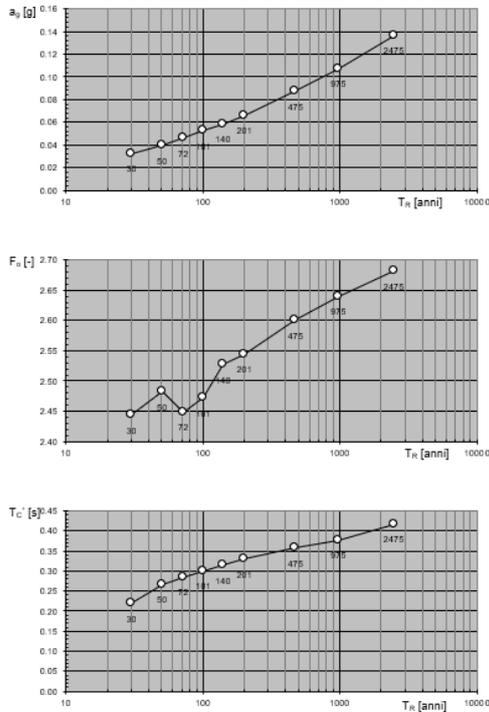
superficie rigata

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

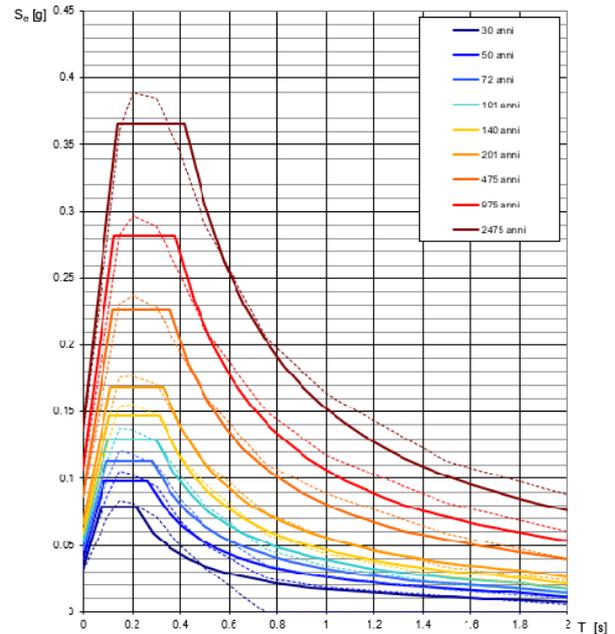
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_s = 1.500$

$C_c = 1.444$ info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0 **1**

Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1**

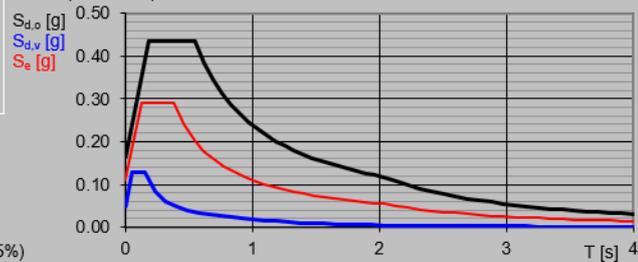
$\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



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

INTRO

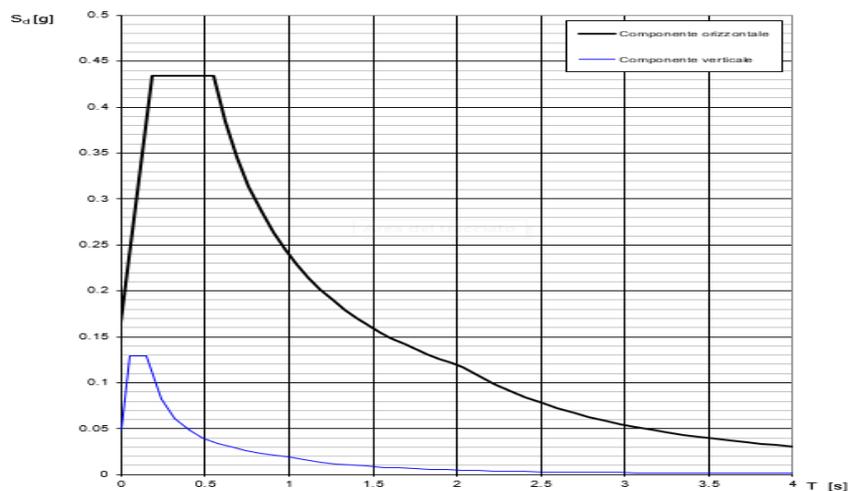
FASE 1

FASE 2

FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato II 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

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

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

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

5.7.4 *Check analisi statica*

Direzione Longitudinale				
massa treno per direzione long		Com Nmax	6713	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1343	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	13457	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2691	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	10457	kN
massa efficace pila		Mpe	5678	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	19135	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -2986.3 KN
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5197	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1039	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	10883	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	11922	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	10457	kN
massa efficace pila		Mpe	5678	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	17600	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -3293.2 KN
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5197	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1039	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	10883	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	11922	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	10457	kN
massa efficace pila		Mpe	5678	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	17600	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			NO per -3293.2 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

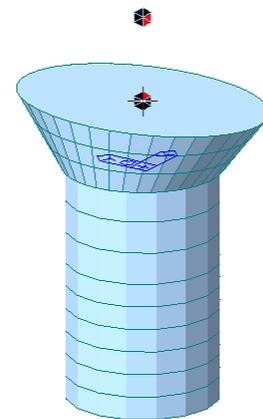
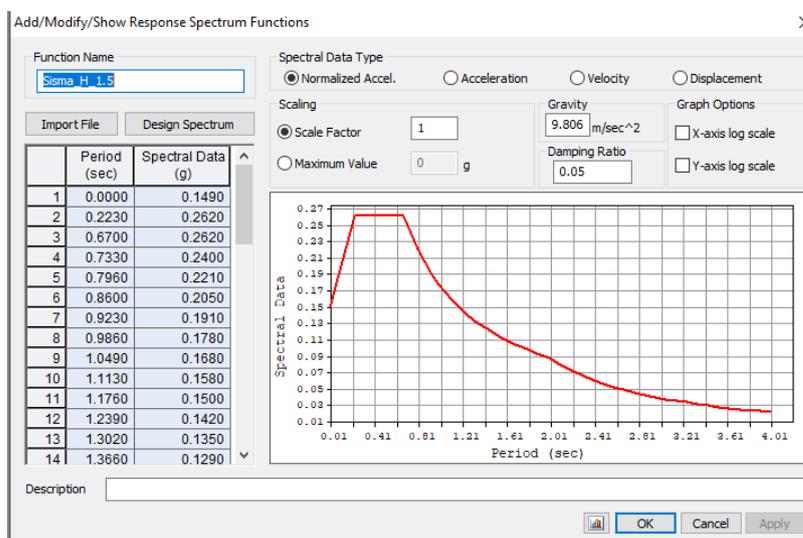
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m ²
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	m ⁴
modulo elastico cls pila		E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f _{ck}	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	28.30	m
altezza plinto di fondazione		h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h _{ap}	0.45	m
altezza equivalente sdof		H _e	28.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	3.3E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	4.7E+07	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	1.6E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	1.52	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	1.23	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	0.12	0.12	0.18	0.06	g
accelerazione componente longitudinale	0.15	0.15	0.22	0.08	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	1967	1967	1967	638	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2074	2282	3111	1069	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	2861	3148	4292	1469	kN
Momento flessionale trasversale	66831	73514	100246	34456	kN m
Momento flessionale longitudinale	82536	90763	123670	42388	kN m

5.7.6 Analisi dinamica modale

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



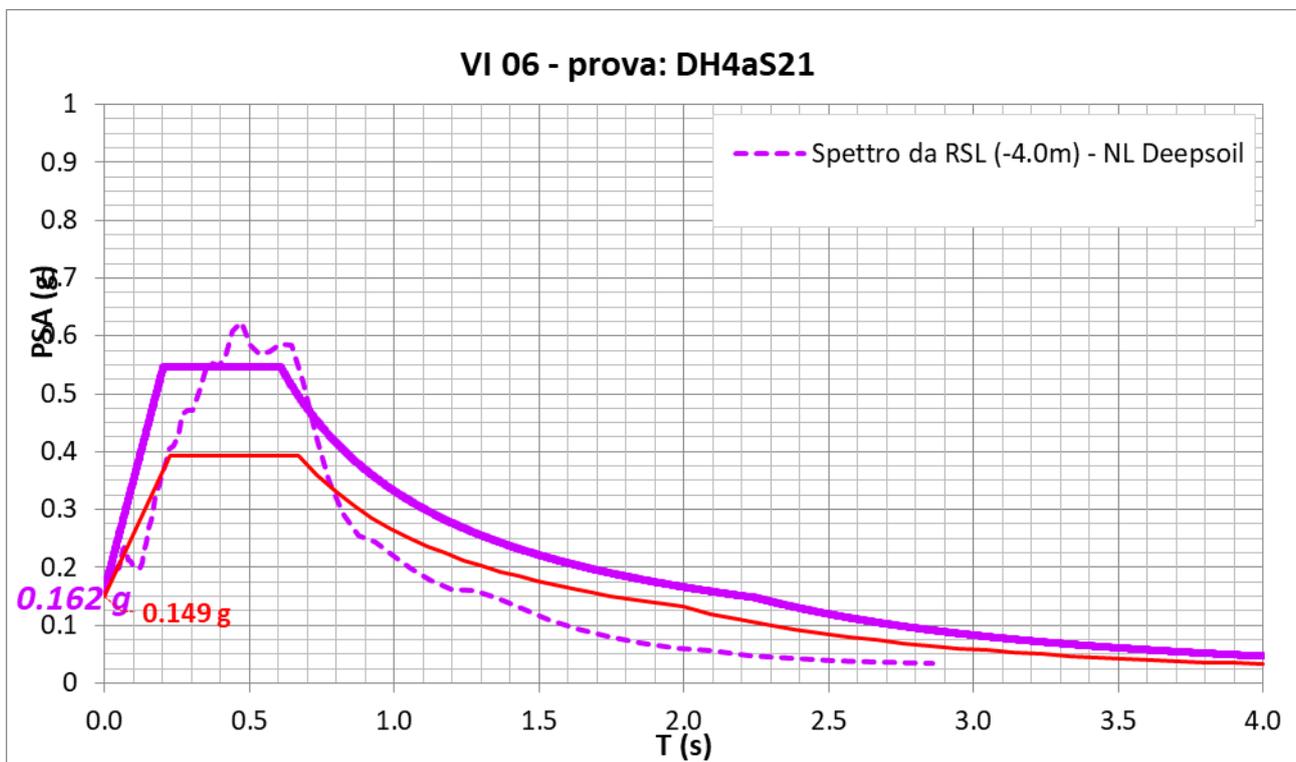
I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA q=1.5	2086.14	3304.53	3919.34	89656.08	99281.71
SISMA q=1	2086.14	4943.87	5869.11	134437.23	148917.73
SISMA sld	736.3	2028.75	2417.15	54119.82	60747.75

quindi si procede con tali

5.7.7 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.

5.8 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:

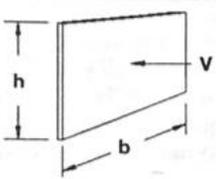
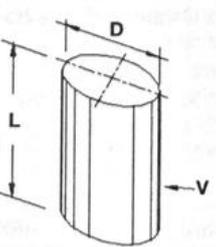
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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	1.84	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m ⁴
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	28.3	m
altezza idrica Tr 300	h300	4.28	m
scalzamento massimo Tr300	dl	8.53	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	9261745	
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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

pressione dell'acqua		p	0.59248	kN/m2
forza risultante		Fidro	91.84752	kN
momento alla base pila		Mpila	-108.864	kN

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	5.78	3	4.03
D	2.25	9.6	1.5
L/D	2.569	3.2	2.68666667
Re	4.63E+06	1.98E+07	3.09E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	0.59248	1.997504	0.59248
B	2.25	9.6	4
F	7.71	74.59	9.55
M	22.27	-111.89	-19.24

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

6. SOLLECITAZIONI

Come precedentemente descritto si è valutata la posizione del singolo convoglio per massimizzare la sollecitazione d'interesse. Questo ha portato alla definizione di tre configurazioni per la progettazione e verifica del pulvino, del fusto pila, della fondazione e dei pali. Di seguito si riportano le tabelle di tutte le combinazioni di carico, funzione delle suddette configurazioni.

6.1 Combinazioni di carico

6.1.1 Configurazione 1

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	22995.8	1080.98	662.835	3186.2	2699.67	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16084	0	414.011	2162.09	1834.17	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	22995.8	2161.95	522.71	3672.64	1812.68	
A1_SLU_gr4_centrif_4	21488.8	1729.56	552.531	3353.13	2169.75	
A1_SLU_gr1+vento_5	22995.8	1107.54	1811.87	3186.2	8126.83	
A1_SLU_gr2+vento_6	16084	26.5607	1563.05	2162.09	7261.33	
A1_SLU_gr3+vento_7	22995.8	2188.51	1671.75	3672.64	7239.85	
A1_SLU_gr4+vento_8	21488.8	1756.12	1701.57	3353.13	7596.92	
A1_SLU_vento_gr1_9	21488.8	909.048	2401.92	2963.98	11185.5	
A1_SLU_vento_gr2_10	15959.3	44.2679	2242.68	2144.69	10511	
A1_SLU_vento_gr3_11	21488.8	1773.83	2289.82	3353.13	10475.9	
A1_SLU_vento_gr4_12	21488.8	1773.83	2467.59	3353.13	11215	
SLE_rar_gr1_Treno_14	16079.9	745.5	392.207	2243.65	1832.62	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11313.1	0	277.806	1537.37	1261.47	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	16079.9	1491	295.57	2579.12	1220.91	
SLE_rar_gr4_centrif_17	15040.5	1192.8	328.608	2358.77	1472.78	
SLE_rar_gr1+vento_18	16079.9	763.207	1158.23	2243.65	5450.74	
SLE_rar_gr2+vento_19	11313.1	17.7072	1043.83	1537.37	4879.58	
SLE_rar_gr3+vento_20	16079.9	1508.71	1061.59	2579.12	4839.02	
SLE_rar_gr4+vento_21	15040.5	1210.51	1094.63	2358.77	5090.89	
SLE_rar_vento_gr1_22	15040.5	625.912	1570.52	2090.39	7487.31	
SLE_rar_vento_gr2_23	11227.1	29.5119	1497.3	1525.37	7038.62	
SLE_rar_vento_gr3_24	15040.5	1222.31	1493.21	2358.77	6997.93	
SLE_rar_vento_gr4_25	15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96	

SLE_fre_gr1_Treno_27	15040.5	596.4	270.612	2090.39	1446.68
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11227.1	0	209.598	1525.37	1003.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	15040.5	1192.8	193.302	2358.77	957.308
SLE_fre_gr4_centrif_30	15040.5	1192.8	299.61	2358.77	1459.73
SLE_fre_gr1+vento_31	15040.5	602.302	525.953	2090.39	2652.72
SLE_fre_gr2+vento_32	11227.1	5.90239	464.939	1525.37	2209.52
SLE_fre_gr3+vento_33	15040.5	1198.7	448.643	2358.77	2163.35
SLE_fre_gr4+vento_34	15040.5	1198.7	554.951	2358.77	2665.77
SLE_fre_vento_gr1_35	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_vento_gr2_36	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_vento_gr3_37	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_vento_gr4_38	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_gr1_temp39	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr2_temp40	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr3_temp41	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr3_temp42	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_qp_gr1_Treno_44	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_45	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_47	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr2+vento_49	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr3+vento_50	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr4+vento_51	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr1_52	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr2_53	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr3_54	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr4_55	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr1_temp56	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp57	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp58	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp59	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_60	11509	3925.24	1308.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	11509	1181.7	3621.71	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	12969.3	1181.7	1308.54	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	11509	4317.18	1407.68	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	11509	1299.28	3952.17	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	12969.3	1299.28	1407.68	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	11509	5875.01	1800.34	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	11509	1766.64	5261.05	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	12969.3	1766.64	1800.34	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	11104	2423.05	925.808	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	11104	731.047	2345.93	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	11619.4	731.047	925.808	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	40072.1	1080.98	662.835	33777.8	21457.9
A1_SLU_gr2_Scarico_2	33160.3	0	414.011	2162.09	13550.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	40072.1	2161.95	522.71	64855.8	16605.4
A1_SLU_gr4_centrif_4	38565	1729.56	552.531	52299.7	17806.4
A1_SLU_gr1+vento_5	40072.1	1107.54	1811.87	34529.5	59402.8
A1_SLU_gr2+vento_6	33160.3	26.5607	1563.05	2913.76	51495.6
A1_SLU_gr3+vento_7	40072.1	2188.51	1671.75	65607.5	54550.3
A1_SLU_gr4+vento_8	38565	1756.12	1701.57	53051.3	55751.3
A1_SLU_vento_gr1_9	38565	909.048	2401.92	28690	79159.9
A1_SLU_vento_gr2_10	33035.6	44.2679	2242.68	3397.48	73978.7
A1_SLU_vento_gr3_11	38565	1773.83	2289.82	53552.5	75277.9
A1_SLU_vento_gr4_12	38565	1773.83	2467.59	53552.5	81047.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	28729	745.5	392.207	23341.3	12932.1
SLE_rar_gr2_Scarico_15	23962.2	0	277.806	1537.37	9123.37
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	28729	1491	295.57	44774.4	9585.54
SLE_rar_gr4_centrif_17	27689.6	1192.8	328.608	36115	10772.4
SLE_rar_gr1+vento_18	28729	763.207	1158.23	23842.4	38228.7
SLE_rar_gr2+vento_19	23962.2	17.7072	1043.83	2038.48	34420
SLE_rar_gr3+vento_20	28729	1508.71	1061.59	45275.5	34882.1
SLE_rar_gr4+vento_21	27689.6	1210.51	1094.63	36616.1	36069
SLE_rar_vento_gr1_22	27689.6	625.912	1570.52	19803.7	51932.9
SLE_rar_vento_gr2_23	23876.2	29.5119	1497.3	2360.56	49412.2
SLE_rar_vento_gr3_24	27689.6	1222.31	1493.21	36950.2	49255.7
SLE_rar_vento_gr4_25	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4
SLE_fre_gr1_Treno_27	27689.6	596.4	270.612	18968.5	9105
SLE_fre_gr2_Scarico_28	23876.2	0	209.598	1525.37	6935.1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	27689.6	1192.8	193.302	36115	6427.76
SLE_fre_gr4_centrif_30	27689.6	1192.8	299.61	36115	9938.7
SLE_fre_gr1+vento_31	27689.6	602.302	525.953	19135.5	17537.2
SLE_fre_gr2+vento_32	23876.2	5.90239	464.939	1692.41	15367.3
SLE_fre_gr3+vento_33	27689.6	1198.7	448.643	36282	14860
SLE_fre_gr4+vento_34	27689.6	1198.7	554.951	36282	18370.9
SLE_fre_vento_gr1_35	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5

SLE_fre_vento_gr2_36	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_vento_gr3_37	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_vento_gr4_38	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_gr1_temp39	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr2_temp40	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr3_temp41	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr3_temp42	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_qp_gr1_Treno_44	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr2_Scarico_45	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr4_centrif_47	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr1+vento_48	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr2+vento_49	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr3+vento_50	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr4+vento_51	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr1_52	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr2_53	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr3_54	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr4_55	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr1_temp56	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr2_temp57	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_temp58	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_temp59	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
E_103x_SLV_q=1.5_60	24158.1	3925.24	1308.54	100759	28130.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	24158.1	1181.7	3621.71	31261.9	90889.9
E_103z_SLV_q=1.5_62	25618.4	1181.7	1308.54	31261.9	28130.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	24158.1	4317.18	1407.68	110687	30820.4
E_103y_SLV_q=1.36_64	24158.1	1299.28	3952.17	34240.3	99855.6
E_103z_SLV_q=1.36_65	25618.4	1299.28	1407.68	34240.3	30820.4
E_103x_SLV_q=1_66	24158.1	5875.01	1800.34	150395	41565
E_103y_SLV_q=1_67	24158.1	1766.64	5261.05	46152.7	135671
E_103z_SLV_q=1_68	25618.4	1766.64	1800.34	46152.7	41565
E_103x_SLD_q=1_69	23753.1	2423.05	925.808	62225.1	17469.8
E_103y_SLD_q=1_70	23753.1	731.047	2345.93	19701.7	55353.7
E_103z_SLD_q=1_71	24268.5	731.047	925.808	19701.7	17469.8

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	67125.7	1080.98	662.835	37020.7	23446.4
A1_SLU_gr2_Scarico_2	60213.9	0	414.011	2162.09	14792.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	67125.7	2161.95	522.71	71341.7	18173.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	65618.7	1729.56	552.531	57488.4	19464
A1_SLU_gr1+vento_5	67125.7	1107.54	1811.87	37852.1	64838.4
A1_SLU_gr2+vento_6	60213.9	26.5607	1563.05	2993.45	56184.7
A1_SLU_gr3+vento_7	67125.7	2188.51	1671.75	72173	59565.5
A1_SLU_gr4+vento_8	65618.7	1756.12	1701.57	58319.7	60856
A1_SLU_vento_gr1_9	65618.7	909.048	2401.92	31417.2	86365.7
A1_SLU_vento_gr2_10	60089.2	44.2679	2242.68	3530.28	80706.8
A1_SLU_vento_gr3_11	65618.7	1773.83	2289.82	58873.9	82147.4
A1_SLU_vento_gr4_12	65618.7	1773.83	2467.59	58873.9	88450.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	48768.7	745.5	392.207	25577.8	14108.7
SLE_rar_gr2_Scarico_15	44002	0	277.806	1537.37	9956.79
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	48768.7	1491	295.57	49247.4	10472.2
SLE_rar_gr4_centrif_17	47729.3	1192.8	328.608	39693.4	11758.2
SLE_rar_gr1+vento_18	48768.7	763.207	1158.23	26132	41703.4
SLE_rar_gr2+vento_19	44002	17.7072	1043.83	2091.6	37551.4
SLE_rar_gr3+vento_20	48768.7	1508.71	1061.59	49801.7	38066.9
SLE_rar_gr4+vento_21	47729.3	1210.51	1094.63	40247.6	39352.9
SLE_rar_vento_gr1_22	47729.3	625.912	1570.52	21681.4	56644.5
SLE_rar_vento_gr2_23	43916	29.5119	1497.3	2449.09	53904.1
SLE_rar_vento_gr3_24	47729.3	1222.31	1493.21	40617.1	53735.3
SLE_rar_vento_gr4_25	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3
SLE_fre_gr1_Treno_27	47729.3	596.4	270.612	20757.7	9916.84
SLE_fre_gr2_Scarico_28	43916	0	209.598	1525.37	7563.9
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	47729.3	1192.8	193.302	39693.4	7007.66
SLE_fre_gr4_centrif_30	47729.3	1192.8	299.61	39693.4	10837.5
SLE_fre_gr1+vento_31	47729.3	602.302	525.953	20942.5	19115.1
SLE_fre_gr2+vento_32	43916	5.90239	464.939	1710.11	16762.1
SLE_fre_gr3+vento_33	47729.3	1198.7	448.643	39878.2	16205.9
SLE_fre_gr4+vento_34	47729.3	1198.7	554.951	39878.2	20035.7
SLE_fre_vento_gr1_35	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_vento_gr2_36	43572	14.756	700.195	1939.23	24959

SLE_fre_vento_gr3_37	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_vento_gr4_38	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_gr1_temp39	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr2_temp40	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr3_temp41	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr3_temp42	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_qp_gr1_Treno_44	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr2_Scarico_45	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr4_centrif_47	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr1+vento_48	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr2+vento_49	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr3+vento_50	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr4+vento_51	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr1_52	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr2_53	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr3_54	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr4_55	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr1_temp56	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr2_temp57	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_temp58	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_temp59	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
E_103x_SLV_q=1.5_60	44452.4	6330.94	2030.25	119752	34221.4
E_103y_SLV_q=1.5_61	44452.4	3587.4	4343.42	42024.1	103920
E_103z_SLV_q=1.5_62	46506.9	3587.4	2030.25	42024.1	34221.4
E_103x_SLV_q=1.36_63	44452.4	6722.88	2129.39	130856	37208.5
E_103y_SLV_q=1.36_64	44452.4	3704.98	4673.88	45355.3	113877
E_103z_SLV_q=1.36_65	46506.9	3704.98	2129.39	45355.3	37208.5
E_103x_SLV_q=1_66	44452.4	8280.71	2522.05	175237	49131.2
E_103y_SLV_q=1_67	44452.4	4172.34	5982.76	58669.7	153619
E_103z_SLV_q=1_68	46506.9	4172.34	2522.05	58669.7	49131.2
E_103x_SLD_q=1_69	43880	3507.29	1251.08	72747	21223
E_103y_SLD_q=1_70	43880	1815.28	2671.2	25147.5	63367.3
E_103z_SLD_q=1_71	44598.8	1815.28	1251.08	25147.5	21223

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	20327.4	1080.98	566.771	8401.74	2389.59
A1_SLU_gr2_Scarico_73	16084	0	414.011	2162.09	1834.17
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20327.4	2161.95	426.647	8888.18	1502.61
A1_SLU_gr4_centrif_75	19354	1729.56	475.68	7525.57	1921.69
A1_SLU_gr1+vento_76	20327.4	1107.54	1715.81	8401.74	7816.76
A1_SLU_gr2+vento_77	16084	26.5607	1563.05	2162.09	7261.33
A1_SLU_gr3+vento_78	20327.4	2188.51	1575.68	8888.18	6929.77
A1_SLU_gr4+vento_79	19354	1756.12	1624.72	7525.57	7348.86
A1_SLU_vento_gr1_80	19354	909.048	2340.44	7136.41	10944.3
A1_SLU_vento_gr2_81	15959.3	44.2679	2242.68	2144.69	10511
A1_SLU_vento_gr3_82	19354	1773.83	2228.34	7525.57	10234.7
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1773.83	2390.74	7525.57	10967
SLE_rar_gr1_Treno_85	14239.6	745.5	348.04	5840.58	1628.72
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11313.1	0	277.806	1537.37	1261.47
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14239.6	1491	251.403	6176.05	1017
SLE_rar_gr4_centrif_88	13568.3	1192.8	293.274	5236.31	1309.65
SLE_rar_gr1+vento_89	14239.6	763.207	1114.06	5840.58	5246.83
SLE_rar_gr2+vento_90	11313.1	17.7072	1043.83	1537.37	4879.58
SLE_rar_gr3+vento_91	14239.6	1508.71	1017.43	6176.05	4635.12
SLE_rar_gr4+vento_92	13568.3	1210.51	1059.3	5236.31	4927.77
SLE_rar_vento_gr1_93	13568.3	625.912	1542.25	4967.93	7327.36
SLE_rar_vento_gr2_94	11227.1	29.5119	1497.3	1525.37	7038.62
SLE_rar_vento_gr3_95	13568.3	1222.31	1464.94	5236.31	6837.99
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1222.31	1569.98	5236.31	7339.84
SLE_fre_gr1_Treno_98	13568.3	596.4	247.056	4967.93	1288.86
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11227.1	0	209.598	1525.37	1003.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	13568.3	1192.8	169.746	5236.31	799.484
SLE_fre_gr4_centrif_101	13568.3	1192.8	270.165	5236.31	1299.26
SLE_fre_gr1+vento_102	13568.3	602.302	502.398	4967.93	2494.89
SLE_fre_gr2+vento_103	11227.1	5.90239	464.939	1525.37	2209.52
SLE_fre_gr3+vento_104	13568.3	1198.7	425.088	5236.31	2005.52
SLE_fre_gr4+vento_105	13568.3	1198.7	525.507	5236.31	2505.29

SLE_fre_vento_gr1_106	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_vento_gr2_107	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_vento_gr3_108	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_vento_gr4_109	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_gr1_temp110	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr2_temp111	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr3_temp112	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr3_temp113	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_qp_gr1_Treno_115	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_116	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_118	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_119	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr2+vento_120	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr3+vento_121	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr4+vento_122	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr1_123	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr2_124	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr3_125	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr4_126	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr1_temp127	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp128	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp129	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp130	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_131	11509	3925.24	1308.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	11509	1181.7	3621.71	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	12969.3	1181.7	1308.54	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	11509	4317.18	1407.68	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	11509	1299.28	3952.17	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	12969.3	1299.28	1407.68	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	11509	5875.01	1800.34	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	11509	1766.64	5261.05	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	12969.3	1766.64	1800.34	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	11074.5	1474.8	638.012	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	11074.5	446.572	1386.61	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	11521.1	446.572	638.012	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	37403.7	1080.98	566.771	38993.3	18429.2
A1_SLU_gr2_Scarico_73	33160.3	0	414.011	2162.09	13550.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	37403.7	2161.95	426.647	70071.4	13576.7
A1_SLU_gr4_centrif_75	36430.3	1729.56	475.68	56472.1	15383.4
A1_SLU_gr1+vento_76	37403.7	1107.54	1715.81	39745	56374.1
A1_SLU_gr2+vento_77	33160.3	26.5607	1563.05	2913.76	51495.6
A1_SLU_gr3+vento_78	37403.7	2188.51	1575.68	70823	51521.6
A1_SLU_gr4+vento_79	36430.3	1756.12	1624.72	57223.8	53328.3
A1_SLU_vento_gr1_80	36430.3	909.048	2340.44	32862.5	77178.9
A1_SLU_vento_gr2_81	33035.6	44.2679	2242.68	3397.48	73978.7
A1_SLU_vento_gr3_82	36430.3	1773.83	2228.34	57724.9	73296.9
A1_SLU_vento_gr4_83	36430.3	1773.83	2390.74	57724.9	78624.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	26888.7	745.5	348.04	26938.2	11478.3
SLE_rar_gr2_Scarico_86	23962.2	0	277.806	1537.37	9123.37
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	26888.7	1491	251.403	48371.4	8131.7
SLE_rar_gr4_centrif_88	26217.4	1192.8	293.274	38992.6	9609.32
SLE_rar_gr1+vento_89	26888.7	763.207	1114.06	27439.3	36774.8
SLE_rar_gr2+vento_90	23962.2	17.7072	1043.83	2038.48	34420
SLE_rar_gr3+vento_91	26888.7	1508.71	1017.43	48872.5	33428.3
SLE_rar_gr4+vento_92	26217.4	1210.51	1059.3	39493.7	34905.9
SLE_rar_vento_gr1_93	26217.4	625.912	1542.25	22681.2	50973
SLE_rar_vento_gr2_94	23876.2	29.5119	1497.3	2360.56	49412.2
SLE_rar_vento_gr3_95	26217.4	1222.31	1464.94	39827.7	48295.8
SLE_rar_vento_gr4_96	26217.4	1222.31	1569.98	39827.7	51770.3
SLE_fre_gr1_Treno_98	26217.4	596.4	247.056	21846.1	8280.55
SLE_fre_gr2_Scarico_99	23876.2	0	209.598	1525.37	6935.1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	26217.4	1192.8	169.746	38992.6	5603.3
SLE_fre_gr4_centrif_101	26217.4	1192.8	270.165	38992.6	8944.93
SLE_fre_gr1+vento_102	26217.4	602.302	502.398	22013.1	16712.7
SLE_fre_gr2+vento_103	23876.2	5.90239	464.939	1692.41	15367.3
SLE_fre_gr3+vento_104	26217.4	1198.7	425.088	39159.6	14035.5
SLE_fre_gr4+vento_105	26217.4	1198.7	525.507	39159.6	17377.1
SLE_fre_vento_gr1_106	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5

SLE_fre_vento_gr2_107	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_vento_gr3_108	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_vento_gr4_109	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_gr1_temp110	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr2_temp111	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr3_temp112	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr3_temp113	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_qp_gr1_Treno_115	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr2_Scarico_116	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr4_centrif_118	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr1+vento_119	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr2+vento_120	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr3+vento_121	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr4+vento_122	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr1_123	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr2_124	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr3_125	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr4_126	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr1_temp127	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr2_temp128	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_temp129	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_temp130	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
E_103x_SLV_q=1.5_131	24158.1	3925.24	1308.54	100759	28130.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	24158.1	1181.7	3621.71	31261.9	90889.9
E_103z_SLV_q=1.5_133	25618.4	1181.7	1308.54	31261.9	28130.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	24158.1	4317.18	1407.68	110687	30820.4
E_103y_SLV_q=1.36_135	24158.1	1299.28	3952.17	34240.3	99855.6
E_103z_SLV_q=1.36_136	25618.4	1299.28	1407.68	34240.3	30820.4
E_103x_SLV_q=1_137	24158.1	5875.01	1800.34	150395	41565
E_103y_SLV_q=1_138	24158.1	1766.64	5261.05	46152.7	135671
E_103z_SLV_q=1_139	25618.4	1766.64	1800.34	46152.7	41565
E_103x_SLD_q=1_140	23723.6	1474.8	638.012	43865.7	11570.6
E_103y_SLD_q=1_141	23723.6	446.572	1386.61	14193.9	35689.5
E_103z_SLD_q=1_142	24170.2	446.572	638.012	14193.9	11570.6

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	64457.3	1080.98	566.771	42236.3	20129.5
A1_SLU_gr2_Scarico_73	60213.9	0	414.011	2162.09	14792.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	64457.3	2161.95	426.647	76557.2	14856.6
A1_SLU_gr4_centrif_75	63483.9	1729.56	475.68	61660.8	16810.5
A1_SLU_gr1+vento_76	64457.3	1107.54	1715.81	43067.6	61521.5
A1_SLU_gr2+vento_77	60213.9	26.5607	1563.05	2993.45	56184.7
A1_SLU_gr3+vento_78	64457.3	2188.51	1575.68	77388.6	56248.6
A1_SLU_gr4+vento_79	63483.9	1756.12	1624.72	62492.1	58202.5
A1_SLU_vento_gr1_80	63483.9	909.048	2340.44	35589.6	84200.2
A1_SLU_vento_gr2_81	60089.2	44.2679	2242.68	3530.28	80706.8
A1_SLU_vento_gr3_82	63483.9	1773.83	2228.34	63046.4	79981.9
A1_SLU_vento_gr4_83	63483.9	1773.83	2390.74	63046.4	85797.1
SLE_rar_gr1_Treno_85	46928.4	745.5	348.04	29174.7	12522.4
SLE_rar_gr2_Scarico_86	44002	0	277.806	1537.37	9956.79
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	46928.4	1491	251.403	52844.4	8885.91
SLE_rar_gr4_centrif_88	46257.1	1192.8	293.274	42571	10489.1
SLE_rar_gr1+vento_89	46928.4	763.207	1114.06	29729	40117
SLE_rar_gr2+vento_90	44002	17.7072	1043.83	2091.6	37551.4
SLE_rar_gr3+vento_91	46928.4	1508.71	1017.43	53398.6	36480.6
SLE_rar_gr4+vento_92	46257.1	1210.51	1059.3	43125.2	38083.8
SLE_rar_vento_gr1_93	46257.1	625.912	1542.25	24559	55599.8
SLE_rar_vento_gr2_94	43916	29.5119	1497.3	2449.09	53904.1
SLE_rar_vento_gr3_95	46257.1	1222.31	1464.94	43494.7	52690.6
SLE_rar_vento_gr4_96	46257.1	1222.31	1569.98	43494.7	56480.2
SLE_fre_gr1_Treno_98	46257.1	596.4	247.056	23635.3	9021.72
SLE_fre_gr2_Scarico_99	43916	0	209.598	1525.37	7563.9
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	46257.1	1192.8	169.746	42571	6112.54
SLE_fre_gr4_centrif_101	46257.1	1192.8	270.165	42571	9755.43
SLE_fre_gr1+vento_102	46257.1	602.302	502.398	23820	18219.9
SLE_fre_gr2+vento_103	43916	5.90239	464.939	1710.11	16762.1
SLE_fre_gr3+vento_104	46257.1	1198.7	425.088	42755.7	15310.8
SLE_fre_gr4+vento_105	46257.1	1198.7	525.507	42755.7	18953.6
SLE_fre_vento_gr1_106	43572	14.756	700.195	1939.23	24959

SLE_fre_vento_gr2_107	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_vento_gr3_108	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_vento_gr4_109	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_gr1_temp110	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr2_temp111	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr3_temp112	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr3_temp113	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_qp_gr1_Treno_115	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr2_Scarico_116	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr4_centrif_118	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr1+vento_119	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr2+vento_120	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr3+vento_121	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr4+vento_122	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr1_123	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr2_124	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr3_125	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr4_126	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr1_temp127	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr2_temp128	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_temp129	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_temp130	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
E_103x_SLV_q=1.5_131	44452.4	6330.94	2030.25	119752	34221.4
E_103y_SLV_q=1.5_132	44452.4	3587.4	4343.42	42024.1	103920
E_103z_SLV_q=1.5_133	46506.9	3587.4	2030.25	42024.1	34221.4
E_103x_SLV_q=1.36_134	44452.4	6722.88	2129.39	130856	37208.5
E_103y_SLV_q=1.36_135	44452.4	3704.98	4673.88	45355.3	113877
E_103z_SLV_q=1.36_136	46506.9	3704.98	2129.39	45355.3	37208.5
E_103x_SLV_q=1_137	44452.4	8280.71	2522.05	175237	49131.2
E_103y_SLV_q=1_138	44452.4	4172.34	5982.76	58669.7	153619
E_103z_SLV_q=1_139	46506.9	4172.34	2522.05	58669.7	49131.2
E_103x_SLD_q=1_140	43850.5	2559.04	963.282	51542.8	14460.4
E_103y_SLD_q=1_141	43850.5	1530.81	1711.88	18786.3	40825.2
E_103z_SLD_q=1_142	44500.4	1530.81	963.282	18786.3	14460.4

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	22995.8	1080.98	662.835	3186.2	2699.67
A1_SLU_gr2_Scarico_144	16084	0	414.011	2162.09	1834.17
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22995.8	2161.95	522.71	3672.64	1812.68
A1_SLU_gr4_centrif_146	21488.8	1729.56	552.531	3353.13	2169.75
A1_SLU_gr1+vento_147	22995.8	1107.54	1811.87	3186.2	8126.83
A1_SLU_gr2+vento_148	16084	26.5607	1563.05	2162.09	7261.33
A1_SLU_gr3+vento_149	22995.8	2188.51	1671.75	3672.64	7239.85
A1_SLU_gr4+vento_150	21488.8	1756.12	1701.57	3353.13	7596.92
A1_SLU_vento_gr1_151	21488.8	909.048	2401.92	2963.98	11185.5
A1_SLU_vento_gr2_152	15959.3	44.2679	2242.68	2144.69	10511
A1_SLU_vento_gr3_153	21488.8	1773.83	2289.82	3353.13	10475.9
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1773.83	2467.59	3353.13	11215
SLE_rar_gr1_Treno_156	16079.9	745.5	392.207	2243.65	1832.62
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11313.1	0	277.806	1537.37	1261.47
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16079.9	1491	295.57	2579.12	1220.91
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	328.608	2358.77	1472.78
SLE_rar_gr1+vento_160	16079.9	763.207	1158.23	2243.65	5450.74
SLE_rar_gr2+vento_161	11313.1	17.7072	1043.83	1537.37	4879.58
SLE_rar_gr3+vento_162	16079.9	1508.71	1061.59	2579.12	4839.02
SLE_rar_gr4+vento_163	15040.5	1210.51	1094.63	2358.77	5090.89
SLE_rar_vento_gr1_164	15040.5	625.912	1570.52	2090.39	7487.31
SLE_rar_vento_gr2_165	11227.1	29.5119	1497.3	1525.37	7038.62
SLE_rar_vento_gr3_166	15040.5	1222.31	1493.21	2358.77	6997.93
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96
SLE_fre_gr1_Treno_169	15040.5	596.4	270.612	2090.39	1446.68
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11227.1	0	209.598	1525.37	1003.48
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	15040.5	1192.8	193.302	2358.77	957.308
SLE_fre_gr4_centrif_172	15040.5	1192.8	299.61	2358.77	1459.73
SLE_fre_gr1+vento_173	15040.5	602.302	525.953	2090.39	2652.72
SLE_fre_gr2+vento_174	11227.1	5.90239	464.939	1525.37	2209.52
SLE_fre_gr3+vento_175	15040.5	1198.7	448.643	2358.77	2163.35
SLE_fre_gr4+vento_176	15040.5	1198.7	554.951	2358.77	2665.77
SLE_fre_vento_gr1_177	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92

SLE_fre_vento_gr2_178	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_vento_gr3_179	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_vento_gr4_180	10883.1	14.756	700.195	1477.37	3042.92
SLE_fre_gr1_temp181	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr2_temp182	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr3_temp183	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_fre_gr3_temp184	10883.1	5.90239	329.552	1477.37	1239.43
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_Scarico_187	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr4_centrif_189	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr2+vento_191	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr3+vento_192	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr4+vento_193	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr1_194	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr2_195	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr3_196	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_vento_gr4_197	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr1_temp198	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr2_temp199	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp200	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr3_temp201	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
E_103x_SLV_q=1.5_202	11509	3925.24	1308.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	11509	1181.7	3621.71	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	12969.3	1181.7	1308.54	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	11509	4317.18	1407.68	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	11509	1299.28	3952.17	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	12969.3	1299.28	1407.68	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	11509	5875.01	1800.34	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	11509	1766.64	5261.05	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	12969.3	1766.64	1800.34	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	11074.5	1474.8	638.012	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	11074.5	446.572	1386.61	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	11521.1	446.572	638.012	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	40072.1	1080.98	662.835	33777.8	21457.9
A1_SLU_gr2_Scarico_144	33160.3	0	414.011	2162.09	13550.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	40072.1	2161.95	522.71	64855.8	16605.4
A1_SLU_gr4_centrif_146	38565	1729.56	552.531	52299.7	17806.4
A1_SLU_gr1+vento_147	40072.1	1107.54	1811.87	34529.5	59402.8
A1_SLU_gr2+vento_148	33160.3	26.5607	1563.05	2913.76	51495.6
A1_SLU_gr3+vento_149	40072.1	2188.51	1671.75	65607.5	54550.3
A1_SLU_gr4+vento_150	38565	1756.12	1701.57	53051.3	55751.3
A1_SLU_vento_gr1_151	38565	909.048	2401.92	28690	79159.9
A1_SLU_vento_gr2_152	33035.6	44.2679	2242.68	3397.48	73978.7
A1_SLU_vento_gr3_153	38565	1773.83	2289.82	53552.5	75277.9
A1_SLU_vento_gr4_154	38565	1773.83	2467.59	53552.5	81047.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	28729	745.5	392.207	23341.3	12932.1
SLE_rar_gr2_Scarico_157	23962.2	0	277.806	1537.37	9123.37
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	28729	1491	295.57	44774.4	9585.54
SLE_rar_gr4_centrif_159	27689.6	1192.8	328.608	36115	10772.4
SLE_rar_gr1+vento_160	28729	763.207	1158.23	23842.4	38228.7
SLE_rar_gr2+vento_161	23962.2	17.7072	1043.83	2038.48	34420
SLE_rar_gr3+vento_162	28729	1508.71	1061.59	45275.5	34882.1
SLE_rar_gr4+vento_163	27689.6	1210.51	1094.63	36616.1	36069
SLE_rar_vento_gr1_164	27689.6	625.912	1570.52	19803.7	51932.9
SLE_rar_vento_gr2_165	23876.2	29.5119	1497.3	2360.56	49412.2
SLE_rar_vento_gr3_166	27689.6	1222.31	1493.21	36950.2	49255.7
SLE_rar_vento_gr4_167	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4
SLE_fre_gr1_Treno_169	27689.6	596.4	270.612	18968.5	9105
SLE_fre_gr2_Scarico_170	23876.2	0	209.598	1525.37	6935.1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	27689.6	1192.8	193.302	36115	6427.76
SLE_fre_gr4_centrif_172	27689.6	1192.8	299.61	36115	9938.7
SLE_fre_gr1+vento_173	27689.6	602.302	525.953	19135.5	17537.2
SLE_fre_gr2+vento_174	23876.2	5.90239	464.939	1692.41	15367.3
SLE_fre_gr3+vento_175	27689.6	1198.7	448.643	36282	14860
SLE_fre_gr4+vento_176	27689.6	1198.7	554.951	36282	18370.9
SLE_fre_vento_gr1_177	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5

SLE_fre_vento_gr2_178	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_vento_gr3_179	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_vento_gr4_180	23532.2	14.756	700.195	1894.96	22858.5
SLE_fre_gr1_temp181	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr2_temp182	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr3_temp183	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_fre_gr3_temp184	23532.2	5.90239	329.552	1644.41	10565.8
SLE_qp_gr1_Treno_186	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr2_Scarico_187	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr4_centrif_189	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr1+vento_190	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr2+vento_191	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr3+vento_192	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr4+vento_193	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr1_194	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr2_195	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr3_196	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_vento_gr4_197	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr1_temp198	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr2_temp199	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_temp200	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr3_temp201	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
E_103x_SLV_q=1.5_202	24158.1	3925.24	1308.54	100759	28130.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	24158.1	1181.7	3621.71	31261.9	90889.9
E_103z_SLV_q=1.5_204	25618.4	1181.7	1308.54	31261.9	28130.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	24158.1	4317.18	1407.68	110687	30820.4
E_103y_SLV_q=1.36_206	24158.1	1299.28	3952.17	34240.3	99855.6
E_103z_SLV_q=1.36_207	25618.4	1299.28	1407.68	34240.3	30820.4
E_103x_SLV_q=1_208	24158.1	5875.01	1800.34	150395	41565
E_103y_SLV_q=1_209	24158.1	1766.64	5261.05	46152.7	135671
E_103z_SLV_q=1_210	25618.4	1766.64	1800.34	46152.7	41565
E_103x_SLD_q=1_211	23723.6	1474.8	638.012	43865.7	11570.6
E_103y_SLD_q=1_212	23723.6	446.572	1386.61	14193.9	35689.5
E_103z_SLD_q=1_213	24170.2	446.572	638.012	14193.9	11570.6

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	67125.7	1080.98	662.835	37020.7	23446.4
A1_SLU_gr2_Scarico_144	60213.9	0	414.011	2162.09	14792.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	67125.7	2161.95	522.71	71341.7	18173.5
A1_SLU_gr4_centrif_146	65618.7	1729.56	552.531	57488.4	19464
A1_SLU_gr1+vento_147	67125.7	1107.54	1811.87	37852.1	64838.4
A1_SLU_gr2+vento_148	60213.9	26.5607	1563.05	2993.45	56184.7
A1_SLU_gr3+vento_149	67125.7	2188.51	1671.75	72173	59565.5
A1_SLU_gr4+vento_150	65618.7	1756.12	1701.57	58319.7	60856
A1_SLU_vento_gr1_151	65618.7	909.048	2401.92	31417.2	86365.7
A1_SLU_vento_gr2_152	60089.2	44.2679	2242.68	3530.28	80706.8
A1_SLU_vento_gr3_153	65618.7	1773.83	2289.82	58873.9	82147.4
A1_SLU_vento_gr4_154	65618.7	1773.83	2467.59	58873.9	88450.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	48768.7	745.5	392.207	25577.8	14108.7
SLE_rar_gr2_Scarico_157	44002	0	277.806	1537.37	9956.79
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	48768.7	1491	295.57	49247.4	10472.2
SLE_rar_gr4_centrif_159	47729.3	1192.8	328.608	39693.4	11758.2
SLE_rar_gr1+vento_160	48768.7	763.207	1158.23	26132	41703.4
SLE_rar_gr2+vento_161	44002	17.7072	1043.83	2091.6	37551.4
SLE_rar_gr3+vento_162	48768.7	1508.71	1061.59	49801.7	38066.9
SLE_rar_gr4+vento_163	47729.3	1210.51	1094.63	40247.6	39352.9
SLE_rar_vento_gr1_164	47729.3	625.912	1570.52	21681.4	56644.5
SLE_rar_vento_gr2_165	43916	29.5119	1497.3	2449.09	53904.1
SLE_rar_vento_gr3_166	47729.3	1222.31	1493.21	40617.1	53735.3
SLE_rar_vento_gr4_167	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3
SLE_fre_gr1_Treno_169	47729.3	596.4	270.612	20757.7	9916.84
SLE_fre_gr2_Scarico_170	43916	0	209.598	1525.37	7563.9
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	47729.3	1192.8	193.302	39693.4	7007.66
SLE_fre_gr4_centrif_172	47729.3	1192.8	299.61	39693.4	10837.5
SLE_fre_gr1+vento_173	47729.3	602.302	525.953	20942.5	19115.1
SLE_fre_gr2+vento_174	43916	5.90239	464.939	1710.11	16762.1
SLE_fre_gr3+vento_175	47729.3	1198.7	448.643	39878.2	16205.9
SLE_fre_gr4+vento_176	47729.3	1198.7	554.951	39878.2	20035.7
SLE_fre_vento_gr1_177	43572	14.756	700.195	1939.23	24959

SLE_fre_vento_gr2_178	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_vento_gr3_179	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_vento_gr4_180	43572	14.756	700.195	1939.23	24959
SLE_fre_gr1_temp181	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr2_temp182	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr3_temp183	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_fre_gr3_temp184	43572	5.90239	329.552	1662.11	11554.4
SLE_qp_gr1_Treno_186	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr2_Scarico_187	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr4_centrif_189	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr1+vento_190	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr2+vento_191	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr3+vento_192	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr4+vento_193	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr1_194	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr2_195	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr3_196	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_vento_gr4_197	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr1_temp198	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr2_temp199	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_temp200	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr3_temp201	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
E_103x_SLV_q=1.5_202	44452.4	6330.94	2030.25	119752	34221.4
E_103y_SLV_q=1.5_203	44452.4	3587.4	4343.42	42024.1	103920
E_103z_SLV_q=1.5_204	46506.9	3587.4	2030.25	42024.1	34221.4
E_103x_SLV_q=1.36_205	44452.4	6722.88	2129.39	130856	37208.5
E_103y_SLV_q=1.36_206	44452.4	3704.98	4673.88	45355.3	113877
E_103z_SLV_q=1.36_207	46506.9	3704.98	2129.39	45355.3	37208.5
E_103x_SLV_q=1_208	44452.4	8280.71	2522.05	175237	49131.2
E_103y_SLV_q=1_209	44452.4	4172.34	5982.76	58669.7	153619
E_103z_SLV_q=1_210	46506.9	4172.34	2522.05	58669.7	49131.2
E_103x_SLD_q=1_211	43850.5	2559.04	963.282	51542.8	14460.4
E_103y_SLD_q=1_212	43850.5	1530.81	1711.88	18786.3	40825.2
E_103z_SLD_q=1_213	44500.4	1530.81	963.282	18786.3	14460.4

 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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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		16079.9	745.5	392.207	2243.65	1832.62
SLE_rar_gr3+vento_20		16079.9	1508.71	1061.59	2579.12	4839.02
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		16079.9	1491	295.57	2579.12	1220.91
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96
SLE_rar_gr4_centrif_17		15040.5	1192.8	328.608	2358.77	1472.78
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1222.31	328.608	2358.77	7502.96
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96
SLE_rar_gr4_centrif_17		15040.5	1192.8	328.608	2358.77	1472.78
SLE_rar_vento_gr4_25		15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96
SLE_qp_gr1_Treno_44		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
SLE_qp_gr1_Treno_44		10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829
SLE_qp_gr1+vento_48		10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87
E_103x_SLD_q=1_69		11104	2423.05	925.808	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		11104	731.047	2345.93	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		11619.4	731.047	925.808	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	28729	745.5	392.207	23341.3	12932.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	28729	1508.71	1061.59	45275.5	34882.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	28729	1508.71	1061.59	45275.5	34882.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_gr4_centrif_17	27689.6	1192.8	328.608	36115	10772.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_qp_gr1_Treno_44	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96	
SLE_qp_gr1+vento_48	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2	
SLE_qp_gr1+vento_48	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2	
SLE_qp_gr1+vento_48	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2	
SLE_qp_gr1+vento_48	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2	
E_103x_SLD_q=1_69	23753.1	2423.05	925.808	62225.1	17469.8	
E_103y_SLD_q=1_70	23753.1	731.047	2345.93	19701.7	55353.7	
E_103z_SLD_q=1_71	24268.5	731.047	925.808	19701.7	17469.8	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	48768.7	745.5	392.207	25577.8	14108.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	48768.7	1508.71	1061.59	49801.7	38066.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_gr3+vento_20	48768.7	1508.71	1061.59	49801.7	38066.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_gr4_centrif_17	47729.3	1192.8	328.608	39693.4	11758.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_qp_gr1_Treno_44	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49	
SLE_qp_gr1+vento_48	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7	
SLE_qp_gr1+vento_48	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7	
SLE_qp_gr1+vento_48	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7	
SLE_qp_gr1+vento_48	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7	
E_103x_SLD_q=1_69	43880	3507.29	1251.08	72747	21223	
E_103y_SLD_q=1_70	43880	1815.28	2671.2	25147.5	63367.3	
E_103z_SLD_q=1_71	44598.8	1815.28	1251.08	25147.5	21223	

Configurazione2

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	14239.6	745.5	348.04	5840.58	1628.72	
SLE_rar_gr3+vento_91	14239.6	1508.71	1017.43	6176.05	4635.12	
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1222.31	1569.98	5236.31	7339.84	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14239.6	1491	251.403	6176.05	1017	
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1222.31	1569.98	5236.31	7339.84	
SLE_rar_gr4_centrif_88	13568.3	1192.8	293.274	5236.31	1309.65	
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1222.31	1569.98	5236.31	7339.84	
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1222.31	1569.98	5236.31	7339.84	
SLE_rar_gr4_centrif_88	13568.3	1192.8	293.274	5236.31	1309.65	
SLE_rar_vento_gr4_96	13568.3	1222.31	1569.98	5236.31	7339.84	
SLE_qp_gr1_Treno_115	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_119	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87	
SLE_qp_gr1+vento_119	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87	
SLE_qp_gr1_Treno_115	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_119	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87	
E_103x_SLD_q=1_140	11074.5	1474.8	638.012	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141	11074.5	446.572	1386.61	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142	11521.1	446.572	638.012	0	0	

BASE PILA						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_85		26888.7	745.5	392.207	23341.3	12932.1
SLE_rar_gr3+vento_91		26888.7	1508.71	1017.43	48872.5	33428.3
SLE_rar_vento_gr4_96		26217.4	1222.31	1569.98	39827.7	51770.3
SLE_rar_gr3+vento_91		26888.7	1508.71	1017.43	48872.5	33428.3
SLE_rar_vento_gr4_96		26217.4	1222.31	1569.98	39827.7	51770.3
SLE_rar_gr4_centrif_88		26217.4	1192.8	293.274	38992.6	9609.32
SLE_rar_vento_gr4_96		26217.4	1222.31	1569.98	39827.7	51770.3
SLE_rar_vento_gr4_96		26217.4	1222.31	1569.98	39827.7	51770.3
SLE_rar_vento_gr4_96		26217.4	1222.31	1569.98	39827.7	51770.3
SLE_rar_vento_gr4_96		26217.4	1222.31	1569.98	39827.7	51770.3
SLE_qp_gr1_Treno_115		23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96
SLE_qp_gr1+vento_119		23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr1+vento_119		23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr1+vento_119		23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
SLE_qp_gr1+vento_119		23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2
E_103x_SLD_q=1_140		23723.6	1474.8	638.012	43865.7	11570.6
E_103y_SLD_q=1_141		23723.6	446.572	1386.61	14193.9	35689.5
E_103z_SLD_q=1_142		24170.2	446.572	638.012	14193.9	11570.6

BASE FONDAZIONE						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_85		46928.4	745.5	392.207	25577.8	14108.7
SLE_rar_gr3+vento_91		46928.4	1508.71	1017.43	53398.6	36480.6
SLE_rar_vento_gr4_96		46257.1	1222.31	1569.98	43494.7	56480.2
SLE_rar_gr3+vento_91		46928.4	1508.71	1017.43	53398.6	36480.6
SLE_rar_vento_gr4_96		46257.1	1222.31	1569.98	43494.7	56480.2
SLE_rar_gr4_centrif_88		46257.1	1192.8	293.274	42571	10489.1
SLE_rar_vento_gr4_96		46257.1	1222.31	1569.98	43494.7	56480.2
SLE_rar_vento_gr4_96		46257.1	1222.31	1569.98	43494.7	56480.2
SLE_rar_vento_gr4_96		46257.1	1222.31	1569.98	43494.7	56480.2
SLE_rar_vento_gr4_96		46257.1	1222.31	1569.98	43494.7	56480.2
SLE_qp_gr1_Treno_115		43572	0	61.8422	1477.37	1963.49
SLE_qp_gr1+vento_119		43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr1+vento_119		43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr1+vento_119		43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
SLE_qp_gr1+vento_119		43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7
E_103x_SLD_q=1_140		43850.5	2559.04	963.282	51542.8	14460.4
E_103y_SLD_q=1_141		43850.5	1530.81	1711.88	18786.3	40825.2
E_103z_SLD_q=1_142		44500.4	1530.81	963.282	18786.3	14460.4

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	16079.9	745.5	392.207	2243.65	1832.62	
SLE_rar_gr3+vento_162	16079.9	1508.71	1061.59	2579.12	4839.02	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	16079.9	1491	295.57	2579.12	1220.91	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	328.608	2358.77	1472.78	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96	
SLE_rar_gr4_centrif_159	15040.5	1192.8	328.608	2358.77	1472.78	
SLE_rar_vento_gr4_167	15040.5	1222.31	1605.31	2358.77	7502.96	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	5.90239	317.183	1477.37	1233.87	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10883.1	0	61.8422	1477.37	27.829	
SLE_qp_gr1+vento_190	10883.1	5.90239	317.183	317.183	1233.87	
E_103x_SLD_q=1_211	11074.5	1474.8	638.012	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	11074.5	446.572	1386.61	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	11521.1	446.572	638.012	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	28729	745.5	392.207	23341.3	12932.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	28729	1508.71	1061.59	45275.5	34882.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	28729	1508.71	1061.59	45275.5	34882.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_gr4_centrif_159	27689.6	1192.8	328.608	36115	10772.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	27689.6	1222.31	1605.31	36950.2	52933.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186	23532.2	0	61.8422	1477.37	1777.96	
SLE_qp_gr1+vento_190	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2	
SLE_qp_gr1+vento_190	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2	
SLE_qp_gr1+vento_190	23532.2	5.90239	317.183	1644.41	10210.2	
SLE_qp_gr1+vento_190	23532.2	5.90239	317.183	317.183	10210.2	
E_103x_SLD_q=1_211	23723.6	1474.8	638.012	43865.7	11570.6	
E_103y_SLD_q=1_212	23723.6	446.572	1386.61	14193.9	35689.5	
E_103z_SLD_q=1_213	24170.2	446.572	638.012	14193.9	11570.6	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	48768.7	745.5	392.207	25577.8	14108.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	48768.7	1508.71	1061.59	49801.7	38066.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_gr3+vento_162	48768.7	1508.71	1061.59	49801.7	38066.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	47729.3	1192.8	328.608	39693.4	11758.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	47729.3	1222.31	1605.31	40617.1	57749.3	
SLE_qp_gr1_Treno_186	43572	0	61.8422	1477.37	1963.49	
SLE_qp_gr1+vento_190	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7	
SLE_qp_gr1+vento_190	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7	
SLE_qp_gr1+vento_190	43572	5.90239	317.183	1662.11	11161.7	
SLE_qp_gr1+vento_190	43572	5.90239	317.183	317.183	11161.7	
E_103x_SLD_q=1_211	43850.5	2559.04	963.282	51542.8	14460.4	
E_103y_SLD_q=1_212	43850.5	1530.81	1711.88	18786.3	40825.2	
E_103z_SLD_q=1_213	44500.4	1530.81	963.282	18786.3	14460.4	

 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		22995.8	1080.98	662.835	3186.2	2699.67
A1_SLU_gr3+vento_7		22995.8	2188.51	1671.75	3672.64	7239.85
A1_SLU_vento_gr4_12		21488.8	1773.83	2467.59	3353.13	11215
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		22995.8	2161.95	522.71	3672.64	1812.68
A1_SLU_vento_gr4_12		21488.8	1773.83	2467.59	3353.13	11215
E_103x_SLV_q=1.5_60		11509	3925.24	1308.54	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		11509	1181.7	3621.71	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		12969.3	1181.7	1308.54	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		11509	5875.01	1800.34	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		11509	1766.64	5261.05	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		12969.3	1766.64	1800.34	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		40072.1	1080.98	662.835	33777.8	21457.9
A1_SLU_gr3+vento_7		40072.1	2188.51	1671.75	65607.5	54550.3
A1_SLU_vento_gr4_12		38565	1773.83	2467.59	53552.5	81047.8
A1_SLU_gr3+vento_7		40072.1	2188.51	1671.75	65607.5	54550.3
A1_SLU_vento_gr4_12		38565	1773.83	2467.59	53552.5	81047.8
E_103x_SLV_q=1.5_60		24158.1	3925.24	1308.54	100759	28130.7
E_103y_SLV_q=1.5_61		24158.1	1181.7	3621.71	31261.9	90889.9
E_103z_SLV_q=1.5_62		25618.4	1181.7	1308.54	31261.9	28130.7
E_103x_SLV_q=1_66		24158.1	5875.01	1800.34	150395	41565
E_103y_SLV_q=1_67		24158.1	1766.64	5261.05	46152.7	135671
E_103z_SLV_q=1_68		25618.4	1766.64	1800.34	46152.7	41565
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1		67125.7	1080.98	662.835	37020.7	23446.4
A1_SLU_gr3+vento_7		67125.7	2188.51	1671.75	72173	59565.5
A1_SLU_vento_gr4_12		65618.7	1773.83	2467.59	58873.9	88450.6
A1_SLU_gr3+vento_7		67125.7	2188.51	1671.75	72173	59565.5
A1_SLU_vento_gr4_12		65618.7	1773.83	2467.59	58873.9	88450.6
E_103x_SLV_q=1.36_63		44452.4	6722.88	2129.39	130856	37208.5
E_103y_SLV_q=1.36_64		44452.4	3704.98	4673.88	45355.3	113877
E_103z_SLV_q=1.36_65		46506.9	3704.98	2129.39	45355.3	37208.5
E_103x_SLV_q=1_66		44452.4	8280.71	2522.05	175237	49131.2
E_103y_SLV_q=1_67		44452.4	4172.34	5982.76	58669.7	153619
E_103z_SLV_q=1_68		46506.9	4172.34	2522.05	58669.7	49131.2

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	20327.4	1080.98	566.771	8401.74	2389.59	
A1_SLU_gr3+vento_78	20327.4	2188.51	1575.68	8888.18	6929.77	
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1773.83	2390.74	7525.57	10967	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	20327.4	2161.95	426.647	8888.18	1502.61	
A1_SLU_vento_gr4_83	19354	1773.83	2390.74	7525.57	10967	
E_103x_SLV_q=1.5_131	11509	3925.24	1308.54	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	11509	1181.7	3621.71	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	12969.3	1181.7	1308.54	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	11509	5875.01	1800.34	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	11509	1766.64	5261.05	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	12969.3	1766.64	1800.34	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	37403.7	1080.98	566.771	38993.3	18429.2	
A1_SLU_gr3+vento_78	37403.7	2188.51	1575.68	70823	51521.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	36430.3	1773.83	2390.74	57724.9	78624.9	
A1_SLU_gr3+vento_78	37403.7	2188.51	1575.68	70823	51521.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	36430.3	1773.83	2390.74	57724.9	78624.9	
E_103x_SLV_q=1.5_131	24158.1	3925.24	1308.54	100759	28130.7	
E_103y_SLV_q=1.5_132	24158.1	1181.7	3621.71	31261.9	90889.9	
E_103z_SLV_q=1.5_133	25618.4	1181.7	1308.54	31261.9	28130.7	
E_103x_SLV_q=1_137	24158.1	5875.01	1800.34	150395	41565	
E_103y_SLV_q=1_138	24158.1	1766.64	5261.05	46152.7	135671	
E_103z_SLV_q=1_139	25618.4	1766.64	1800.34	46152.7	41565	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	64457.3	1080.98	566.771	42236.3	20129.5	
A1_SLU_gr3+vento_78	64457.3	2188.51	1575.68	77388.6	56248.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	63483.9	1773.83	2390.74	63046.4	85797.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	64457.3	2188.51	1575.68	77388.6	56248.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	63483.9	1773.83	2390.74	63046.4	85797.1	
E_103x_SLV_q=1.36_134	44452.4	6722.88	2129.39	130856	37208.5	
E_103y_SLV_q=1.36_135	44452.4	3704.98	4673.88	45355.3	113877	
E_103z_SLV_q=1.36_136	46506.9	3704.98	2129.39	45355.3	37208.5	
E_103x_SLV_q=1_137	44452.4	8280.71	2522.05	175237	49131.2	
E_103y_SLV_q=1_138	44452.4	4172.34	5982.76	58669.7	153619	
E_103z_SLV_q=1_139	46506.9	4172.34	2522.05	58669.7	49131.2	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	22995.8	1080.98	662.835	3186.2	2699.67	
A1_SLU_gr3+vento_149	22995.8	2188.51	1671.75	3672.64	7239.85	
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1773.83	2467.59	3353.13	11215	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	22995.8	2161.95	522.71	3672.64	1812.68	
A1_SLU_vento_gr4_154	21488.8	1773.83	2467.59	3353.13	11215	
E_103x_SLV_q=1.5_202	11509	3925.24	1308.54	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	11509	1181.7	3621.71	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	12969.3	1181.7	1308.54	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	11509	5875.01	1800.34	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	11509	1766.64	5261.05	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	12969.3	1766.64	1800.34	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	40072.1	1080.98	662.835	33777.8	21457.9	
A1_SLU_gr3+vento_149	40072.1	2188.51	1671.75	65607.5	54550.3	
A1_SLU_vento_gr4_154	38565	1773.83	2467.59	53552.5	81047.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	40072.1	2188.51	1671.75	65607.5	54550.3	
A1_SLU_vento_gr4_154	38565	1773.83	2467.59	53552.5	81047.8	
E_103x_SLV_q=1.5_202	24158.1	3925.24	1308.54	100759	28130.7	
E_103y_SLV_q=1.5_203	24158.1	1181.7	3621.71	31261.9	90889.9	
E_103z_SLV_q=1.5_204	25618.4	1181.7	1308.54	31261.9	28130.7	
E_103x_SLV_q=1_208	24158.1	5875.01	1800.34	150395	41565	
E_103y_SLV_q=1_209	24158.1	1766.64	5261.05	46152.7	135671	
E_103z_SLV_q=1_210	25618.4	1766.64	1800.34	46152.7	41565	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	67125.7	1080.98	662.835	37020.7	23446.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	67125.7	2188.51	1671.75	72173	59565.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	65618.7	1773.83	2467.59	58873.9	88450.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	67125.7	2188.51	1671.75	72173	59565.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	65618.7	1773.83	2467.59	58873.9	88450.6	
E_103x_SLV_q=1.36_205	44452.4	6722.88	2129.39	130856	37208.5	
E_103y_SLV_q=1.36_206	44452.4	3704.98	4673.88	45355.3	113877	
E_103z_SLV_q=1.36_207	46506.9	3704.98	2129.39	45355.3	37208.5	
E_103x_SLV_q=1_208	44452.4	8280.71	2522.05	175237	49131.2	
E_103y_SLV_q=1_209	44452.4	4172.34	5982.76	58669.7	153619	
E_103z_SLV_q=1_210	46506.9	4172.34	2522.05	58669.7	49131.2	

 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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

7. VERIFICHE STRUTTURALI

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

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	340 Φ 30 interasse 10 cm*	Φ 12/15	8.7 cm
plinto	Trasv 7 strati Φ 30/10 Long 5 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.

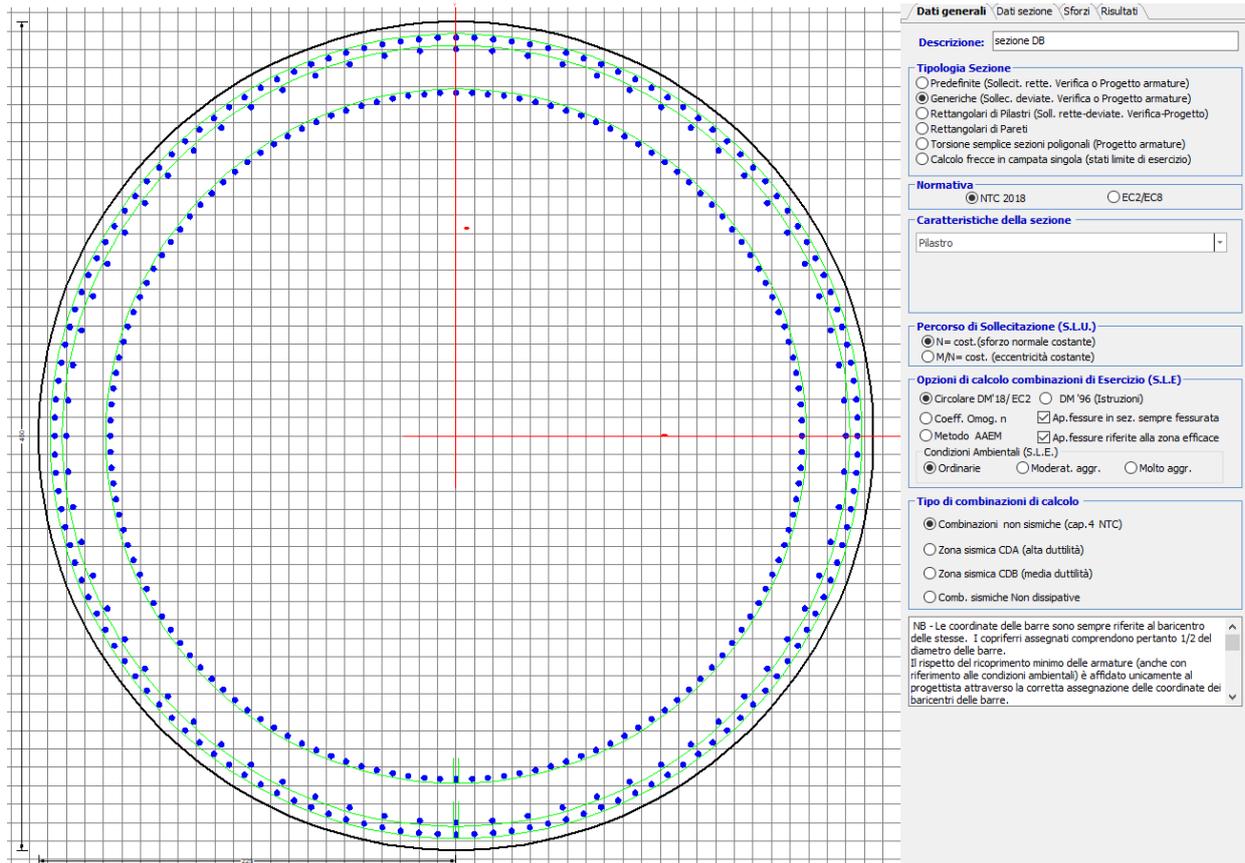


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 340 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:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della 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				
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	216.5	136	30
2	0.0	0.0	186.5	136	30
3	0.0	0.0	210.0	68	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

Vx

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	40072.09	33777.79	21457.89	0.00	0.00
2	40072.09	65607.49	54550.26	0.00	0.00
3	38565.03	53552.46	81047.84	0.00	0.00
4	40072.09	65607.49	54550.26	0.00	0.00
5	38565.03	53552.46	81047.84	0.00	0.00
6	24158.07	100759.08	28130.69	0.00	0.00
7	24158.07	31261.88	90889.95	0.00	0.00
8	25618.37	31261.88	28130.69	0.00	0.00
9	37403.65	38993.34	18429.22	0.00	0.00
10	37403.65	70823.04	51521.59	0.00	0.00
11	36430.29	57724.90	78624.90	0.00	0.00
12	37403.65	70823.04	51521.59	0.00	0.00
13	36430.29	57724.90	78624.90	0.00	0.00
14	24158.07	100759.08	28130.69	0.00	0.00
15	24158.07	31261.88	90889.95	0.00	0.00
16	25618.37	31261.88	28130.69	0.00	0.00
17	40072.09	33777.79	21457.89	0.00	0.00
18	40072.09	65607.49	54550.26	0.00	0.00
19	38565.03	53552.46	81047.84	0.00	0.00
20	40072.09	65607.49	54550.26	0.00	0.00
21	38565.03	53552.46	81047.84	0.00	0.00
22	24158.07	100759.08	28130.69	0.00	0.00
23	24158.07	31261.88	90889.95	0.00	0.00
24	25618.37	31261.88	28130.69	0.00	0.00

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

N

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

Mx

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

My

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	28728.97	23341.30	12932.10
2	28728.97	45275.53	34882.12
3	27689.62	36950.20	52933.36
4	28728.97	45275.53	34882.12
5	27689.62	36950.20	52933.36
6	26888.67	23341.30	12932.10
7	26888.67	48872.46	33428.29
8	26217.38	39827.74	51770.30
9	26888.67	48872.46	33428.29
10	26217.38	39827.74	51770.30
11	28728.97	23341.30	12932.10
12	28728.97	45275.53	34882.12
13	27689.62	36950.20	52933.36
14	28728.97	45275.53	34882.12
15	27689.62	36950.20	52933.36
16	23753.12	62225.12	17469.81
17	23753.12	19701.69	55353.69
18	24268.53	19701.69	17469.81
19	23723.61	43865.73	11570.57
20	23723.61	14193.88	35689.55
21	24170.18	14193.88	11570.57
22	23723.61	43865.73	11570.57

23	23723.61	14193.88	35689.55
24	24170.18	14193.88	11570.57

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	27689.62	36115.01 (65569.29)	10772.39 (19558.02)
2	27689.62	36950.20 (28851.25)	52933.36 (41331.14)
3	27689.62	36950.20 (28851.25)	52933.36 (41331.14)
4	27689.62	36950.20 (28851.25)	52933.36 (41331.14)
5	27689.62	36950.20 (28851.25)	52933.36 (41331.14)
6	26217.38	38992.55 (60632.21)	9609.32 (14942.20)
7	26217.38	39827.74 (30022.18)	51770.30 (39024.49)
8	26217.38	39827.74 (30022.18)	51770.30 (39024.49)
9	26217.38	39827.74 (30022.18)	51770.30 (39024.49)
10	26217.38	39827.74 (30022.18)	51770.30 (39024.49)
11	27689.62	36115.01 (65569.29)	10772.39 (19558.02)
12	27689.62	36950.20 (28851.25)	52933.36 (41331.14)
13	27689.62	36950.20 (28851.25)	52933.36 (41331.14)
14	27689.62	36950.20 (28851.25)	52933.36 (41331.14)
15	27689.62	36950.20 (28851.25)	52933.36 (41331.14)

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	23532.23	1477.37 (14186.19)	1777.96 (0.00)
2	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
3	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
4	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
5	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
6	23532.23	1477.37 (0.00)	1777.96 (0.00)
7	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
8	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
9	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
10	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
11	23532.23	1477.37 (0.00)	1777.96 (0.00)
12	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
13	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
14	23532.23	1644.41 (0.00)	10210.16 (0.00)
15	23532.23	317.18 (0.00)	10210.16 (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:	3.5 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	40072.09	33777.79	21457.89	40072.05	172348.09(172348.09)	109490.45(109490.45)	5.102403.3(477.1)	
2	S	40072.09	65607.49	54550.26	40072.16	157021.16(157021.16)	130557.67(130557.67)	2.392403.3(477.1)	
3	S	38565.03	53552.46	81047.84	38564.93	111865.31(111865.31)	169254.06(169254.06)	2.092403.3(477.1)	
4	S	40072.09	65607.49	54550.26	40072.16	157021.16(157021.16)	130557.67(130557.67)	2.392403.3(477.1)	
5	S	38565.03	53552.46	81047.84	38564.93	111865.31(111865.31)	169254.06(169254.06)	2.092403.3(477.1)	
6	S	24158.07	100759.08	28130.69	24157.90	182240.08(182240.08)	50874.03(50874.03)	1.812403.3(477.1)	
7	S	24158.07	31261.88	90889.95	24158.26	61537.62(61537.62)	178907.20(178907.20)	1.972403.3(477.1)	
8	S	25618.37	31261.88	28130.69	25618.43	141743.26(141743.26)	127542.35(127542.35)	4.532403.3(477.1)	
9	S	37403.65	38993.34	18429.22	37403.63	182507.31(182507.31)	86242.82(86242.82)	4.682403.3(477.1)	
10	S	37403.65	70823.04	51521.59	37403.76	163238.69(163238.69)	118739.53(118739.53)	2.302403.3(477.1)	
11	S	36430.29	57724.90	78624.90	36430.13	118924.54(118924.54)	162023.16(162023.16)	2.062403.3(477.1)	
12	S	37403.65	70823.04	51521.59	37403.76	163238.69(163238.69)	118739.53(118739.53)	2.302403.3(477.1)	
13	S	36430.29	57724.90	78624.90	36430.13	118924.54(118924.54)	162023.16(162023.16)	2.062403.3(477.1)	
14	S	24158.07	100759.08	28130.69	24157.90	182240.08(182240.08)	50874.03(50874.03)	1.812403.3(477.1)	
15	S	24158.07	31261.88	90889.95	24158.26	61537.62(61537.62)	178907.20(178907.20)	1.972403.3(477.1)	
16	S	25618.37	31261.88	28130.69	25618.43	141743.26(141743.26)	127542.35(127542.35)	4.532403.3(477.1)	
17	S	40072.09	33777.79	21457.89	40072.05	172348.09(172348.09)	109490.45(109490.45)	5.102403.3(477.1)	
18	S	40072.09	65607.49	54550.26	40072.16	157021.16(157021.16)	130557.67(130557.67)	2.392403.3(477.1)	
19	S	38565.03	53552.46	81047.84	38564.93	111865.31(111865.31)	169254.06(169254.06)	2.092403.3(477.1)	
20	S	40072.09	65607.49	54550.26	40072.16	157021.16(157021.16)	130557.67(130557.67)	2.392403.3(477.1)	
21	S	38565.03	53552.46	81047.84	38564.93	111865.31(111865.31)	169254.06(169254.06)	2.092403.3(477.1)	
22	S	24158.07	100759.08	28130.69	24157.90	182240.08(182240.08)	50874.03(50874.03)	1.812403.3(477.1)	
23	S	24158.07	31261.88	90889.95	24158.26	61537.62(61537.62)	178907.20(178907.20)	1.972403.3(477.1)	

24 S 25618.37 31261.88 28130.69 25618.43 141743.26(141743.26)127542.35(127542.35) 4.532403.3(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	120.6	143.8	0.00330	114.0	184.1	-0.00676	-114.0	-184.1
2	0.00350	143.9	35.8	0.00330	138.3	166.6	-0.00676	-138.3	-166.6
3	0.00350	187.7	35.8	0.00330	178.6	122.4	-0.00687	-178.6	-122.4
4	0.00350	143.9	35.8	0.00330	138.3	166.6	-0.00676	-138.3	-166.6
5	0.00350	187.7	35.8	0.00330	178.6	122.4	-0.00687	-178.6	-122.4
6	0.00350	60.5	143.8	0.00328	59.2	208.2	-0.00811	-59.2	-208.2
7	0.00350	212.8	35.8	0.00328	205.3	68.8	-0.00811	-205.3	-68.8
8	0.00350	150.5	35.8	0.00328	145.9	160.0	-0.00797	-145.9	-160.0
9	0.00350	96.1	35.8	0.00330	96.5	193.8	-0.00696	-96.5	-193.8
10	0.00350	132.4	35.8	0.00330	130.5	172.8	-0.00696	-130.5	-172.8
11	0.00350	181.4	143.8	0.00330	172.8	130.5	-0.00704	-172.8	-130.5
12	0.00350	132.4	35.8	0.00330	130.5	172.8	-0.00696	-130.5	-172.8
13	0.00350	181.4	35.8	0.00330	172.8	130.5	-0.00704	-172.8	-130.5
14	0.00350	60.5	35.8	0.00328	59.2	208.2	-0.00811	-59.2	-208.2
15	0.00350	212.8	7.0	0.00328	205.3	68.8	-0.00811	-205.3	-68.8
16	0.00350	150.5	216.6	0.00328	145.9	160.0	-0.00797	-145.9	-160.0
17	0.00350	120.6	75.4	0.00330	114.0	184.1	-0.00676	-114.0	-184.1
18	0.00350	143.9	168.3	0.00330	138.3	166.6	-0.00676	-138.3	-166.6
19	0.00350	187.7	217.6	0.00330	178.6	122.4	-0.00687	-178.6	-122.4
20	0.00350	143.9	83.1	0.00330	138.3	166.6	-0.00676	-138.3	-166.6
21	0.00350	187.7	174.4	0.00330	178.6	122.4	-0.00687	-178.6	-122.4
22	0.00350	60.5	217.6	0.00328	59.2	208.2	-0.00811	-59.2	-208.2
23	0.00350	212.8	83.1	0.00328	205.3	68.8	-0.00811	-205.3	-68.8
24	0.00350	150.5	174.4	0.00328	145.9	160.0	-0.00797	-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	0.000012458	0.000019610	-0.001727368	----	----
2	0.000014851	0.000017862	-0.001726625	----	----
3	0.000019597	0.000012949	-0.001785052	----	----
4	0.000014851	0.000017862	-0.001726625	----	----
5	0.000019597	0.000012949	-0.001785052	----	----
6	0.000007069	0.000025318	-0.002414482	----	----
7	0.000024858	0.000008550	-0.002414687	----	----
8	0.000017373	0.000019307	-0.002343964	----	----
9	0.000010123	0.000021418	-0.001830239	----	----
10	0.000013936	0.000019157	-0.001830311	----	----
11	0.000019235	0.000014122	-0.001869182	----	----

12	0.000013936	0.000019157	-0.001830311	----	----
13	0.000019235	0.000014122	-0.001869182	----	----
14	0.000007069	0.000025318	-0.002414482	----	----
15	0.000024858	0.000008550	-0.002414687	----	----
16	0.000017373	0.000019307	-0.002343964	----	----
17	0.000012458	0.000019610	-0.001727368	----	----
18	0.000014851	0.000017862	-0.001726625	----	----
19	0.000019597	0.000012949	-0.001785052	----	----
20	0.000014851	0.000017862	-0.001726625	----	----
21	0.000019597	0.000012949	-0.001785052	----	----
22	0.000007069	0.000025318	-0.002414482	----	----
23	0.000024858	0.000008550	-0.002414687	----	----
24	0.000017373	0.000019307	-0.002343964	----	----

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	3.72	109.0	300.0	-11.4	-105.3	-189.1	4067	190.9
2	S	7.34	137.3	0.0	-92.4	-130.5	-172.8	14931	523.1
3	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
4	S	7.34	137.3	0.0	-92.4	-130.5	-172.8	14931	523.1
5	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
6	S	3.66	109.0	0.0	-13.8	-105.3	-189.1	5091	205.0
7	S	7.60	127.0	0.0	-105.3	-122.4	-178.6	15650	551.3
8	S	8.37	178.3	0.0	-128.3	-172.8	-130.5	16369	572.6
9	S	7.60	127.0	0.0	-105.3	-122.4	-178.6	15650	551.3
10	S	8.37	178.3	0.0	-128.3	-172.8	-130.5	16369	572.6
11	S	3.72	109.0	0.0	-11.4	-105.3	-189.1	4067	190.9
12	S	7.34	137.3	0.0	-92.4	-130.5	-172.8	14931	523.1
13	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
14	S	7.34	137.3	0.0	-92.4	-130.5	-172.8	14931	523.1
15	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
16	S	8.28	60.8	0.0	-135.0	-59.2	-208.2	16801	579.6
17	S	7.53	212.0	0.0	-114.8	-205.3	-68.8	16328	572.6
18	S	3.54	149.3	0.0	-16.9	-145.9	-160.0	6394	233.3
19	S	5.83	57.4	0.0	-70.4	-59.2	-208.2	14606	523.1
20	S	4.96	209.1	0.0	-49.0	-201.9	-78.2	12932	480.7
21	S	2.74	142.2	0.0	-3.2	-138.3	-166.6	1300	63.6
22	S	5.83	57.4	0.0	-70.4	-59.2	-208.2	14606	523.1
23	S	4.96	209.1	0.0	-49.0	-201.9	-78.2	12932	480.7
24	S	2.74	142.2	0.0	-3.2	-138.3	-166.6	1300	63.6

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 calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	419	0.014 (990.00)	99705.29	55241.09
2	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (990.00)	42635.65	32848.25
3	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (990.00)	28851.25	41331.14
4	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (990.00)	42635.65	32848.25
5	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (990.00)	28851.25	41331.14
6	S	-0.00008	0	0.833	30.0	70	0.00004 (0.00004)	449	0.019 (990.00)	87899.25	48700.02
7	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	479	0.151 (990.00)	42525.99	29087.37
8	S	-0.00067	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	481	0.185 (990.00)	30022.18	39024.49
9	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	479	0.151 (990.00)	42525.99	29087.37
10	S	-0.00067	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	481	0.185 (990.00)	30022.18	39024.49
11	S	-0.00006	0	0.833	30.0	70	0.00003 (0.00003)	419	0.014 (990.00)	99705.29	55241.09
12	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (990.00)	42635.65	32848.25
13	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (990.00)	28851.25	41331.14
14	S	-0.00048	0	0.833	30.0	70	0.00028 (0.00028)	481	0.133 (990.00)	42635.65	32848.25
15	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (990.00)	28851.25	41331.14
16	S	-0.00070	0	0.833	30.0	70	0.00041 (0.00041)	484	0.196 (990.00)	46090.81	12940.07
17	S	-0.00060	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	480	0.165 (990.00)	16550.13	46499.09
18	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	471	0.024 (990.00)	65513.27	58091.68
19	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	475	0.100 (990.00)	53031.12	13988.15
20	S	-0.00026	0	0.833	30.0	70	0.00015 (0.00015)	467	0.069 (990.00)	22242.41	55927.03
21	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	412	0.004 (990.00)	167887.60	136858.65
22	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	475	0.100 (990.00)	53031.12	13988.15
23	S	-0.00026	0	0.833	30.0	70	0.00015 (0.00015)	467	0.069 (990.00)	22242.41	55927.03
24	S	-0.00002	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	412	0.004 (990.00)	167887.60	136858.65

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	4.91	64.3	300.0	-37.3	-59.2	-208.2	10304	410.0
2	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
3	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
4	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
5	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
6	S	5.20	53.8	0.0	-47.5	-49.6	-210.7	12169	452.4
7	S	8.37	178.3	0.0	-128.3	-172.8	-130.5	16369	572.6
8	S	8.37	178.3	0.0	-128.3	-172.8	-130.5	16369	572.6
9	S	8.37	178.3	0.0	-128.3	-172.8	-130.5	16369	572.6
10	S	8.37	178.3	0.0	-128.3	-172.8	-130.5	16369	572.6
11	S	4.91	64.3	0.0	-37.3	-59.2	-208.2	10304	410.0
12	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
13	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
14	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5
15	S	8.28	184.5	0.0	-120.4	-178.6	-122.4	15999	565.5

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00020	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	452	0.050 (0.20)	65569.29	19558.02
2	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (0.20)	28851.25	41331.14

3	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (0.20)	28851.25	41331.14
4	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (0.20)	28851.25	41331.14
5	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (0.20)	28851.25	41331.14
6	S	-0.00025	0	0.833	30.0	70	0.00014 (0.00014)	467	0.067 (0.20)	60632.21	14942.20
7	S	-0.00067	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	481	0.185 (0.20)	30022.18	39024.49
8	S	-0.00067	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	481	0.185 (0.20)	30022.18	39024.49
9	S	-0.00067	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	481	0.185 (0.20)	30022.18	39024.49
10	S	-0.00067	0	0.833	30.0	70	0.00038 (0.00038)	481	0.185 (0.20)	30022.18	39024.49
11	S	-0.00020	0	0.833	30.0	70	0.00011 (0.00011)	452	0.050 (0.20)	65569.29	19558.02
12	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (0.20)	28851.25	41331.14
13	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (0.20)	28851.25	41331.14
14	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (0.20)	28851.25	41331.14
15	S	-0.00063	0	0.833	30.0	70	0.00036 (0.00036)	478	0.173 (0.20)	28851.25	41331.14

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	1.39	173.1	300.0	15.4	-166.6	-138.3	---	---
2	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
3	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
4	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
5	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
6	S	1.39	173.1	0.0	15.4	-166.6	-138.3	---	---
7	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
8	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
9	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
10	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
11	S	1.39	173.1	0.0	15.4	-166.6	-138.3	---	---
12	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
13	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
14	S	2.05	222.1	0.0	5.9	-214.4	-29.9	---	---
15	S	2.04	224.9	0.0	6.1	-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	-0.00026	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	14186.19	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

 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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	Asw	5	cm ²
passo staffe	s	20	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
Direzione Longidinale			
resistenza ridotta	f'c	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	7221	kN
taglio resisitente	Vr	7221	kN
taglio massimo agente	Ved	6145	kN
	Ved/Vrd	0.85	kN
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	kN
larghezza biella	bw	379	kN
inclinazione biella	ϑ	22	kN
resistenza puntoni	Vc	38660	kN
resistenza staffe	Vs	7221.48	cm
taglio resisitente	Vr	7221.48	cm
taglio massimo agente	Ved	5549.75	gradi
	Ved/Vrd	0.77	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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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 (spirali);*
- *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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

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

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	340	
diametro del ferro longitudinale	fi	30	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	240332	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm ³
		1.51%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.16	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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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	1.25	sec
fattore di struttura			q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento			μ	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long			ag (I)	0.18	g
			w	0.20	sec
				0.07	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale			dEe	0.0000	m
spostamento totale relativo			dEd	0.1041	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	50	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)	0.042	m	

spostamento longitudinale relativo alla termica				
variazione termica uniforme	DT	20	°C	
coefficiente di dilatazione termica	α	1.20E-05	1/°C	
dilatazione termica	Dt	0.010	m	
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.014	m	
spostamento longitudinale finale				
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45		
coefficiente controfase pile	k2	0.55		
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.17	m	
spostamento long di calcolo	EL	0.23	m	
spostamento longitudinale	EL	23.107	m	
altri spostamenti longitudinali				
escursione longitudinale giunto	Eg	± 12.6	cm	
corsa appoggi mobili	Cap	± 14.4	cm	
ampiezza dei varchi	v	13.6	cm	

 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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

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

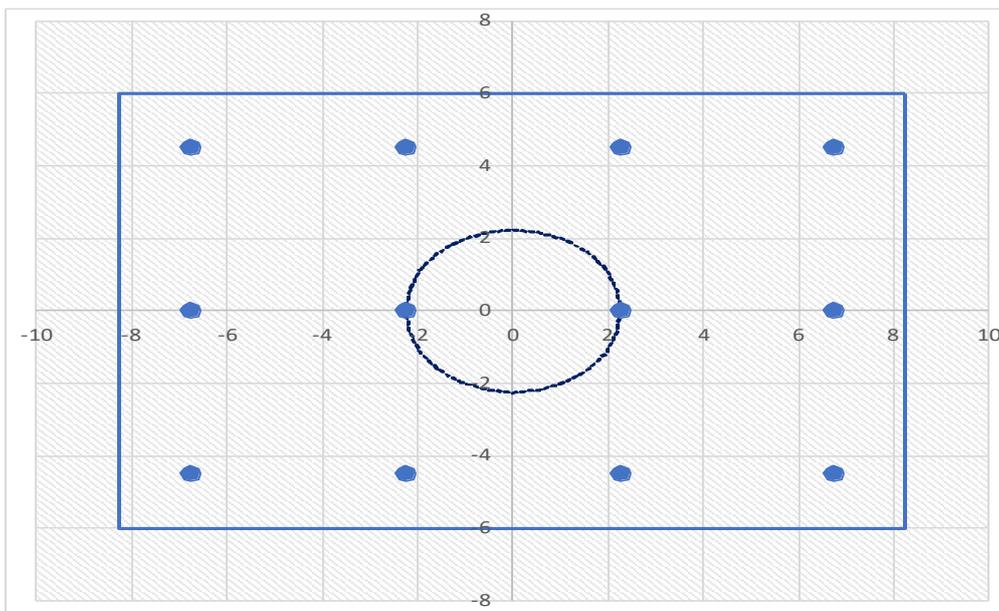
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

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.	12		
diametro pali	D	1.5	m	
interasse pali	i	4.5	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	4.5	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	2.25	m	
direzione trasversale	a/h	1.5	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.75	<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	4.5	8039.8	6472.0	8936.0
2	2.25	-4.5	4030.2	3212.6	-799.4
3	6.75	4.5	8922.3	8747.8	9663.9
4	6.75	-4.5	4912.7	5488.4	-71.5
5	-6.75	-4.5	2265.3	-1339.1	-2255.1
6	-6.75	4.5	6274.9	1920.3	7480.3
7	6.75	0	6917.5	7118.1	4796.2
8	-6.75	0	4270.1	290.6	2612.6
9	-2.25	0	5152.6	2566.4	3340.4
10	2.25	0	6035.0	4842.3	4068.3
11	-2.25	-4.5	3147.8	936.7	-1527.3
12	-2.25	4.5	7157.4	4196.2	8208.1
	taglio combinato in		229.4969	607.8299	721.356
Scarichi q=1 se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	4.5	5869.2	6472.0	8936.0
2	2.25	-4.5	2609.8	3212.6	-799.4
3	6.75	4.5	6597.1	8747.8	9663.9
4	6.75	-4.5	3337.7	5488.4	-71.5
5	-6.75	-4.5	1154.1	-1339.1	-2255.1
6	-6.75	4.5	4413.5	1920.3	7480.3
7	6.75	0	4967.4	7118.1	4796.2
8	-6.75	0	2783.8	290.6	2612.6
9	-2.25	0	3511.6	2566.4	3340.4
10	2.25	0	4239.5	4842.3	4068.3
11	-2.25	-4.5	1881.9	936.7	-1527.3
12	-2.25	4.5	5141.4	4196.2	8208.1
	taglio combinato in		406.2801	607.8299	721.356

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.

 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

9.1 Dimensionamento armature

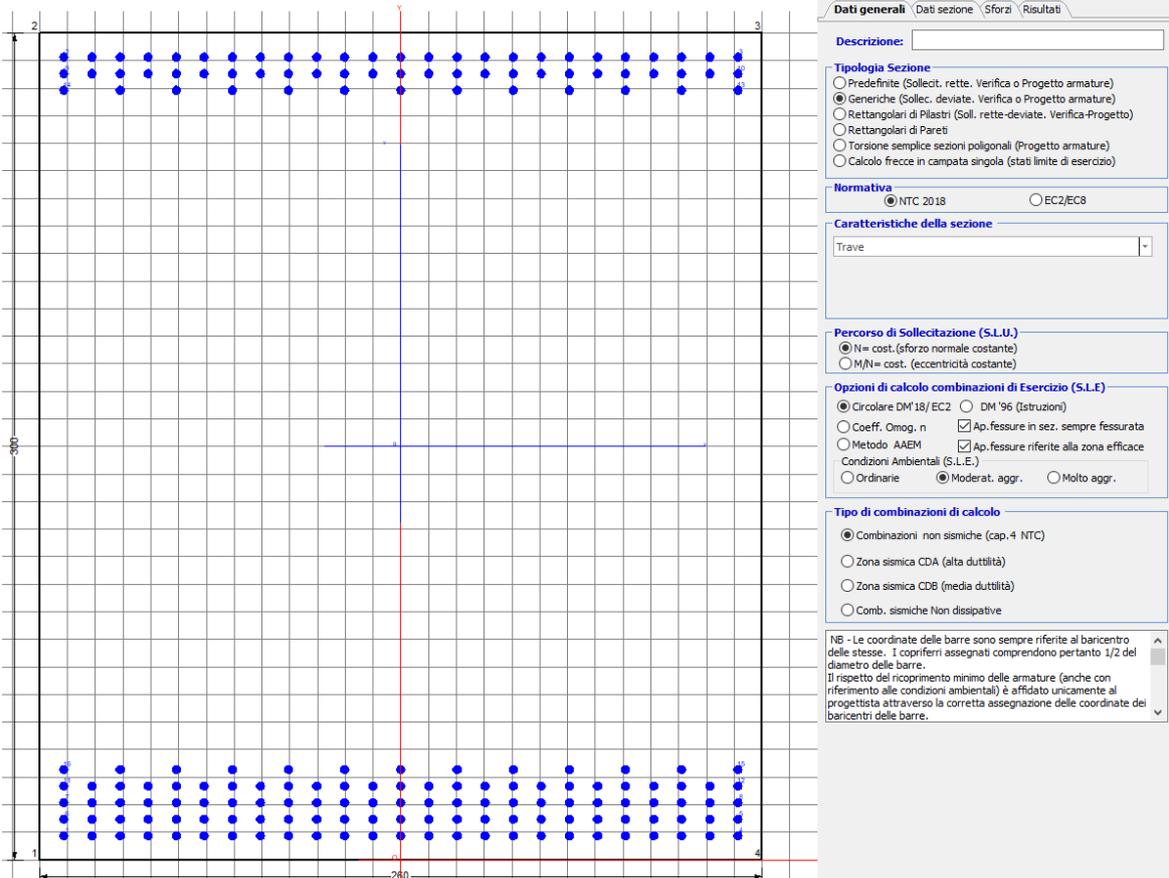
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	6.75	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		α	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	8.11249	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		ϑ	20.2944	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	9069.18	KN
forza di trazione risultante		T	24524.5	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	20405.7	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	13603.8	KN

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	52148.4	mm ²
diametro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	4	
lunghezza di collaborazione		L	2.6	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	73513.3	mm ²
		coef. Sicur	0.70937	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	34765.6	mm ²
diametro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	2.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.6	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	45945.8	mm ²
		coef. Sicur	0.75666	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ_t	277.578	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ_l	296.083	MPa

9.2 Verifica a prso-flessione

9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione 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	11	30
8	15	16	11	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	37121.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	31849.00	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	26092.00	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	26092.00 (16265.08)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My

1

0.00

13950.00 (16265.08)

0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	37121.00	0.00	0.00	82657.29	0.00	2.23798.7(112.0)	
2	S	0.00	31849.00	0.00	0.00	82657.29	0.00	2.60798.7(112.0)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

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

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.27	-130.0	300.0	-137.6	60.7	8.7	12610	798.7

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00072	0	0.875	30.0	72	0.00052 (0.00041)	386	0.200 (990.00)	16265.08	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.27	-130.0	300.0	-137.6	60.7	8.7	12610	798.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00072	0	0.875	30.0	72	0.00052 (0.00041)	386	0.200 (0.20)	16265.08	0.00

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

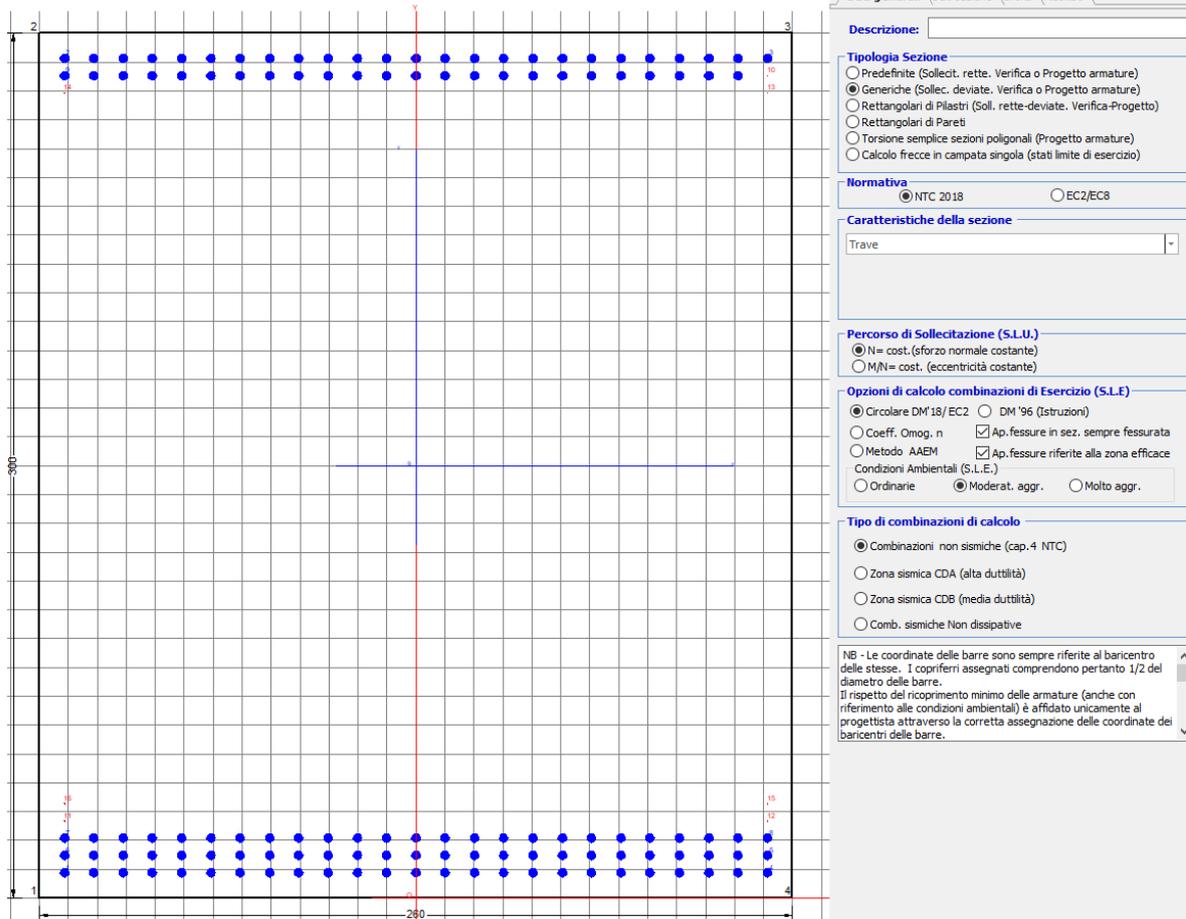
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.82	-130.0	300.0	-73.6	-40.4	8.7	12610	798.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00039	0	0.875	30.0	72	0.00025 (0.00022)	386	0.098 (0.20)	16265.08	0.00

9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione y 260x300

Descrizione Sezione:	
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	1
12	121.3	26.7	1
13	121.3	279.3	1
14	-121.3	279.3	1
15	121.3	32.7	1
16	-121.3	32.7	1

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	1	1
7	13	14	1	1
8	15	16	1	1

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	25121.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	23233.00	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	17395.00	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	17395.00 (14545.63)	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

9300.00 (14545.63)

0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	25121.00	0.00	0.00	56827.04	0.00	2.26530.2(112.0)	
2	S	0.00	23233.00	0.00	0.00	56827.04	0.00	2.45530.2(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	0.094	-130.0	300.0	0.00238	-121.3	291.3	-0.03388	-121.3	8.7
2	0.00350	0.094	-130.0	300.0	0.00238	-121.3	291.3	-0.03388	-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	0.000128324	-0.034997216	0.094	0.700
2	0.000000000	0.000128324	-0.034997216	0.094	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	4.02	-130.0	300.0	-130.1	-111.2	8.7	9620	530.2

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
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	-0.00068	0	0.912	29.9	72	0.00046 (0.00039)	413	0.191 (990.00)	14545.63	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	4.02	-130.0	300.0	-130.1	-111.2	8.7	9620	530.2

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	-0.00068	0	0.912	29.9	72	0.00046 (0.00039)	413	0.191 (0.20)	14545.63	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	2.15	-130.0	300.0	-69.6	-70.8	8.7	9620	530.2

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	0.912	29.9	72	0.00022 (0.00021)	413	0.092 (0.20)	14545.63	0.00

 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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	9069.18	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	1.03232	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.20646	
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	0.01083	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00677	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01277	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.68505	MPa
			vRd,c	0.76128	MPa
				0.89986	

 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 – P5	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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:

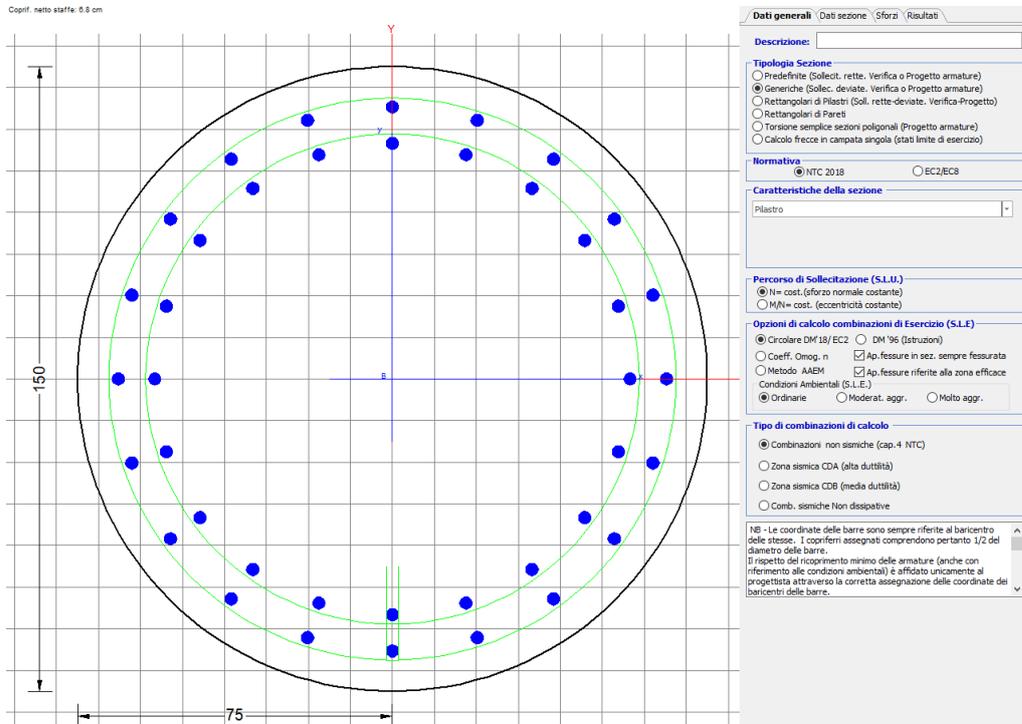
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	67126	2189	1672	72173	59565	
E_103x_SLV_q=1.36_63	44452	6723	2129	130856	37209	
E_103y_SLV_q=1.36_64	44452	3705	4674	45355	113877	
E_103x_SLV_q=1.36_63	44452	6723	2129	130856	37209	
E_103y_SLV_q=1.36_64	44452	3705	4674	45355	113877	

 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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	REV. B

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	4.5	8039.84	7614.87	5807.77
2	2.25	-4.5	4030.23	345.103	3288.04
3	6.75	4.5	8922.29	8166.11	7494.84
4	6.75	-4.5	4912.68	896.341	4975.1
5	-6.75	-4.5	2265.33	-757.37	-86.103
6	-6.75	4.5	6274.94	6512.4	2433.63
7	6.75	0	6917.49	4531.23	6234.97
8	-6.75	0	4270.13	2877.51	1173.77
9	-2.25	0	5152.58	3428.75	2860.84
10	2.25	0	6035.04	3979.99	4547.9
11	-2.25	-4.5	3147.78	-206.13	1600.97
12	-2.25	4.5	7157.39	7063.64	4120.7
taglio equivalente			229.497	587.671	497.019
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.65
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	8922	182	139	547	418
combo2	8166	560	177	1681	532
combo3	7495	309	389	926	1168
combo4	-757	560	177	1681	532



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo 1.5

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	65.3	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	9069.18	391.72	544.93	0.00	0.00
2	1632.44	238.72	146.38	0.00	0.00
3	8922.29	483.30	369.18	0.00	0.00
4	9069.18	391.72	544.93	0.00	0.00
5	8922.29	483.30	369.18	0.00	0.00
6	9069.18	391.72	544.93	0.00	0.00
7	8166.11	1484.64	470.24	0.00	0.00
8	-757.37	1484.64	470.24	0.00	0.00
9	8166.11	1484.64	470.24	0.00	0.00
10	7494.84	818.18	1032.15	0.00	0.00
11	8166.11	1484.64	470.24	0.00	0.00
12	7494.84	818.18	1032.15	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	6389.02	269.93	354.51
2	1391.46	269.93	346.70
3	6293.37	333.17	234.44
4	6389.02	269.93	354.51
5	6293.37	333.17	234.44
6	6389.02	269.93	354.51
7	6149.04	774.53	276.28
8	1164.29	774.53	276.28
9	6149.04	774.53	276.28
10	5763.37	400.87	589.89
11	6149.04	774.53	276.28
12	5763.37	400.87	589.89

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	6389.02	269.93 (0.00)	354.51 (0.00)
2	1391.46	269.93 (1864.26)	346.70 (2394.47)
3	6389.02	269.93 (0.00)	354.51 (0.00)
4	6389.02	269.93 (0.00)	354.51 (0.00)
5	6389.02	269.93 (0.00)	354.51 (0.00)
6	6389.02	269.93 (0.00)	354.51 (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	3925.20	1.30 (0.00)	70.04 (0.00)
2	3336.79	1.30 (0.00)	70.04 (0.00)
3	3925.20	1.30 (0.00)	70.04 (0.00)
4	3925.20	1.30 (0.00)	70.04 (0.00)
5	3925.20	1.30 (0.00)	70.04 (0.00)
6	3925.20	1.30 (0.00)	70.04 (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	9069.18	391.72	544.93	9069.27	4418.26	6148.12	11.28	282.7(53.0)
2	S	1632.44	238.72	146.38	1632.63	5320.83	3267.29	22.30	282.7(53.0)
3	S	8922.29	483.30	369.18	8922.53	6009.63	4593.67	12.44	282.7(53.0)
4	S	9069.18	391.72	544.93	9069.27	4418.26	6148.12	11.28	282.7(53.0)
5	S	8922.29	483.30	369.18	8922.53	6009.63	4593.67	12.44	282.7(53.0)
6	S	9069.18	391.72	544.93	9069.27	4418.26	6148.12	11.28	282.7(53.0)
7	S	8166.11	1484.64	470.24	8165.87	7163.26	2269.06	4.82	282.7(53.0)
8	S	-757.37	1484.64	470.24	-757.33	5164.31	1632.58	3.48	282.7(53.0)
9	S	8166.11	1484.64	470.24	8165.87	7163.26	2269.06	4.82	282.7(53.0)
10	S	7494.84	818.18	1032.15	7494.92	4621.77	5841.16	5.66	282.7(53.0)
11	S	8166.11	1484.64	470.24	8165.87	7163.26	2269.06	4.82	282.7(53.0)
12	S	7494.84	818.18	1032.15	7494.92	4621.77	5841.16	5.66	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	60.9	1.4	0.00304	52.8	38.4	-0.00318	-52.8	-38.4
2	0.00350	39.2	1.4	0.00277	38.4	52.8	-0.00680	-38.4	-52.8
3	0.00350	45.5	1.4	0.00303	38.4	52.8	-0.00323	-38.4	-52.8
4	0.00350	60.9	1.4	0.00304	52.8	38.4	-0.00318	-52.8	-38.4
5	0.00350	45.5	1.4	0.00303	38.4	52.8	-0.00323	-38.4	-52.8
6	0.00350	60.9	1.4	0.00304	52.8	38.4	-0.00318	-52.8	-38.4
7	0.00350	22.6	70.6	0.00302	20.2	62.1	-0.00347	-20.2	-62.1
8	0.00350	22.6	70.6	0.00264	20.2	62.1	-0.00896	-20.2	-62.1
9	0.00350	22.6	70.6	0.00302	20.2	62.1	-0.00347	-20.2	-62.1
10	0.00350	58.8	42.2	0.00300	52.8	38.4	-0.00371	-52.8	-38.4
11	0.00350	22.6	70.6	0.00302	20.2	62.1	-0.00347	-20.2	-62.1
12	0.00350	58.8	42.2	0.00300	52.8	38.4	-0.00371	-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	0.000038676	0.000027802	-0.000072356	----	----

2	0.000038434	0.000062680	-0.002014389	----	----
3	0.000029111	0.000038110	-0.000096774	----	----
4	0.000038676	0.000027802	-0.000072356	----	----
5	0.000029111	0.000038110	-0.000096774	----	----
6	0.000038676	0.000027802	-0.000072356	----	----
7	0.000015010	0.000047390	-0.000228296	----	----
8	0.000026823	0.000084685	-0.003162318	----	----
9	0.000015010	0.000047390	-0.000228296	----	----
10	0.000040297	0.000031943	-0.000356649	----	----
11	0.000015010	0.000047390	-0.000228296	----	----
12	0.000040297	0.000031943	-0.000356649	----	----

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	3.94	59.7	0.0	30.4	-52.8	-38.4	----	----
2	S	1.69	59.2	0.0	-5.0	-52.8	-38.4	410	7.1
3	S	3.80	43.2	0.0	30.9	-38.4	-52.8	----	----
4	S	3.94	59.7	0.0	30.4	-52.8	-38.4	----	----
5	S	3.80	43.2	0.0	30.9	-38.4	-52.8	----	----
6	S	3.94	59.7	0.0	30.4	-52.8	-38.4	----	----
7	S	4.69	25.2	0.0	17.5	-20.2	-62.1	----	----
8	S	3.03	25.2	0.0	-38.7	-20.2	-62.1	1908	56.5
9	S	4.69	25.2	0.0	17.5	-20.2	-62.1	----	----
10	S	4.26	62.0	0.0	18.1	-52.8	-38.4	----	----
11	S	4.69	25.2	0.0	17.5	-20.2	-62.1	----	----
12	S	4.26	62.0	0.0	18.1	-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 f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00001 (0.00001)	772	0.012 (990.00)	1864.26	2394.47
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00

5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00022	0	0.833	30.0	82	0.00012 (0.00012)	566	0.066 (990.00)	1467.86	523.59
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	3.94	59.7	0.0	30.4	-52.8	-38.4	---	---
2	S	1.69	59.2	0.0	-5.0	-52.8	-38.4	410	7.1
3	S	3.94	59.7	0.0	30.4	-52.8	-38.4	---	---
4	S	3.94	59.7	0.0	30.4	-52.8	-38.4	---	---
5	S	3.94	59.7	0.0	30.4	-52.8	-38.4	---	---
6	S	3.94	59.7	0.0	30.4	-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	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00001 (0.00001)	772	0.012 (0.20)	1864.26	2394.47
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.95	75.0	0.0	24.8	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.68	75.0	0.0	20.7	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.95	75.0	0.0	24.8	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.95	75.0	0.0	24.8	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.95	75.0	0.0	24.8	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.95	75.0	0.0	24.8	-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

 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 – P5</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI0605005	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	67126	2189	1672	72173	59565	
E_103x_SLV_q=1_66	44452	8281	2522	175237	49131	
E_103y_SLV_q=1_67	44452	4172	5983	58670	153619	
E_103x_SLV_q=1_66	44452	8281	2522	175237	49131	
E_103y_SLV_q=1_67	44452	4172	5983	58670	153619	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	8281	4172
sollecitazione massima direzione y	Ty	2522	5983
vettore complessivo, singolo palo	T	721	608

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm ²
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f _{yd}	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f _{ck}	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f _{cd}	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' _c	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	β	22	gradi
resistenza puntoni	V _c	4436	kN
resistenza staffe	V _s	1221	kN
taglio resisistente	V _r	1221	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	721	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.59	

11 INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	150 kg/mc
Plinto di fondazione	240 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc