

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 575m

Relazione di calcolo Pile - P1

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL VI1005 003 B

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

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

File: RS3T30D09CLVI1005003B

n. Elab.: 09_222_2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.	MATERIALI	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i>	8
3.1.1	<i>Verifiche a fessurazione</i>	9
4.	DATI DI BASE	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura	17
5.	ANALISI DEI CARICHI	18
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3	Carichi da traffico verticali	19
5.4	Effetti dinamici	21
5.5	Disposizione treni di carico.....	21
5.1	Carichi da traffico orizzontali	25
5.1.1	<i>Forza centrifuga</i>	25
5.1.2	<i>Serpeggio</i>	27
5.1.3	<i>Frenatura ed avviamento</i>	28
5.1.4	<i>Forza d'attrito</i>	29
5.1.5	<i>Azione del Vento</i>	29
5.2	Azione Sismica	32
5.2.1	<i>Inquadramento Sismico</i>	33
5.2.2	<i>Definizione della domanda sismica</i>	34
5.2.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	39
5.2.4	<i>Check analisi statica</i>	40
5.2.5	<i>Analisi statica equivalente</i>	41
5.2.1	<i>Analisi dinamica modale</i>	42
6.	SOLLECITAZIONI	46
6.1	Combinazioni di carico	46
6.1.1	<i>Configurazione 1</i>	46
6.1.2	<i>Configurazione 2</i>	52

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

6.1.1	Configurazione 3	58
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni	64
6.2.1	Stati limiti di esercizio	64
6.2.2	Stati limiti ultimi	70
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	73
8.	FUSTO PILA	73
8.1	Modellazione	75
8.2	Verifica a presso flessione	75
8.3	Verifica a taglio	84
8.4	Verifica spostamenti.....	87
9.	PULVINO.....	88
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	89
9.2	Verifica dei nodi.....	90
10.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
10.1	Dimensionamento armature	93
10.2	Verifica a presso-flessione.....	95
10.2.1	Direzione trasversale.....	95
10.2.2	Direzione longitudinale.....	100
10.2.3	Verifica a punzonamento.....	105
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	106
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo	106
11.2	Verifica strutturale	106
11.1	Verifica a taglio	114
12.	INCIDENZE	115

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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 VI10 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 1 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 11.80m, con variazione di luce 25-40m.

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

1.1 Descrizione dell'opera

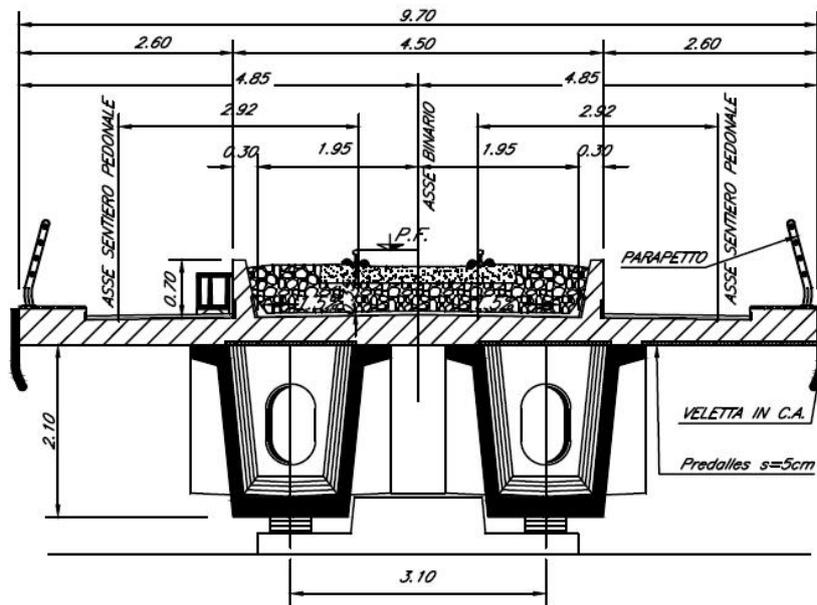
Il viadotto VI10 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 575m, ed è costituito da 19 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce superiore sono realizzate con impalcati misti a due travi.

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

Il plinto presenta uno spessore di 3metri e una pianta rettangolare di 9.6x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.



Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



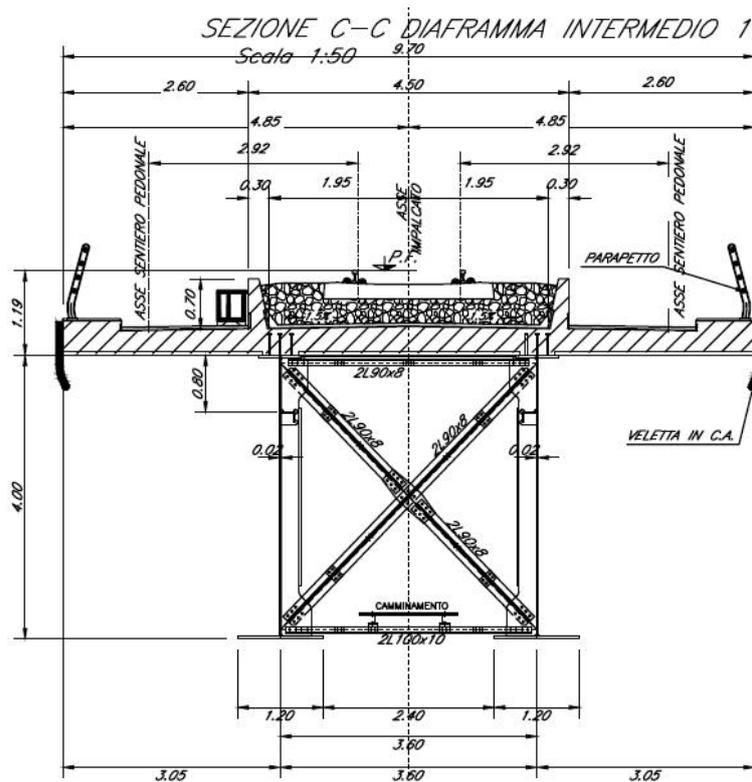
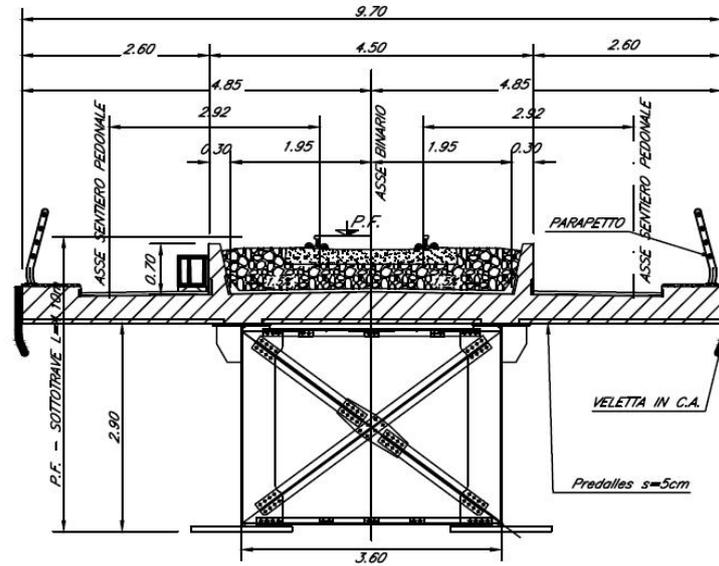


Figura 2: sezione trasversale impalcato

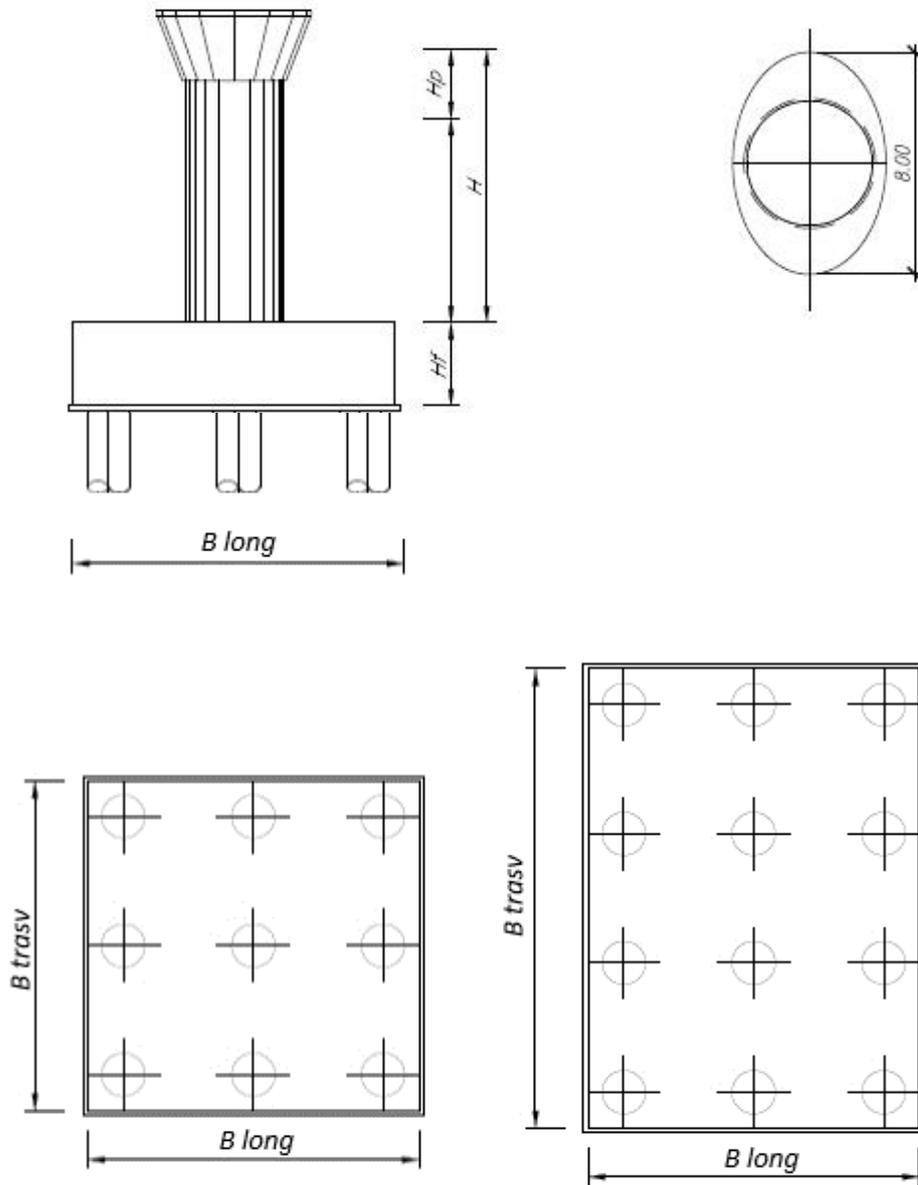


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pile

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

3.1 Verifiche SLE

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

3.1.1 Verifiche tensionali

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

tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

3.1.1 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 VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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

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

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

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

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

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 11.80m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

PILA						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	11.8	m
tipologia di sezione					circolare	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m ²
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m ⁴
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	2357	kN
PULVINO						
asse minore ellisse				a	5.48	m
asse maggiore ellisse				b	8	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	2295	kN
FONDAZIONE						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	82.5	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 VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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 VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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:

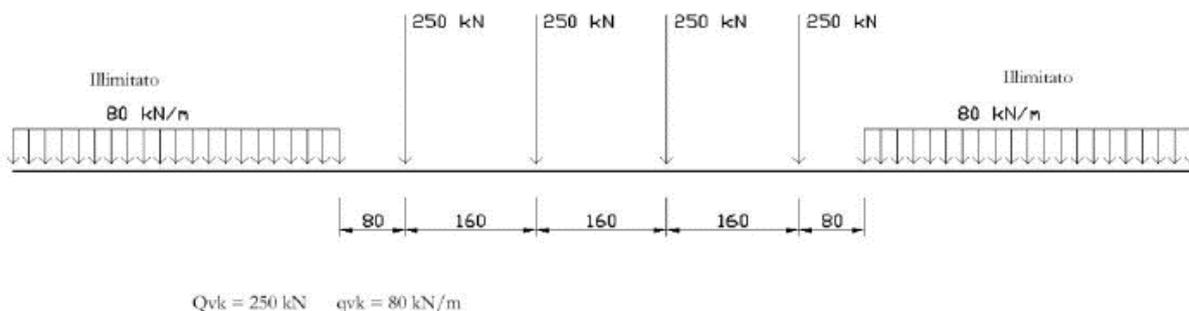
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4514	557
scarichi estradosso Pila - G2	3879	954
scarichi estradosso Fondazione - G1	9063	557
scarichi estradotto Fondazione - G2	3879	954
scarichi sui Pali - G1	18327	557
scarichi sui Pali - G2	3879	954

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;

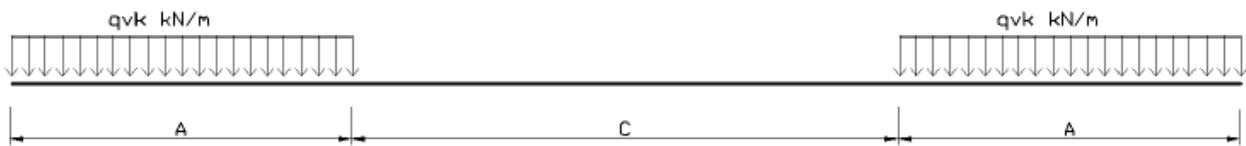
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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 VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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	4479	619	448
COMBO ML	3042	3651	304
COMBO MT	4479	619	448

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

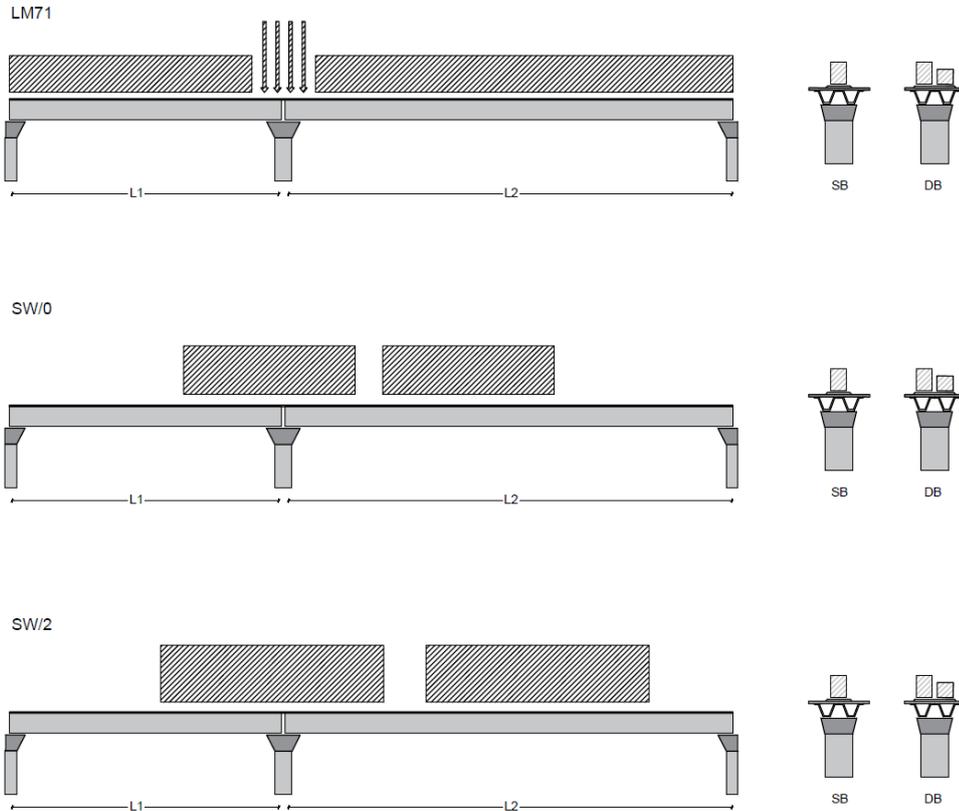


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

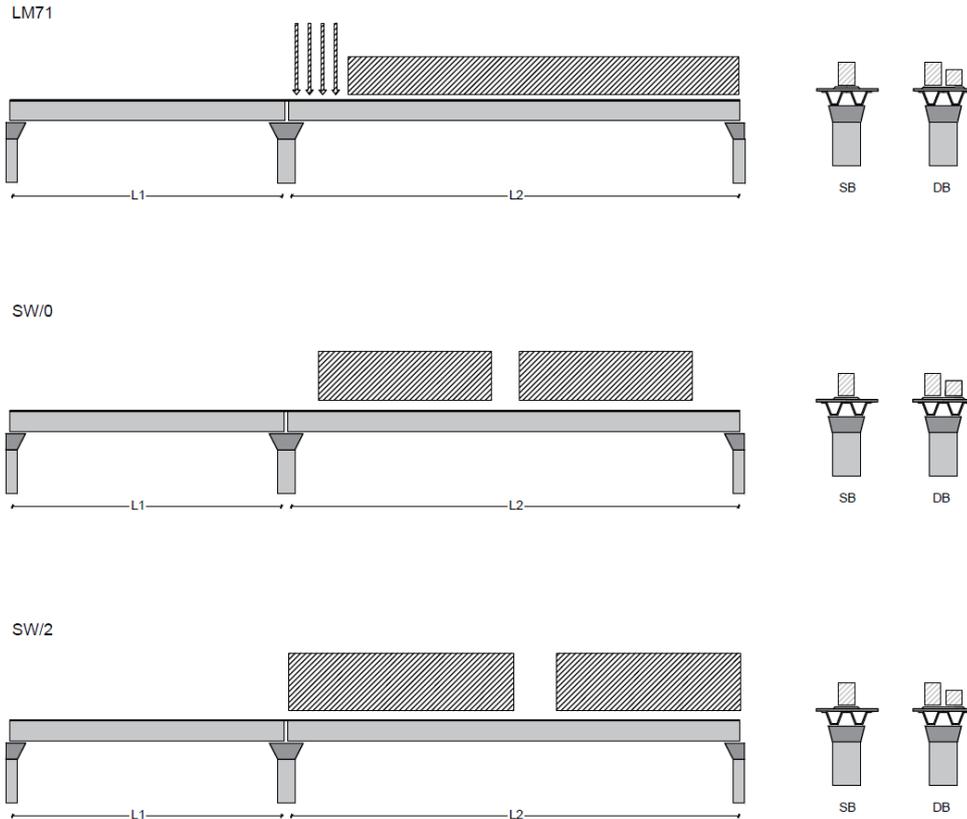


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

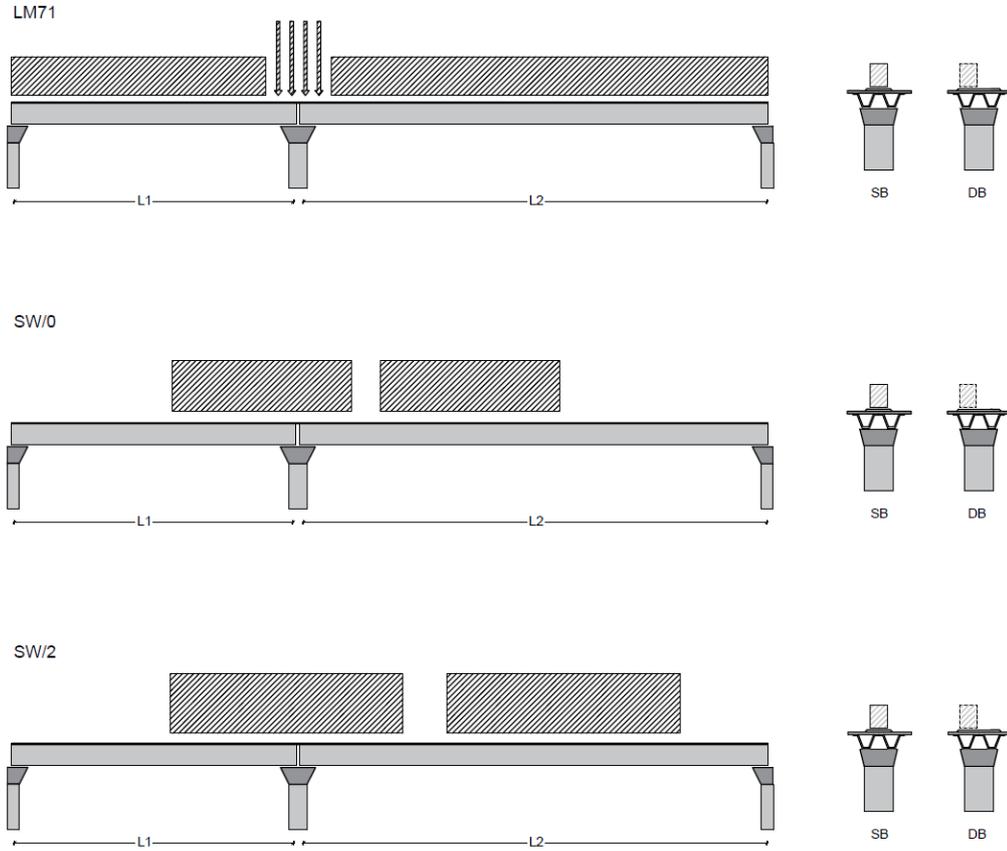


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.5.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
LM71 e SW/0							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
LM71 caso a							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	41.2	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	13.2	kN/m
LM71 caso b							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	49.9	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	16.0	kN/m
SW/2						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	180.32	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	14.20	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	14.198479	0	14.1985	456.4811	2574.55

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.5.2 Serpeggio

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

viadotto a binario			Singolo		
combinazione treni			SW/2		
valore caratteristico della forza			Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento			a	1	
coefficiente di adattamento					
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali					
altezza baggioni e apparecchi d'appoggio				0.45	m
altezza impalcato + soletta				2.51	m
armamento				0.88	m
incremento altezza rotaia + alta				0.1	m
valore caratteristico della Forza			Fsk	100	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	394	kN/m

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.5.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				Singolo	
combinazione treni				SW/2	
posizionamento vincolo fissi				campata Sx	
estradosso pulvino sommità binario		H	0.45	m	
lunghezza del binario		L	24.3	m	

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

FENATURA

LM/71					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	24.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	534.6	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	19	m	
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	418	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	24.3		
valore caratteristico da della forza		Q _{la,k}	850.5		

AVVIAMENTO

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

5.5.4 Forza d'attrito

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio				h	0.45	m
lunghezza del binario				L	24.3	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti				Vg1	4514	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti				Vg2	3879	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili				Vq	4382	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)				f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila				Fa	242.4	kN
momento longitudinale in testa pila				M	109.1	kN/m

5.5.5 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	373	m
parametro adimensionale		ks	0.36	
coefficiente di altitudine		ca	1	
velocità di base di riferimento		Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
VENTO SULL'IMPALCATO				
ponte carico				
	altezza pila	z1	11.8	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	12.25	m
	altezza di riferimento	z	16.235	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.67	
	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	1429.65	n/m ²
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.97	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.97	m
		d/h	1.21706	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.06531	
	forza trasversale	fx	23.5	
	forza equivalente in testa pila	Fx	756.6	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3355.4	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.85	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.23567			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.06019			
	forza trasversale	fx	23.1			
	forza equivalente in testa pila	Fx	561.8	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2458.1	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	11.8	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.45842			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1429.65	n/m2		
			1.42965	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	1.75	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	ν	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	9115133			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pila</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90826	
	rapporto geometrico	l/b	3.37143	
	snellezza effettiva	λ	3.37143	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65019	
	forza trasversale	f tras	0.8	
	forza equivalente in testa pila	F tras	10.0	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	7.1	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90826	
	rapporto geometrico	l/b	3.37143	
	snellezza effettiva	λ	3.37143	
	rapporto di solidità	ϕ	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.65019	
	forza longitudinale	f lon	0.84427	
	forza equivalente in testa pila	F lon	9.96237	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	7.08	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 VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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 identificativi dell'opera sono:

Vita Nominale	Classe d'Uso	Coeff. D'uso
75	III	1.5

La geo-localizzazione permette di ottenere le coordinate geografiche delle singole opere e individuare puntualmente la domanda sismica secondo gli spettri normativi rappresentativi delle due componenti (orizzontale e verticale), ovvero determinare i singoli parametri indipendenti di riferimento.

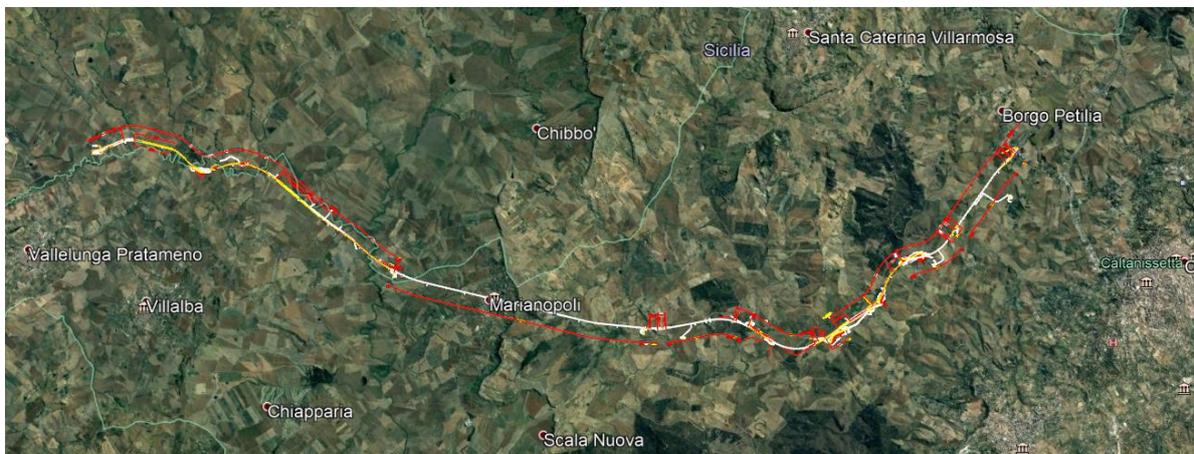


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

I parametri indipendenti per le forme spettrali di riferimento hanno una variazione spaziale lungo la linea poco influente tuttavia, per le seguenti analisi si è fatto riferimento alle coordinate dei singoli viadotti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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

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

5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE

LATITUDINE

REGIONE
Sicilia

PROVINCIA
Catania

COMUNE
Mineo

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

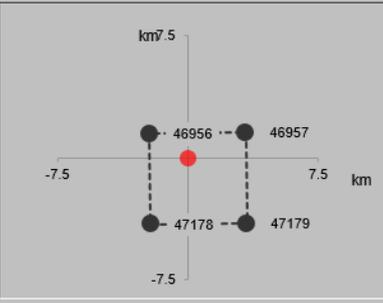
Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo

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

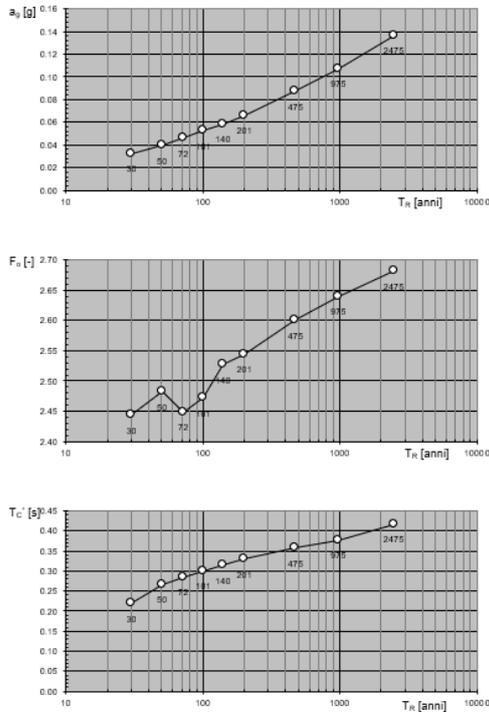
Interpolazione
superficie rigata

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

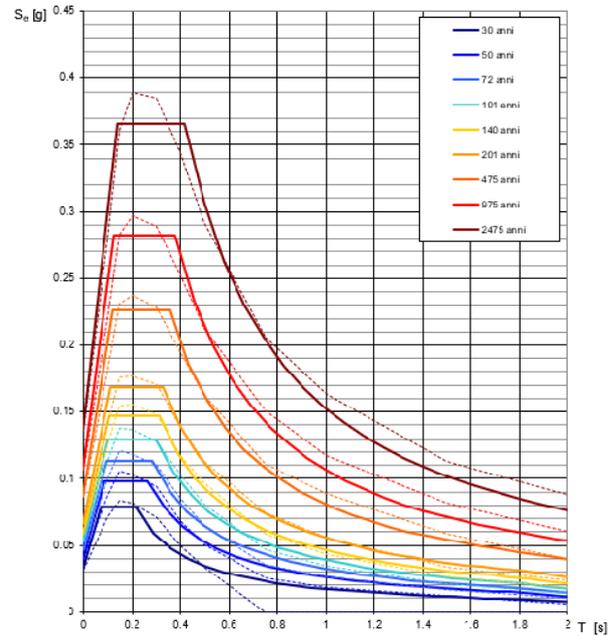
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

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 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

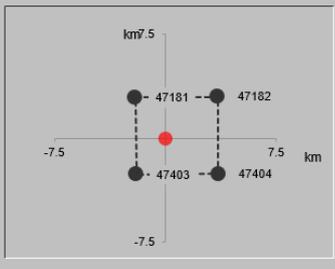
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

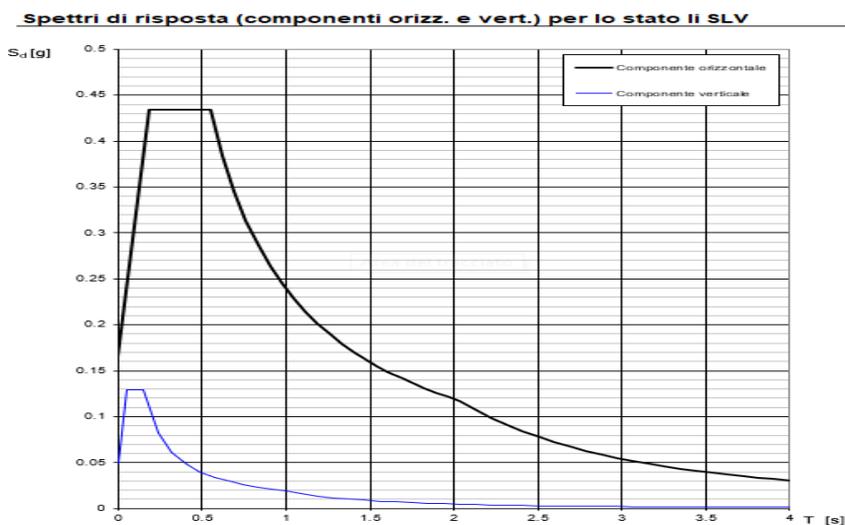
Interpolazione:



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

INTRO FASE 1 FASE 2 FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.105 g
F_0	2.635
T_C	0.399 s
S_s	1.500
C_C	1.422
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.189 s
T_C	0.567 s
T_D	2.021 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_c(T)$ 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	0.158
T_B ←	0.189	0.416
T_C ←	0.567	0.416
	0.637	0.371
	0.706	0.335
	0.775	0.305
	0.844	0.280
	0.913	0.259
	0.983	0.240
	1.052	0.225
	1.121	0.211
	1.190	0.198
	1.260	0.188
	1.329	0.178
	1.398	0.169
	1.467	0.161
	1.537	0.154
	1.606	0.147
	1.675	0.141
	1.744	0.135
	1.814	0.130
	1.883	0.125
	1.952	0.121
T_D ←	2.021	0.117
	2.116	0.107
	2.210	0.098
	2.304	0.090
	2.398	0.083
	2.493	0.077
	2.587	0.071
	2.681	0.066
	2.775	0.062
	2.869	0.058
	2.964	0.054
	3.058	0.051
	3.152	0.048
	3.246	0.045
	3.340	0.043
	3.435	0.040
	3.529	0.038
	3.623	0.036
	3.717	0.035
	3.812	0.033
	3.906	0.031
	4.000	0.030

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 VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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	6085	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1217	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	8350	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	1670	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2357	kN
massa efficace pila		Mpe	2978	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	11328	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		NO per -1307.6 KN	
Direzione Trasversale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	9288	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2357	kN
massa efficace pila		Mpe	2978	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trav		Mtot tras	12266	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		NO per -1120 KN	
Direzione Verticale				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4479	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	896	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	8393	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	9288	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	2357	kN
massa efficace pila		Mpe	2978	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	12266	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$		NO per -1120 KN	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

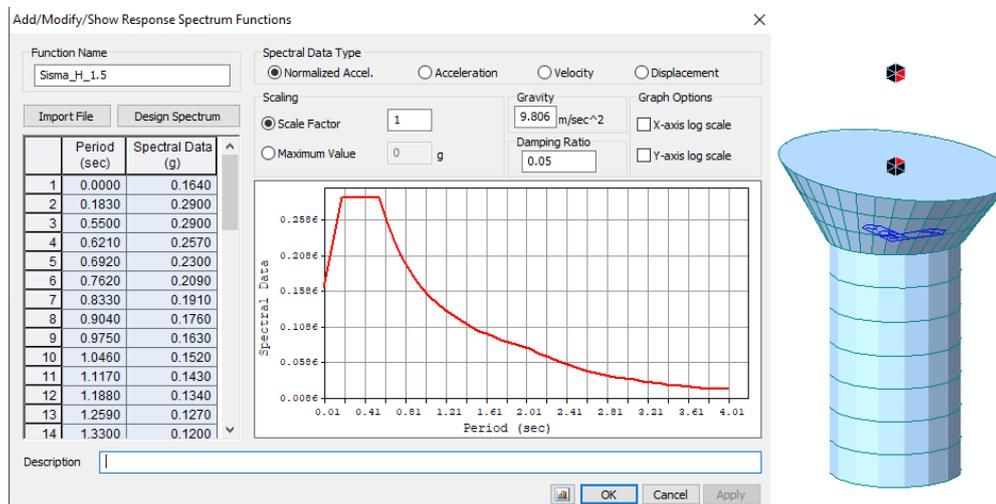
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	9.62	m ²
inerzia sezione direzione trasversale		I11	7.37	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	7.37	m ⁴
modulo elastico cls pila		E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f _{ck}	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	11.80	m
altezza plinto di fondazione		h _f	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h _{ap}	0.45	m
altezza equivalente sdof		H _e	12.25	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K _{tra}	1.2E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K _{long}	2.2E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K _{vert}	2.1E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T _{tra}	0.62	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T _{long}	0.48	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T _{vert}	0.05	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.28	0.28	0.42	0.15	g
accelerazione componente longitudinale	0.28	0.28	0.42	0.20	g
accelerazione componente verticale	0.12	0.12	0.12	0.04	g
Sforzo assiale	1428	1428	1428	477	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3436	3779	5154	1917	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	3175	3493	4763	2246	kN
Momento flessionale trasversale	51673	56840	77510	28836	kN m
Momento flessionale longitudinale	39162	43052	58611	27662	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	1575.39	3260.67	3816.25	44430.57	42693.25
SISMA q=1	1575.39	4883.49	5716.72	66569.21	63966.82
SISMA sld	402.73	1756.31	2250.58	23922.96	25181.57

Si procede con tali sollecitazioni.

5.8 Azione Idrostatica

Secondo quanto prescritto nelle cap5.2.2.8 delle NTC2018 le azioni idrodinamiche devono essere considerate sia come pressione sulle parti immerse che come effetti di modificazioni locali dell'alveo. In riferimento alla relazione idraulica si richiamano in forma tabellare i dati di base per la progettazione e verifica strutturale.

6.3.11 Escavazioni localizzate viadotto VI10

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]	Tipo di scavo
P01	2.30	0.62	24	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.63	plinto scoperto
P02	2.79	1.24	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.43	plinto scoperto
P03	2.75	1.67	12	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.63	plinto scoperto
P04	3.14	2.24	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.07	plinto scoperto
P05	3.28	2.07	24	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.12	plinto scoperto
P06	3.49	3.16	17	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	10.88	plinto scoperto
P07	2.63	3.32	4	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	9.68	plinto scoperto
P08	2.47	3.05	2	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.88	plinto scoperto
P09	2.43	2.65	7	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.51	plinto scoperto
P10	2.36	2.30	11	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.01	plinto scoperto
P11	2.39	2.04	15	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.72	plinto scoperto
P12	2.36	1.92	14	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.32	plinto scoperto
P13	2.59	1.81	18	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.38	plinto scoperto
P14	2.58	1.83	22	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.63	plinto scoperto
P15	2.26	1.74	32	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.64	plinto scoperto
P16	2.34	1.75	31	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	7.63	plinto scoperto
P17	2.01	1.49	41	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.91	plinto scoperto
P18	1.44	1.24	51	circ	3.50	3.50	quad	11.50	11.50	0.0265	5.86	plinto scoperto

Il livello medio annuo risulta essere di circa 5m pertanto si ritengono trascurabili gli effetti idrodinamici. Per quanto riguarda la pressione statica che esercita l'acqua può essere valutata con la seguente espressione:

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

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

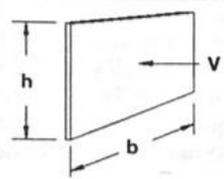
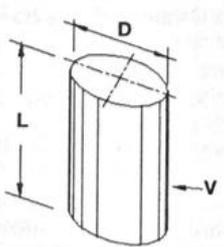
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente C_n
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞	1.16 1.20 1.50 1.90
	10^5	$\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} =$ 5 ∞	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	3.32	m/sec
densità dell'acqua	ro	1	kN sec ² /m ⁴
altezza di riinterro pila	hri	1.5	m
altezza della pila	hp	11.8	m
altezza idrica Tr 300	h300	2.63	m
scalzamento massimo Tr300	dl	9.68	m
tipologia di sezione		circolare	m
larghezza trasversale pila	b	0	m
larghezza longitudinale pila	d	0	m
raggio della sezione	r	1.75	m
rapporto geometrico	L/D	0.003143	m
viscosità cinamatica	mi	0.000894	N s/m ²
numero di Reynodls	Re	12997763	
coefficiente di forma	Cd	0.35	*

pressione dell'acqua		p	1.92892	kN/m ²	
forza risultante		Fidro	316.7376	kN	
momento alla base pila		Mpila	-490.752	kN	

tabella riassuntiva - Tr300			
	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	4.13	3	5.18
D	1.75	9.6	1.2
L/D	2.360	3.2	4.31666667
Re	6.50E+06	3.57E+07	4.46E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	1.92892	6.503216	1.92892
B	1.75	9.6	6
F	13.94	242.85	59.95
M	28.79	-364.27	-155.27

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 VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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	18405.9	616.613	981.443	3357.82	4526.28	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	12352.8	0	763.533	2315.38	3778.84	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	18405.9	1233.23	650.494	3635.29	2659.73	
A1_SLU_gr4_centrif_4	17107.1	986.58	802.308	3344.86	3628.75	
A1_SLU_gr1+vento_5	18405.9	625.579	1496.07	3357.82	6738.53	
A1_SLU_gr2+vento_6	12352.8	8.96613	1278.16	2315.38	5991.09	
A1_SLU_gr3+vento_7	18405.9	1242.19	1165.12	3635.29	4871.98	
A1_SLU_gr4+vento_8	17107.1	995.546	1316.93	3344.86	5841	
A1_SLU_vento_gr1_9	17107.1	508.234	1605.45	3122.88	7291.28	
A1_SLU_vento_gr2_10	12264.7	14.9435	1465.99	2288.93	6709.01	
A1_SLU_vento_gr3_11	17107.1	1001.52	1340.7	3344.86	5798.04	
A1_SLU_vento_gr4_12	17107.1	1001.52	1660.01	3344.86	7315.83	
SLE_rar_gr1_Treno_14	12871.3	425.25	621.143	2321.24	3096.5	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	8696.74	0	520.955	1602.32	2603.57	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	12871.3	850.5	392.903	2512.6	1809.23	
SLE_rar_gr4_centrif_17	11975.6	680.4	508.35	2312.31	2482.35	
SLE_rar_gr1+vento_18	12871.3	431.227	964.225	2321.24	4571.34	
SLE_rar_gr2+vento_19	8696.74	5.97742	864.037	1602.32	4078.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	12871.3	856.477	735.985	2512.6	3284.06	
SLE_rar_gr4+vento_21	11975.6	686.377	851.432	2312.31	3957.18	
SLE_rar_vento_gr1_22	11975.6	350.162	1051.52	2159.22	4927.52	
SLE_rar_vento_gr2_23	8635.94	9.96237	987.4	1584.08	4540.38	
SLE_rar_vento_gr3_24	11975.6	690.362	868.928	2312.31	3897.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4	

SLE_fre_gr1_Treno_27	11975.6	340.2	460.628	2159.22	2460.87
SLE_fre_gr2_Scarico_28	8635.94	0	407.195	1584.08	2078.55
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	11975.6	680.4	278.036	2312.31	1431.05
SLE_fre_gr4_centrif_30	11975.6	680.4	484.489	2312.31	2471.61
SLE_fre_gr1+vento_31	11975.6	342.192	574.989	2159.22	2952.49
SLE_fre_gr2+vento_32	8635.94	1.99247	521.555	1584.08	2570.16
SLE_fre_gr3+vento_33	11975.6	682.392	392.397	2312.31	1922.66
SLE_fre_gr4+vento_34	11975.6	682.392	598.85	2312.31	2963.22
SLE_fre_vento_gr1_35	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_vento_gr2_36	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_vento_gr3_37	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_vento_gr4_38	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_gr1_temp39	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr2_temp40	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr3_temp41	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr3_temp42	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_qp_gr1_Treno_44	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_45	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_47	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr2+vento_49	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr3+vento_50	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr4+vento_51	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr1_52	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr2_53	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr3_54	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr4_55	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr1_temp56	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp57	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp58	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp59	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_60	8865.35	3818.24	1140.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	8865.35	1146.87	3422.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	9968.13	1146.87	1140.21	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	8865.35	4199.87	1238.03	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	8865.35	1261.35	3748.75	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	9968.13	1261.35	1238.03	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	8865.35	5718.71	1627.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	8865.35	1717.01	5045.5	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	9968.13	1717.01	1627.06	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	8513.55	2252.57	688.902	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	8513.55	677.166	1918.32	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	8795.47	677.166	688.902	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	24547.3	616.613	981.443	10633.8	16107.3
A1_SLU_gr2_Scarico_2	18494.2	0	763.533	2315.38	12788.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	24547.3	1233.23	650.494	18187.3	10335.6
A1_SLU_gr4_centrif_4	23248.5	986.58	802.308	14986.5	13096
A1_SLU_gr1+vento_5	24547.3	625.579	1496.07	10739.6	24392.1
A1_SLU_gr2+vento_6	18494.2	8.96613	1278.16	2421.18	21073.3
A1_SLU_gr3+vento_7	24547.3	1242.19	1165.12	18293.1	18620.4
A1_SLU_gr4+vento_8	23248.5	995.546	1316.93	15092.3	21380.8
A1_SLU_vento_gr1_9	23248.5	508.234	1605.45	9120.04	26235.6
A1_SLU_vento_gr2_10	18406	14.9435	1465.99	2465.26	24007.7
A1_SLU_vento_gr3_11	23248.5	1001.52	1340.7	15162.8	21618.2
A1_SLU_vento_gr4_12	23248.5	1001.52	1660.01	15162.8	26904
SLE_rar_gr1_Treno_14	17420.4	425.25	621.143	7339.19	10426
SLE_rar_gr2_Scarico_15	13245.9	0	520.955	1602.32	8750.83
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17420.4	850.5	392.903	12548.5	6445.48
SLE_rar_gr4_centrif_17	16524.7	680.4	508.35	10341	8480.88
SLE_rar_gr1+vento_18	17420.4	431.227	964.225	7409.73	15949.2
SLE_rar_gr2+vento_19	13245.9	5.97742	864.037	1672.85	14274
SLE_rar_gr3+vento_20	17420.4	856.477	735.985	12619	11968.7
SLE_rar_gr4+vento_21	16524.7	686.377	851.432	10411.6	14004.1
SLE_rar_vento_gr1_22	16524.7	350.162	1051.52	6291.13	17335.5
SLE_rar_vento_gr2_23	13185.1	9.96237	987.4	1701.63	16191.7
SLE_rar_vento_gr3_24	16524.7	690.362	868.928	10458.6	14151
SLE_rar_vento_gr4_25	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2
SLE_fre_gr1_Treno_27	16524.7	340.2	460.628	6173.58	7896.29
SLE_fre_gr2_Scarico_28	13185.1	0	407.195	1584.08	6883.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16524.7	680.4	278.036	10341	4711.88
SLE_fre_gr4_centrif_30	16524.7	680.4	484.489	10341	8188.59
SLE_fre_gr1+vento_31	16524.7	342.192	574.989	6197.09	9737.36
SLE_fre_gr2+vento_32	13185.1	1.99247	521.555	1607.59	8724.51
SLE_fre_gr3+vento_33	16524.7	682.392	392.397	10364.5	6552.95
SLE_fre_gr4+vento_34	16524.7	682.392	598.85	10364.5	10029.7
SLE_fre_vento_gr1_35	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36

SLE_fre_vento_gr2_36	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_vento_gr3_37	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_vento_gr4_38	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_gr1_temp39	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr2_temp40	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr3_temp41	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr3_temp42	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_qp_gr1_Treno_44	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr2_Scarico_45	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr4_centrif_47	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr1+vento_48	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr2+vento_49	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr3+vento_50	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr4+vento_51	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr1_52	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr2_53	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr3_54	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr4_55	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr1_temp56	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr2_temp57	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_temp58	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_temp59	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
E_103x_SLV_q=1.5_60	13414.5	3818.24	1140.21	44204.4	13842.2
E_103y_SLV_q=1.5_61	13414.5	1146.87	3422.68	14319.1	44943.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	14517.3	1146.87	1140.21	14319.1	13842.2
E_103x_SLV_q=1.36_63	13414.5	4199.87	1238.03	48473.7	15175.1
E_103y_SLV_q=1.36_64	13414.5	1261.35	3748.75	15599.9	49386.7
E_103z_SLV_q=1.36_65	14517.3	1261.35	1238.03	15599.9	15175.1
E_103x_SLV_q=1_66	13414.5	5718.71	1627.06	65477.9	20483.8
E_103y_SLV_q=1_67	13414.5	1717.01	5045.5	20701.2	67082.3
E_103z_SLV_q=1_68	14517.3	1717.01	1627.06	20701.2	20483.8
E_103x_SLD_q=1_69	13062.7	2252.57	688.902	26692.7	7689.94
E_103y_SLD_q=1_70	13062.7	677.166	1918.32	9065.59	24436
E_103z_SLD_q=1_71	13344.6	677.166	688.902	9065.59	7689.94

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	37054.2	616.613	981.443	12483.7	19051.6
A1_SLU_gr2_Scarico_2	31001.1	0	763.533	2315.38	15079.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	37054.2	1233.23	650.494	21887	12287.1
A1_SLU_gr4_centrif_4	35755.4	986.58	802.308	17946.2	15502.9
A1_SLU_gr1+vento_5	37054.2	625.579	1496.07	12616.4	28880.3
A1_SLU_gr2+vento_6	31001.1	8.96613	1278.16	2448.08	24907.8
A1_SLU_gr3+vento_7	37054.2	1242.19	1165.12	22019.7	22115.7
A1_SLU_gr4+vento_8	35755.4	995.546	1316.93	18078.9	25331.6
A1_SLU_vento_gr1_9	35755.4	508.234	1605.45	10644.7	31052
A1_SLU_vento_gr2_10	30912.9	14.9435	1465.99	2510.1	28405.7
A1_SLU_vento_gr3_11	35755.4	1001.52	1340.7	18167.4	25640.3
A1_SLU_vento_gr4_12	35755.4	1001.52	1660.01	18167.4	31884
SLE_rar_gr1_Treno_14	26684.8	425.25	621.143	8614.94	12289.4
SLE_rar_gr2_Scarico_15	22510.3	0	520.955	1602.32	10313.7
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	26684.8	850.5	392.903	15100	7624.19
SLE_rar_gr4_centrif_17	25789.1	680.4	508.35	12382.2	10005.9
SLE_rar_gr1+vento_18	26684.8	431.227	964.225	8703.41	18841.9
SLE_rar_gr2+vento_19	22510.3	5.97742	864.037	1690.78	16866.1
SLE_rar_gr3+vento_20	26684.8	856.477	735.985	15188.5	14176.6
SLE_rar_gr4+vento_21	25789.1	686.377	851.432	12470.7	16558.4
SLE_rar_vento_gr1_22	25789.1	350.162	1051.52	7341.62	20490
SLE_rar_vento_gr2_23	22449.5	9.96237	987.4	1731.52	19153.9
SLE_rar_vento_gr3_24	25789.1	690.362	868.928	12529.7	16757.8
SLE_rar_vento_gr4_25	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7
SLE_fre_gr1_Treno_27	25789.1	340.2	460.628	7194.18	9278.18
SLE_fre_gr2_Scarico_28	22449.5	0	407.195	1584.08	8105.03
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	25789.1	680.4	278.036	12382.2	5545.99
SLE_fre_gr4_centrif_30	25789.1	680.4	484.489	12382.2	9642.05
SLE_fre_gr1+vento_31	25789.1	342.192	574.989	7223.67	11462.3
SLE_fre_gr2+vento_32	22449.5	1.99247	521.555	1613.57	10289.2
SLE_fre_gr3+vento_33	25789.1	682.392	392.397	12411.7	7730.14
SLE_fre_gr4+vento_34	25789.1	682.392	598.85	12411.7	11826.2
SLE_fre_vento_gr1_35	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_vento_gr2_36	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187

SLE_fre_vento_gr3_37	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_vento_gr4_38	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_gr1_temp39	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr2_temp40	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr3_temp41	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr3_temp42	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_qp_gr1_Treno_44	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr2_Scarico_45	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr4_centrif_47	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr1+vento_48	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr2+vento_49	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr3+vento_50	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr4+vento_51	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr1_52	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr2_53	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr3_54	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr4_55	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr1_temp56	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr2_temp57	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_temp58	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_temp59	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
E_103x_SLV_q=1.5_60	22807.2	4910.58	1467.91	58936.1	18246
E_103y_SLV_q=1.5_61	22807.2	2239.21	3750.38	21036.7	56194.8
E_103z_SLV_q=1.5_62	24209.4	2239.21	1467.91	21036.7	18246
E_103x_SLV_q=1.36_63	22807.2	5292.21	1565.73	64350.3	19872.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	22807.2	2353.69	4076.45	22661	61616
E_103z_SLV_q=1.36_65	24209.4	2353.69	1565.73	22661	19872.3
E_103x_SLV_q=1_66	22807.2	6811.05	1954.76	85911.1	26348.1
E_103y_SLV_q=1_67	22807.2	2809.35	5373.2	29129.2	83201.9
E_103z_SLV_q=1_68	24209.4	2809.35	1954.76	29129.2	26348.1
E_103x_SLD_q=1_69	22372.4	2798.31	852.623	35087.6	10247.8
E_103y_SLD_q=1_70	22372.4	1222.9	2082.04	12734.3	30682.1
E_103z_SLD_q=1_71	22760	1222.9	852.623	12734.3	10247.8

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

6.1.2 Configurazione 2

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_72	16323.5	616.613	906.476	7754.34	4284.31	
A1_SLU_gr2_Scarico_73	12352.8	0	763.533	2315.38	3778.84	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	16323.5	1233.23	575.527	8031.82	2417.76	
A1_SLU_gr4_centrif_75	15441.2	986.58	742.334	6862.08	3435.16	
A1_SLU_gr1+vento_76	16323.5	625.579	1421.1	7754.34	6496.56	
A1_SLU_gr2+vento_77	12352.8	8.96613	1278.16	2315.38	5991.09	
A1_SLU_gr3+vento_78	16323.5	1242.19	1090.15	8031.82	4630	
A1_SLU_gr4+vento_79	15441.2	995.546	1256.96	6862.08	5647.41	
A1_SLU_vento_gr1_80	15441.2	508.234	1557.48	6640.1	7103.09	
A1_SLU_vento_gr2_81	12264.7	14.9435	1465.99	2288.93	6709.01	
A1_SLU_vento_gr3_82	15441.2	1001.52	1292.72	6862.08	5609.85	
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1001.52	1600.04	6862.08	7122.25	
SLE_rar_gr1_Treno_85	11435.1	425.25	586.676	5353.33	2937.38	
SLE_rar_gr2_Scarico_86	8696.74	0	520.955	1602.32	2603.57	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	11435.1	850.5	358.435	5544.69	1650.1	
SLE_rar_gr4_centrif_88	10826.6	680.4	480.776	4737.97	2355.05	
SLE_rar_gr1+vento_89	11435.1	431.227	929.758	5353.33	4412.21	
SLE_rar_gr2+vento_90	8696.74	5.97742	864.037	1602.32	4078.4	
SLE_rar_gr3+vento_91	11435.1	856.477	701.517	5544.69	3124.93	
SLE_rar_gr4+vento_92	10826.6	686.377	823.858	4737.97	3829.88	
SLE_rar_vento_gr1_93	10826.6	350.162	1029.46	4584.88	4802.7	
SLE_rar_vento_gr2_94	8635.94	9.96237	987.4	1584.08	4540.38	
SLE_rar_vento_gr3_95	10826.6	690.362	846.869	4737.97	3772.88	
SLE_rar_vento_gr4_96	10826.6	690.362	1052.58	4737.97	4813.1	
SLE_fre_gr1_Treno_98	10826.6	340.2	442.246	4584.88	2337.71	
SLE_fre_gr2_Scarico_99	8635.94	0	407.195	1584.08	2078.55	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	10826.6	680.4	259.653	4737.97	1307.89	
SLE_fre_gr4_centrif_101	10826.6	680.4	461.511	4737.97	2346.38	
SLE_fre_gr1+vento_102	10826.6	342.192	556.606	4584.88	2829.32	
SLE_fre_gr2+vento_103	8635.94	1.99247	521.555	1584.08	2570.16	
SLE_fre_gr3+vento_104	10826.6	682.392	374.014	4737.97	1799.5	
SLE_fre_gr4+vento_105	10826.6	682.392	575.872	4737.97	2837.99	

SLE_fre_vento_gr1_106	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_vento_gr2_107	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_vento_gr3_108	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_vento_gr4_109	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_gr1_temp110	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr2_temp111	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr3_temp112	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr3_temp113	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_qp_gr1_Treno_115	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_116	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_118	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_119	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr2+vento_120	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr3+vento_121	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr4+vento_122	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr1_123	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr2_124	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr3_125	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr4_126	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr1_temp127	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp128	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp129	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp130	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_131	8865.35	3818.24	1140.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	8865.35	1146.87	3422.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	9968.13	1146.87	1140.21	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	8865.35	4199.87	1238.03	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	8865.35	1261.35	3748.75	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	9968.13	1261.35	1238.03	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	8865.35	5718.71	1627.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	8865.35	1717.01	5045.5	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	9968.13	1717.01	1627.06	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	8535.78	2248.07	737.207	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	8535.78	675.816	2079.34	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	8869.54	675.816	737.207	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	22464.8	616.613	906.476	15030.4	14980.7
A1_SLU_gr2_Scarico_73	18494.2	0	763.533	2315.38	12788.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	22464.8	1233.23	575.527	22583.9	9208.97
A1_SLU_gr4_centrif_75	21582.6	986.58	742.334	18503.7	12194.7
A1_SLU_gr1+vento_76	22464.8	625.579	1421.1	15136.2	23265.5
A1_SLU_gr2+vento_77	18494.2	8.96613	1278.16	2421.18	21073.3
A1_SLU_gr3+vento_78	22464.8	1242.19	1090.15	22689.7	17493.8
A1_SLU_gr4+vento_79	21582.6	995.546	1256.96	18609.5	20479.5
A1_SLU_vento_gr1_80	21582.6	508.234	1557.48	12637.3	25481.3
A1_SLU_vento_gr2_81	18406	14.9435	1465.99	2465.26	24007.7
A1_SLU_vento_gr3_82	21582.6	1001.52	1292.72	18680.1	20863.9
A1_SLU_vento_gr4_83	21582.6	1001.52	1600.04	18680.1	26002.7
SLE_rar_gr1_Treno_85	15984.3	425.25	586.676	10371.3	9860.15
SLE_rar_gr2_Scarico_86	13245.9	0	520.955	1602.32	8750.83
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	15984.3	850.5	358.435	15580.6	5879.64
SLE_rar_gr4_centrif_88	15375.8	680.4	480.776	12766.7	8028.21
SLE_rar_gr1+vento_89	15984.3	431.227	929.758	10441.8	15383.4
SLE_rar_gr2+vento_90	13245.9	5.97742	864.037	1672.85	14274
SLE_rar_gr3+vento_91	15984.3	856.477	701.517	15651.1	11402.8
SLE_rar_gr4+vento_92	15375.8	686.377	823.858	12837.2	13551.4
SLE_rar_vento_gr1_93	15375.8	350.162	1029.46	8716.8	16950.3
SLE_rar_vento_gr2_94	13185.1	9.96237	987.4	1701.63	16191.7
SLE_rar_vento_gr3_95	15375.8	690.362	846.869	12884.2	13765.9
SLE_rar_vento_gr4_96	15375.8	690.362	1052.58	12884.2	17233.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	15375.8	340.2	442.246	8599.24	7556.21
SLE_fre_gr2_Scarico_99	13185.1	0	407.195	1584.08	6883.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	15375.8	680.4	259.653	12766.7	4371.8
SLE_fre_gr4_centrif_101	15375.8	680.4	461.511	12766.7	7792.21
SLE_fre_gr1+vento_102	15375.8	342.192	556.606	8622.75	9397.28
SLE_fre_gr2+vento_103	13185.1	1.99247	521.555	1607.59	8724.51
SLE_fre_gr3+vento_104	15375.8	682.392	374.014	12790.2	6212.86
SLE_fre_gr4+vento_105	15375.8	682.392	575.872	12790.2	9633.27
SLE_fre_vento_gr1_106	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36

SLE_fre_vento_gr2_107	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_vento_gr3_108	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_vento_gr4_109	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_gr1_temp110	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr2_temp111	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr3_temp112	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr3_temp113	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_qp_gr1_Treno_115	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr2_Scarico_116	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr4_centrif_118	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr1+vento_119	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr2+vento_120	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr3+vento_121	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr4+vento_122	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr1_123	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr2_124	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr3_125	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr4_126	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr1_temp127	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr2_temp128	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_temp129	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_temp130	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
E_103x_SLV_q=1.5_131	13414.5	3818.24	1140.21	44204.4	13842.2
E_103y_SLV_q=1.5_132	13414.5	1146.87	3422.68	14319.1	44943.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	14517.3	1146.87	1140.21	14319.1	13842.2
E_103x_SLV_q=1.36_134	13414.5	4199.87	1238.03	48473.7	15175.1
E_103y_SLV_q=1.36_135	13414.5	1261.35	3748.75	15599.9	49386.7
E_103z_SLV_q=1.36_136	14517.3	1261.35	1238.03	15599.9	15175.1
E_103x_SLV_q=1_137	13414.5	5718.71	1627.06	65477.9	20483.8
E_103y_SLV_q=1_138	13414.5	1717.01	5045.5	20701.2	67082.3
E_103z_SLV_q=1_139	14517.3	1717.01	1627.06	20701.2	20483.8
E_103x_SLD_q=1_140	13085	2248.07	737.207	29173.4	9163.87
E_103y_SLD_q=1_141	13085	675.816	2079.34	9809.8	29349.1
E_103z_SLD_q=1_142	13418.7	675.816	737.207	9809.8	9163.87

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	34971.7	616.613	906.476	16880.2	17700.1
A1_SLU_gr2_Scarico_73	31001.1	0	763.533	2315.38	15079.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	34971.7	1233.23	575.527	26283.5	10935.6
A1_SLU_gr4_centrif_75	34089.4	986.58	742.334	21463.5	14421.7
A1_SLU_gr1+vento_76	34971.7	625.579	1421.1	17012.9	27528.8
A1_SLU_gr2+vento_77	31001.1	8.96613	1278.16	2448.08	24907.8
A1_SLU_gr3+vento_78	34971.7	1242.19	1090.15	26416.2	20764.2
A1_SLU_gr4+vento_79	34089.4	995.546	1256.96	21596.2	24250.4
A1_SLU_vento_gr1_80	34089.4	508.234	1557.48	14162	30153.7
A1_SLU_vento_gr2_81	30912.9	14.9435	1465.99	2510.1	28405.7
A1_SLU_vento_gr3_82	34089.4	1001.52	1292.72	21684.6	24742.1
A1_SLU_vento_gr4_83	34089.4	1001.52	1600.04	21684.6	30802.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	25248.6	425.25	586.676	11647	11620.2
SLE_rar_gr2_Scarico_86	22510.3	0	520.955	1602.32	10313.7
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	25248.6	850.5	358.435	18132.1	6954.94
SLE_rar_gr4_centrif_88	24640.2	680.4	480.776	14807.9	9470.53
SLE_rar_gr1+vento_89	25248.6	431.227	929.758	11735.5	18172.6
SLE_rar_gr2+vento_90	22510.3	5.97742	864.037	1690.78	16866.1
SLE_rar_gr3+vento_91	25248.6	856.477	701.517	18220.6	13507.4
SLE_rar_gr4+vento_92	24640.2	686.377	823.858	14896.4	16023
SLE_rar_vento_gr1_93	24640.2	350.162	1029.46	9767.29	20038.7
SLE_rar_vento_gr2_94	22449.5	9.96237	987.4	1731.52	19153.9
SLE_rar_vento_gr3_95	24640.2	690.362	846.869	14955.3	16306.5
SLE_rar_vento_gr4_96	24640.2	690.362	1052.58	14955.3	20391.3
SLE_fre_gr1_Treno_98	24640.2	340.2	442.246	9619.84	8882.95
SLE_fre_gr2_Scarico_99	22449.5	0	407.195	1584.08	8105.03
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	24640.2	680.4	259.653	14807.9	5150.76
SLE_fre_gr4_centrif_101	24640.2	680.4	461.511	14807.9	9176.74
SLE_fre_gr1+vento_102	24640.2	342.192	556.606	9649.33	11067.1
SLE_fre_gr2+vento_103	22449.5	1.99247	521.555	1613.57	10289.2
SLE_fre_gr3+vento_104	24640.2	682.392	374.014	14837.4	7334.9
SLE_fre_gr4+vento_105	24640.2	682.392	575.872	14837.4	11360.9
SLE_fre_vento_gr1_106	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187

SLE_fre_vento_gr2_107	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_vento_gr3_108	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_vento_gr4_109	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_gr1_temp110	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr2_temp111	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr3_temp112	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr3_temp113	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_qp_gr1_Treno_115	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr2_Scarico_116	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr4_centrif_118	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr1+vento_119	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr2+vento_120	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr3+vento_121	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr4+vento_122	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr1_123	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr2_124	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr3_125	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr4_126	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr1_temp127	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr2_temp128	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_temp129	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_temp130	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
E_103x_SLV_q=1.5_131	22807.2	4910.58	1467.91	58936.1	18246
E_103y_SLV_q=1.5_132	22807.2	2239.21	3750.38	21036.7	56194.8
E_103z_SLV_q=1.5_133	24209.4	2239.21	1467.91	21036.7	18246
E_103x_SLV_q=1.36_134	22807.2	5292.21	1565.73	64350.3	19872.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	22807.2	2353.69	4076.45	22661	61616
E_103z_SLV_q=1.36_136	24209.4	2353.69	1565.73	22661	19872.3
E_103x_SLV_q=1_137	22807.2	6811.05	1954.76	85911.1	26348.1
E_103y_SLV_q=1_138	22807.2	2809.35	5373.2	29129.2	83201.9
E_103z_SLV_q=1_139	24209.4	2809.35	1954.76	29129.2	26348.1
E_103x_SLD_q=1_140	22394.6	2793.81	900.928	37554.8	11866.7
E_103y_SLD_q=1_141	22394.6	1221.55	2243.06	13474.5	36078.3
E_103z_SLD_q=1_142	22834.1	1221.55	900.928	13474.5	11866.7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

6.1.3 Configurazione 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_143	18405.9	616.613	981.443	3357.82	4526.28	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	12352.8	0	763.533	2315.38	3778.84	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	18405.9	1233.23	650.494	3635.29	2659.73	
A1_SLU_gr4_centrif_146	17107.1	986.58	802.308	3344.86	3628.75	
A1_SLU_gr1+vento_147	18405.9	625.579	1496.07	3357.82	6738.53	
A1_SLU_gr2+vento_148	12352.8	8.96613	1278.16	2315.38	5991.09	
A1_SLU_gr3+vento_149	18405.9	1242.19	1165.12	3635.29	4871.98	
A1_SLU_gr4+vento_150	17107.1	995.546	1316.93	3344.86	5841	
A1_SLU_vento_gr1_151	17107.1	508.234	1605.45	3122.88	7291.28	
A1_SLU_vento_gr2_152	12264.7	14.9435	1465.99	2288.93	6709.01	
A1_SLU_vento_gr3_153	17107.1	1001.52	1340.7	3344.86	5798.04	
A1_SLU_vento_gr4_154	17107.1	1001.52	1660.01	3344.86	7315.83	
SLE_rar_gr1_Treno_156	12871.3	425.25	621.143	2321.24	3096.5	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	8696.74	0	520.955	1602.32	2603.57	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	12871.3	850.5	392.903	2512.6	1809.23	
SLE_rar_gr4_centrif_159	11975.6	680.4	508.35	2312.31	2482.35	
SLE_rar_gr1+vento_160	12871.3	431.227	964.225	2321.24	4571.34	
SLE_rar_gr2+vento_161	8696.74	5.97742	864.037	1602.32	4078.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	12871.3	856.477	735.985	2512.6	3284.06	
SLE_rar_gr4+vento_163	11975.6	686.377	851.432	2312.31	3957.18	
SLE_rar_vento_gr1_164	11975.6	350.162	1051.52	2159.22	4927.52	
SLE_rar_vento_gr2_165	8635.94	9.96237	987.4	1584.08	4540.38	
SLE_rar_vento_gr3_166	11975.6	690.362	868.928	2312.31	3897.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4	
SLE_fre_gr1_Treno_169	11975.6	340.2	460.628	2159.22	2460.87	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	8635.94	0	407.195	1584.08	2078.55	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	11975.6	680.4	278.036	2312.31	1431.05	
SLE_fre_gr4_centrif_172	11975.6	680.4	484.489	2312.31	2471.61	
SLE_fre_gr1+vento_173	11975.6	342.192	574.989	2159.22	2952.49	
SLE_fre_gr2+vento_174	8635.94	1.99247	521.555	1584.08	2570.16	
SLE_fre_gr3+vento_175	11975.6	682.392	392.397	2312.31	1922.66	
SLE_fre_gr4+vento_176	11975.6	682.392	598.85	2312.31	2963.22	
SLE_fre_vento_gr1_177	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47	

SLE_fre_vento_gr2_178	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_vento_gr3_179	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_vento_gr4_180	8392.74	4.98118	333.55	1511.12	1250.47
SLE_fre_gr1_temp181	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr2_temp182	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr3_temp183	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_fre_gr3_temp184	8392.74	1.99247	171.538	1511.12	517.341
SLE_qp_gr1_Treno_186	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_Scarico_187	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr4_centrif_189	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_190	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr2+vento_191	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr3+vento_192	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr4+vento_193	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr1_194	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr2_195	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr3_196	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_vento_gr4_197	8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr1_temp198	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr2_temp199	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp200	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr3_temp201	8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
E_103x_SLV_q=1.5_202	8865.35	3818.24	1140.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	8865.35	1146.87	3422.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	9968.13	1146.87	1140.21	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	8865.35	4199.87	1238.03	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	8865.35	1261.35	3748.75	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	9968.13	1261.35	1238.03	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	8865.35	5718.71	1627.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	8865.35	1717.01	5045.5	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	9968.13	1717.01	1627.06	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	8535.78	2248.07	737.207	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	8535.78	675.816	2079.34	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	8869.54	675.816	737.207	0	0

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	24547.3	616.613	981.443	10633.8	16107.3
A1_SLU_gr2_Scarico_144	18494.2	0	763.533	2315.38	12788.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	24547.3	1233.23	650.494	18187.3	10335.6
A1_SLU_gr4_centrif_146	23248.5	986.58	802.308	14986.5	13096
A1_SLU_gr1+vento_147	24547.3	625.579	1496.07	10739.6	24392.1
A1_SLU_gr2+vento_148	18494.2	8.96613	1278.16	2421.18	21073.3
A1_SLU_gr3+vento_149	24547.3	1242.19	1165.12	18293.1	18620.4
A1_SLU_gr4+vento_150	23248.5	995.546	1316.93	15092.3	21380.8
A1_SLU_vento_gr1_151	23248.5	508.234	1605.45	9120.04	26235.6
A1_SLU_vento_gr2_152	18406	14.9435	1465.99	2465.26	24007.7
A1_SLU_vento_gr3_153	23248.5	1001.52	1340.7	15162.8	21618.2
A1_SLU_vento_gr4_154	23248.5	1001.52	1660.01	15162.8	26904
SLE_rar_gr1_Treno_156	17420.4	425.25	621.143	7339.19	10426
SLE_rar_gr2_Scarico_157	13245.9	0	520.955	1602.32	8750.83
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	17420.4	850.5	392.903	12548.5	6445.48
SLE_rar_gr4_centrif_159	16524.7	680.4	508.35	10341	8480.88
SLE_rar_gr1+vento_160	17420.4	431.227	964.225	7409.73	15949.2
SLE_rar_gr2+vento_161	13245.9	5.97742	864.037	1672.85	14274
SLE_rar_gr3+vento_162	17420.4	856.477	735.985	12619	11968.7
SLE_rar_gr4+vento_163	16524.7	686.377	851.432	10411.6	14004.1
SLE_rar_vento_gr1_164	16524.7	350.162	1051.52	6291.13	17335.5
SLE_rar_vento_gr2_165	13185.1	9.96237	987.4	1701.63	16191.7
SLE_rar_vento_gr3_166	16524.7	690.362	868.928	10458.6	14151
SLE_rar_vento_gr4_167	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2
SLE_fre_gr1_Treno_169	16524.7	340.2	460.628	6173.58	7896.29
SLE_fre_gr2_Scarico_170	13185.1	0	407.195	1584.08	6883.44
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	16524.7	680.4	278.036	10341	4711.88
SLE_fre_gr4_centrif_172	16524.7	680.4	484.489	10341	8188.59
SLE_fre_gr1+vento_173	16524.7	342.192	574.989	6197.09	9737.36
SLE_fre_gr2+vento_174	13185.1	1.99247	521.555	1607.59	8724.51
SLE_fre_gr3+vento_175	16524.7	682.392	392.397	10364.5	6552.95
SLE_fre_gr4+vento_176	16524.7	682.392	598.85	10364.5	10029.7
SLE_fre_vento_gr1_177	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36

SLE_fre_vento_gr2_178	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_vento_gr3_179	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_vento_gr4_180	12941.9	4.98118	333.55	1569.9	5186.36
SLE_fre_gr1_temp181	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr2_temp182	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr3_temp183	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_fre_gr3_temp184	12941.9	1.99247	171.538	1534.63	2541.49
SLE_qp_gr1_Treno_186	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr2_Scarico_187	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr4_centrif_189	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr1+vento_190	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr2+vento_191	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr3+vento_192	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr4+vento_193	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr1_194	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr2_195	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr3_196	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_vento_gr4_197	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr1_temp198	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr2_temp199	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_temp200	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr3_temp201	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
E_103x_SLV_q=1.5_202	13414.5	3818.24	1140.21	44204.4	13842.2
E_103y_SLV_q=1.5_203	13414.5	1146.87	3422.68	14319.1	44943.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	14517.3	1146.87	1140.21	14319.1	13842.2
E_103x_SLV_q=1.36_205	13414.5	4199.87	1238.03	48473.7	15175.1
E_103y_SLV_q=1.36_206	13414.5	1261.35	3748.75	15599.9	49386.7
E_103z_SLV_q=1.36_207	14517.3	1261.35	1238.03	15599.9	15175.1
E_103x_SLV_q=1_208	13414.5	5718.71	1627.06	65477.9	20483.8
E_103y_SLV_q=1_209	13414.5	1717.01	5045.5	20701.2	67082.3
E_103z_SLV_q=1_210	14517.3	1717.01	1627.06	20701.2	20483.8
E_103x_SLD_q=1_211	13085	2248.07	737.207	29173.4	9163.87
E_103y_SLD_q=1_212	13085	675.816	2079.34	9809.8	29349.1
E_103z_SLD_q=1_213	13418.7	675.816	737.207	9809.8	9163.87

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	37054.2	616.613	981.443	12483.7	19051.6
A1_SLU_gr2_Scarico_144	31001.1	0	763.533	2315.38	15079.1
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	37054.2	1233.23	650.494	21887	12287.1
A1_SLU_gr4_centrif_146	35755.4	986.58	802.308	17946.2	15502.9
A1_SLU_gr1+vento_147	37054.2	625.579	1496.07	12616.4	28880.3
A1_SLU_gr2+vento_148	31001.1	8.96613	1278.16	2448.08	24907.8
A1_SLU_gr3+vento_149	37054.2	1242.19	1165.12	22019.7	22115.7
A1_SLU_gr4+vento_150	35755.4	995.546	1316.93	18078.9	25331.6
A1_SLU_vento_gr1_151	35755.4	508.234	1605.45	10644.7	31052
A1_SLU_vento_gr2_152	30912.9	14.9435	1465.99	2510.1	28405.7
A1_SLU_vento_gr3_153	35755.4	1001.52	1340.7	18167.4	25640.3
A1_SLU_vento_gr4_154	35755.4	1001.52	1660.01	18167.4	31884
SLE_rar_gr1_Treno_156	26684.8	425.25	621.143	8614.94	12289.4
SLE_rar_gr2_Scarico_157	22510.3	0	520.955	1602.32	10313.7
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	26684.8	850.5	392.903	15100	7624.19
SLE_rar_gr4_centrif_159	25789.1	680.4	508.35	12382.2	10005.9
SLE_rar_gr1+vento_160	26684.8	431.227	964.225	8703.41	18841.9
SLE_rar_gr2+vento_161	22510.3	5.97742	864.037	1690.78	16866.1
SLE_rar_gr3+vento_162	26684.8	856.477	735.985	15188.5	14176.6
SLE_rar_gr4+vento_163	25789.1	686.377	851.432	12470.7	16558.4
SLE_rar_vento_gr1_164	25789.1	350.162	1051.52	7341.62	20490
SLE_rar_vento_gr2_165	22449.5	9.96237	987.4	1731.52	19153.9
SLE_rar_vento_gr3_166	25789.1	690.362	868.928	12529.7	16757.8
SLE_rar_vento_gr4_167	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7
SLE_fre_gr1_Treno_169	25789.1	340.2	460.628	7194.18	9278.18
SLE_fre_gr2_Scarico_170	22449.5	0	407.195	1584.08	8105.03
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	25789.1	680.4	278.036	12382.2	5545.99
SLE_fre_gr4_centrif_172	25789.1	680.4	484.489	12382.2	9642.05
SLE_fre_gr1+vento_173	25789.1	342.192	574.989	7223.67	11462.3
SLE_fre_gr2+vento_174	22449.5	1.99247	521.555	1613.57	10289.2
SLE_fre_gr3+vento_175	25789.1	682.392	392.397	12411.7	7730.14
SLE_fre_gr4+vento_176	25789.1	682.392	598.85	12411.7	11826.2
SLE_fre_vento_gr1_177	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187

SLE_fre_vento_gr2_178	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_vento_gr3_179	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_vento_gr4_180	22206.3	4.98118	333.55	1584.84	6187
SLE_fre_gr1_temp181	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr2_temp182	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr3_temp183	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_fre_gr3_temp184	22206.3	1.99247	171.538	1540.61	3056.11
SLE_qp_gr1_Treno_186	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr2_Scarico_187	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr4_centrif_189	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr1+vento_190	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr2+vento_191	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr3+vento_192	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr4+vento_193	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr1_194	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr2_195	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr3_196	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_vento_gr4_197	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr1_temp198	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr2_temp199	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_temp200	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr3_temp201	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
E_103x_SLV_q=1.5_202	22807.2	4910.58	1467.91	58936.1	18246
E_103y_SLV_q=1.5_203	22807.2	2239.21	3750.38	21036.7	56194.8
E_103z_SLV_q=1.5_204	24209.4	2239.21	1467.91	21036.7	18246
E_103x_SLV_q=1.36_205	22807.2	5292.21	1565.73	64350.3	19872.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	22807.2	2353.69	4076.45	22661	61616
E_103z_SLV_q=1.36_207	24209.4	2353.69	1565.73	22661	19872.3
E_103x_SLV_q=1_208	22807.2	6811.05	1954.76	85911.1	26348.1
E_103y_SLV_q=1_209	22807.2	2809.35	5373.2	29129.2	83201.9
E_103z_SLV_q=1_210	24209.4	2809.35	1954.76	29129.2	26348.1
E_103x_SLD_q=1_211	22394.6	2793.81	900.928	37554.8	11866.7
E_103y_SLD_q=1_212	22394.6	1221.55	2243.06	13474.5	36078.3
E_103z_SLD_q=1_213	22834.1	1221.55	900.928	13474.5	11866.7

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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		12871.3	425.25	621.143	2321.24	3096.5
SLE_rar_gr3+vento_20		12871.3	856.477	735.985	2512.6	3284.06
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		12871.3	850.5	392.903	2512.6	1809.23
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	680.4	508.35	2312.31	2482.35
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	690.362	508.35	2312.31	4940.4
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4
SLE_rar_gr4_centrif_17		11975.6	680.4	508.35	2312.31	2482.35
SLE_rar_vento_gr4_25		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
SLE_qp_gr1_Treno_44		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416
SLE_qp_gr1+vento_48		8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052
E_103x_SLD_q=1_69		8513.55	2252.57	688.902	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		8513.55	677.166	1918.32	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		8795.47	677.166	688.902	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17420.4	425.25	621.143	7339.19	10426	
SLE_rar_gr3+vento_20	17420.4	856.477	735.985	12619	11968.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_gr3+vento_20	17420.4	856.477	735.985	12619	11968.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_gr4_centrif_17	16524.7	680.4	508.35	10341	8480.88	
SLE_rar_vento_gr4_25	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_qp_gr1_Treno_44	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689	
SLE_qp_gr1+vento_48	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76	
SLE_qp_gr1+vento_48	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76	
SLE_qp_gr1+vento_48	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76	
SLE_qp_gr1+vento_48	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76	
E_103x_SLD_q=1_69	13062.7	2252.57	688.902	26692.7	7689.94	
E_103y_SLD_q=1_70	13062.7	677.166	1918.32	9065.59	24436	
E_103z_SLD_q=1_71	13344.6	677.166	688.902	9065.59	7689.94	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	26684.8	425.25	621.143	8614.94	12289.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	26684.8	856.477	735.985	15188.5	14176.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_gr3+vento_20	26684.8	856.477	735.985	15188.5	14176.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_gr4_centrif_17	25789.1	680.4	508.35	12382.2	10005.9	
SLE_rar_vento_gr4_25	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_qp_gr1_Treno_44	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633	
SLE_qp_gr1+vento_48	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78	
SLE_qp_gr1+vento_48	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78	
SLE_qp_gr1+vento_48	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78	
SLE_qp_gr1+vento_48	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78	
E_103x_SLD_q=1_69	22372.4	2798.31	852.623	35087.6	10247.8	
E_103y_SLD_q=1_70	22372.4	1222.9	2082.04	12734.3	30682.1	
E_103z_SLD_q=1_71	22760	1222.9	852.623	12734.3	10247.8	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		11435.1	425.25	586.676	5353.33	2937.38	
SLE_rar_gr3+vento_91		11435.1	856.477	701.517	5544.69	3124.93	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	690.362	1052.58	4737.97	4813.1	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		11435.1	850.5	358.435	5544.69	1650.1	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	690.362	1052.58	4737.97	4813.1	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	680.4	480.776	4737.97	2355.05	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	690.362	1052.58	4737.97	4813.1	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	690.362	1052.58	4737.97	4813.1	
SLE_rar_gr4_centrif_88		10826.6	680.4	480.776	4737.97	2355.05	
SLE_rar_vento_gr4_96		10826.6	690.362	1052.58	4737.97	4813.1	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052	
SLE_qp_gr1_Treno_115		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_119		8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052	
E_103x_SLD_q=1_140		8535.78	2248.07	737.207	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		8535.78	675.816	2079.34	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		8869.54	675.816	737.207	0	0	

BASE PILA						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_85		15984.3	425.25	621.143	7339.19	10426
SLE_rar_gr3+vento_91		15984.3	856.477	701.517	15651.1	11402.8
SLE_rar_vento_gr4_96		15375.8	690.362	1052.58	12884.2	17233.5
SLE_rar_gr3+vento_91		15984.3	856.477	701.517	15651.1	11402.8
SLE_rar_vento_gr4_96		15375.8	690.362	1052.58	12884.2	17233.5
SLE_rar_gr4_centrif_88		15375.8	680.4	480.776	12766.7	8028.21
SLE_rar_vento_gr4_96		15375.8	690.362	1052.58	12884.2	17233.5
SLE_rar_vento_gr4_96		15375.8	690.362	1052.58	12884.2	17233.5
SLE_rar_vento_gr4_96		15375.8	690.362	1052.58	12884.2	17233.5
SLE_rar_vento_gr4_96		15375.8	690.362	1052.58	12884.2	17233.5
SLE_qp_gr1_Treno_115		12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689
SLE_qp_gr1+vento_119		12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr1+vento_119		12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr1+vento_119		12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
SLE_qp_gr1+vento_119		12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76
E_103x_SLD_q=1_140		13085	2248.07	737.207	29173.4	9163.87
E_103y_SLD_q=1_141		13085	675.816	2079.34	9809.8	29349.1
E_103z_SLD_q=1_142		13418.7	675.816	737.207	9809.8	9163.87

BASE FONDAZIONE						
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
SLE_rar_gr1_Treno_85		25248.6	425.25	621.143	8614.94	12289.4
SLE_rar_gr3+vento_91		25248.6	856.477	701.517	18220.6	13507.4
SLE_rar_vento_gr4_96		24640.2	690.362	1052.58	14955.3	20391.3
SLE_rar_gr3+vento_91		25248.6	856.477	701.517	18220.6	13507.4
SLE_rar_vento_gr4_96		24640.2	690.362	1052.58	14955.3	20391.3
SLE_rar_gr4_centrif_88		24640.2	680.4	480.776	14807.9	9470.53
SLE_rar_vento_gr4_96		24640.2	690.362	1052.58	14955.3	20391.3
SLE_rar_vento_gr4_96		24640.2	690.362	1052.58	14955.3	20391.3
SLE_rar_vento_gr4_96		24640.2	690.362	1052.58	14955.3	20391.3
SLE_rar_vento_gr4_96		24640.2	690.362	1052.58	14955.3	20391.3
SLE_qp_gr1_Treno_115		22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633
SLE_qp_gr1+vento_119		22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr1+vento_119		22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr1+vento_119		22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
SLE_qp_gr1+vento_119		22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78
E_103x_SLD_q=1_140		22394.6	2793.81	900.928	37554.8	11866.7
E_103y_SLD_q=1_141		22394.6	1221.55	2243.06	13474.5	36078.3
E_103z_SLD_q=1_142		22834.1	1221.55	900.928	13474.5	11866.7

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		12871.3	425.25	621.143	2321.24	3096.5	
SLE_rar_gr3+vento_162		12871.3	856.477	735.985	2512.6	3284.06	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		12871.3	850.5	392.903	2512.6	1809.23	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4	
SLE_rar_gr4_centrif_159		11975.6	680.4	508.35	2312.31	2482.35	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4	
SLE_rar_gr4_centrif_159		11975.6	680.4	508.35	2312.31	2482.35	
SLE_rar_vento_gr4_167		11975.6	690.362	1080.15	2312.31	4940.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	1.99247	162.009	1511.12	513.052	
SLE_qp_gr1_Treno_186		8392.74	0	47.6481	1511.12	21.4416	
SLE_qp_gr1+vento_190		8392.74	1.99247	162.009	162.009	513.052	
E_103x_SLD_q=1_211		8535.78	2248.07	737.207	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		8535.78	675.816	2079.34	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		8869.54	675.816	737.207	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	17420.4	425.25	621.143	7339.19	10426	
SLE_rar_gr3+vento_162	17420.4	856.477	735.985	12619	11968.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_gr3+vento_162	17420.4	856.477	735.985	12619	11968.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_gr4_centrif_159	16524.7	680.4	508.35	10341	8480.88	
SLE_rar_vento_gr4_167	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	16524.7	690.362	1080.15	10458.6	17686.2	
SLE_qp_gr1_Treno_186	12941.9	0	47.6481	1511.12	583.689	
SLE_qp_gr1+vento_190	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76	
SLE_qp_gr1+vento_190	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76	
SLE_qp_gr1+vento_190	12941.9	1.99247	162.009	1534.63	2424.76	
SLE_qp_gr1+vento_190	12941.9	1.99247	162.009	162.009	2424.76	
E_103x_SLD_q=1_211	13085	2248.07	737.207	29173.4	9163.87	
E_103y_SLD_q=1_212	13085	675.816	2079.34	9809.8	29349.1	
E_103z_SLD_q=1_213	13418.7	675.816	737.207	9809.8	9163.87	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	26684.8	425.25	621.143	8614.94	12289.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	26684.8	856.477	735.985	15188.5	14176.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_gr3+vento_162	26684.8	856.477	735.985	15188.5	14176.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_gr4_centrif_159	25789.1	680.4	508.35	12382.2	10005.9	
SLE_rar_vento_gr4_167	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	25789.1	690.362	1080.15	12529.7	20926.7	
SLE_qp_gr1_Treno_186	22206.3	0	47.6481	1511.12	726.633	
SLE_qp_gr1+vento_190	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78	
SLE_qp_gr1+vento_190	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78	
SLE_qp_gr1+vento_190	22206.3	1.99247	162.009	1540.61	2910.78	
SLE_qp_gr1+vento_190	22206.3	1.99247	162.009	162.009	2910.78	
E_103x_SLD_q=1_211	22394.6	2793.81	900.928	37554.8	11866.7	
E_103y_SLD_q=1_212	22394.6	1221.55	2243.06	13474.5	36078.3	
E_103z_SLD_q=1_213	22834.1	1221.55	900.928	13474.5	11866.7	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

TESTA PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			18405.9	616.613	981.443	3357.82	4526.28
A1_SLU_gr3+vento_7			18405.9	1242.19	1165.12	3635.29	4871.98
A1_SLU_vento_gr4_12			17107.1	1001.52	1660.01	3344.86	7315.83
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3			18405.9	1233.23	650.494	3635.29	2659.73
A1_SLU_vento_gr4_12			17107.1	1001.52	1660.01	3344.86	7315.83
E_103x_SLV_q=1.5_60			8865.35	3818.24	1140.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61			8865.35	1146.87	3422.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62			9968.13	1146.87	1140.21	0	0
E_103x_SLV_q=1_66			8865.35	5718.71	1627.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_67			8865.35	1717.01	5045.5	0	0
E_103z_SLV_q=1_68			9968.13	1717.01	1627.06	0	0
BASE PILA							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			24547.3	616.613	981.443	10633.8	16107.3
A1_SLU_gr3+vento_7			24547.3	1242.19	1165.12	18293.1	18620.4
A1_SLU_vento_gr4_12			23248.5	1001.52	1660.01	15162.8	26904
A1_SLU_gr3+vento_7			24547.3	1242.19	1165.12	18293.1	18620.4
A1_SLU_vento_gr4_12			23248.5	1001.52	1660.01	15162.8	26904
E_103x_SLV_q=1.5_60			13414.5	3818.24	1140.21	44204.4	13842.2
E_103y_SLV_q=1.5_61			13414.5	1146.87	3422.68	14319.1	44943.6
E_103z_SLV_q=1.5_62			14517.3	1146.87	1140.21	14319.1	13842.2
E_103x_SLV_q=1_66			13414.5	5718.71	1627.06	65477.9	20483.8
E_103y_SLV_q=1_67			13414.5	1717.01	5045.5	20701.2	67082.3
E_103z_SLV_q=1_68			14517.3	1717.01	1627.06	20701.2	20483.8
BASE FONDAZIONE							
			N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_1			37054.2	616.613	981.443	12483.7	19051.6
A1_SLU_gr3+vento_7			37054.2	1242.19	1165.12	22019.7	22115.7
A1_SLU_vento_gr4_12			35755.4	1001.52	1660.01	18167.4	31884
A1_SLU_gr3+vento_7			37054.2	1242.19	1165.12	22019.7	22115.7
A1_SLU_vento_gr4_12			35755.4	1001.52	1660.01	18167.4	31884
E_103x_SLV_q=1.36_63			22807.2	5292.21	1565.73	64350.3	19872.3
E_103y_SLV_q=1.36_64			22807.2	2353.69	4076.45	22661	61616
E_103z_SLV_q=1.36_65			24209.4	2353.69	1565.73	22661	19872.3
E_103x_SLV_q=1_66			22807.2	6811.05	1954.76	85911.1	26348.1
E_103y_SLV_q=1_67			22807.2	2809.35	5373.2	29129.2	83201.9
E_103z_SLV_q=1_68			24209.4	2809.35	1954.76	29129.2	26348.1

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	16323.5	616.613	906.476	7754.34	4284.31	
A1_SLU_gr3+vento_78	16323.5	1242.19	1090.15	8031.82	4630	
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1001.52	1600.04	6862.08	7122.25	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	16323.5	1233.23	575.527	8031.82	2417.76	
A1_SLU_vento_gr4_83	15441.2	1001.52	1600.04	6862.08	7122.25	
E_103x_SLV_q=1.5_131	8865.35	3818.24	1140.21	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	8865.35	1146.87	3422.68	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	9968.13	1146.87	1140.21	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	8865.35	5718.71	1627.06	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	8865.35	1717.01	5045.5	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	9968.13	1717.01	1627.06	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	22464.8	616.613	906.476	15030.4	14980.7	
A1_SLU_gr3+vento_78	22464.8	1242.19	1090.15	22689.7	17493.8	
A1_SLU_vento_gr4_83	21582.6	1001.52	1600.04	18680.1	26002.7	
A1_SLU_gr3+vento_78	22464.8	1242.19	1090.15	22689.7	17493.8	
A1_SLU_vento_gr4_83	21582.6	1001.52	1600.04	18680.1	26002.7	
E_103x_SLV_q=1.5_131	13414.5	3818.24	1140.21	44204.4	13842.2	
E_103y_SLV_q=1.5_132	13414.5	1146.87	3422.68	14319.1	44943.6	
E_103z_SLV_q=1.5_133	14517.3	1146.87	1140.21	14319.1	13842.2	
E_103x_SLV_q=1_137	13414.5	5718.71	1627.06	65477.9	20483.8	
E_103y_SLV_q=1_138	13414.5	1717.01	5045.5	20701.2	67082.3	
E_103z_SLV_q=1_139	14517.3	1717.01	1627.06	20701.2	20483.8	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	34971.7	616.613	906.476	16880.2	17700.1	
A1_SLU_gr3+vento_78	34971.7	1242.19	1090.15	26416.2	20764.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	34089.4	1001.52	1600.04	21684.6	30802.8	
A1_SLU_gr3+vento_78	34971.7	1242.19	1090.15	26416.2	20764.2	
A1_SLU_vento_gr4_83	34089.4	1001.52	1600.04	21684.6	30802.8	
E_103x_SLV_q=1.36_134	22807.2	5292.21	1565.73	64350.3	19872.3	
E_103y_SLV_q=1.36_135	22807.2	2353.69	4076.45	22661	61616	
E_103z_SLV_q=1.36_136	24209.4	2353.69	1565.73	22661	19872.3	
E_103x_SLV_q=1_137	22807.2	6811.05	1954.76	85911.1	26348.1	
E_103y_SLV_q=1_138	22807.2	2809.35	5373.2	29129.2	83201.9	
E_103z_SLV_q=1_139	24209.4	2809.35	1954.76	29129.2	26348.1	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

Configurazione3

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		18405.9	616.613	981.443	3357.82	4526.28
A1_SLU_gr3+vento_149		18405.9	1242.19	1165.12	3635.29	4871.98
A1_SLU_vento_gr4_154		17107.1	1001.52	1660.01	3344.86	7315.83
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145		18405.9	1233.23	650.494	3635.29	2659.73
A1_SLU_vento_gr4_154		17107.1	1001.52	1660.01	3344.86	7315.83
E_103x_SLV_q=1.5_202		8865.35	3818.24	1140.21	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203		8865.35	1146.87	3422.68	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204		9968.13	1146.87	1140.21	0	0
E_103x_SLV_q=1_208		8865.35	5718.71	1627.06	0	0
E_103y_SLV_q=1_209		8865.35	1717.01	5045.5	0	0
E_103z_SLV_q=1_210		9968.13	1717.01	1627.06	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		24547.3	616.613	981.443	10633.8	16107.3
A1_SLU_gr3+vento_149		24547.3	1242.19	1165.12	18293.1	18620.4
A1_SLU_vento_gr4_154		23248.5	1001.52	1660.01	15162.8	26904
A1_SLU_gr3+vento_149		24547.3	1242.19	1165.12	18293.1	18620.4
A1_SLU_vento_gr4_154		23248.5	1001.52	1660.01	15162.8	26904
E_103x_SLV_q=1.5_202		13414.5	3818.24	1140.21	44204.4	13842.2
E_103y_SLV_q=1.5_203		13414.5	1146.87	3422.68	14319.1	44943.6
E_103z_SLV_q=1.5_204		14517.3	1146.87	1140.21	14319.1	13842.2
E_103x_SLV_q=1_208		13414.5	5718.71	1627.06	65477.9	20483.8
E_103y_SLV_q=1_209		13414.5	1717.01	5045.5	20701.2	67082.3
E_103z_SLV_q=1_210		14517.3	1717.01	1627.06	20701.2	20483.8
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		37054.2	616.613	981.443	12483.7	19051.6
A1_SLU_gr3+vento_149		37054.2	1242.19	1165.12	22019.7	22115.7
A1_SLU_vento_gr4_154		35755.4	1001.52	1660.01	18167.4	31884
A1_SLU_gr3+vento_149		37054.2	1242.19	1165.12	22019.7	22115.7
A1_SLU_vento_gr4_154		35755.4	1001.52	1660.01	18167.4	31884
E_103x_SLV_q=1.36_205		22807.2	5292.21	1565.73	64350.3	19872.3
E_103y_SLV_q=1.36_206		22807.2	2353.69	4076.45	22661	61616
E_103z_SLV_q=1.36_207		24209.4	2353.69	1565.73	22661	19872.3
E_103x_SLV_q=1_208		22807.2	6811.05	1954.76	85911.1	26348.1
E_103y_SLV_q=1_209		22807.2	2809.35	5373.2	29129.2	83201.9
E_103z_SLV_q=1_210		24209.4	2809.35	1954.76	29129.2	26348.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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	164 $\Phi 26$ interasse 10 cm*	$\Phi 12/15$	8.7 cm
plinto	Trasv: 3 strati $\Phi 30/10$ Long 3 strati $\Phi 30/10$	-	8.7 cm
pali	36 $\Phi 30$ interasse 10 cm*	$\Phi 12/20$	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

8.1 Modellazione

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

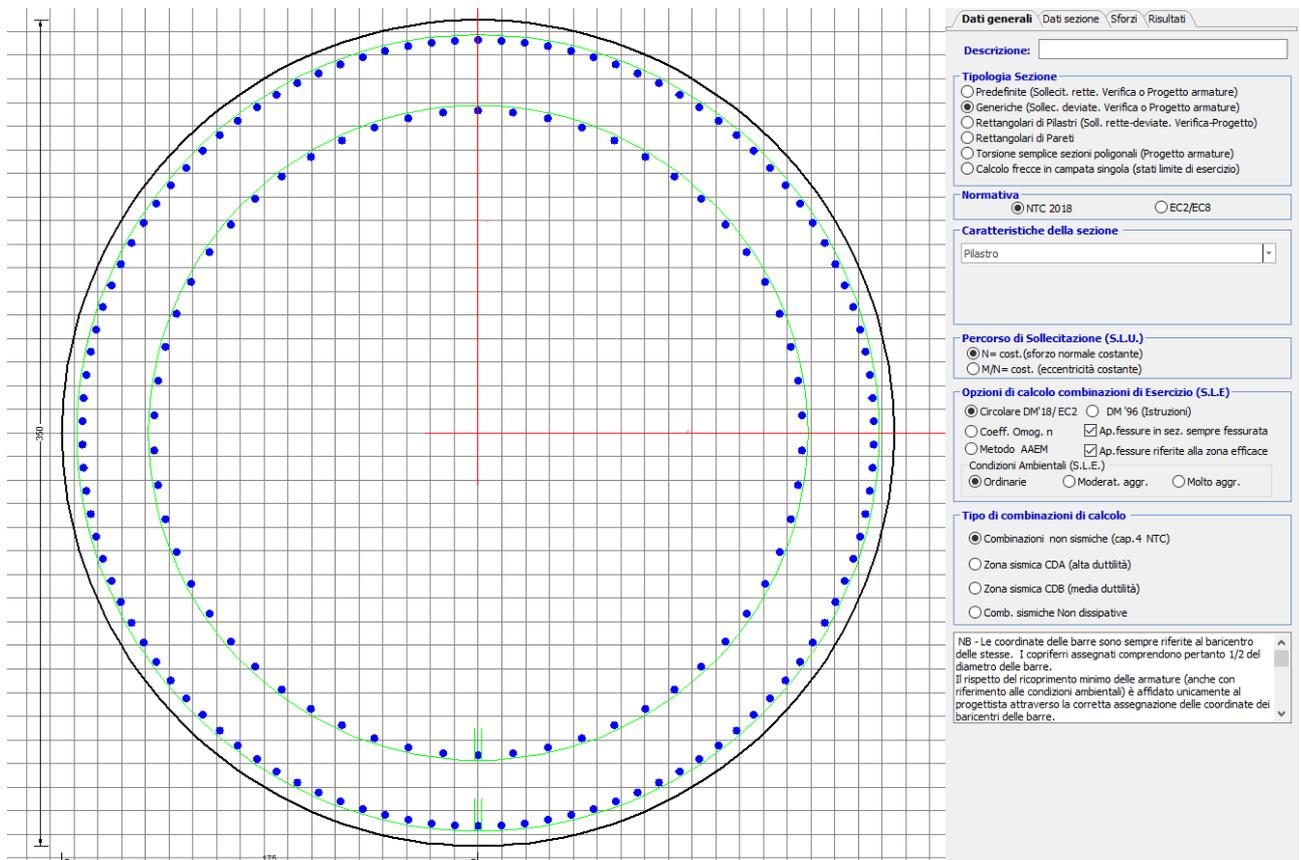


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 164 di diametro $\Phi 26$ che corrispondono ad un passo di 10cm lungo il bordo esterno e speculari internamente.

8.2 Verifica a presso flessione

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi baric. X',Y' // assi coordinate.
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

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

ACCIAIO -

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C32/40

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	166.5	106	26
2	0.0	0.0	136.5	58	26

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

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.
Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
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	24547.27	10633.85	16107.32	0.00	0.00
2	24547.27	18293.15	18620.37	0.00	0.00
3	23248.50	15162.84	26903.98	0.00	0.00
4	24547.27	18293.15	18620.37	0.00	0.00
5	23248.50	15162.84	26903.98	0.00	0.00
6	13414.53	44204.37	13842.22	0.00	0.00
7	13414.53	14319.09	44943.62	0.00	0.00
8	14517.30	14319.09	13842.22	0.00	0.00
9	22464.84	15030.37	14980.72	0.00	0.00
10	22464.84	22689.67	17493.77	0.00	0.00
11	21582.56	18680.06	26002.71	0.00	0.00
12	22464.84	22689.67	17493.77	0.00	0.00
13	21582.56	18680.06	26002.71	0.00	0.00
14	13414.53	44204.37	13842.22	0.00	0.00
15	13414.53	14319.09	44943.62	0.00	0.00
16	14517.30	14319.09	13842.22	0.00	0.00
17	24547.27	10633.85	16107.32	0.00	0.00
18	24547.27	18293.15	18620.37	0.00	0.00
19	23248.50	15162.84	26903.98	0.00	0.00
20	24547.27	18293.15	18620.37	0.00	0.00
21	23248.50	15162.84	26903.98	0.00	0.00
22	13414.53	44204.37	13842.22	0.00	0.00
23	13414.53	14319.09	44943.62	0.00	0.00
24	14517.30	14319.09	13842.22	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	17420.44	7339.19	10426.00
2	17420.44	12619.04	11968.68
3	16524.73	10458.58	17686.22
4	17420.44	12619.04	11968.68
5	16524.73	10458.58	17686.22
6	15984.28	7339.19	10426.00
7	15984.28	15651.12	11402.84
8	15375.81	12884.25	17233.54
9	15984.28	15651.12	11402.84
10	15375.81	12884.25	17233.54
11	17420.44	7339.19	10426.00
12	17420.44	12619.04	11968.68
13	16524.73	10458.58	17686.22
14	17420.44	12619.04	11968.68
15	16524.73	10458.58	17686.22
16	13062.73	26692.69	7689.94
17	13062.73	9065.59	24436.01
18	13344.64	9065.59	7689.94
19	13084.95	29173.39	9163.87

20	13084.95	9809.80	29349.12
21	13418.72	9809.80	9163.87
22	13084.95	29173.39	9163.87
23	13084.95	9809.80	29349.12
24	13418.72	9809.80	9163.87

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	16524.73	10341.03 (28256.39)	8480.88 (23173.62)
2	16524.73	10458.58 (12560.89)	17686.22 (21241.37)
3	16524.73	10458.58 (12560.89)	17686.22 (21241.37)
4	16524.73	10458.58 (12560.89)	17686.22 (21241.37)
5	16524.73	10458.58 (12560.89)	17686.22 (21241.37)
6	15375.81	12766.69 (24930.93)	8028.21 (15677.58)
7	15375.81	12884.25 (13842.11)	17233.54 (18514.74)
8	15375.81	12884.25 (13842.11)	17233.54 (18514.74)
9	15375.81	12884.25 (13842.11)	17233.54 (18514.74)
10	15375.81	12884.25 (13842.11)	17233.54 (18514.74)
11	16524.73	10341.03 (28256.39)	8480.88 (23173.62)
12	16524.73	10458.58 (12560.89)	17686.22 (21241.37)
13	16524.73	10458.58 (12560.89)	17686.22 (21241.37)
14	16524.73	10458.58 (12560.89)	17686.22 (21241.37)
15	16524.73	10458.58 (12560.89)	17686.22 (21241.37)

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	12941.91	1511.12 (0.00)	583.69 (0.00)
2	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
3	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
4	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
5	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
6	12941.91	1511.12 (0.00)	583.69 (0.00)
7	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
8	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
9	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
10	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
11	12941.91	1511.12 (0.00)	583.69 (0.00)
12	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
13	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
14	12941.91	1534.63 (0.00)	2424.76 (0.00)
15	12941.91	162.01 (0.00)	2424.76 (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: 7.3 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	24547.27	10633.85	16107.32	24547.11	39220.52(39220.52)	59419.00(59419.00)	3.69870.7(288.6)	
2	S	24547.27	18293.15	18620.37	24547.30	49890.79(49890.79)	50786.86(50786.86)	2.73870.7(288.6)	
3	S	23248.50	15162.84	26903.98	23248.78	34450.80(34450.80)	61137.32(61137.32)	2.27870.7(288.6)	
4	S	24547.27	18293.15	18620.37	24547.30	49890.79(49890.79)	50786.86(50786.86)	2.73870.7(288.6)	
5	S	23248.50	15162.84	26903.98	23248.78	34450.80(34450.80)	61137.32(61137.32)	2.27870.7(288.6)	
6	S	13414.53	44204.37	13842.22	13414.33	58839.34(58839.34)	18417.27(18417.27)	1.33870.7(288.6)	
7	S	13414.53	14319.09	44943.62	13414.78	18718.61(18718.61)	58740.45(58740.45)	1.31870.7(288.6)	
8	S	14517.30	14319.09	13842.22	14517.35	45062.45(45062.45)	43563.19(43563.19)	3.15870.7(288.6)	
9	S	22464.84	15030.37	14980.72	22464.66	49264.73(49264.73)	49094.44(49094.44)	3.28870.7(288.6)	
10	S	22464.84	22689.67	17493.77	22464.94	55078.81(55078.81)	42464.32(42464.32)	2.43870.7(288.6)	
11	S	21582.56	18680.06	26002.71	21582.33	40156.88(40156.88)	55904.73(55904.73)	2.15870.7(288.6)	
12	S	22464.84	22689.67	17493.77	22464.94	55078.81(55078.81)	42464.32(42464.32)	2.43870.7(288.6)	
13	S	21582.56	18680.06	26002.71	21582.33	40156.88(40156.88)	55904.73(55904.73)	2.15870.7(288.6)	
14	S	13414.53	44204.37	13842.22	13414.33	58839.34(58839.34)	18417.27(18417.27)	1.33870.7(288.6)	
15	S	13414.53	14319.09	44943.62	13414.78	18718.61(18718.61)	58740.45(58740.45)	1.31870.7(288.6)	
16	S	14517.30	14319.09	13842.22	14517.35	45062.45(45062.45)	43563.19(43563.19)	3.15870.7(288.6)	
17	S	24547.27	10633.85	16107.32	24547.11	39220.52(39220.52)	59419.00(59419.00)	3.69870.7(288.6)	
18	S	24547.27	18293.15	18620.37	24547.30	49890.79(49890.79)	50786.86(50786.86)	2.73870.7(288.6)	
19	S	23248.50	15162.84	26903.98	23248.78	34450.80(34450.80)	61137.32(61137.32)	2.27870.7(288.6)	
20	S	24547.27	18293.15	18620.37	24547.30	49890.79(49890.79)	50786.86(50786.86)	2.73870.7(288.6)	
21	S	23248.50	15162.84	26903.98	23248.78	34450.80(34450.80)	61137.32(61137.32)	2.27870.7(288.6)	
22	S	13414.53	44204.37	13842.22	13414.33	58839.34(58839.34)	18417.27(18417.27)	1.33870.7(288.6)	
23	S	13414.53	14319.09	44943.62	13414.78	18718.61(18718.61)	58740.45(58740.45)	1.31870.7(288.6)	
24	S	14517.30	14319.09	13842.22	14517.35	45062.45(45062.45)	43563.19(43563.19)	3.15870.7(288.6)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	146.0	163.2	0.00323	140.8	88.9	-0.00750	-140.8	-88.9
2	0.00350	124.8	93.6	0.00322	116.0	119.5	-0.00750	-116.0	-119.5
3	0.00350	152.5	93.6	0.00322	145.8	80.4	-0.00772	-145.8	-80.4
4	0.00350	124.8	93.6	0.00322	116.0	119.5	-0.00750	-116.0	-119.5

5	0.00350	152.5	93.6	0.00322	145.8	80.4	-0.00772	-145.8	-80.4
6	0.00350	52.3	163.2	0.00317	48.6	159.2	-0.00976	-48.6	-159.2
7	0.00350	166.7	93.6	0.00317	157.7	53.3	-0.00976	-157.7	-53.3
8	0.00350	121.6	93.6	0.00318	116.0	119.5	-0.00949	-116.0	-119.5
9	0.00350	123.5	93.6	0.00322	116.0	119.5	-0.00786	-116.0	-119.5
10	0.00350	106.9	93.6	0.00322	101.0	132.3	-0.00786	-101.0	-132.3
11	0.00350	142.1	163.2	0.00321	135.3	97.1	-0.00802	-135.3	-97.1
12	0.00350	106.9	93.6	0.00322	101.0	132.3	-0.00786	-101.0	-132.3
13	0.00350	142.1	93.6	0.00321	135.3	97.1	-0.00802	-135.3	-97.1
14	0.00350	52.3	93.6	0.00317	48.6	159.2	-0.00976	-48.6	-159.2
15	0.00350	166.7	11.7	0.00317	157.7	53.3	-0.00976	-157.7	-53.3
16	0.00350	121.6	168.2	0.00318	116.0	119.5	-0.00949	-116.0	-119.5
17	0.00350	146.0	60.9	0.00323	140.8	88.9	-0.00750	-140.8	-88.9
18	0.00350	124.8	133.5	0.00322	116.0	119.5	-0.00750	-116.0	-119.5
19	0.00350	152.5	167.0	0.00322	145.8	80.4	-0.00772	-145.8	-80.4
20	0.00350	124.8	55.5	0.00322	116.0	119.5	-0.00750	-116.0	-119.5
21	0.00350	152.5	127.9	0.00322	145.8	80.4	-0.00772	-145.8	-80.4
22	0.00350	52.3	167.0	0.00317	48.6	159.2	-0.00976	-48.6	-159.2
23	0.00350	166.7	55.5	0.00317	157.7	53.3	-0.00976	-157.7	-53.3
24	0.00350	121.6	127.9	0.00318	116.0	119.5	-0.00949	-116.0	-119.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000026877	0.000017744	-0.002136032	----	----
2	0.000022977	0.000022573	-0.002136672	----	----
3	0.000028623	0.000016132	-0.002249857	----	----
4	0.000022977	0.000022573	-0.002136672	----	----
5	0.000028623	0.000016132	-0.002249857	----	----
6	0.000011602	0.000037049	-0.003294083	----	----
7	0.000036998	0.000011788	-0.003295276	----	----
8	0.000026445	0.000027356	-0.003158472	----	----
9	0.000023479	0.000023556	-0.002320300	----	----
10	0.000020309	0.000026341	-0.002320606	----	----
11	0.000027391	0.000019677	-0.002402098	----	----
12	0.000020309	0.000026341	-0.002320606	----	----
13	0.000027391	0.000019677	-0.002402098	----	----
14	0.000011602	0.000037049	-0.003294083	----	----
15	0.000036998	0.000011788	-0.003295276	----	----
16	0.000026445	0.000027356	-0.003158472	----	----
17	0.000026877	0.000017744	-0.002136032	----	----
18	0.000022977	0.000022573	-0.002136672	----	----
19	0.000028623	0.000016132	-0.002249857	----	----
20	0.000022977	0.000022573	-0.002136672	----	----
21	0.000028623	0.000016132	-0.002249857	----	----
22	0.000011602	0.000037049	-0.003294083	----	----
23	0.000036998	0.000011788	-0.003295276	----	----
24	0.000026445	0.000027356	-0.003158472	----	----

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	4.22	143.1	0.0	-15.5	-135.3	-97.1	3075	79.6
2	S	5.59	120.4	0.0	-44.1	-116.0	-119.5	6392	143.4
3	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
4	S	5.59	120.4	0.0	-44.1	-116.0	-119.5	6392	143.4
5	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
6	S	4.16	143.1	0.0	-19.6	-135.3	-97.1	3836	90.3
7	S	6.29	103.0	0.0	-69.2	-101.0	-132.3	8557	169.9
8	S	7.09	140.2	0.0	-94.8	-135.3	-97.1	10016	191.1
9	S	6.29	103.0	0.0	-69.2	-101.0	-132.3	8557	169.9
10	S	7.09	140.2	0.0	-94.8	-135.3	-97.1	10016	191.1
11	S	4.22	143.1	0.0	-15.5	-135.3	-97.1	3075	79.6
12	S	5.59	120.4	0.0	-44.1	-116.0	-119.5	6392	143.4
13	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
14	S	5.59	120.4	0.0	-44.1	-116.0	-119.5	6392	143.4
15	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
16	S	9.50	48.4	0.0	-187.0	-48.6	-159.2	12173	217.7
17	S	8.87	164.1	0.0	-166.9	-157.7	-53.3	11953	212.4
18	S	3.83	113.2	0.0	-23.8	-108.7	-126.1	4554	100.9
19	S	10.52	52.4	0.0	-220.1	-48.6	-159.2	12509	228.3
20	S	10.65	166.0	0.0	-224.5	-157.7	-53.3	12461	217.7
21	S	4.32	119.5	0.0	-34.2	-116.0	-119.5	6413	143.4
22	S	10.52	52.4	0.0	-220.1	-48.6	-159.2	12509	228.3
23	S	10.65	166.0	0.0	-224.5	-157.7	-53.3	12461	217.7
24	S	4.32	119.5	0.0	-34.2	-116.0	-119.5	6413	143.4

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00009	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	529	0.025 (990.00)	24622.89	34979.10
2	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	573	0.076 (990.00)	21029.57	19945.74
3	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (990.00)	12560.89	21241.37
4	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	573	0.076 (990.00)	21029.57	19945.74
5	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (990.00)	12560.89	21241.37
6	S	-0.00011	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	558	0.033 (990.00)	21467.56	30496.65
7	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	616	0.128 (990.00)	20268.81	14767.12
8	S	-0.00050	0	0.833	26.0	72	0.00028 (0.00028)	631	0.179 (990.00)	13842.11	18514.74
9	S	-0.00037	0	0.833	26.0	72	0.00021 (0.00021)	616	0.128 (990.00)	20268.81	14767.12
10	S	-0.00050	0	0.833	26.0	72	0.00028 (0.00028)	631	0.179 (990.00)	13842.11	18514.74
11	S	-0.00009	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	529	0.025 (990.00)	24622.89	34979.10

12	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	573	0.076 (990.00)	21029.57	19945.74
13	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (990.00)	12560.89	21241.37
14	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	573	0.076 (990.00)	21029.57	19945.74
15	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (990.00)	12560.89	21241.37
16	S	-0.00098	0	0.833	26.0	72	0.00056 (0.00056)	657	0.369 (990.00)	18948.83	5459.00
17	S	-0.00087	0	0.833	26.0	72	0.00050 (0.00050)	659	0.330 (990.00)	6989.07	18838.82
18	S	-0.00013	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	577	0.041 (990.00)	24749.21	20993.67
19	S	-0.00115	0	0.833	26.0	72	0.00066 (0.00066)	648	0.428 (990.00)	18345.93	5762.78
20	S	-0.00117	0	0.833	26.0	72	0.00067 (0.00067)	666	0.449 (990.00)	6077.88	18183.90
21	S	-0.00018	0	0.833	26.0	72	0.00010 (0.00010)	574	0.059 (990.00)	21142.33	19750.21
22	S	-0.00115	0	0.833	26.0	72	0.00066 (0.00066)	648	0.428 (990.00)	18345.93	5762.78
23	S	-0.00117	0	0.833	26.0	72	0.00067 (0.00067)	666	0.449 (990.00)	6077.88	18183.90
24	S	-0.00018	0	0.833	26.0	72	0.00010 (0.00010)	574	0.059 (990.00)	21142.33	19750.21

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	4.35	111.0	0.0	-21.3	-108.7	-126.1	3953	95.6
2	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
3	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
4	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
5	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
6	S	4.85	93.2	0.0	-36.9	-84.7	-143.4	6097	138.0
7	S	7.09	140.2	0.0	-94.8	-135.3	-97.1	10016	191.1
8	S	7.09	140.2	0.0	-94.8	-135.3	-97.1	10016	191.1
9	S	7.09	140.2	0.0	-94.8	-135.3	-97.1	10016	191.1
10	S	7.09	140.2	0.0	-94.8	-135.3	-97.1	10016	191.1
11	S	4.35	111.0	0.0	-21.3	-108.7	-126.1	3953	95.6
12	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
13	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
14	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9
15	S	6.69	150.6	0.0	-76.4	-140.8	-88.9	8796	169.9

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	-0.00012	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	550	0.035 (0.20)	28256.39	23173.62
2	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (0.20)	12560.89	21241.37
3	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (0.20)	12560.89	21241.37
4	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (0.20)	12560.89	21241.37
5	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (0.20)	12560.89	21241.37
6	S	-0.00020	0	0.833	26.0	72	0.00011 (0.00011)	570	0.063 (0.20)	24930.93	15677.58
7	S	-0.00050	0	0.833	26.0	72	0.00028 (0.00028)	631	0.179 (0.20)	13842.11	18514.74
8	S	-0.00050	0	0.833	26.0	72	0.00028 (0.00028)	631	0.179 (0.20)	13842.11	18514.74
9	S	-0.00050	0	0.833	26.0	72	0.00028 (0.00028)	631	0.179 (0.20)	13842.11	18514.74
10	S	-0.00050	0	0.833	26.0	72	0.00028 (0.00028)	631	0.179 (0.20)	13842.11	18514.74
11	S	-0.00012	0	0.833	26.0	72	0.00006 (0.00006)	550	0.035 (0.20)	28256.39	23173.62
12	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (0.20)	12560.89	21241.37
13	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (0.20)	12560.89	21241.37
14	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (0.20)	12560.89	21241.37
15	S	-0.00040	0	0.833	26.0	72	0.00023 (0.00023)	626	0.144 (0.20)	12560.89	21241.37

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	1.50	63.1	0.0	13.3	-58.0	-156.1	----	----
2	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	----	----
3	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	----	----

4	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
5	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
6	S	1.50	63.1	0.0	13.3	-58.0	-156.1	---	---
7	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
8	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
9	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
10	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
11	S	1.50	63.1	0.0	13.3	-58.0	-156.1	---	---
12	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
13	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
14	S	1.74	147.9	0.0	9.8	-140.8	-88.9	---	---
15	S	1.66	174.6	0.0	11.0	-165.8	-14.8	---	---

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	A_{sw}	5	cm ²
passo staffe	s	15	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	c'	9	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
Direzione Longitudinale			
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	V_c	23293	kN
resistenza staffe	V_s	7457	kN
taglio resisitente	V_r	7457	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	5946	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.80	
Direzione Trasversale			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione biella	ϑ	22	gradi
resistenza puntoni	V_c	23293	kN
resistenza staffe	V_s	7457	kN
taglio resisitente	V_r	7457	kN
taglio massimo agente	V_{ed}	5330	kN
	V_{ed}/V_{rd}	0.71	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	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 VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	164	
diametro del ferro longitudinale	fi	26	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	87072	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm ³
		0.91%	>0.6%
minimi per confinamento se $q \leq 1.5$			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.15	g
coefficiente di verifica	ζ	0.07	
interasse staffe	s	150	mm
diametro armature trasversale	φ	12	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm ²
Area totale staffe	Asw	2.26	mm ²
area totale legature	Asl	12.69	mm ²
percentuale meccanica arm. Trasv	wwd,r	0.0592	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

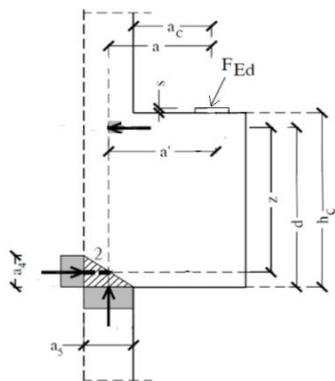
8.5 Verifica spostamenti

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

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

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

9. PULVINO

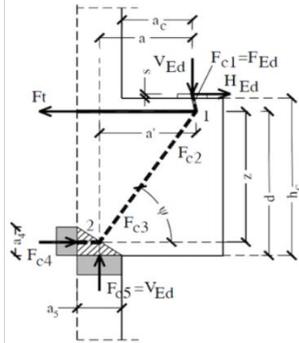
<u>Geometria mensola</u>						
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]		
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]		
	profondità	b	2000	[mm]		
	copriferro	c	85	[mm]		
	applicazione carico	ac	50	[mm]		
	altezza utile	d	1915	[mm]		
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]		
	tipologia di mensola:		MENSOLA MOLTO TOZZA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

9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

Calcolo armatura principale

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

modello 1



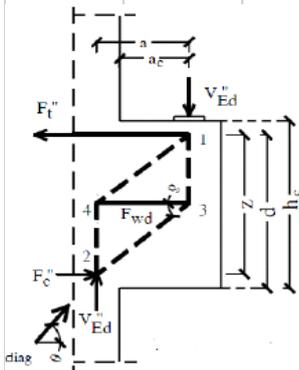
azione esterna applicata	Fed = Fc5	6136.817569	[Kn]
forza orizzontale trasmessa	Hed	245.3608156	
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
larghezza risultante di riferimento	a5	194.0524309	[mm]
braccio della forza di compressione	a	147.0262154	[mm]
trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	674.6351817	[Kn]
armatura superiore	As	1724.067687	[mm2]
diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]
passo armature	p	20	[cm]
numero di strati di barre	nst	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.165615489	

verifica nodo 1 CCC

lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
tensione di compressione 4	s4	0.44036239	[Mpa]	Oke

Calcolo armatura secondaria orizzontale

modello 2



angolo di inclinazione	Ψ	83.72334553	[gradi]
coefficiente di ripartizione	c	14.18809679	[%]
braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]
braccio della forza di compressione	a	147.0262154	[mm]
trazione nelle barre secondarie	Fwd	1106.488937	[Kn]
armatura secondaria	As	2827.693949	[mm2]
armatura minima 0.25As	Amin	502.4	
diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]
passo armature direzione b	s	20	[cm]
numero di strati di barre	nst	1	
numeri ferri predisposti in b	n	10	
areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]
coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.165615489	

verifica nodo 2 CCT

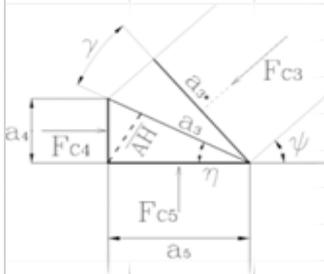
(sotto la piastra)

area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]	
tensione di compr. sotto la piastra	sc1	9.588777451	[Mpa]	Oke

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	6136.817569	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	674.6351817	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	6173.855315	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	194.0524309	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	790.1976626	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	195.2226073	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	69.54599434	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.44036239	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	3.906525929	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81234725	[Mpa]	OK



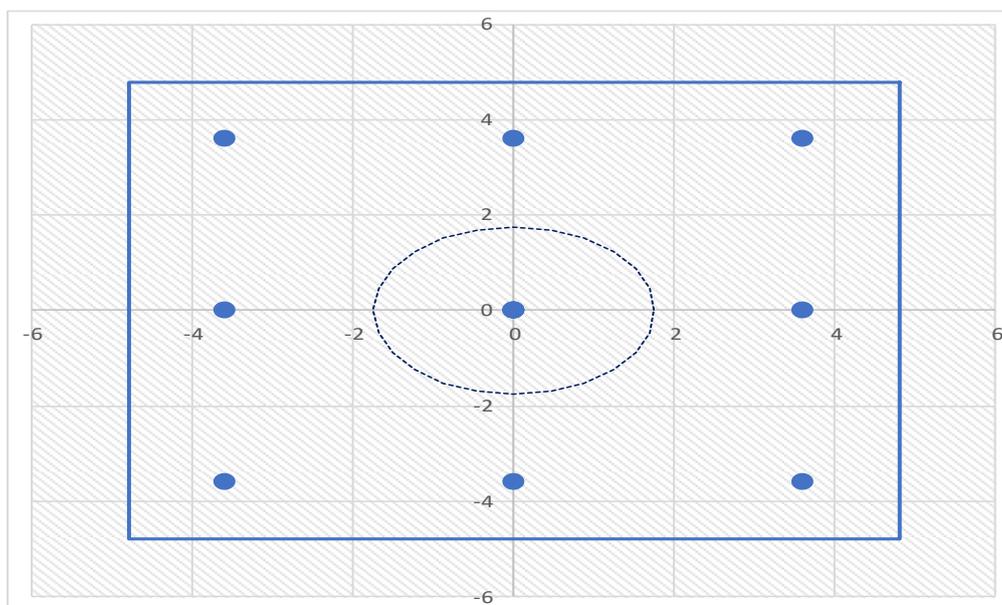
Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	6136.817569	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	6173.855315	[Kn]	
		trazione barra	T	674.6351817	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	814.6689394	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	83.72334553	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	9.59	≤	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	9.47	≤	13.44 Ok

10. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	9		
diametro pali	D	1.2	m	
interasse pali	i	3.6	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.85	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	0.74	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.74	<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	0	3.6	5136.6	3882.7	6511.5
2	0	-3.6	3097.7	1185.6	-1443.2
3	3.6	3.6	6160.4	7734.6	7731.3
4	3.6	-3.6	4121.6	5037.5	-223.4
5	-3.6	-3.6	2073.8	-2666.4	-2663.1
6	-3.6	3.6	4112.7	30.8	5291.7
7	3.6	0	5141.0	6386.1	3754.0
8	-3.6	0	3093.3	-1317.8	1314.3
9	0	0	4117.1	2534.1	2534.1
	0	0	4117.1	2534.1	2534.1
	0	0	4117.1	2534.1	2534.1
	0	0	4117.1	2534.1	2534.1
	taglio combinato in		141.9247	505.2757	590.501
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4038.5	3882.7	6511.5
2	0	-3.6	1341.4	1185.6	-1443.2
3	3.6	3.6	5258.3	7734.6	7731.3
4	3.6	-3.6	2561.2	5037.5	-223.4
5	-3.6	-3.6	121.5	-2666.4	-2663.1
6	-3.6	3.6	2818.7	30.8	5291.7
7	3.6	0	3909.7	6386.1	3754.0
8	-3.6	0	1470.1	-1317.8	1314.3
9	0	0	2689.9	2534.1	2534.1
	0	0	2689.9	2534.1	2534.1
	0	0	2689.9	2534.1	2534.1
	0	0	2689.9	2534.1	2534.1
	taglio combinato in		285.2083	505.2757	590.501

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

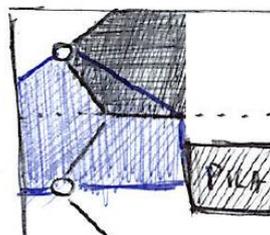


Figura 13 - mensola di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

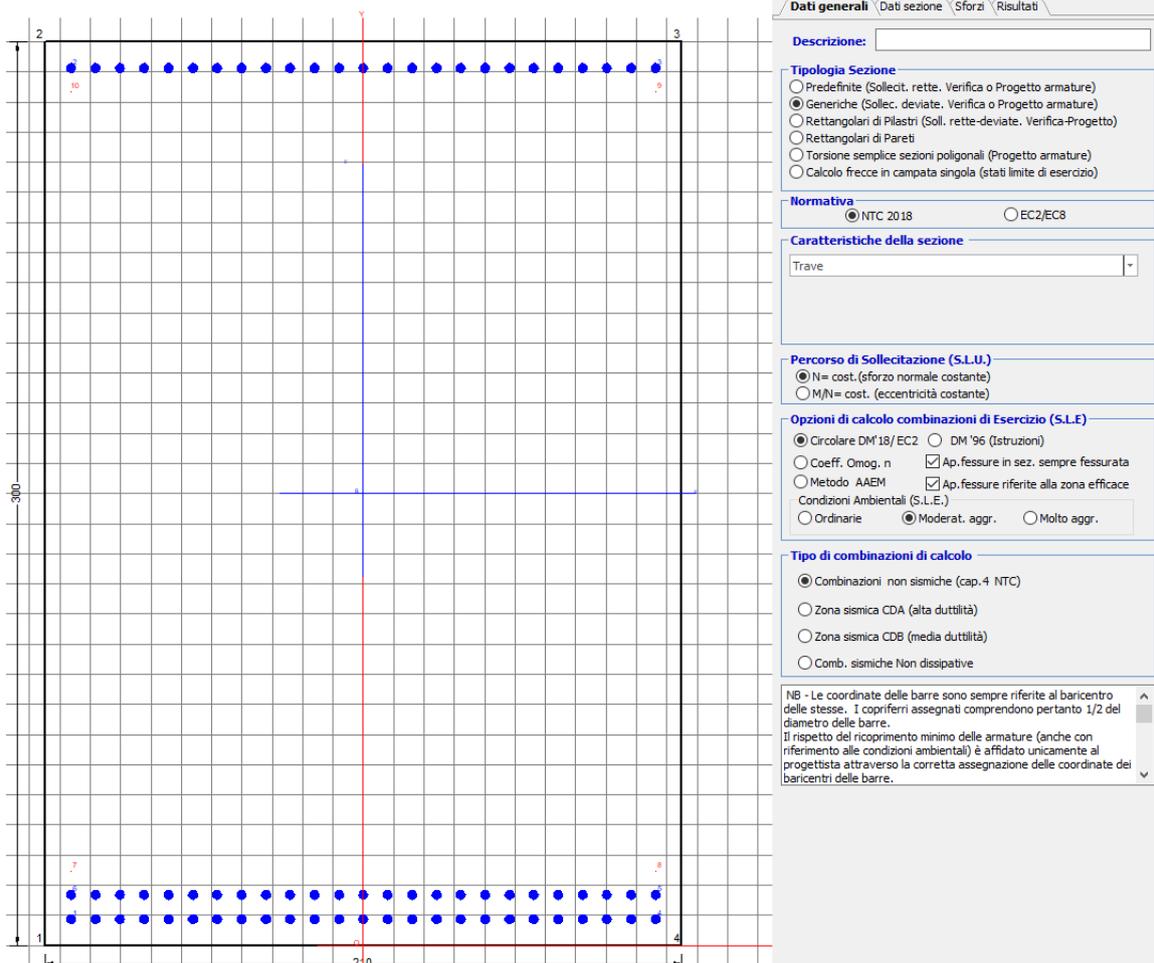
larghezza di riferimento della mensola equivalente	b	2.94	m
peso del plinto sulla larghezza equivalente	q1	211.95	Kn m
peso specifico del terreno di ricoprimento	y	19.00	kN/m ³
altezza di ricoprimento	hrint	1.50	m
peso del terreno sulla larghezza equivalente	q2	83.90	Kn m
reazione del palo	R	6435.85	KN
lunghezza della mensola	L	3.34	m
momento positivo dato dal terreno e peso plinto	M+	2146.7	KN m
momento negativo dato dalla reazione del palo	M-	21503.2	kN m
	Med	19356.54	kN m
dimensionamento della sezione			
altezza della sezione	h	3.00	m
altezza utile	d	2.90	m
posizionamento dell'asse neutro	yc	0.58	m
resistenza caratteristica del calcestruzzo	fck	25.00	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo	fcd	14.17	MPa
forza di compressione allo stato limite ultimo	Fc=Fs	8343.3	KN
angolo di inclinazione risultante	α	45.51	gradi
proiezione forza di trazione in trasversale	Tt	5846.8	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	Tl	5952.0	KN

proiezione nelle due direzioni e definizione dell'armatura						
area dell'armatura inferiore richiesta in tras			At	14942.0	mm ²	
diametro armatura			Φ	26.00	mm	
passo armatura trasversale			p	10.00	cm	
numero di strati			ns	2.00		
lunghezza di collaborazione			L	2.06	m	
numero di ferri per strato			n	21.00		
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	22299.0	mm ²	
			coef. Sicur	0.67		
area dell'armatura inferiore richiesta in long			Al	0.0	mm ²	
diametro armatura			Φ	15210.85		
passo armatura longitudinale			p	26.00	cm	
numero di strati			ns	10.00		
lunghezza di collaborazione			L	2.00	m	
numero di ferri per strato			n	2.10		
area complessiva sulla lunghezza collaborante			Ares	21.0	mm ²	
			coef. Sicur	22299.02		
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ _t	0.00	MPa	
tasso di lavoro armatura allo SLU			σ _l	0.00	MPa	

10.2 Verifica a prsso-flessione

10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 210x300

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	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	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

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	13343.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14037.00	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	10131.00	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	9262.00 (11009.93)	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	5149.00 (11009.93)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	13343.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	2.87	353.4(90.5)
2	S	0.00	14037.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	2.73	353.4(90.5)

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	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	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	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.29	105.0	300.0	-111.7	-64.2	8.7	6720	353.4

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 $A_{c\text{eff}}$
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00058	0	0.925	30.0	72	0.00036 (0.00033)	424	0.154 (990.00)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.01	105.0	300.0	-102.1	-96.3	8.7	6720	353.4

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	-0.00053	0	0.925	30.0	72	0.00032 (0.00031)	424	0.134 (0.20)	11009.93	0.00

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

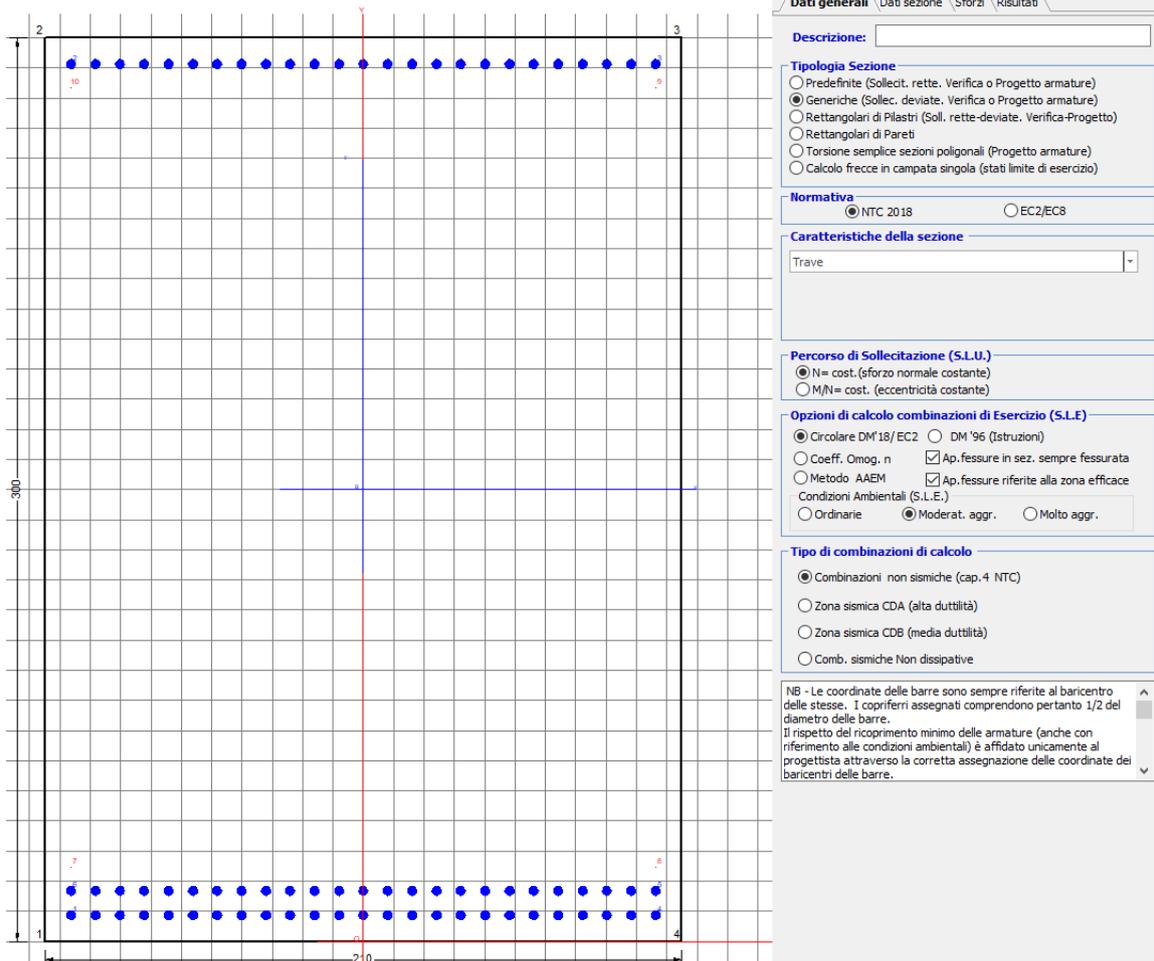
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.67	105.0	300.0	-56.7	-72.2	8.7	6720	353.4

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	-0.00030	0	0.925	30.0	72	0.00017 (0.00017)	424	0.072 (0.20)	11009.93	0.00

10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione Y 210x300

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	300.0
3	105.0	300.0
4	105.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	291.3	30
3	96.3	291.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	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

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	13343.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	14037.00	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	10131.00	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	9262.00 (11009.93)	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	5149.00 (11009.93)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	13343.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	2.87	353.4(90.5)
2	S	0.00	14037.00	0.00	0.00	38306.40	0.00	2.73	353.4(90.5)

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	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	8.7
2	0.00350	0.099	-105.0	300.0	0.00244	-96.3	291.3	-0.03199	-96.3	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	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700
2	0.000000000	0.000121830	-0.033048913	0.099	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.29	105.0	300.0	-111.7	-64.2	8.7	6720	353.4

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 $A_{c\text{ eff}}$
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00058	0	0.925	30.0	72	0.00036 (0.00033)	424	0.154 (990.00)	11009.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.01	105.0	300.0	-102.1	-96.3	8.7	6720	353.4

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	-0.00053	0	0.925	30.0	72	0.00032 (0.00031)	424	0.134 (0.20)	11009.93	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	1.67	105.0	300.0	-56.7	-72.2	8.7	6720	353.4

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	-0.00030	0	0.925	30.0	72	0.00017 (0.00017)	424	0.072 (0.20)	11009.93	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

10.2.3 Verifica a punzonamento

verifica a punzonamento						
perimetro del palo				uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo				secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie				ϑ	45	gradi
perimetro zona critica				u1	20.169	m
altezza della sezione utile				d	2.61	m
raggio interno				r	0.6	m
raggio esterno				R	3.21	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	17.1813	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	6435.85	kN
valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo						
tensione di progetto di verifica su perimetro uo				ved	0.91572	MPa
resistenza associata				vRd,max	5	MPa
					0.18314	
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	0.00551	
percentuale geometrica armatura fless. long				qlz	0.00542	
percentuale meccanica complessiva				ql	0.00773	
coefficiente				k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1				ved	0.52442	MPa
				vRd,c	0.59964	MPa
					0.87455	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

11. PALI DI FONDAZIONE

11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

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

11.2 Verifica strutturale

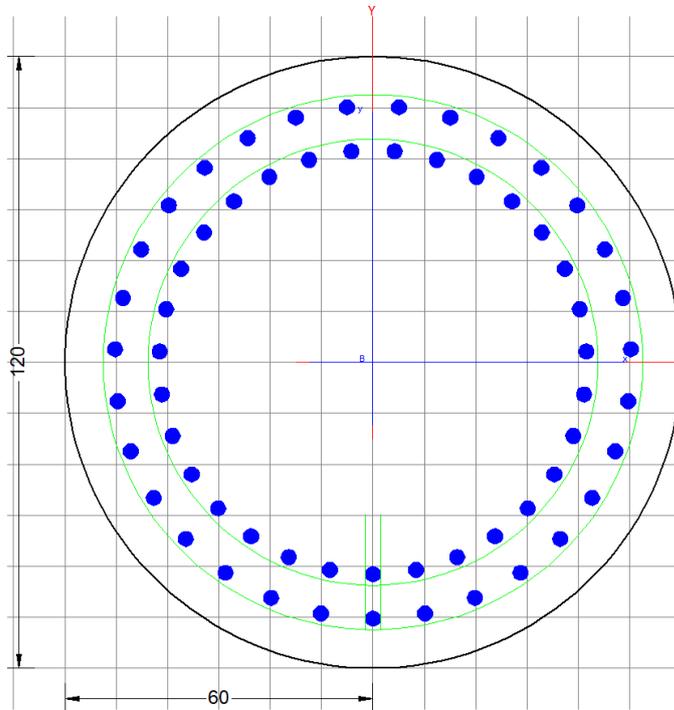
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	37054	1242	1165	22020	22116	
E_103x_SLV_q=1.36_63	22807	5292	1566	64350	19872	
E_103y_SLV_q=1.36_64	22807	2354	4076	22661	61616	
E_103x_SLV_q=1.36_63	22807	5292	1566	64350	19872	
E_103y_SLV_q=1.36_64	22807	2354	4076	22661	61616	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	5136.56	5513.31	3583.25
2	0	-3.6	3097.7	-445.05	1485.01
3	3.6	3.6	6160.44	6433.33	6435.85
4	3.6	-3.6	4121.57	474.967	4337.61
5	-3.6	-3.6	2073.82	-1365.1	-1367.6
6	-3.6	3.6	4112.68	4593.3	730.658
7	3.6	0	5141	3454.15	5386.73
8	-3.6	0	3093.25	1614.12	-318.46
9	0	0	4117.13	2534.13	2534.13
taglio equivalente			189.233	613.218	523.017
alfa derivante dall'analisi geotecnica				α	2.03
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	6160	138	129	414	388
combo2	6433	588	174	1764	522
combo3	6436	262	453	785	1359
combo4	-1368	262	453	785	1359



Dati generali | Dati sezione | Sforzi | Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione

Predefinite (Sollec. rette. Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)

Rettangolari di Pilastri (Sollec. rette-deviate. Verifica-Progetto)

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

Normativa

NTC 2018 EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro

Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

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

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

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

Ordinarie Moderat. aggr. Molto aggr.

Tipo di combinazioni di calcolo

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: palo 1.2

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 x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati: Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:

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.: 60.0 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	50.3	24	30
2	0.0	0.0	41.6	12	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	6290.02	333.84	553.34	0.00	0.00
2	1357.74	205.54	327.15	0.00	0.00
3	6160.44	414.06	388.37	0.00	0.00
4	6290.02	333.84	553.34	0.00	0.00
5	6160.44	414.06	388.37	0.00	0.00
6	6290.02	333.84	553.34	0.00	0.00
7	6435.85	784.56	1358.82	0.00	0.00
8	-1367.58	784.56	1358.82	0.00	0.00
9	6433.33	1764.07	521.91	0.00	0.00
10	6435.85	784.56	1358.82	0.00	0.00
11	6433.33	1764.07	521.91	0.00	0.00
12	6435.85	784.56	1358.82	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	4414.36	230.12	360.05
2	1101.38	230.12	350.86
3	4324.47	285.49	245.33
4	4414.36	230.12	360.05
5	4324.47	285.49	245.33
6	4414.36	230.12	360.05
7	4782.40	407.63	694.01
8	194.18	407.63	694.01
9	4584.68	932.77	284.21
10	4495.84	407.63	694.01
11	4584.68	932.77	284.21
12	4495.84	407.63	747.69

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	4414.36	230.12 (0.00)	360.05 (0.00)
2	1101.38	230.12 (584.27)	350.86 (890.82)
3	4414.36	230.12 (0.00)	360.05 (0.00)
4	4414.36	230.12 (0.00)	360.05 (0.00)
5	4414.36	230.12 (0.00)	360.05 (0.00)
6	4414.36	230.12 (0.00)	360.05 (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	2673.45	0.66 (0.00)	54.00 (0.00)
2	2261.28	0.66 (0.00)	54.00 (0.00)
3	2673.45	0.66 (0.00)	54.00 (0.00)
4	2673.45	0.66 (0.00)	54.00 (0.00)
5	2673.45	0.66 (0.00)	54.00 (0.00)
6	2673.45	0.66 (0.00)	54.00 (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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

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	6290.02	333.84	553.34	6290.16	2378.20	3949.97	7.13	254.5(33.9)
2	S	1357.74	205.54	327.15	1357.62	2191.15	3484.65	10.65	254.5(33.9)
3	S	6160.44	414.06	388.37	6160.39	3356.28	3152.10	8.11	254.5(33.9)
4	S	6290.02	333.84	553.34	6290.16	2378.20	3949.97	7.13	254.5(33.9)
5	S	6160.44	414.06	388.37	6160.39	3356.28	3152.10	8.11	254.5(33.9)
6	S	6290.02	333.84	553.34	6290.16	2378.20	3949.97	7.13	254.5(33.9)
7	S	6435.85	784.56	1358.82	6436.04	2306.80	3995.28	2.94	254.5(33.9)
8	S	-1367.58	784.56	1358.82	-1367.61	1736.31	3007.20	2.21	254.5(33.9)
9	S	6433.33	1764.07	521.91	6433.56	4415.85	1305.37	2.50	254.5(33.9)
10	S	6435.85	784.56	1358.82	6436.04	2306.80	3995.28	2.94	254.5(33.9)
11	S	6433.33	1764.07	521.91	6433.56	4415.85	1305.37	2.50	254.5(33.9)
12	S	6435.85	784.56	1358.82	6436.04	2306.80	3995.28	2.94	254.5(33.9)

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	51.4	0.7	0.00294	43.6	25.2	-0.00286	-43.6	-25.2
2	0.00350	50.8	0.7	0.00271	43.6	25.2	-0.00549	-43.6	-25.2
3	0.00350	41.0	0.7	0.00293	35.6	35.6	-0.00291	-35.6	-35.6
4	0.00350	51.4	0.7	0.00294	43.6	25.2	-0.00286	-43.6	-25.2
5	0.00350	41.0	0.7	0.00293	35.6	35.6	-0.00291	-35.6	-35.6
6	0.00350	51.4	0.7	0.00294	43.6	25.2	-0.00286	-43.6	-25.2
7	0.00350	52.0	30.4	0.00295	43.6	25.2	-0.00280	-43.6	-25.2
8	0.00350	52.0	30.4	0.00248	43.6	25.2	-0.00811	-43.6	-25.2
9	0.00350	17.0	57.4	0.00294	13.0	48.6	-0.00281	-13.0	-48.6
10	0.00350	52.0	30.4	0.00295	43.6	25.2	-0.00280	-43.6	-25.2
11	0.00350	17.0	57.4	0.00294	13.0	48.6	-0.00281	-13.0	-48.6
12	0.00350	52.0	28.7	0.00295	43.6	25.2	-0.00280	-43.6	-25.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000049352	0.000029775	0.000041731	----	----
2	0.000069041	0.000043376	-0.001392161	----	----
3	0.000039761	0.000042392	0.000012764	----	----
4	0.000049352	0.000029775	0.000041731	----	----
5	0.000039761	0.000042392	0.000012764	----	----
6	0.000049352	0.000029775	0.000041731	----	----
7	0.000049462	0.000028559	0.000073108	----	----
8	0.000091133	0.000052619	-0.002813983	----	----
9	0.000016231	0.000054862	0.000067213	----	----
10	0.000049462	0.000028559	0.000073108	----	----
11	0.000016231	0.000054862	0.000067213	----	----
12	0.000049462	0.000028559	0.000073108	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.69	50.6	0.0	21.6	-43.6	-25.2	----	----
2	S	2.74	50.2	0.0	-19.0	-43.6	-25.2	777	21.2
3	S	4.42	39.1	0.0	23.3	-35.6	-35.6	----	----
4	S	4.69	50.6	0.0	21.6	-43.6	-25.2	----	----
5	S	4.42	39.1	0.0	23.3	-35.6	-35.6	----	----
6	S	4.69	50.6	0.0	21.6	-43.6	-25.2	----	----
7	S	6.49	51.7	0.0	5.5	-43.6	-25.2	0	0.0
8	S	4.96	51.7	0.0	-106.6	-43.6	-25.2	1697	70.7
9	S	7.13	17.5	0.0	-6.8	-13.0	-48.6	363	7.1
10	S	6.31	51.7	0.0	2.6	-43.6	-25.2	0	0.0
11	S	7.13	17.5	0.0	-6.8	-13.0	-48.6	363	7.1
12	S	6.51	52.7	0.0	-0.1	-43.6	-25.2	353	7.1

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

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

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

2	S	-0.00012	0	0.833	30.0	82	0.00006 (0.00006)	590	0.034 (990.00)	584.27	890.82
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00006 (0.00006)	0	0.005 (990.00)	6167.25	10500.05
8	S	-0.00061	0	0.833	30.0	82	0.00032 (0.00032)	483	0.154 (990.00)	325.86	554.79
9	S	-0.00008	0	0.694	30.0	82	0.00002 (0.00002)	643	0.013 (990.00)	2377.40	724.38
10	S	-0.00003	0	0.694	30.0	82	0.00002 (0.00002)	0	0.005 (990.00)	2909.66	4953.83
11	S	-0.00008	0	0.694	30.0	82	0.00002 (0.00002)	643	0.013 (990.00)	2377.40	724.38
12	S	-0.00004	0	0.505	30.0	82	0.00000 (0.00000)	536	0.000 (990.00)	1890.51	3467.63

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	4.69	50.6	0.0	21.6	-43.6	-25.2	---	---
2	S	2.74	50.2	0.0	-19.0	-43.6	-25.2	777	21.2
3	S	4.69	50.6	0.0	21.6	-43.6	-25.2	---	---
4	S	4.69	50.6	0.0	21.6	-43.6	-25.2	---	---
5	S	4.69	50.6	0.0	21.6	-43.6	-25.2	---	---
6	S	4.69	50.6	0.0	21.6	-43.6	-25.2	---	---

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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00012	0	0.833	30.0	82	0.00006 (0.00006)	590	0.034 (0.20)	584.27	890.82
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	1.99	60.0	0.0	23.7	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.72	60.0	0.0	19.6	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.99	60.0	0.0	23.7	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.99	60.0	0.0	23.7	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.99	60.0	0.0	23.7	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.99	60.0	0.0	23.7	-50.3	0.0	---	---

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

11.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	37054	1242	1165	22020	22116	
E_103x_SLV_q=1_66	22807	6811	1955	85911	26348	
E_103y_SLV_q=1_67	22807	2809	5373	29129	83202	
E_103x_SLV_q=1_66	22807	6811	1955	85911	26348	
E_103y_SLV_q=1_67	22807	2809	5373	29129	83202	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	6811	2809
sollecitazione massima direzione y	Ty	1955	5373
vettore complessivo, singolo palo	T	787	674

Progetto armature

diametro armature trasversale	φ	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	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	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	α	90	gradi
inclinazione biella	β	22	gradi
resistenza puntoni	V _c	2839	kN
resistenza staffe	V _s	977	kN
taglio resisistente	V _r	977	kN
taglio massimo agente	V _{ed}	787	kN
	V _{ed} /V _{rd}	0.81	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI10 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 575 m					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile</i>	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09CL	DOCUMENTO VI1005002	REV. B

12. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	100 kg/mc
Plinto di fondazione	150 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc