

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)**

**VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 650m**

*Relazione di calcolo Pile - P14*

SCALA:

-

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

**RS3T    30    D    09    CL    VI1505    001    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: RS3T30D09CLVI1505001B

n. Elab.: **09\_371**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
3.	MATERIALI .....	8
3.1	Verifiche SLE.....	9
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	9
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	10
4.	DATI DI BASE .....	11
4.1	Geometrie di base.....	11
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	13
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	13
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	18
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	19
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	19
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	20
5.3	Carichi da traffico verticali .....	20
5.4	Effetti dinamici .....	22
5.5	Disposizione treni di carico.....	22
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	26
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	26
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	28
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	29
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	30
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	30
5.7	Azione Sismica .....	33
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	34
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	35
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	40
5.7.4	<i>Check analisi statica</i> .....	41
5.7.5	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	42
5.7.6	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	43
5.8	Azione Idrostatica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI .....	45
6.1	Combinazioni di carico .....	45
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	45

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2	Configurazione 2 .....	51
6.1.3	Configurazione 3 .....	57
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	63
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	63
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	69
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	72
8.	FUSTO PILA .....	72
8.1	Modellazione .....	74
8.2	Verifica a presso flessione .....	74
8.3	Verifica a taglio .....	83
8.4	Verifica minimi di armatura .....	84
8.5	Verifica spostamenti.....	86
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	87
9.1	Dimensionamento armature .....	89
9.2	Verifica a presso-flessione.....	91
9.2.1	Direzione trasversale.....	91
9.2.2	Direzione longitudinale.....	96
9.3	Verifica a punzonamento .....	101
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	102
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	102
10.2	Verifica strutturale .....	102
10.3	Verifica a taglio .....	104
11.	INCIDENZE .....	111

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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 VI15 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 14 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 9.30m, con impalcato 25m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

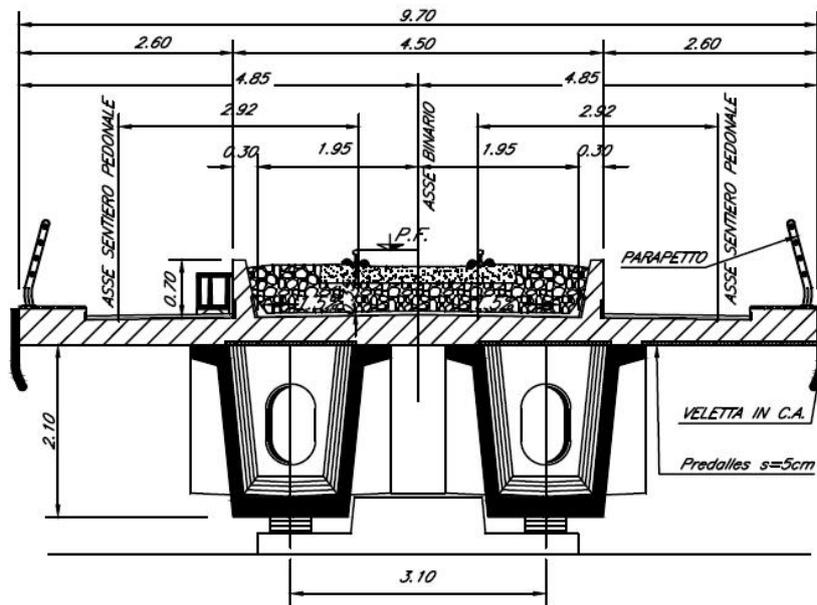
Il viadotto VI15 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 650m, ed è costituito da 16 campate isostatiche di luce 25m, 40m, 50m e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, gli impalcati di luce maggiore con una sezione mista a due travi.

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

Il plinto presenta uno spessore di 2.5metri 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





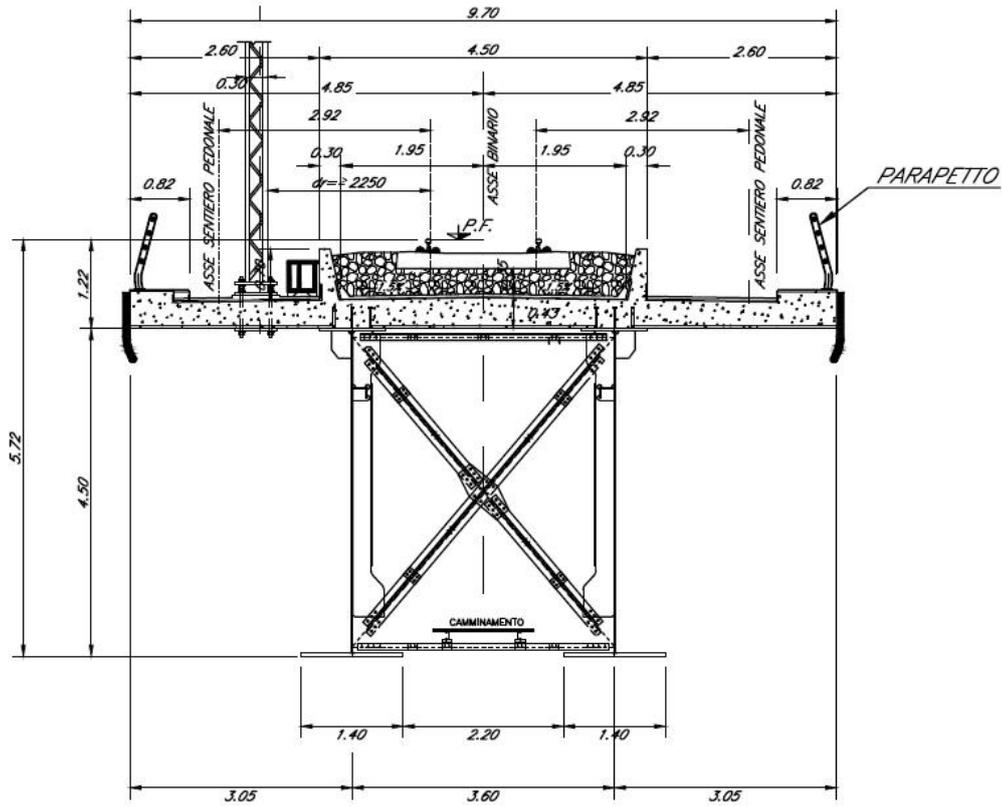


Figura 2: sezione trasversale impalcato

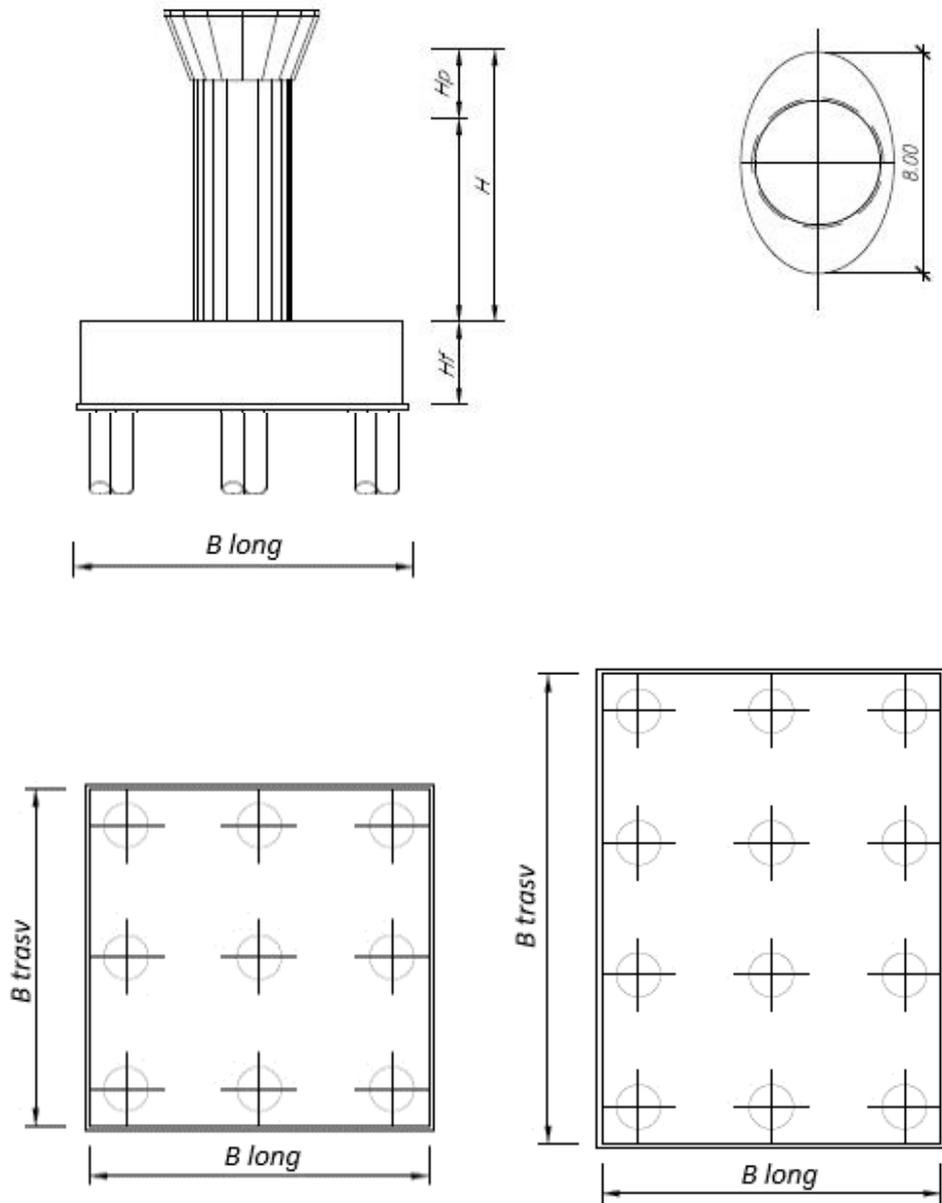


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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	<b>C25/30</b>	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R <sub>ck</sub>	<b>30</b>	<i>MPa</i>
modulo elastico		E <sub>c</sub>	<b>31476</b>	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f <sub>cm</sub>	<b>33</b>	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f <sub>cd</sub>	<b>25</b>	<i>MPa</i>

- Calcestruzzo fondazioni armate

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

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

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

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

## 4. DATI DI BASE

### 4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 4.5m, una altezza complessiva di 9.00m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 2.5m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	9	m
tipologia di sezione					<b>circolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	0.000	m
larghezza longitudinale pila				d	0.000	m
raggio della sezione				R	2.25	m
area della sezione				A	15.904	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	20.129	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	20.129	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	2783	kN
<b>PULVINO</b>						
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	2552	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	2.5	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	76.3	m <sup>3</sup>
peso di volume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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<sub>d</sub> (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 <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	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 <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	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 <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> 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.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr2	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr4	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	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  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2) (3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	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  $\Psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\Psi_0$  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 ripotate in quanto poco significative.

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

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

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

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

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

#### 4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio elementi strutturali

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

viadotto a binario					Singolo			
lato impalcato					<b>SX</b>			<b>DX</b>
tipologia di impalcato					2TR			2TR
luce impalcato					25	m		25
								m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>								
altezza cassoncino				h	2.1	m		2.1
spessore medio soletta				s	0.41	m		0.41
estradosso impalcato				H	2.51	m		2.51
spessore ballast + rotaia				hb	0.88	m		0.88
altezza PF da estradosso trave				h2	1.19	m		1.19
								m
lunghezza travata				L	24.3	m		24.3
luce appoggi travata				La	22.8	m		22.8
larghezza totale impalcato				B	9.7	m		
peso permanente strutturale				G1	4050	kN		4050
peso permanenti non strutt				G2	3084	kN		3084
								kN
								kN
<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>								
baricentro del cassoncino				gc	0.89	m		0.89
area cassoncino				Ac	1.14	m <sup>2</sup>		1.14
baricentro della soletta				gs	2.32	m		2.32
area soletta				As	1.00	m <sup>2</sup>		1.00
								m <sup>2</sup>
baricentro sezione trave+soletta		(da intradosso trave)		Gb1	1.56	m		1.56
baricentro del ballast		(da intradosso trave)		Gb2	2.95	m		2.95
altezza piano del ferro		(da intradosso trave)		H	3.29	m		3.29
baricentro treno		(da intradosso trave)		Gb3	5.09	m		5.09

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, per la campata sinistra e destra:

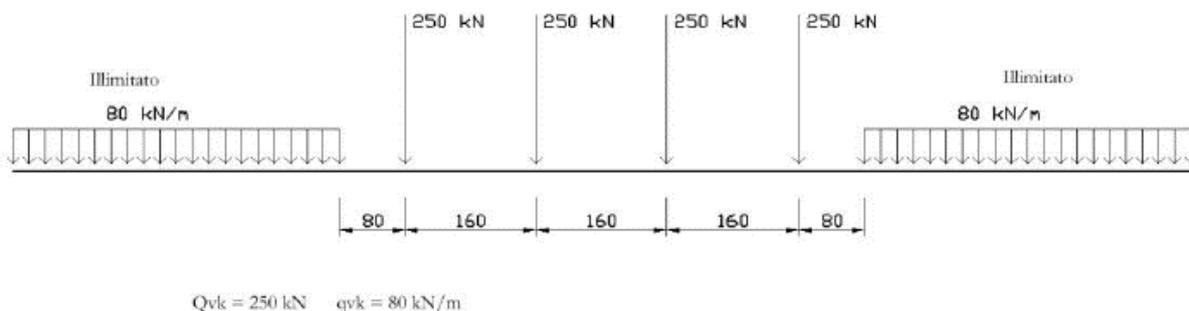
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	9025	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	16958	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

## 5.3 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2. Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.

### ➤ Modello di carico LM71

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

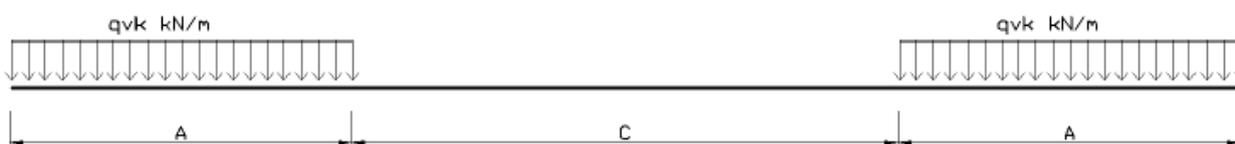
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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

seguinte 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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.4 Effetti dinamici

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

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

#### 5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	3350	238	335
COMBO ML	2055	2467	206
COMBO MT	3350	238	335

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

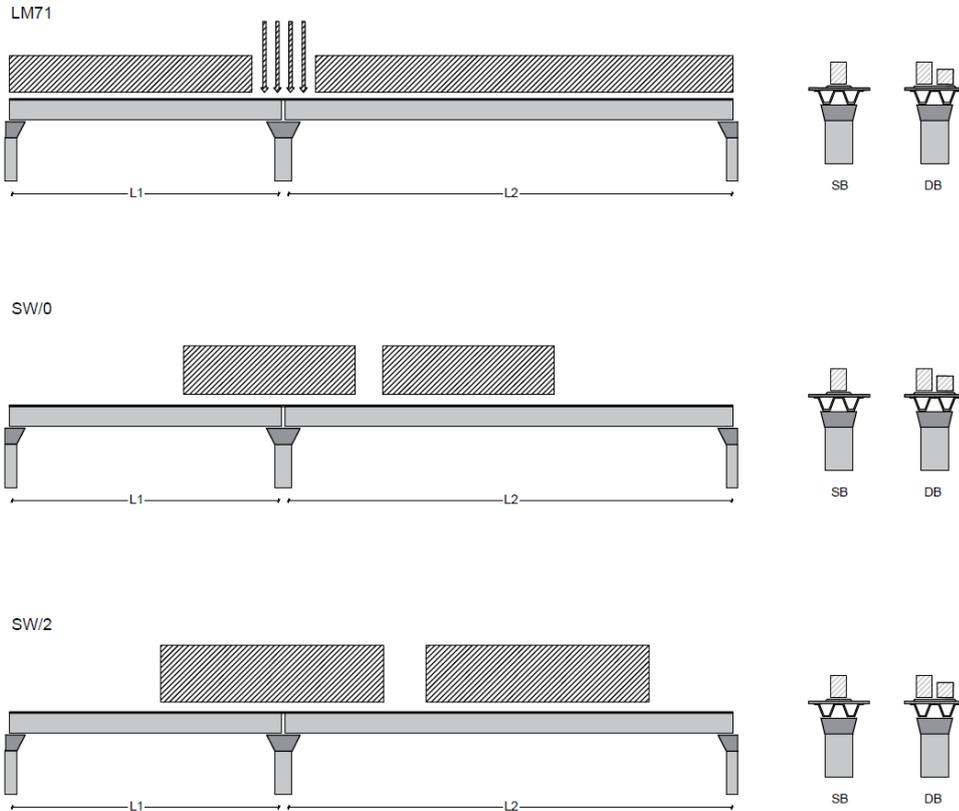


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

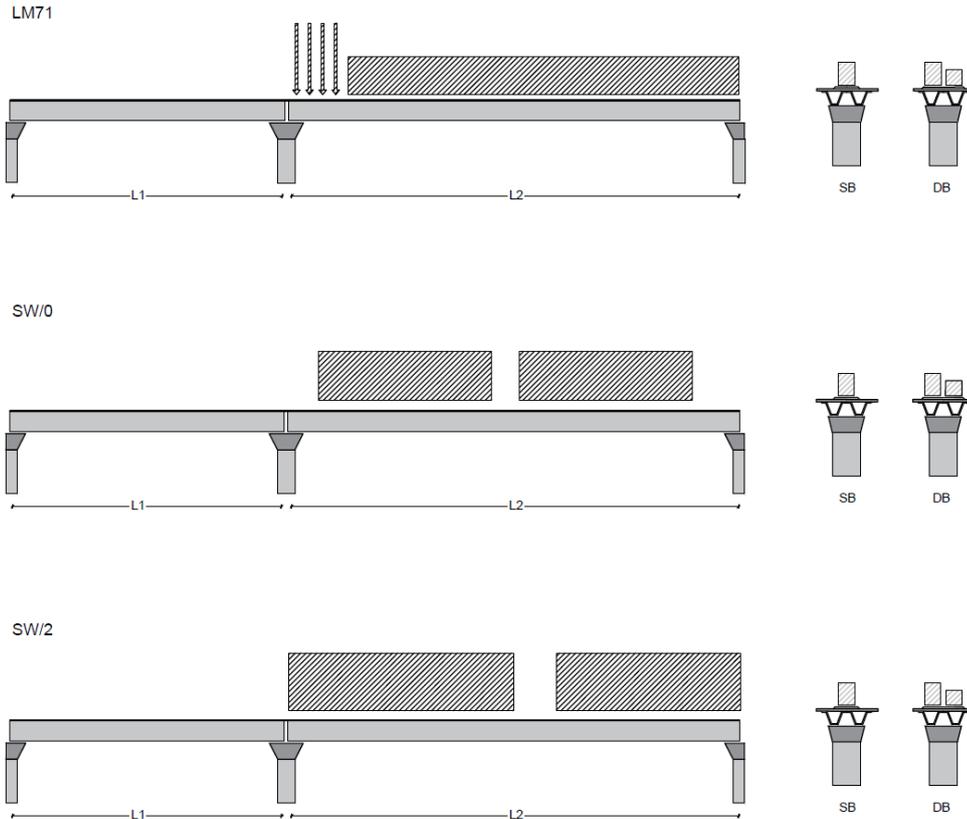


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

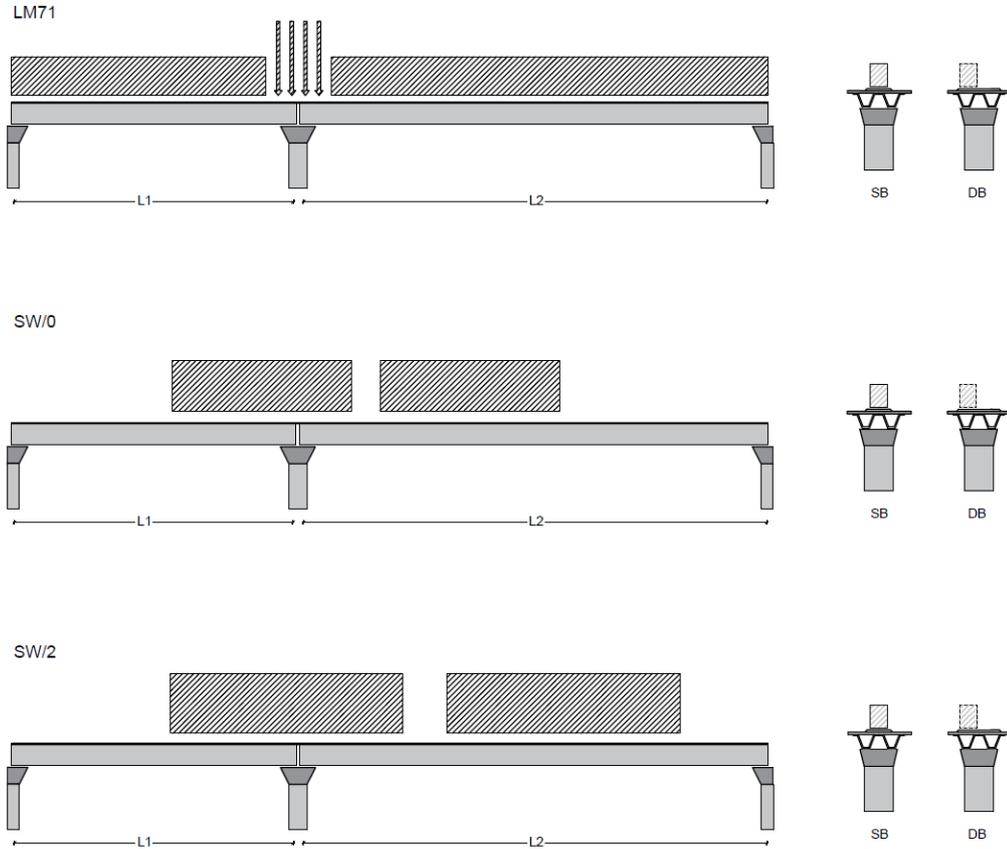


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	10000000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
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	<b>0.0</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>0.0</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</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	<b>0.0</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>0.0</b>	kN/m
<b>SW/2</b>						
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 $\alpha$ 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	<b>180.32</b>	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>0.00</b>	kN/m

Valore di $\alpha$	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	$\alpha$	f		
SW/2	$\geq 100$	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	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
	$\leq 120$	V	$\alpha$	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	0.0014198	0	0.00142	0.034502	0.19459

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.2 Serpeggio

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

viadotto a binario			<b>Singolo</b>		
combinazione treni			<b>SW/2</b>		
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	<b>100</b>	kN
valore caratteristico Momento Tra			Msk	<b>394</b>	kN/m

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				<b>Singolo</b>	
combinazione treni				<b>SW/2</b>	
posizionamento vincolo fissi				<b>caso peggiore</b>	
estradosso pulvino sommità binario		H	<b>0.45</b>	m	
lunghezza del binario		L	<b>24.3</b>	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 <sub>la,k</sub>	534.6	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	19	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	418	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	24.3		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	850.5		

#### AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	882.09	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	689.7	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	801.9	kN	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio mobili per traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni  $\gamma$  e  $\psi$  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	<b>4050</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>3084</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>4382</b>	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	<b>0.04</b>	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	<b>232.3</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>104.6</b>	kN/m

#### 5.6.5 Azione del Vento

Ricadendo nella classificazione ordinaria di ponti l'azione del vento è valutata come agente su una superficie continua, convenzionalmente alta 4m dal piano del ferro. Nel caso di ponte scarico si considera la superficie relativa alle barriere antirumore.

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>282</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.36</b>	
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
<b>VENTO SULL'IMPALCATO</b>				
ponte carico				
	altezza pila	z1	9	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	9.45	m
	altezza di riferimento	z	13.205	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.53	
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m <sup>3</sup>
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m <sup>2</sup>
	pressione statica di picco	qpicco	1356.3	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.51	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.51	m
		d/h	1.29161	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.04481	
	forza trasversale	fx	20.8	
	forza equivalente in testa pila	Fx	506.1	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2128.2	kn/m

ponte scarico				
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.39	m	
rapporto geometrico	d/h	1.31258		
coefficiente di forza trasversale	cfx	2.03904		
forza trasversale	fx	20.4		
forza equivalente in testa pila	Fx	496.6	kN	
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2058.5	kn/m	
VENTO SULLA PILA				
direzione trasversale				
altezza di riferimento	z	9	m	
coefficiente di topografia	ct	1		
coefficiente di esposizione	ce	2.28576		
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
pressione statica di picco	qpicco	1356.3	n/m2	
		1.3563	Kpa	
tipologia di sezione		circolare		
larghezza trasversale pila	b	0	m	
larghezza longitudinale pila	d	0	m	
raggio della sezione	R	2.25	m	
rapporto geometrico	b/d	0.1		
rapporto geometrico	r/b	0.1		
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2		
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75		
viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s	
numero di Reynolds	Re	1.1E+07		
materiale pila		cls ruvido		
rugosità equivalente	k	1	mm	
rapporto	k/b	0.00044		

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	$cf_0$	0.9015	
	rapporto geometrico	$l/b$	2	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.62863	
	forza trasversale	f tras	<b>0.8</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>6.9</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>5.4</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	2.25	m
	rapporto geometrico	$b/d$	0.1	
	rapporto geometrico	$r/b$	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	$cf_0$	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	$cf_0$	0.9015	
	rapporto geometrico	$l/b$	2	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.62863	
	forza longitudinale	f lon	0.76863	
	forza equivalente in testa pila	F lon	6.91766	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	5.4	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.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

La determinazione della pericolosità sismica di base è definita a partire dall'ubicazione dell'opera e dalle sue caratteristiche progettuali come la vita nominale  $V_N$  e la classe d'uso  $C_u$ . Sulla base del MDP [4]. I parametri indentificativi dell'opera sono:

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

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

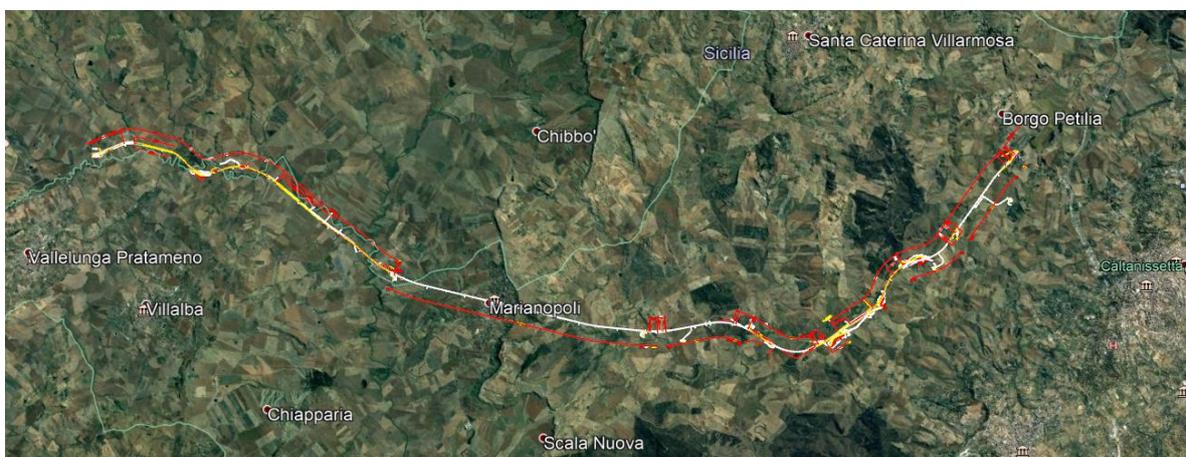


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

---

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta →

Variabilità dei parametri →

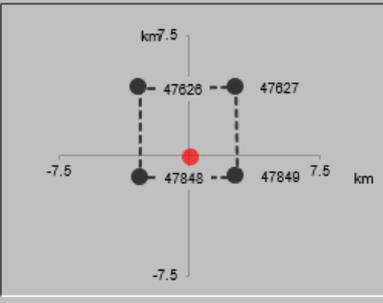
---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri →

---

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione



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

---

INTRO

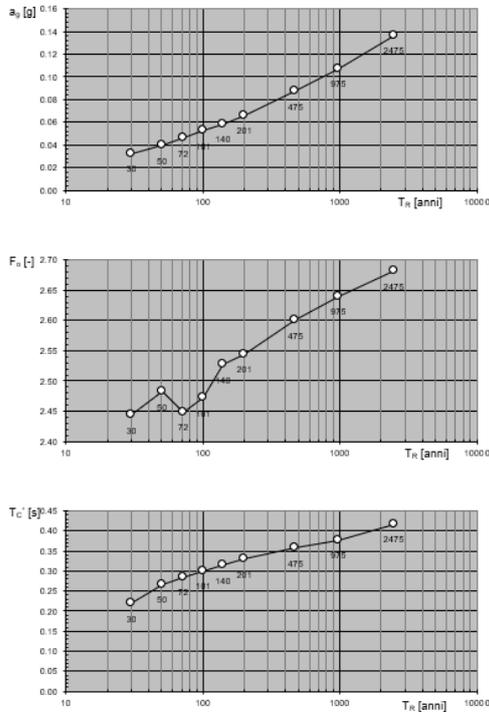
**FASE 1**

FASE 2

FASE 3

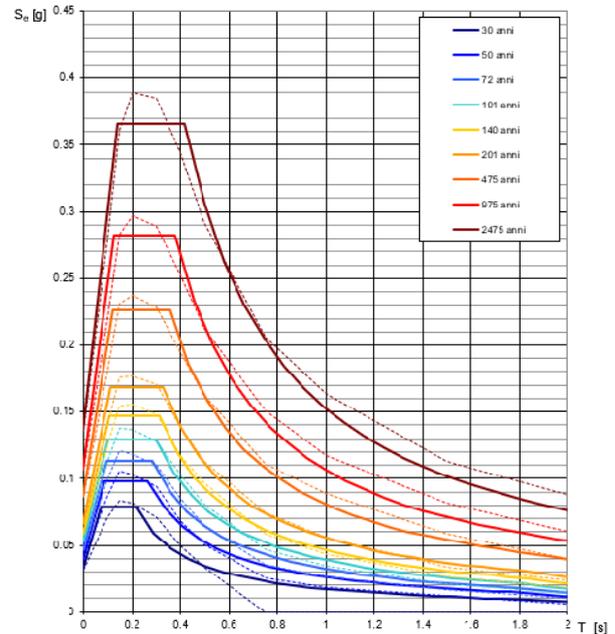
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

Figura 6 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri\_NTC"

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

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

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

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

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato **SLV** info

---

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **C** info       $S_s = 1.500$        $C_c = 1.368$  info  
 Categoria topografica **T1** info       $h/H = 0.000$        $S_r = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

---

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

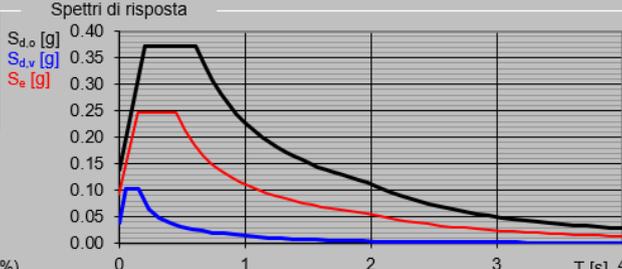
---

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

---

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta   
 Parametri e punti spettri di risposta

**Spettri di risposta**



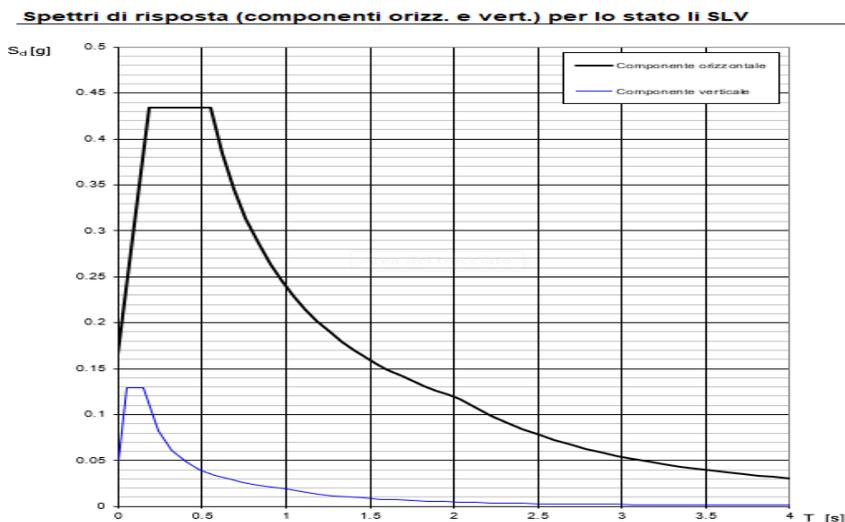
$S_{d,o}$  [g] 0.40  
 $S_{d,v}$  [g] 0.35  
 $S_e$  [g] 0.30  
 0.25  
 0.20  
 0.15  
 0.10  
 0.05  
 0.00

T [s] 4

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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
$a_g$	0.093 g
$F_o$	2.674
$T_c$	0.448 s
$S_s$	1.500
$C_c$	1.368
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.204 s
$T_C$	0.613 s
$T_D$	1.970 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)**

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

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

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

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

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  $\eta$  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	0.139
$T_B \leftarrow$	0.204	0.371
$T_C \leftarrow$	0.613	0.371
	0.678	0.336
	0.742	0.307
	0.807	0.282
	0.872	0.261
	0.936	0.243
	1.001	0.227
	1.066	0.214
	1.130	0.201
	1.195	0.191
	1.259	0.181
	1.324	0.172
	1.389	0.164
	1.453	0.157
	1.518	0.150
	1.583	0.144
	1.647	0.138
	1.712	0.133
	1.776	0.128
	1.841	0.124
	1.906	0.119
$T_D \leftarrow$	1.970	0.116
	2.067	0.105
	2.164	0.096
	2.260	0.088
	2.357	0.081
	2.454	0.075
	2.550	0.069
	2.647	0.064
	2.744	0.060
	2.840	0.056
	2.937	0.052
	3.033	0.049
	3.130	0.046
	3.227	0.043
	3.323	0.041
	3.420	0.038
	3.517	0.036
	3.613	0.034
	3.710	0.033
	3.807	0.031
	3.903	0.029
	4.000	0.028

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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*

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long		Com Nmax	4111	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	822	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7956	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	1591	kN
massa pulvino		Mpul	2783	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	3514	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	11470	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>NO per -1922.8 KN</b>
<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	2783	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	3514	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	11317	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>NO per -1953.2 KN</b>
<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	2783	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	3514	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	11317	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>NO per -1953.2 KN</b>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

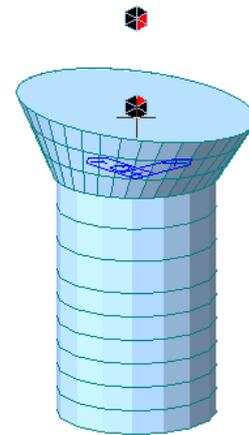
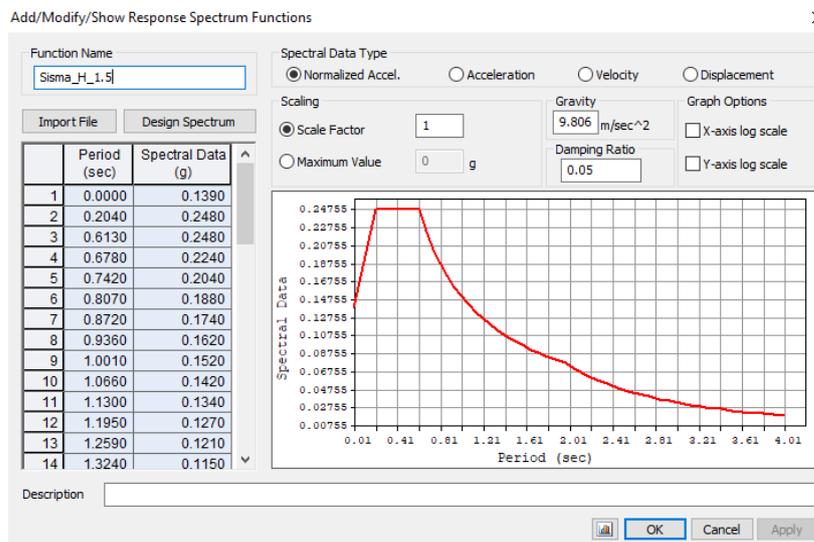
5.7.5 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	15.90	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	20.13	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	20.13	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	9.00	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	9.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	6.3E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	1.3E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	4.4E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.27	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.19	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.03	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.25	0.25	0.37	0.17	g
accelerazione componente longitudinale	0.23	0.23	0.33	0.17	g
accelerazione componente verticale	0.08	0.08	0.08	0.09	g
Sforzo assiale	851	851	851	984	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2801	3082	4202	1971	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	2631	2895	3814	1998	kN
Momento flessionale trasversale	33740	37114	50610	23740	kN m
Momento flessionale longitudinale	24934	27421	36113	18945	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	1063.73	2438.06	2577.6	26469.95	22111.82
SISMA q=1	1063.73	3642.96	3827.28	39596.2	32850.77
SISMA sld	354.93	1709.18	1825.49	18571.02	15667.81

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.

### 6.3.14 Escavazioni localizzate viadotto VI15

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	0.00	0.00	13	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P02	1.04	1.01	13	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.53	plinto non scoperto
P03	1.44	1.29	19	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	3.23	plinto non scoperto
P04	3.02	1.61	10	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.24	plinto scoperto
P05	2.00	1.94	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	8.18	plinto scoperto
P06	1.73	1.51	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.89	plinto scoperto
P07	0.98	1.52	53	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	6.40	plinto scoperto
P08	0.00	0.00	24	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P09	0.44	0.49	18	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	2.46	plinto scoperto
P10	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P11	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P12	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P13	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P14	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P15	0.00	0.00	12	circ	4.50	4.50	quad	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo

Tabella 19: Viadotto VI15, massima profondità di escavazione

Secondo quanto riportato nella relazione idraulica di riferimento, la pila in esame non presenta uno scalmamento tale da scoprire il plinto di fondazione. Tale azione risulta quindi non dimensionante, per tale motivo non implementata nelle verifiche.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	14950.6	616.613	247.6	622.402	597.464	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	84.6193	0	38.3383	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	247.575	899.878	597.323	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	212.614	719.902	484.512	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	622.838	700.793	622.402	2450.14	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	6.2259	537.812	0	1891.02	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1239.45	700.768	899.878	2450	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	992.806	665.807	719.902	2337.19	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	503.666	925.421	497.922	3553.18	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	10.3765	821.113	0	3117.61	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	996.956	925.401	719.902	3553.07	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	996.956	967.936	719.902	3572.31	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	128.885	429.243	393.201	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	53.9516	0	24.4573	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	128.868	620.605	393.104	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	429.401	431.014	429.243	1628.32	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	4.1506	356.08	0	1259.58	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	854.651	430.997	620.605	1628.22	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	684.551	414.926	496.484	1554.04	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	347.118	593.791	343.394	2367.3	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	6.91766	545.834	0	2077.7	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	687.318	593.777	496.484	2367.23	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	75.2074	343.394	302.006
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	35.2428	0	16.0025
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	75.1936	496.484	301.928
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	94.0024	496.484	310.463
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	341.584	175.917	343.394	713.712
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	1.38353	135.952	0	427.709
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	681.784	175.903	496.484	713.634
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	681.784	194.712	496.484	722.17
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_qp_gr1_Treno_44	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_45	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_47	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr1_temp56	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp57	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp58	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp59	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_60	7452.59	2578.98	872.499	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7452.59	774.664	2579.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8197.2	774.664	872.499	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7452.59	2836.74	945.64	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7452.59	851.992	2822.95	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8197.2	851.992	945.64	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7452.59	3828.66	1233.97	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7452.59	1149.57	3784.04	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8197.2	1149.57	1233.97	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7239.95	1826.87	653.835	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7239.95	549.031	1850.26	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7488.4	549.031	653.835	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	21667.2	616.613	247.6	6171.91	2825.87
A1_SLU_gr2_Scarico_2	17139.9	0	84.6193	0	799.912
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	21667.2	1233.23	247.575	11998.9	2825.5
A1_SLU_gr4_centrif_4	20695.6	986.58	212.614	9599.12	2398.04
A1_SLU_gr1+vento_5	21667.2	622.838	700.793	6227.95	8757.28
A1_SLU_gr2+vento_6	17139.9	6.2259	537.812	56.0331	6731.33
A1_SLU_gr3+vento_7	21667.2	1239.45	700.768	12054.9	8756.92
A1_SLU_gr4+vento_8	20695.6	992.806	665.807	9655.16	8329.45
A1_SLU_vento_gr1_9	20695.6	503.666	925.421	5030.92	11882
A1_SLU_vento_gr2_10	17073.8	10.3765	821.113	93.3884	10507.6
A1_SLU_vento_gr3_11	20695.6	996.956	925.401	9692.51	11881.7
A1_SLU_vento_gr4_12	20695.6	996.956	967.936	9692.51	12283.7
SLE_rar_gr1_Treno_14	15459	425.25	128.885	4256.49	1553.17
SLE_rar_gr2_Scarico_15	12336.7	0	53.9516	0	510.022
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	15459	850.5	128.868	8275.11	1552.92
SLE_rar_gr4_centrif_17	14788.9	680.4	112.797	6620.08	1334.1
SLE_rar_gr1+vento_18	15459	429.401	431.014	4293.85	5507.45
SLE_rar_gr2+vento_19	12336.7	4.1506	356.08	37.3554	4464.3
SLE_rar_gr3+vento_20	15459	854.651	430.997	8312.46	5507.2
SLE_rar_gr4+vento_21	14788.9	684.551	414.926	6657.44	5288.37
SLE_rar_vento_gr1_22	14788.9	347.118	593.791	3467.45	7711.43
SLE_rar_vento_gr2_23	12291.1	6.91766	545.834	62.259	6990.21
SLE_rar_vento_gr3_24	14788.9	687.318	593.777	6682.34	7711.22
SLE_rar_vento_gr4_25	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56
SLE_fre_gr1_Treno_27	14788.9	340.2	75.2074	3405.19	978.872
SLE_fre_gr2_Scarico_28	12291.1	0	35.2428	0	333.187
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	14788.9	680.4	75.1936	6620.08	978.67
SLE_fre_gr4_centrif_30	14788.9	680.4	94.0024	6620.08	1156.48
SLE_fre_gr1+vento_31	14788.9	341.584	175.917	3417.65	2296.97
SLE_fre_gr2+vento_32	12291.1	1.38353	135.952	12.4518	1651.28
SLE_fre_gr3+vento_33	14788.9	681.784	175.903	6632.54	2296.76
SLE_fre_gr4+vento_34	14788.9	681.784	194.712	6632.54	2474.58
SLE_fre_vento_gr1_35	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74

SLE_fre_vento_gr2_36	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_vento_gr3_37	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_vento_gr4_38	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_gr1_temp39	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr2_temp40	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr3_temp41	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr3_temp42	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_qp_gr1_Treno_44	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr2_Scarico_45	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr4_centrif_47	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr1+vento_48	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr2+vento_49	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr3+vento_50	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr4+vento_51	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr1_52	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr2_53	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr3_54	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr4_55	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr1_temp56	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr2_temp57	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_temp58	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_temp59	12108.7	0	40.3709	0	381.505
E_103x_SLV_q=1.5_60	12427.8	2578.98	872.499	22111.8	8370.86
E_103y_SLV_q=1.5_61	12427.8	774.664	2579.14	6633.55	26899.8
E_103z_SLV_q=1.5_62	13172.5	774.664	872.499	6633.55	8370.86
E_103x_SLV_q=1.36_63	12427.8	2836.74	945.64	24323	9164.96
E_103y_SLV_q=1.36_64	12427.8	851.992	2822.95	7296.9	29546.8
E_103z_SLV_q=1.36_65	13172.5	851.992	945.64	7296.9	9164.96
E_103x_SLV_q=1_66	12427.8	3828.66	1233.97	32850.8	12308.7
E_103y_SLV_q=1_67	12427.8	1149.57	3784.04	9855.23	40026.1
E_103z_SLV_q=1_68	13172.5	1149.57	1233.97	9855.23	12308.7
E_103x_SLD_q=1_69	12215.2	1826.87	653.835	15667.8	6001.18
E_103y_SLD_q=1_70	12215.2	549.031	1850.26	4700.34	19000.9
E_103z_SLD_q=1_71	12463.7	549.031	653.835	4700.34	6001.18

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	32377.1	616.613	247.6	7713.45	3444.87
A1_SLU_gr2_Scarico_2	27849.9	0	84.6193	0	1011.46
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	32377.1	1233.23	247.575	15082	3444.44
A1_SLU_gr4_centrif_4	31405.5	986.58	212.614	12065.6	2929.57
A1_SLU_gr1+vento_5	32377.1	622.838	700.793	7785.04	10509.3
A1_SLU_gr2+vento_6	27849.9	6.2259	537.812	71.5978	8075.86
A1_SLU_gr3+vento_7	32377.1	1239.45	700.768	15153.6	10508.8
A1_SLU_gr4+vento_8	31405.5	992.806	665.807	12137.2	9993.97
A1_SLU_vento_gr1_9	31405.5	503.666	925.421	6290.09	14195.5
A1_SLU_vento_gr2_10	27783.7	10.3765	821.113	119.33	12560.4
A1_SLU_vento_gr3_11	31405.5	996.956	925.401	12184.9	14195.2
A1_SLU_vento_gr4_12	31405.5	996.956	967.936	12184.9	14703.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	23392.3	425.25	128.885	5319.62	1875.38
SLE_rar_gr2_Scarico_15	20270	0	53.9516	0	644.901
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	23392.3	850.5	128.868	10401.4	1875.09
SLE_rar_gr4_centrif_17	22722.2	680.4	112.797	8321.08	1616.09
SLE_rar_gr1+vento_18	23392.3	429.401	431.014	5367.35	6584.98
SLE_rar_gr2+vento_19	20270	4.1506	356.08	47.7319	5354.5
SLE_rar_gr3+vento_20	23392.3	854.651	430.997	10449.1	6584.69
SLE_rar_gr4+vento_21	22722.2	684.551	414.926	8368.82	6325.69
SLE_rar_vento_gr1_22	22722.2	347.118	593.791	4335.25	9195.9
SLE_rar_vento_gr2_23	20224.4	6.91766	545.834	79.5531	8354.79
SLE_rar_vento_gr3_24	22722.2	687.318	593.777	8400.64	9195.67
SLE_rar_vento_gr4_25	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42
SLE_fre_gr1_Treno_27	22722.2	340.2	75.2074	4255.69	1166.89
SLE_fre_gr2_Scarico_28	20224.4	0	35.2428	0	421.294
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	22722.2	680.4	75.1936	8321.08	1166.65
SLE_fre_gr4_centrif_30	22722.2	680.4	94.0024	8321.08	1391.49
SLE_fre_gr1+vento_31	22722.2	341.584	175.917	4271.61	2736.76
SLE_fre_gr2+vento_32	20224.4	1.38353	135.952	15.9106	1991.16
SLE_fre_gr3+vento_33	22722.2	681.784	175.903	8337	2736.52
SLE_fre_gr4+vento_34	22722.2	681.784	194.712	8337	2961.36
SLE_fre_vento_gr1_35	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_vento_gr2_36	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1

SLE_fre_vento_gr3_37	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_vento_gr4_38	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_gr1_temp39	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr2_temp40	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr3_temp41	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr3_temp42	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_qp_gr1_Treno_44	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr2_Scarico_45	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr4_centrif_47	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr1+vento_48	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr2+vento_49	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr3+vento_50	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr4+vento_51	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr1_52	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr2_53	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr3_54	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr4_55	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr1_temp56	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr2_temp57	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_temp58	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_temp59	20042	0	40.3709	0	482.433
E_103x_SLV_q=1.5_60	20451.6	3378.87	1112.46	30559	11152
E_103y_SLV_q=1.5_61	20451.6	1574.55	2819.11	10569.9	33947.6
E_103z_SLV_q=1.5_62	21407.4	1574.55	1112.46	10569.9	11152
E_103x_SLV_q=1.36_63	20451.6	3636.63	1185.61	33414.6	12129
E_103y_SLV_q=1.36_64	20451.6	1651.87	3062.91	11426.6	37204.1
E_103z_SLV_q=1.36_65	21407.4	1651.87	1185.61	11426.6	12129
E_103x_SLV_q=1_66	20451.6	4628.55	1473.93	44422.1	15993.6
E_103y_SLV_q=1_67	20451.6	1949.45	4024.01	14728.9	50086.1
E_103z_SLV_q=1_68	21407.4	1949.45	1473.93	14728.9	15993.6
E_103x_SLD_q=1_69	20313.9	2227.18	773.927	21235.8	7936
E_103y_SLD_q=1_70	20313.9	949.339	1970.35	7073.69	23926.8
E_103z_SLD_q=1_71	20948.3	949.339	773.927	7073.69	7936

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	180.012	3853.96	379.305
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	84.6193	0	38.3383
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	179.987	4131.43	379.164
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	158.543	3305.15	309.984
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	622.838	633.205	3853.96	2231.98
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	6.2259	537.812	0	1891.02
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1239.45	633.18	4131.43	2231.84
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	992.806	611.736	3305.15	2162.66
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	503.666	882.164	3083.17	3383.52
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	10.3765	821.113	0	3117.61
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	996.956	882.144	3305.15	3383.4
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	996.956	913.865	3305.15	3397.78
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	97.8104	2657.9	249.739
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	53.9516	0	24.4573
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	97.7932	2849.27	249.641
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	87.9374	2279.41	204.151
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	429.401	399.939	2657.9	1484.86
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	4.1506	356.08	0	1259.58
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	854.651	399.922	2849.27	1484.76
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	684.551	390.066	2279.41	1439.27
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	347.118	573.903	2126.32	2254.77
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	6.91766	545.834	0	2077.7
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	687.318	573.889	2279.41	2254.69
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	687.318	591.485	2279.41	2262.68
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	58.6341	2126.32	190.965
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	35.2428	0	16.0025
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	58.6203	2279.41	190.887
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	73.2857	2279.41	197.558
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	341.584	159.344	2126.32	602.671
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	1.38353	135.952	0	427.709
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	681.784	159.33	2279.41	602.593
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	681.784	173.995	2279.41	609.264

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_116	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_118	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr1_temp127	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp128	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp129	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp130	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_131	7452.59	2578.98	872.499	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7452.59	774.664	2579.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8197.2	774.664	872.499	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7452.59	2836.74	945.64	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7452.59	851.992	2822.95	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8197.2	851.992	945.64	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7452.59	3828.66	1233.97	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7452.59	1149.57	3784.04	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8197.2	1149.57	1233.97	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7428.67	1999.1	732.447	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7428.67	600.699	2112.3	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	8117.46	600.699	732.447	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	19789.7	616.613	180.012	9403.47	1999.42
A1_SLU_gr2_Scarico_73	17139.9	0	84.6193	0	799.912
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	19789.7	1233.23	179.987	15230.5	1999.05
A1_SLU_gr4_centrif_75	19193.7	986.58	158.543	12184.4	1736.87
A1_SLU_gr1+vento_76	19789.7	622.838	633.205	9459.5	7930.83
A1_SLU_gr2+vento_77	17139.9	6.2259	537.812	56.0331	6731.33
A1_SLU_gr3+vento_78	19789.7	1239.45	633.18	15286.5	7930.47
A1_SLU_gr4+vento_79	19193.7	992.806	611.736	12240.4	7668.29
A1_SLU_vento_gr1_80	19193.7	503.666	882.164	7616.17	11323
A1_SLU_vento_gr2_81	17073.8	10.3765	821.113	93.3884	10507.6
A1_SLU_vento_gr3_82	19193.7	996.956	882.144	12277.8	11322.7
A1_SLU_vento_gr4_83	19193.7	996.956	913.865	12277.8	11622.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	14164.2	425.25	97.8104	6485.15	1130.03
SLE_rar_gr2_Scarico_86	12336.7	0	53.9516	0	510.022
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	14164.2	850.5	97.7932	10503.8	1129.78
SLE_rar_gr4_centrif_88	13753.1	680.4	87.9374	8403.01	995.587
SLE_rar_gr1+vento_89	14164.2	429.401	399.939	6522.51	5084.31
SLE_rar_gr2+vento_90	12336.7	4.1506	356.08	37.3554	4464.3
SLE_rar_gr3+vento_91	14164.2	854.651	399.922	10541.1	5084.06
SLE_rar_gr4+vento_92	13753.1	684.551	390.066	8440.37	4949.87
SLE_rar_vento_gr1_93	13753.1	347.118	573.903	5250.38	7419.9
SLE_rar_vento_gr2_94	12291.1	6.91766	545.834	62.259	6990.21
SLE_rar_vento_gr3_95	13753.1	687.318	573.889	8465.27	7419.7
SLE_rar_vento_gr4_96	13753.1	687.318	591.485	8465.27	7586.05
SLE_fre_gr1_Treno_98	13753.1	340.2	58.6341	5188.12	718.672
SLE_fre_gr2_Scarico_99	12291.1	0	35.2428	0	333.187
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	13753.1	680.4	58.6203	8403.01	718.47
SLE_fre_gr4_centrif_101	13753.1	680.4	73.2857	8403.01	857.13
SLE_fre_gr1+vento_102	13753.1	341.584	159.344	5200.57	2036.76
SLE_fre_gr2+vento_103	12291.1	1.38353	135.952	12.4518	1651.28
SLE_fre_gr3+vento_104	13753.1	681.784	159.33	8415.46	2036.56
SLE_fre_gr4+vento_105	13753.1	681.784	173.995	8415.46	2175.22
SLE_fre_vento_gr1_106	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74

SLE_fre_vento_gr2_107	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_vento_gr3_108	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_vento_gr4_109	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_gr1_temp110	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr2_temp111	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr3_temp112	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr3_temp113	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_qp_gr1_Treno_115	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr2_Scarico_116	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr4_centrif_118	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr1+vento_119	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr2+vento_120	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr3+vento_121	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr4+vento_122	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr1_123	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr2_124	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr3_125	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr4_126	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr1_temp127	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr2_temp128	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_temp129	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_temp130	12108.7	0	40.3709	0	381.505
E_103x_SLV_q=1.5_131	12427.8	2578.98	872.499	22111.8	8370.86
E_103y_SLV_q=1.5_132	12427.8	774.664	2579.14	6633.55	26899.8
E_103z_SLV_q=1.5_133	13172.5	774.664	872.499	6633.55	8370.86
E_103x_SLV_q=1.36_134	12427.8	2836.74	945.64	24323	9164.96
E_103y_SLV_q=1.36_135	12427.8	851.992	2822.95	7296.9	29546.8
E_103z_SLV_q=1.36_136	13172.5	851.992	945.64	7296.9	9164.96
E_103x_SLV_q=1_137	12427.8	3828.66	1233.97	32850.8	12308.7
E_103y_SLV_q=1_138	12427.8	1149.57	3784.04	9855.23	40026.1
E_103z_SLV_q=1_139	13172.5	1149.57	1233.97	9855.23	12308.7
E_103x_SLD_q=1_140	12403.9	1999.1	732.447	18945.4	7551.99
E_103y_SLD_q=1_141	12403.9	600.699	2112.3	5683.63	24170.3
E_103z_SLD_q=1_142	13092.7	600.699	732.447	5683.63	7551.99

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	30499.7	616.613	180.012	10945	2449.45
A1_SLU_gr2_Scarico_73	27849.9	0	84.6193	0	1011.46
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	30499.7	1233.23	179.987	18313.5	2449.02
A1_SLU_gr4_centrif_75	29903.6	986.58	158.543	14650.8	2133.23
A1_SLU_gr1+vento_76	30499.7	622.838	633.205	11016.6	9513.85
A1_SLU_gr2+vento_77	27849.9	6.2259	537.812	71.5978	8075.86
A1_SLU_gr3+vento_78	30499.7	1239.45	633.18	18385.1	9513.42
A1_SLU_gr4+vento_79	29903.6	992.806	611.736	14722.4	9197.63
A1_SLU_vento_gr1_80	29903.6	503.666	882.164	8875.33	13528.4
A1_SLU_vento_gr2_81	27783.7	10.3765	821.113	119.33	12560.4
A1_SLU_vento_gr3_82	29903.6	996.956	882.144	14770.1	13528.1
A1_SLU_vento_gr4_83	29903.6	996.956	913.865	14770.1	13907.2
SLE_rar_gr1_Treno_85	22097.5	425.25	97.8104	7548.28	1374.56
SLE_rar_gr2_Scarico_86	20270	0	53.9516	0	644.901
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	22097.5	850.5	97.7932	12630	1374.26
SLE_rar_gr4_centrif_88	21686.4	680.4	87.9374	10104	1215.43
SLE_rar_gr1+vento_89	22097.5	429.401	399.939	7596.01	6084.16
SLE_rar_gr2+vento_90	20270	4.1506	356.08	47.7319	5354.5
SLE_rar_gr3+vento_91	22097.5	854.651	399.922	12677.7	6083.86
SLE_rar_gr4+vento_92	21686.4	684.551	390.066	10151.7	5925.03
SLE_rar_vento_gr1_93	21686.4	347.118	573.903	6118.18	8854.66
SLE_rar_vento_gr2_94	20224.4	6.91766	545.834	79.5531	8354.79
SLE_rar_vento_gr3_95	21686.4	687.318	573.889	10183.6	8854.42
SLE_rar_vento_gr4_96	21686.4	687.318	591.485	10183.6	9064.76
SLE_fre_gr1_Treno_98	21686.4	340.2	58.6341	6038.62	865.257
SLE_fre_gr2_Scarico_99	20224.4	0	35.2428	0	421.294
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	21686.4	680.4	58.6203	10104	865.02
SLE_fre_gr4_centrif_101	21686.4	680.4	73.2857	10104	1040.34
SLE_fre_gr1+vento_102	21686.4	341.584	159.344	6054.53	2435.12
SLE_fre_gr2+vento_103	20224.4	1.38353	135.952	15.9106	1991.16
SLE_fre_gr3+vento_104	21686.4	681.784	159.33	10119.9	2434.89
SLE_fre_gr4+vento_105	21686.4	681.784	173.995	10119.9	2610.21
SLE_fre_vento_gr1_106	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1

SLE_fre_vento_gr2_107	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_vento_gr3_108	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_vento_gr4_109	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_gr1_temp110	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr2_temp111	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr3_temp112	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr3_temp113	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_qp_gr1_Treno_115	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr2_Scarico_116	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr4_centrif_118	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr1+vento_119	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr2+vento_120	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr3+vento_121	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr4+vento_122	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr1_123	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr2_124	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr3_125	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr4_126	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr1_temp127	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr2_temp128	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_temp129	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_temp130	20042	0	40.3709	0	482.433
E_103x_SLV_q=1.5_131	20451.6	3378.87	1112.46	30559	11152
E_103y_SLV_q=1.5_132	20451.6	1574.55	2819.11	10569.9	33947.6
E_103z_SLV_q=1.5_133	21407.4	1574.55	1112.46	10569.9	11152
E_103x_SLV_q=1.36_134	20451.6	3636.63	1185.61	33414.6	12129
E_103y_SLV_q=1.36_135	20451.6	1651.87	3062.91	11426.6	37204.1
E_103z_SLV_q=1.36_136	21407.4	1651.87	1185.61	11426.6	12129
E_103x_SLV_q=1_137	20451.6	4628.55	1473.93	44422.1	15993.6
E_103y_SLV_q=1_138	20451.6	1949.45	4024.01	14728.9	50086.1
E_103z_SLV_q=1_139	21407.4	1949.45	1473.93	14728.9	15993.6
E_103x_SLD_q=1_140	20502.6	2399.41	852.539	24944	9683.34
E_103y_SLD_q=1_141	20502.6	1001.01	2232.39	8186.15	29751.2
E_103z_SLD_q=1_142	21577.3	1001.01	852.539	8186.15	9683.34

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.3 Configurazione 3

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	247.6	622.402	597.464	
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	84.6193	0	38.3383	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	247.575	899.878	597.323	
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	212.614	719.902	484.512	
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	622.838	700.793	622.402	2450.14	
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	6.2259	537.812	0	1891.02	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1239.45	700.768	899.878	2450	
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	992.806	665.807	719.902	2337.19	
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	503.666	925.421	497.922	3553.18	
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	10.3765	821.113	0	3117.61	
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	996.956	925.401	719.902	3553.07	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	996.956	967.936	719.902	3572.31	
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	128.885	429.243	393.201	
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	53.9516	0	24.4573	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	128.868	620.605	393.104	
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921	
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	429.401	431.014	429.243	1628.32	
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	4.1506	356.08	0	1259.58	
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	854.651	430.997	620.605	1628.22	
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	684.551	414.926	496.484	1554.04	
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	347.118	593.791	343.394	2367.3	
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	6.91766	545.834	0	2077.7	
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	687.318	593.777	496.484	2367.23	
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45	
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	75.2074	343.394	302.006	
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	35.2428	0	16.0025	
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	75.1936	496.484	301.928	
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	94.0024	496.484	310.463	
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	341.584	175.917	343.394	713.712	
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	1.38353	135.952	0	427.709	
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	681.784	175.903	496.484	713.634	
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	681.784	194.712	496.484	722.17	
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43	

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	3.45883	292.145	0	1047.43
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	1.38353	149.155	0	433.507
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_187	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_189	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr1_temp198	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp199	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp200	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp201	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_202	7452.59	2578.98	872.499	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7452.59	774.664	2579.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8197.2	774.664	872.499	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7452.59	2836.74	945.64	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7452.59	851.992	2822.95	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8197.2	851.992	945.64	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7452.59	3828.66	1233.97	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7452.59	1149.57	3784.04	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8197.2	1149.57	1233.97	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7428.67	1999.1	732.447	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7428.67	600.699	2112.3	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	8117.46	600.699	732.447	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	21667.2	616.613	247.6	6171.91	2825.87
A1_SLU_gr2_Scarico_144	17139.9	0	84.6193	0	799.912
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21667.2	1233.23	247.575	11998.9	2825.5
A1_SLU_gr4_centrif_146	20695.6	986.58	212.614	9599.12	2398.04
A1_SLU_gr1+vento_147	21667.2	622.838	700.793	6227.95	8757.28
A1_SLU_gr2+vento_148	17139.9	6.2259	537.812	56.0331	6731.33
A1_SLU_gr3+vento_149	21667.2	1239.45	700.768	12054.9	8756.92
A1_SLU_gr4+vento_150	20695.6	992.806	665.807	9655.16	8329.45
A1_SLU_vento_gr1_151	20695.6	503.666	925.421	5030.92	11882
A1_SLU_vento_gr2_152	17073.8	10.3765	821.113	93.3884	10507.6
A1_SLU_vento_gr3_153	20695.6	996.956	925.401	9692.51	11881.7
A1_SLU_vento_gr4_154	20695.6	996.956	967.936	9692.51	12283.7
SLE_rar_gr1_Treno_156	15459	425.25	128.885	4256.49	1553.17
SLE_rar_gr2_Scarico_157	12336.7	0	53.9516	0	510.022
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	15459	850.5	128.868	8275.11	1552.92
SLE_rar_gr4_centrif_159	14788.9	680.4	112.797	6620.08	1334.1
SLE_rar_gr1+vento_160	15459	429.401	431.014	4293.85	5507.45
SLE_rar_gr2+vento_161	12336.7	4.1506	356.08	37.3554	4464.3
SLE_rar_gr3+vento_162	15459	854.651	430.997	8312.46	5507.2
SLE_rar_gr4+vento_163	14788.9	684.551	414.926	6657.44	5288.37
SLE_rar_vento_gr1_164	14788.9	347.118	593.791	3467.45	7711.43
SLE_rar_vento_gr2_165	12291.1	6.91766	545.834	62.259	6990.21
SLE_rar_vento_gr3_166	14788.9	687.318	593.777	6682.34	7711.22
SLE_rar_vento_gr4_167	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56
SLE_fre_gr1_Treno_169	14788.9	340.2	75.2074	3405.19	978.872
SLE_fre_gr2_Scarico_170	12291.1	0	35.2428	0	333.187
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	14788.9	680.4	75.1936	6620.08	978.67
SLE_fre_gr4_centrif_172	14788.9	680.4	94.0024	6620.08	1156.48
SLE_fre_gr1+vento_173	14788.9	341.584	175.917	3417.65	2296.97
SLE_fre_gr2+vento_174	12291.1	1.38353	135.952	12.4518	1651.28
SLE_fre_gr3+vento_175	14788.9	681.784	175.903	6632.54	2296.76
SLE_fre_gr4+vento_176	14788.9	681.784	194.712	6632.54	2474.58
SLE_fre_vento_gr1_177	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74

SLE_fre_vento_gr2_178	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_vento_gr3_179	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_vento_gr4_180	12108.7	3.45883	292.145	31.1295	3676.74
SLE_fre_gr1_temp181	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr2_temp182	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr3_temp183	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_fre_gr3_temp184	12108.7	1.38353	149.155	12.4518	1775.9
SLE_qp_gr1_Treno_186	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr2_Scarico_187	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr4_centrif_189	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr1+vento_190	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr2+vento_191	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr3+vento_192	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr4+vento_193	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr1_194	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr2_195	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr3_196	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_vento_gr4_197	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6
SLE_qp_gr1_temp198	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr2_temp199	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_temp200	12108.7	0	40.3709	0	381.505
SLE_qp_gr3_temp201	12108.7	0	40.3709	0	381.505
E_103x_SLV_q=1.5_202	12427.8	2578.98	872.499	22111.8	8370.86
E_103y_SLV_q=1.5_203	12427.8	774.664	2579.14	6633.55	26899.8
E_103z_SLV_q=1.5_204	13172.5	774.664	872.499	6633.55	8370.86
E_103x_SLV_q=1.36_205	12427.8	2836.74	945.64	24323	9164.96
E_103y_SLV_q=1.36_206	12427.8	851.992	2822.95	7296.9	29546.8
E_103z_SLV_q=1.36_207	13172.5	851.992	945.64	7296.9	9164.96
E_103x_SLV_q=1_208	12427.8	3828.66	1233.97	32850.8	12308.7
E_103y_SLV_q=1_209	12427.8	1149.57	3784.04	9855.23	40026.1
E_103z_SLV_q=1_210	13172.5	1149.57	1233.97	9855.23	12308.7
E_103x_SLD_q=1_211	12403.9	1999.1	732.447	18945.4	7551.99
E_103y_SLD_q=1_212	12403.9	600.699	2112.3	5683.63	24170.3
E_103z_SLD_q=1_213	13092.7	600.699	732.447	5683.63	7551.99

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	32377.1	616.613	247.6	7713.45	3444.87
A1_SLU_gr2_Scarico_144	27849.9	0	84.6193	0	1011.46
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	32377.1	1233.23	247.575	15082	3444.44
A1_SLU_gr4_centrif_146	31405.5	986.58	212.614	12065.6	2929.57
A1_SLU_gr1+vento_147	32377.1	622.838	700.793	7785.04	10509.3
A1_SLU_gr2+vento_148	27849.9	6.2259	537.812	71.5978	8075.86
A1_SLU_gr3+vento_149	32377.1	1239.45	700.768	15153.6	10508.8
A1_SLU_gr4+vento_150	31405.5	992.806	665.807	12137.2	9993.97
A1_SLU_vento_gr1_151	31405.5	503.666	925.421	6290.09	14195.5
A1_SLU_vento_gr2_152	27783.7	10.3765	821.113	119.33	12560.4
A1_SLU_vento_gr3_153	31405.5	996.956	925.401	12184.9	14195.2
A1_SLU_vento_gr4_154	31405.5	996.956	967.936	12184.9	14703.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	23392.3	425.25	128.885	5319.62	1875.38
SLE_rar_gr2_Scarico_157	20270	0	53.9516	0	644.901
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	23392.3	850.5	128.868	10401.4	1875.09
SLE_rar_gr4_centrif_159	22722.2	680.4	112.797	8321.08	1616.09
SLE_rar_gr1+vento_160	23392.3	429.401	431.014	5367.35	6584.98
SLE_rar_gr2+vento_161	20270	4.1506	356.08	47.7319	5354.5
SLE_rar_gr3+vento_162	23392.3	854.651	430.997	10449.1	6584.69
SLE_rar_gr4+vento_163	22722.2	684.551	414.926	8368.82	6325.69
SLE_rar_vento_gr1_164	22722.2	347.118	593.791	4335.25	9195.9
SLE_rar_vento_gr2_165	20224.4	6.91766	545.834	79.5531	8354.79
SLE_rar_vento_gr3_166	22722.2	687.318	593.777	8400.64	9195.67
SLE_rar_vento_gr4_167	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42
SLE_fre_gr1_Treno_169	22722.2	340.2	75.2074	4255.69	1166.89
SLE_fre_gr2_Scarico_170	20224.4	0	35.2428	0	421.294
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	22722.2	680.4	75.1936	8321.08	1166.65
SLE_fre_gr4_centrif_172	22722.2	680.4	94.0024	8321.08	1391.49
SLE_fre_gr1+vento_173	22722.2	341.584	175.917	4271.61	2736.76
SLE_fre_gr2+vento_174	20224.4	1.38353	135.952	15.9106	1991.16
SLE_fre_gr3+vento_175	22722.2	681.784	175.903	8337	2736.52
SLE_fre_gr4+vento_176	22722.2	681.784	194.712	8337	2961.36
SLE_fre_vento_gr1_177	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1

SLE_fre_vento_gr2_178	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_vento_gr3_179	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_vento_gr4_180	20042	3.45883	292.145	39.7766	4407.1
SLE_fre_gr1_temp181	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr2_temp182	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr3_temp183	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_fre_gr3_temp184	20042	1.38353	149.155	15.9106	2148.79
SLE_qp_gr1_Treno_186	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr2_Scarico_187	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr4_centrif_189	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr1+vento_190	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr2+vento_191	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr3+vento_192	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr4+vento_193	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr1_194	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr2_195	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr3_196	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_vento_gr4_197	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3
SLE_qp_gr1_temp198	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr2_temp199	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_temp200	20042	0	40.3709	0	482.433
SLE_qp_gr3_temp201	20042	0	40.3709	0	482.433
E_103x_SLV_q=1.5_202	20451.6	3378.87	1112.46	30559	11152
E_103y_SLV_q=1.5_203	20451.6	1574.55	2819.11	10569.9	33947.6
E_103z_SLV_q=1.5_204	21407.4	1574.55	1112.46	10569.9	11152
E_103x_SLV_q=1.36_205	20451.6	3636.63	1185.61	33414.6	12129
E_103y_SLV_q=1.36_206	20451.6	1651.87	3062.91	11426.6	37204.1
E_103z_SLV_q=1.36_207	21407.4	1651.87	1185.61	11426.6	12129
E_103x_SLV_q=1_208	20451.6	4628.55	1473.93	44422.1	15993.6
E_103y_SLV_q=1_209	20451.6	1949.45	4024.01	14728.9	50086.1
E_103z_SLV_q=1_210	21407.4	1949.45	1473.93	14728.9	15993.6
E_103x_SLD_q=1_211	20502.6	2399.41	852.539	24944	9683.34
E_103y_SLD_q=1_212	20502.6	1001.01	2232.39	8186.15	29751.2
E_103z_SLD_q=1_213	21577.3	1001.01	852.539	8186.15	9683.34

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		10483.7	425.25	128.885	429.243	393.201
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	854.651	430.997	620.605	1628.22
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	128.868	620.605	393.104
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.318	112.797	496.484	2377.45
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.38353	141.081	0	429.873
E_103x_SLD_q=1_69		7239.95	1826.87	653.835	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7239.95	549.031	1850.26	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7488.4	549.031	653.835	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	15459	425.25	128.885	4256.49	1553.17	
SLE_rar_gr3+vento_20	15459	854.651	430.997	8312.46	5507.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_gr3+vento_20	15459	854.651	430.997	8312.46	5507.2	
SLE_rar_vento_gr4_25	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_gr4_centrif_17	14788.9	680.4	112.797	6620.08	1334.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_vento_gr4_25	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_vento_gr4_25	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_vento_gr4_25	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_qp_gr1_Treno_44	12108.7	0	40.3709	0	381.505	
SLE_qp_gr1+vento_48	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_48	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_48	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_48	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
E_103x_SLD_q=1_69	12215.2	1826.87	653.835	15667.8	6001.18	
E_103y_SLD_q=1_70	12215.2	549.031	1850.26	4700.34	19000.9	
E_103z_SLD_q=1_71	12463.7	549.031	653.835	4700.34	6001.18	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	23392.3	425.25	128.885	5319.62	1875.38	
SLE_rar_gr3+vento_20	23392.3	854.651	430.997	10449.1	6584.69	
SLE_rar_vento_gr4_25	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_gr3+vento_20	23392.3	854.651	430.997	10449.1	6584.69	
SLE_rar_vento_gr4_25	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_gr4_centrif_17	22722.2	680.4	112.797	8321.08	1616.09	
SLE_rar_vento_gr4_25	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_vento_gr4_25	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_vento_gr4_25	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_vento_gr4_25	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_qp_gr1_Treno_44	20042	0	40.3709	0	482.433	
SLE_qp_gr1+vento_48	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_48	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_48	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_48	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
E_103x_SLD_q=1_69	20313.9	2227.18	773.927	21235.8	7936	
E_103y_SLD_q=1_70	20313.9	949.339	1970.35	7073.69	23926.8	
E_103z_SLD_q=1_71	20948.3	949.339	773.927	7073.69	7936	

Configurazione2

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	97.8104	2657.9	249.739	
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	854.651	399.922	2849.27	1484.76	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	687.318	591.485	2279.41	2262.68	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	97.7932	2849.27	249.641	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	687.318	591.485	2279.41	2262.68	
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	87.9374	2279.41	204.151	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	687.318	591.485	2279.41	2262.68	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	687.318	591.485	2279.41	2262.68	
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	87.9374	2279.41	204.151	
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	687.318	591.485	2279.41	2262.68	
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873	
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.38353	141.081	0	429.873	
E_103x_SLD_q=1_140	7428.67	1999.1	732.447	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141	7428.67	600.699	2112.3	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142	8117.46	600.699	732.447	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	14164.2	425.25	128.885	4256.49	1553.17	
SLE_rar_gr3+vento_91	14164.2	854.651	399.922	10541.1	5084.06	
SLE_rar_vento_gr4_96	13753.1	687.318	591.485	8465.27	7586.05	
SLE_rar_gr3+vento_91	14164.2	854.651	399.922	10541.1	5084.06	
SLE_rar_vento_gr4_96	13753.1	687.318	591.485	8465.27	7586.05	
SLE_rar_gr4_centrif_88	13753.1	680.4	87.9374	8403.01	995.587	
SLE_rar_vento_gr4_96	13753.1	687.318	591.485	8465.27	7586.05	
SLE_rar_vento_gr4_96	13753.1	687.318	591.485	8465.27	7586.05	
SLE_rar_vento_gr4_96	13753.1	687.318	591.485	8465.27	7586.05	
SLE_rar_vento_gr4_96	13753.1	687.318	591.485	8465.27	7586.05	
SLE_qp_gr1_Treno_115	12108.7	0	40.3709	0	381.505	
SLE_qp_gr1+vento_119	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_119	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_119	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_119	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
E_103x_SLD_q=1_140	12403.9	1999.1	732.447	18945.4	7551.99	
E_103y_SLD_q=1_141	12403.9	600.699	2112.3	5683.63	24170.3	
E_103z_SLD_q=1_142	13092.7	600.699	732.447	5683.63	7551.99	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	22097.5	425.25	128.885	5319.62	1875.38	
SLE_rar_gr3+vento_91	22097.5	854.651	399.922	12677.7	6083.86	
SLE_rar_vento_gr4_96	21686.4	687.318	591.485	10183.6	9064.76	
SLE_rar_gr3+vento_91	22097.5	854.651	399.922	12677.7	6083.86	
SLE_rar_vento_gr4_96	21686.4	687.318	591.485	10183.6	9064.76	
SLE_rar_gr4_centrif_88	21686.4	680.4	87.9374	10104	1215.43	
SLE_rar_vento_gr4_96	21686.4	687.318	591.485	10183.6	9064.76	
SLE_rar_vento_gr4_96	21686.4	687.318	591.485	10183.6	9064.76	
SLE_rar_vento_gr4_96	21686.4	687.318	591.485	10183.6	9064.76	
SLE_rar_vento_gr4_96	21686.4	687.318	591.485	10183.6	9064.76	
SLE_qp_gr1_Treno_115	20042	0	40.3709	0	482.433	
SLE_qp_gr1+vento_119	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_119	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_119	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_119	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
E_103x_SLD_q=1_140	20502.6	2399.41	852.539	24944	9683.34	
E_103y_SLD_q=1_141	20502.6	1001.01	2232.39	8186.15	29751.2	
E_103z_SLD_q=1_142	21577.3	1001.01	852.539	8186.15	9683.34	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		10483.7	425.25	128.885	429.243	393.201	
SLE_rar_gr3+vento_162		10483.7	854.651	430.997	620.605	1628.22	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	128.868	620.605	393.104	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.318	616.345	496.484	2377.45	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.38353	141.081	0	429.873	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.38353	141.081	0	429.873	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.38353	141.081	141.081	429.873	
E_103x_SLD_q=1_211		7428.67	1999.1	732.447	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7428.67	600.699	2112.3	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		8117.46	600.699	732.447	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	15459	425.25	128.885	4256.49	1553.17	
SLE_rar_gr3+vento_162	15459	854.651	430.997	8312.46	5507.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_gr3+vento_162	15459	854.651	430.997	8312.46	5507.2	
SLE_rar_vento_gr4_167	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_gr4_centrif_159	14788.9	680.4	112.797	6620.08	1334.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_vento_gr4_167	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_vento_gr4_167	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_rar_vento_gr4_167	14788.9	687.318	616.345	6682.34	7924.56	
SLE_qp_gr1_Treno_186	12108.7	0	40.3709	0	381.505	
SLE_qp_gr1+vento_190	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_190	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_190	12108.7	1.38353	141.081	12.4518	1699.6	
SLE_qp_gr1+vento_190	12108.7	1.38353	141.081	141.081	1699.6	
E_103x_SLD_q=1_211	12403.9	1999.1	732.447	18945.4	7551.99	
E_103y_SLD_q=1_212	12403.9	600.699	2112.3	5683.63	24170.3	
E_103z_SLD_q=1_213	13092.7	600.699	732.447	5683.63	7551.99	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	23392.3	425.25	128.885	5319.62	1875.38	
SLE_rar_gr3+vento_162	23392.3	854.651	430.997	10449.1	6584.69	
SLE_rar_vento_gr4_167	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_gr3+vento_162	23392.3	854.651	430.997	10449.1	6584.69	
SLE_rar_vento_gr4_167	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_gr4_centrif_159	22722.2	680.4	112.797	8321.08	1616.09	
SLE_rar_vento_gr4_167	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_vento_gr4_167	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_vento_gr4_167	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_rar_vento_gr4_167	22722.2	687.318	616.345	8400.64	9465.42	
SLE_qp_gr1_Treno_186	20042	0	40.3709	0	482.433	
SLE_qp_gr1+vento_190	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_190	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_190	20042	1.38353	141.081	15.9106	2052.3	
SLE_qp_gr1+vento_190	20042	1.38353	141.081	141.081	2052.3	
E_103x_SLD_q=1_211	20502.6	2399.41	852.539	24944	9683.34	
E_103y_SLD_q=1_212	20502.6	1001.01	2232.39	8186.15	29751.2	
E_103z_SLD_q=1_213	21577.3	1001.01	852.539	8186.15	9683.34	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1

TESTA PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		14950.6	616.613	247.6	622.402	597.464
A1_SLU_gr3+vento_7		14950.6	1239.45	700.768	899.878	2450
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	996.956	967.936	719.902	3572.31
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		14950.6	1233.23	247.575	899.878	597.323
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	996.956	967.936	719.902	3572.31
E_103x_SLV_q=1.5_60		7452.59	2578.98	872.499	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		7452.59	774.664	2579.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		8197.2	774.664	872.499	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		7452.59	3828.66	1233.97	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		7452.59	1149.57	3784.04	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		8197.2	1149.57	1233.97	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		21667.2	616.613	247.6	6171.91	2825.87
A1_SLU_gr3+vento_7		21667.2	1239.45	700.768	12054.9	8756.92
A1_SLU_vento_gr4_12		20695.6	996.956	967.936	9692.51	12283.7
A1_SLU_gr3+vento_7		21667.2	1239.45	700.768	12054.9	8756.92
A1_SLU_vento_gr4_12		20695.6	996.956	967.936	9692.51	12283.7
E_103x_SLV_q=1.5_60		12427.8	2578.98	872.499	22111.8	8370.86
E_103y_SLV_q=1.5_61		12427.8	774.664	2579.14	6633.55	26899.8
E_103z_SLV_q=1.5_62		13172.5	774.664	872.499	6633.55	8370.86
E_103x_SLV_q=1_66		12427.8	3828.66	1233.97	32850.8	12308.7
E_103y_SLV_q=1_67		12427.8	1149.57	3784.04	9855.23	40026.1
E_103z_SLV_q=1_68		13172.5	1149.57	1233.97	9855.23	12308.7
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		32377.1	616.613	247.6	7713.45	3444.87
A1_SLU_gr3+vento_7		32377.1	1239.45	700.768	15153.6	10508.8
A1_SLU_vento_gr4_12		31405.5	996.956	967.936	12184.9	14703.6
A1_SLU_gr3+vento_7		32377.1	1239.45	700.768	15153.6	10508.8
A1_SLU_vento_gr4_12		31405.5	996.956	967.936	12184.9	14703.6
E_103x_SLV_q=1.36_63		20451.6	3636.63	1185.61	33414.6	12129
E_103y_SLV_q=1.36_64		20451.6	1651.87	3062.91	11426.6	37204.1
E_103z_SLV_q=1.36_65		21407.4	1651.87	1185.61	11426.6	12129
E_103x_SLV_q=1_66		20451.6	4628.55	1473.93	44422.1	15993.6
E_103y_SLV_q=1_67		20451.6	1949.45	4024.01	14728.9	50086.1
E_103z_SLV_q=1_68		21407.4	1949.45	1473.93	14728.9	15993.6

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	180.012	3853.96	379.305	
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1239.45	633.18	4131.43	2231.84	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	996.956	913.865	3305.15	3397.78	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	179.987	4131.43	379.164	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	996.956	913.865	3305.15	3397.78	
E_103x_SLV_q=1.5_131	7452.59	2578.98	872.499	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	7452.59	774.664	2579.14	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	8197.2	774.664	872.499	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	7452.59	3828.66	1233.97	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	7452.59	1149.57	3784.04	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	8197.2	1149.57	1233.97	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	19789.7	616.613	180.012	9403.47	1999.42	
A1_SLU_gr3+vento_78	19789.7	1239.45	633.18	15286.5	7930.47	
A1_SLU_vento_gr4_83	19193.7	996.956	913.865	12277.8	11622.6	
A1_SLU_gr3+vento_78	19789.7	1239.45	633.18	15286.5	7930.47	
A1_SLU_vento_gr4_83	19193.7	996.956	913.865	12277.8	11622.6	
E_103x_SLV_q=1.5_131	12427.8	2578.98	872.499	22111.8	8370.86	
E_103y_SLV_q=1.5_132	12427.8	774.664	2579.14	6633.55	26899.8	
E_103z_SLV_q=1.5_133	13172.5	774.664	872.499	6633.55	8370.86	
E_103x_SLV_q=1_137	12427.8	3828.66	1233.97	32850.8	12308.7	
E_103y_SLV_q=1_138	12427.8	1149.57	3784.04	9855.23	40026.1	
E_103z_SLV_q=1_139	13172.5	1149.57	1233.97	9855.23	12308.7	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	30499.7	616.613	180.012	10945	2449.45	
A1_SLU_gr3+vento_78	30499.7	1239.45	633.18	18385.1	9513.42	
A1_SLU_vento_gr4_83	29903.6	996.956	913.865	14770.1	13907.2	
A1_SLU_gr3+vento_78	30499.7	1239.45	633.18	18385.1	9513.42	
A1_SLU_vento_gr4_83	29903.6	996.956	913.865	14770.1	13907.2	
E_103x_SLV_q=1.36_134	20451.6	3636.63	1185.61	33414.6	12129	
E_103y_SLV_q=1.36_135	20451.6	1651.87	3062.91	11426.6	37204.1	
E_103z_SLV_q=1.36_136	21407.4	1651.87	1185.61	11426.6	12129	
E_103x_SLV_q=1_137	20451.6	4628.55	1473.93	44422.1	15993.6	
E_103y_SLV_q=1_138	20451.6	1949.45	4024.01	14728.9	50086.1	
E_103z_SLV_q=1_139	21407.4	1949.45	1473.93	14728.9	15993.6	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	247.6	622.402	597.464	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1239.45	700.768	899.878	2450	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	996.956	967.936	719.902	3572.31	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	247.575	899.878	597.323	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	996.956	967.936	719.902	3572.31	
E_103x_SLV_q=1.5_202	7452.59	2578.98	872.499	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	7452.59	774.664	2579.14	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	8197.2	774.664	872.499	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	7452.59	3828.66	1233.97	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	7452.59	1149.57	3784.04	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	8197.2	1149.57	1233.97	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	21667.2	616.613	247.6	6171.91	2825.87	
A1_SLU_gr3+vento_149	21667.2	1239.45	700.768	12054.9	8756.92	
A1_SLU_vento_gr4_154	20695.6	996.956	967.936	9692.51	12283.7	
A1_SLU_gr3+vento_149	21667.2	1239.45	700.768	12054.9	8756.92	
A1_SLU_vento_gr4_154	20695.6	996.956	967.936	9692.51	12283.7	
E_103x_SLV_q=1.5_202	12427.8	2578.98	872.499	22111.8	8370.86	
E_103y_SLV_q=1.5_203	12427.8	774.664	2579.14	6633.55	26899.8	
E_103z_SLV_q=1.5_204	13172.5	774.664	872.499	6633.55	8370.86	
E_103x_SLV_q=1_208	12427.8	3828.66	1233.97	32850.8	12308.7	
E_103y_SLV_q=1_209	12427.8	1149.57	3784.04	9855.23	40026.1	
E_103z_SLV_q=1_210	13172.5	1149.57	1233.97	9855.23	12308.7	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	32377.1	616.613	247.6	7713.45	3444.87	
A1_SLU_gr3+vento_149	32377.1	1239.45	700.768	15153.6	10508.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	31405.5	996.956	967.936	12184.9	14703.6	
A1_SLU_gr3+vento_149	32377.1	1239.45	700.768	15153.6	10508.8	
A1_SLU_vento_gr4_154	31405.5	996.956	967.936	12184.9	14703.6	
E_103x_SLV_q=1.36_205	20451.6	3636.63	1185.61	33414.6	12129	
E_103y_SLV_q=1.36_206	20451.6	1651.87	3062.91	11426.6	37204.1	
E_103z_SLV_q=1.36_207	21407.4	1651.87	1185.61	11426.6	12129	
E_103x_SLV_q=1_208	20451.6	4628.55	1473.93	44422.1	15993.6	
E_103y_SLV_q=1_209	20451.6	1949.45	4024.01	14728.9	50086.1	
E_103z_SLV_q=1_210	21407.4	1949.45	1473.93	14728.9	15993.6	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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	140 $\Phi$ 30 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 2.5 strati $\Phi$ 30/10 Long 2.5 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 $\Phi$ 30 interasse 15 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*

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

*- a 1,2 volte la domanda in duttilità locale, valutata in corrispondenza dello SLV, nel caso si utilizzino modelli lineari,*

*- alla domanda in duttilità locale e globale allo SLC, nel caso si utilizzino modelli non lineari.*

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

## 8.1 Modellazione

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

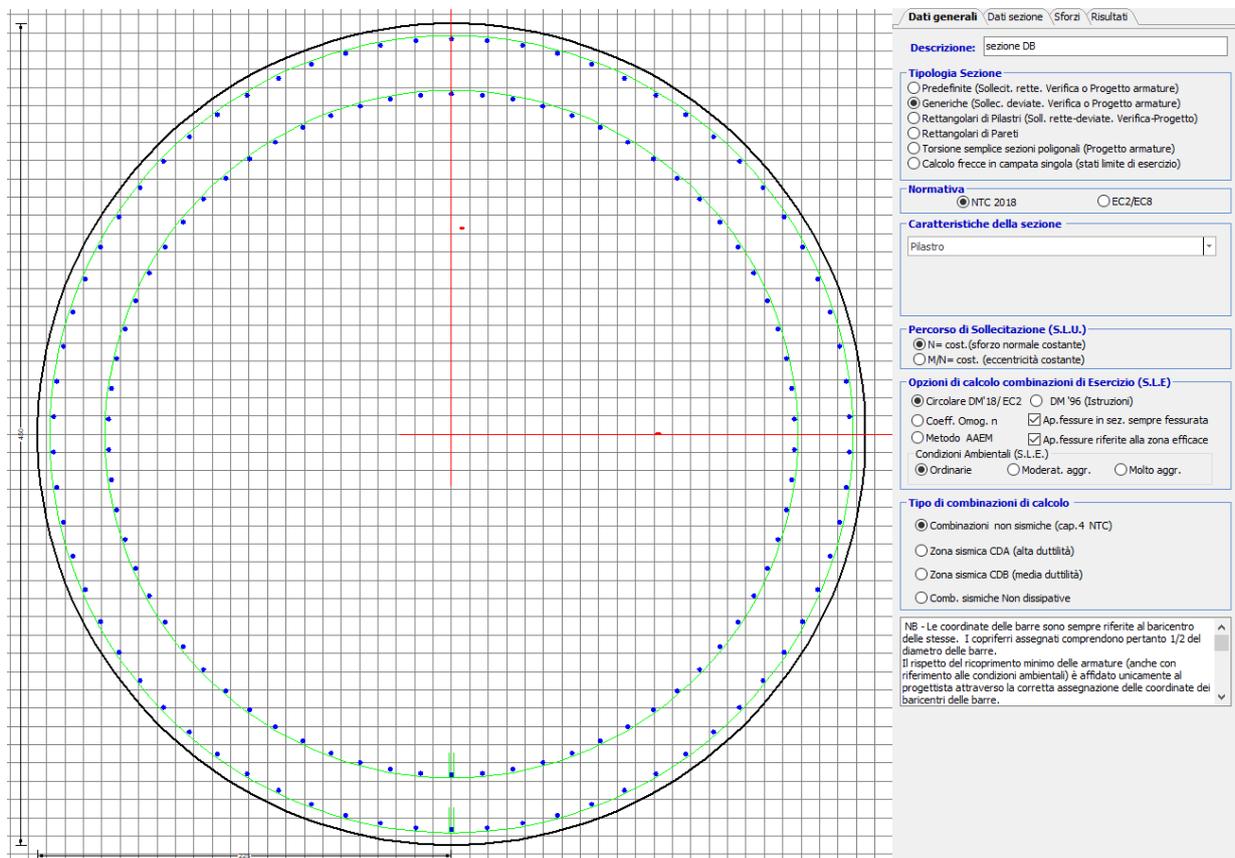


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 140 di diametro  $\Phi 22$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno e speculari internamente alla sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

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

Riferimento Sforzi assegnati:

Assi baric. X',Y' // assi coordinate.

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm <sup>2</sup>
	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 <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	216.5	70	22
2	0.0	0.0	186.5	70	22

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	21667.18	6171.91	2825.87	0.00	0.00
2	21667.18	12054.94	8756.92	0.00	0.00
3	20695.61	9692.51	12283.73	0.00	0.00
4	21667.18	12054.94	8756.92	0.00	0.00
5	20695.61	9692.51	12283.73	0.00	0.00
6	12427.84	22111.82	8370.86	0.00	0.00
7	12427.84	6633.55	26899.82	0.00	0.00
8	13172.45	6633.55	8370.86	0.00	0.00
9	19789.73	9403.47	1999.42	0.00	0.00
10	19789.73	15286.49	7930.47	0.00	0.00
11	19193.65	12277.76	11622.57	0.00	0.00
12	19789.73	15286.49	7930.47	0.00	0.00
13	19193.65	12277.76	11622.57	0.00	0.00
14	12427.84	22111.82	8370.86	0.00	0.00
15	12427.84	6633.55	26899.82	0.00	0.00
16	13172.45	6633.55	8370.86	0.00	0.00
17	21667.18	6171.91	2825.87	0.00	0.00
18	21667.18	12054.94	8756.92	0.00	0.00
19	20695.61	9692.51	12283.73	0.00	0.00
20	21667.18	12054.94	8756.92	0.00	0.00
21	20695.61	9692.51	12283.73	0.00	0.00
22	12427.84	22111.82	8370.86	0.00	0.00
23	12427.84	6633.55	26899.82	0.00	0.00
24	13172.45	6633.55	8370.86	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	15458.96	4256.49	1553.17
2	15458.96	8312.46	5507.20
3	14788.92	6682.34	7924.56
4	15458.96	8312.46	5507.20
5	14788.92	6682.34	7924.56
6	14164.17	4256.49	1553.17
7	14164.17	10541.12	5084.06
8	13753.08	8465.27	7586.05
9	14164.17	10541.12	5084.06
10	13753.08	8465.27	7586.05
11	15458.96	4256.49	1553.17
12	15458.96	8312.46	5507.20
13	14788.92	6682.34	7924.56
14	15458.96	8312.46	5507.20
15	14788.92	6682.34	7924.56
16	12215.20	15667.81	6001.18
17	12215.20	4700.34	19000.89
18	12463.65	4700.34	6001.18
19	12403.92	18945.44	7551.99

20	12403.92	5683.63	24170.26
21	13092.71	5683.63	7551.99
22	12403.92	18945.44	7551.99
23	12403.92	5683.63	24170.26
24	13092.71	5683.63	7551.99

**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	14788.92	6620.08 (10464.27)	1334.10 (0.00)
2	14788.92	6682.34 (107495.07)	7924.56 (127477.97)
3	14788.92	6682.34 (107495.07)	7924.56 (127477.97)
4	14788.92	6682.34 (107495.07)	7924.56 (127477.97)
5	14788.92	6682.34 (107495.07)	7924.56 (127477.97)
6	13753.08	8403.01 (488489.28)	995.59 (57876.29)
7	13753.08	8465.27 (72141.05)	7586.05 (64648.34)
8	13753.08	8465.27 (72141.05)	7586.05 (64648.34)
9	13753.08	8465.27 (72141.05)	7586.05 (64648.34)
10	13753.08	8465.27 (72141.05)	7586.05 (64648.34)
11	14788.92	6620.08 (0.00)	1334.10 (0.00)
12	14788.92	6682.34 (107495.07)	7924.56 (127477.97)
13	14788.92	6682.34 (107495.07)	7924.56 (127477.97)
14	14788.92	6682.34 (107495.07)	7924.56 (127477.97)
15	14788.92	6682.34 (107495.07)	7924.56 (127477.97)

**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	12108.72	0.00 (10464.27)	381.51 (0.00)
2	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
3	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
4	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
5	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
6	12108.72	0.00 (0.00)	381.51 (0.00)
7	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
8	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
9	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
10	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
11	12108.72	0.00 (0.00)	381.51 (0.00)
12	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
13	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
14	12108.72	12.45 (0.00)	1699.60 (0.00)
15	12108.72	141.08 (0.00)	1699.60 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.5 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [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	21667.18	6171.91	2825.87	21667.13	68879.70(68879.70)	31525.78(31525.78)	11.16532.2(477.1)	
2	S	21667.18	12054.94	8756.92	21667.05	61285.57(61285.57)	44518.87(44518.87)	5.08532.2(477.1)	
3	S	20695.61	9692.51	12283.73	20695.58	46044.97(46044.97)	58363.21(58363.21)	4.75532.2(477.1)	
4	S	21667.18	12054.94	8756.92	21667.05	61285.57(61285.57)	44518.87(44518.87)	5.08532.2(477.1)	
5	S	20695.61	9692.51	12283.73	20695.58	46044.97(46044.97)	58363.21(58363.21)	4.75532.2(477.1)	
6	S	12427.84	22111.82	8370.86	12427.58	57735.32(57735.32)	21853.26(21853.26)	2.61532.2(477.1)	
7	S	12427.84	6633.55	26899.82	12427.61	14761.44(14761.44)	59944.09(59944.09)	2.23532.2(477.1)	
8	S	13172.45	6633.55	8370.86	13172.46	39078.81(39078.81)	49305.35(49305.35)	5.89532.2(477.1)	
9	S	19789.73	9403.47	1999.42	19789.55	71405.40(71405.40)	15183.59(15183.59)	7.59532.2(477.1)	
10	S	19789.73	15286.49	7930.47	19789.64	64800.29(64800.29)	33618.79(33618.79)	4.24532.2(477.1)	
11	S	19193.65	12277.76	11622.57	19193.57	52374.12(52374.12)	49577.26(49577.26)	4.27532.2(477.1)	
12	S	19789.73	15286.49	7930.47	19789.64	64800.29(64800.29)	33618.79(33618.79)	4.24532.2(477.1)	
13	S	19193.65	12277.76	11622.57	19193.57	52374.12(52374.12)	49577.26(49577.26)	4.27532.2(477.1)	
14	S	12427.84	22111.82	8370.86	12427.58	57735.32(57735.32)	21853.26(21853.26)	2.61532.2(477.1)	
15	S	12427.84	6633.55	26899.82	12427.61	14761.44(14761.44)	59944.09(59944.09)	2.23532.2(477.1)	
16	S	13172.45	6633.55	8370.86	13172.46	39078.81(39078.81)	49305.35(49305.35)	5.89532.2(477.1)	
17	S	21667.18	6171.91	2825.87	21667.13	68879.70(68879.70)	31525.78(31525.78)	11.16532.2(477.1)	
18	S	21667.18	12054.94	8756.92	21667.05	61285.57(61285.57)	44518.87(44518.87)	5.08532.2(477.1)	
19	S	20695.61	9692.51	12283.73	20695.58	46044.97(46044.97)	58363.21(58363.21)	4.75532.2(477.1)	
20	S	21667.18	12054.94	8756.92	21667.05	61285.57(61285.57)	44518.87(44518.87)	5.08532.2(477.1)	
21	S	20695.61	9692.51	12283.73	20695.58	46044.97(46044.97)	58363.21(58363.21)	4.75532.2(477.1)	
22	S	12427.84	22111.82	8370.86	12427.58	57735.32(57735.32)	21853.26(21853.26)	2.61532.2(477.1)	
23	S	12427.84	6633.55	26899.82	12427.61	14761.44(14761.44)	59944.09(59944.09)	2.23532.2(477.1)	
24	S	13172.45	6633.55	8370.86	13172.46	39078.81(39078.81)	49305.35(49305.35)	5.89532.2(477.1)	

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	93.7	0.0	0.00318	93.9	195.1	-0.01326	-93.9	-195.1
2	0.00350	132.2	1.6	0.00318	127.3	175.2	-0.01327	-127.3	-175.2
3	0.00350	176.6	1.6	0.00317	169.3	135.0	-0.01357	-169.3	-135.0
4	0.00350	132.2	1.6	0.00318	127.3	175.2	-0.01327	-127.3	-175.2

5	0.00350	176.6	1.6	0.00317	169.3	135.0	-0.01357	-169.3	-135.0
6	0.00350	79.7	0.0	0.00311	76.1	202.7	-0.01678	-76.1	-202.7
7	0.00350	218.5	1.6	0.00311	211.1	48.2	-0.01678	-211.1	-48.2
8	0.00350	176.3	1.6	0.00312	169.3	135.0	-0.01644	-169.3	-135.0
9	0.00350	46.8	1.6	0.00316	38.7	213.0	-0.01387	-38.7	-213.0
10	0.00350	103.6	1.6	0.00316	93.9	195.1	-0.01387	-93.9	-195.1
11	0.00350	154.7	0.0	0.00315	142.4	163.0	-0.01407	-142.4	-163.0
12	0.00350	103.6	1.6	0.00316	93.9	195.1	-0.01387	-93.9	-195.1
13	0.00350	154.7	1.6	0.00315	142.4	163.0	-0.01407	-142.4	-163.0
14	0.00350	79.7	1.6	0.00311	76.1	202.7	-0.01678	-76.1	-202.7
15	0.00350	218.5	18.6	0.00311	211.1	48.2	-0.01678	-211.1	-48.2
16	0.00350	176.3	210.1	0.00312	169.3	135.0	-0.01644	-169.3	-135.0
17	0.00350	93.7	54.0	0.00318	93.9	195.1	-0.01326	-93.9	-195.1
18	0.00350	132.2	138.7	0.00318	127.3	175.2	-0.01327	-127.3	-175.2
19	0.00350	176.6	209.0	0.00317	169.3	135.0	-0.01357	-169.3	-135.0
20	0.00350	132.2	51.5	0.00318	127.3	175.2	-0.01327	-127.3	-175.2
21	0.00350	176.6	135.3	0.00317	169.3	135.0	-0.01357	-169.3	-135.0
22	0.00350	79.7	209.0	0.00311	76.1	202.7	-0.01678	-76.1	-202.7
23	0.00350	218.5	51.5	0.00311	211.1	48.2	-0.01678	-211.1	-48.2
24	0.00350	176.3	135.3	0.00312	169.3	135.0	-0.01644	-169.3	-135.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000015808	0.000034526	-0.005043791	----	----
2	0.000022319	0.000030725	-0.005044509	----	----
3	0.000030355	0.000023952	-0.005199948	----	----
4	0.000022319	0.000030725	-0.005044509	----	----
5	0.000030355	0.000023952	-0.005199948	----	----
6	0.000016266	0.000042968	-0.006837368	----	----
7	0.000044605	0.000011000	-0.006836704	----	----
8	0.000035389	0.000028044	-0.006659649	----	----
9	0.000008182	0.000038482	-0.005352076	----	----
10	0.000018117	0.000034923	-0.005352052	----	----
11	0.000027362	0.000028904	-0.005455187	----	----
12	0.000018117	0.000034923	-0.005352052	----	----
13	0.000027362	0.000028904	-0.005455187	----	----
14	0.000016266	0.000042968	-0.006837368	----	----
15	0.000044605	0.000011000	-0.006836704	----	----
16	0.000035389	0.000028044	-0.006659649	----	----
17	0.000015808	0.000034526	-0.005043791	----	----
18	0.000022319	0.000030725	-0.005044509	----	----
19	0.000030355	0.000023952	-0.005199948	----	----
20	0.000022319	0.000030725	-0.005044509	----	----
21	0.000030355	0.000023952	-0.005199948	----	----
22	0.000016266	0.000042968	-0.006837368	----	----
23	0.000044605	0.000011000	-0.006836704	----	----
24	0.000035389	0.000028044	-0.006659649	----	----

**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<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre

As eff.

Area barre [cm<sup>2</sup>] 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	1.39	77.1	300.0	7.1	-76.1	-202.7	---	---
2	S	1.96	124.3	0.0	-1.0	-127.3	-175.2	406	7.6
3	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
4	S	1.96	124.3	0.0	-1.0	-127.3	-175.2	406	7.6
5	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
6	S	1.32	77.1	0.0	6.0	-76.1	-202.7	---	---
7	S	2.11	97.7	0.0	-6.1	-93.9	-195.1	3495	34.2
8	S	2.05	150.2	0.0	-5.9	-142.4	-163.0	3494	34.2
9	S	2.11	97.7	0.0	-6.1	-93.9	-195.1	3495	34.2
10	S	2.05	150.2	0.0	-5.9	-142.4	-163.0	3494	34.2
11	S	1.39	77.1	0.0	7.1	-76.1	-202.7	---	---
12	S	1.96	124.3	0.0	-1.0	-127.3	-175.2	406	7.6
13	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
14	S	1.96	124.3	0.0	-1.0	-127.3	-175.2	406	7.6
15	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
16	S	3.09	80.5	0.0	-35.8	-76.1	-202.7	13038	114.0
17	S	3.83	218.4	0.0	-59.2	-211.1	-48.2	14787	125.4
18	S	1.53	177.1	0.0	-0.2	-169.3	-135.0	249	3.8
19	S	4.03	83.3	0.0	-65.2	-76.1	-202.7	15065	129.2
20	S	5.33	219.0	0.0	-114.1	-211.1	-48.2	16624	140.6
21	S	1.77	179.8	0.0	-2.7	-169.3	-135.0	1675	22.8
22	S	4.03	83.3	0.0	-65.2	-76.1	-202.7	15065	129.2
23	S	5.33	219.0	0.0	-114.1	-211.1	-48.2	16624	140.6
24	S	1.77	179.8	0.0	-2.7	-169.3	-135.0	1675	22.8

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a 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	-0.00041	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	10464.27	0.00
2	S	-0.00001	0	0.817	22.0	74	0.00000 (0.00000)	578	0.002 (990.00)	236224.28	156504.13
3	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (990.00)	107495.07	127477.97
4	S	-0.00001	0	0.817	22.0	74	0.00000 (0.00000)	578	0.002 (990.00)	236224.28	156504.13
5	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (990.00)	107495.07	127477.97
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00003	0	0.833	22.0	74	0.00002 (0.00002)	888	0.016 (990.00)	87315.55	42112.94
8	S	-0.00003	0	0.833	22.0	74	0.00002 (0.00002)	888	0.016 (990.00)	72141.05	64648.34
9	S	-0.00003	0	0.833	22.0	74	0.00002 (0.00002)	888	0.016 (990.00)	87315.55	42112.94
10	S	-0.00003	0	0.833	22.0	74	0.00002 (0.00002)	888	0.016 (990.00)	72141.05	64648.34
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

12	S	-0.00001	0	0.817	22.0	74	0.00000 (0.00000)	578	0.002 (990.00)	236224.28	156504.13
13	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (990.00)	107495.07	127477.97
14	S	-0.00001	0	0.817	22.0	74	0.00000 (0.00000)	578	0.002 (990.00)	236224.28	156504.13
15	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (990.00)	107495.07	127477.97
16	S	-0.00019	0	0.833	22.0	74	0.00011 (0.00011)	964	0.104 (990.00)	46833.77	17938.56
17	S	-0.00031	0	0.833	22.0	74	0.00018 (0.00018)	986	0.175 (990.00)	10907.90	44094.65
18	S	0.00000	0	0.645	22.0	74	0.00000 (0.00000)	568	0.000 (990.00)	335340.90	428147.99
19	S	-0.00034	0	0.833	22.0	74	0.00020 (0.00020)	978	0.191 (990.00)	41596.05	16580.93
20	S	-0.00059	0	0.833	22.0	74	0.00034 (0.00034)	988	0.338 (990.00)	9343.28	39733.32
21	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	709	0.006 (990.00)	88110.56	117074.84
22	S	-0.00034	0	0.833	22.0	74	0.00020 (0.00020)	978	0.191 (990.00)	41596.05	16580.93
23	S	-0.00059	0	0.833	22.0	74	0.00034 (0.00034)	988	0.338 (990.00)	9343.28	39733.32
24	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	709	0.006 (990.00)	88110.56	117074.84

**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	1.58	44.4	300.0	3.2	-38.7	-213.0	---	---
2	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
3	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
4	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
5	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
6	S	1.70	26.5	0.0	-0.3	-19.4	-215.6	446	7.6
7	S	2.05	150.2	0.0	-5.9	-142.4	-163.0	3494	34.2
8	S	2.05	150.2	0.0	-5.9	-142.4	-163.0	3494	34.2
9	S	2.05	150.2	0.0	-5.9	-142.4	-163.0	3494	34.2
10	S	2.05	150.2	0.0	-5.9	-142.4	-163.0	3494	34.2
11	S	1.58	44.4	0.0	3.2	-38.7	-213.0	---	---
12	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
13	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
14	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0
15	S	1.97	172.0	0.0	-2.4	-169.3	-135.0	1271	19.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00038	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	10464.27	0.00
2	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (0.20)	107495.07	127477.97
3	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (0.20)	107495.07	127477.97
4	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (0.20)	107495.07	127477.97
5	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (0.20)	107495.07	127477.97
6	S	0.00000	0	0.645	22.0	74	0.00000 (0.00000)	535	0.000 (0.20)	488489.28	57876.29
7	S	-0.00003	0	0.833	22.0	74	0.00002 (0.00002)	888	0.016 (0.20)	72141.05	64648.34
8	S	-0.00003	0	0.833	22.0	74	0.00002 (0.00002)	888	0.016 (0.20)	72141.05	64648.34
9	S	-0.00003	0	0.833	22.0	74	0.00002 (0.00002)	888	0.016 (0.20)	72141.05	64648.34
10	S	-0.00003	0	0.833	22.0	74	0.00002 (0.00002)	888	0.016 (0.20)	72141.05	64648.34
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (0.20)	107495.07	127477.97
13	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (0.20)	107495.07	127477.97
14	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (0.20)	107495.07	127477.97
15	S	-0.00002	0	0.833	22.0	74	0.00001 (0.00001)	669	0.005 (0.20)	107495.07	127477.97

**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	0.76	225.0	300.0	10.3	-216.3	-9.7	---	---
2	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
3	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---

4	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
5	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
6	S	0.76	225.0	0.0	10.3	-216.3	-9.7	---	---
7	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
8	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
9	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
10	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
11	S	0.76	225.0	0.0	10.3	-216.3	-9.7	---	---
12	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
13	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
14	S	0.90	225.0	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---
15	S	0.90	224.2	0.0	8.3	-216.3	-9.7	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00024	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	10464.27	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	10	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	Asw	3.1	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	8.5	cm
spessore anima sezione rettangolar	sb		cm
sezione	tipo	circolare	
<b>tipologia di verifica taglio</b>	<b>secondo</b>	statica q=1	
<b>Direzione Longitudinale</b>			
resistenza ridotta	f 'c	9.07	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	326.6	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90.00	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660.23	kN
resistenza staffe	Vs	5014.92	kN
taglio resisistente	Vr	5014.92	kN
taglio massimo agente	Ved	4023	kN
	Ved/Vrd	0.80	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	z=0.9d	326.6	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	38660.23	kN
resistenza staffe	Vs	5014.92	kN
taglio resisistente	Vr	5014.92	kN
taglio massimo agente	Ved	3955	kN
	Ved/Vrd	0.79	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Verifica minimi di armatura

Secondo quanto prescritto dalle NTC2018 e dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” i quantitativi minimi di armatura da rispettare sono:

- *L'area dell'armatura longitudinale dovrà essere non inferiore allo 0,6% dell'area della sezione effettiva del calcestruzzo. Questa prescrizione non si applica ai tratti di pile che, per motivi idraulici, sono realizzati a sezione piena; per queste, fatte salve le esigenze di calcolo, si manterrà l'armatura corrispondente alla sezione del tratto cavo immediatamente superiore;*
- *Le barre di armatura longitudinale non dovranno distare fra loro più di 300 mm compatibilmente con i limiti forniti nella Tab. 2.5.2.2.6-1;*

Diametro delle barre [mm]	Massimo interasse delle barre [mm]
32	300
24	250
20	200

Tab. 2.5.2.2.6-1 – Diametri e relativi interassi massimi delle barre

- *Non è ammesso l'impiego di staffe elicoidali (spiral);*
- *Non è consentito congiungere tra loro i bracci delle staffe per sovrapposizione. Le staffe devono essere chiuse risvoltando i bracci nel nucleo di calcestruzzo mediante la piegatura dei ferri di 135° verso l'interno e per una lunghezza non inferiore a 10 volte il diametro della staffa;*
- *Nella zona di spiccato delle pile e in quella di sommità delle pile a telaio, per un tratto di lunghezza non inferiore a 3 metri non è consentito operare alcun tipo di giunzione delle armature verticali; al di fuori di tale tratto è consentito congiungere, in modo graduale, le barre verticali mediante sovrapposizione o altro. In particolare, le giunzioni devono essere effettuate in modo da interessare non più di 1/3 delle barre longitudinali presenti nella generica sezione, sfalsando due riprese di armatura successive di almeno 40 diametri in senso verticale;*

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P14	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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:*

<b>minimi per armatura flessionale</b>			
numero di ferri longitudinali	n	<b>140</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	98960	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>0.62%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se q≤1.5</b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.14</b>	g
coefficiente di verifica	ζ	0.03	
interasse staffe	s	<b>200</b>	mm
diametro armature trasversale	φ	<b>10</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	0.785	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	1.57	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	11.07	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.0292</b>	

Per il soddisfacimento dei minimi di armatura si necessita di 140 fi30.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</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:

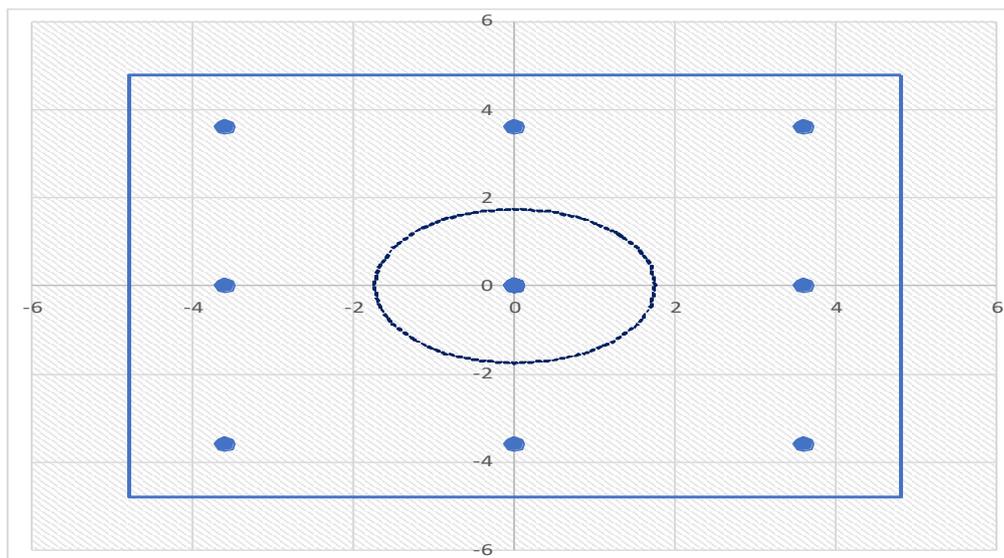
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0,10m$$

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

## 9. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	<b>9</b>		
diametro pali	D	<b>1.2</b>	m	
interasse pali	i	<b>3.6</b>	m	
altezza plinto di fondazione	h	<b>2.5</b>	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.35	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.35	m	
direzione trasversale	a/h	0.54	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.54	<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	4299.0	2954.3	4329.0
2	0	-3.6	2895.9	1590.5	215.8
3	3.6	3.6	4785.5	5273.1	5069.4
4	3.6	-3.6	3382.4	3909.3	956.3
5	-3.6	-3.6	2409.4	-728.3	-524.6
6	-3.6	3.6	3812.5	635.5	3588.5
7	3.6	0	4084.0	4591.2	3012.8
8	-3.6	0	3110.9	-46.4	1532.0
9	0	0	3597.5	2272.4	2272.4
	0	0	3597.5	2272.4	2272.4
	0	0	3597.5	2272.4	2272.4
	0	0	3597.5	2272.4	2272.4
taglio combinato in			118.6532	372.6125	404.797
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3060.5	2954.3	4329.0
2	0	-3.6	1696.7	1590.5	215.8
3	3.6	3.6	3800.9	5273.1	5069.4
4	3.6	-3.6	2437.2	3909.3	956.3
5	-3.6	-3.6	956.3	-728.3	-524.6
6	-3.6	3.6	2320.1	635.5	3588.5
7	3.6	0	3119.0	4591.2	3012.8
8	-3.6	0	1638.2	-46.4	1532.0
9	0	0	2378.6	2272.4	2272.4
	0	0	2378.6	2272.4	2272.4
	0	0	2378.6	2272.4	2272.4
	0	0	2378.6	2272.4	2272.4
taglio combinato in			203.6615	372.6125	404.797

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  $45^\circ$  rispetto al diametro del palo più sollecitato, quindi fermata in corrispondenza della pila o della linea media dell'interasse del palo successivo.

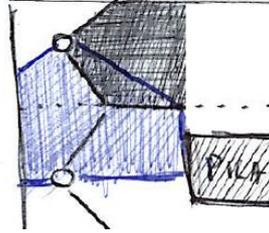


Figura 12 - mensola di riferimento

### 9.1 Dimensionamento armature

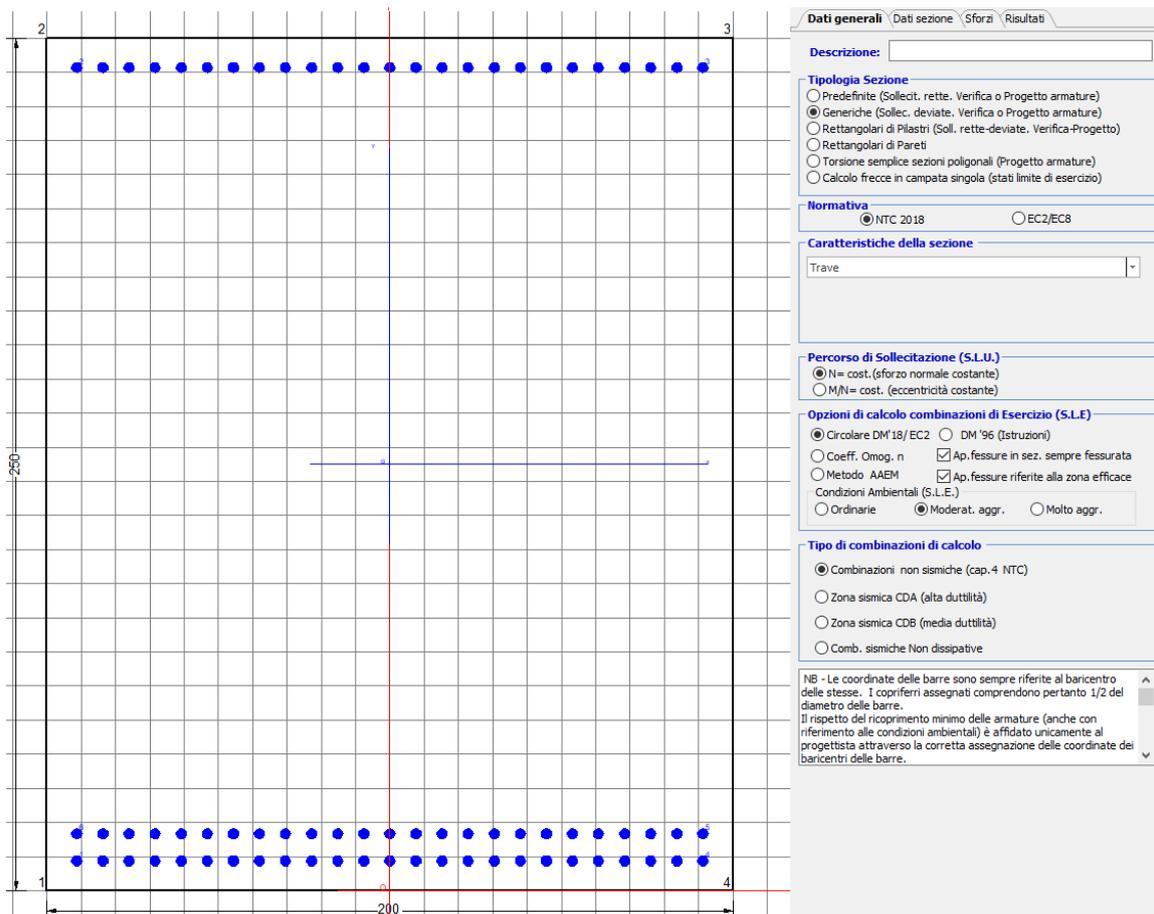
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	26.1532	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	4785.53	KN
forza di trazione risultante		T	9745.58	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	6891.16	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	6891.16	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	17611	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	1.98476	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	21205.8	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.83048	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	17611	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.04375	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	21205.8	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.83048	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>t</sub>	324.967	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>l</sub>	324.967	MPa

## 9.2 Verifica a prsso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 250x200

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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
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	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
4	100.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-91.3	8.7	30
2	-91.3	241.3	30
3	91.3	241.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30

### 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	8679.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	8369.00	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	7386.00	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	6014.00 (7715.21)	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	3947.00 (7715.21)	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:	4.6 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] 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	8679.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.61	353.4(71.4)
2	S	0.00	8369.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.75	353.4(71.4)

**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	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7
2	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	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	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700
2	0.000000000	0.000116037	-0.025509170	0.125	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 <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] 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	3.31	-100.0	250.0	-99.8	-60.9	8.7	6300	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 $A_c$ eff = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 $S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	0.908	30.0	72	0.00031 (0.00030)	410	0.128 (990.00)	7715.21	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.70	-100.0	250.0	-81.2	-15.2	8.7	6300	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	-0.00043	0	0.908	30.0	72	0.00024 (0.00024)	410	0.100 (0.20)	7715.21	0.00

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

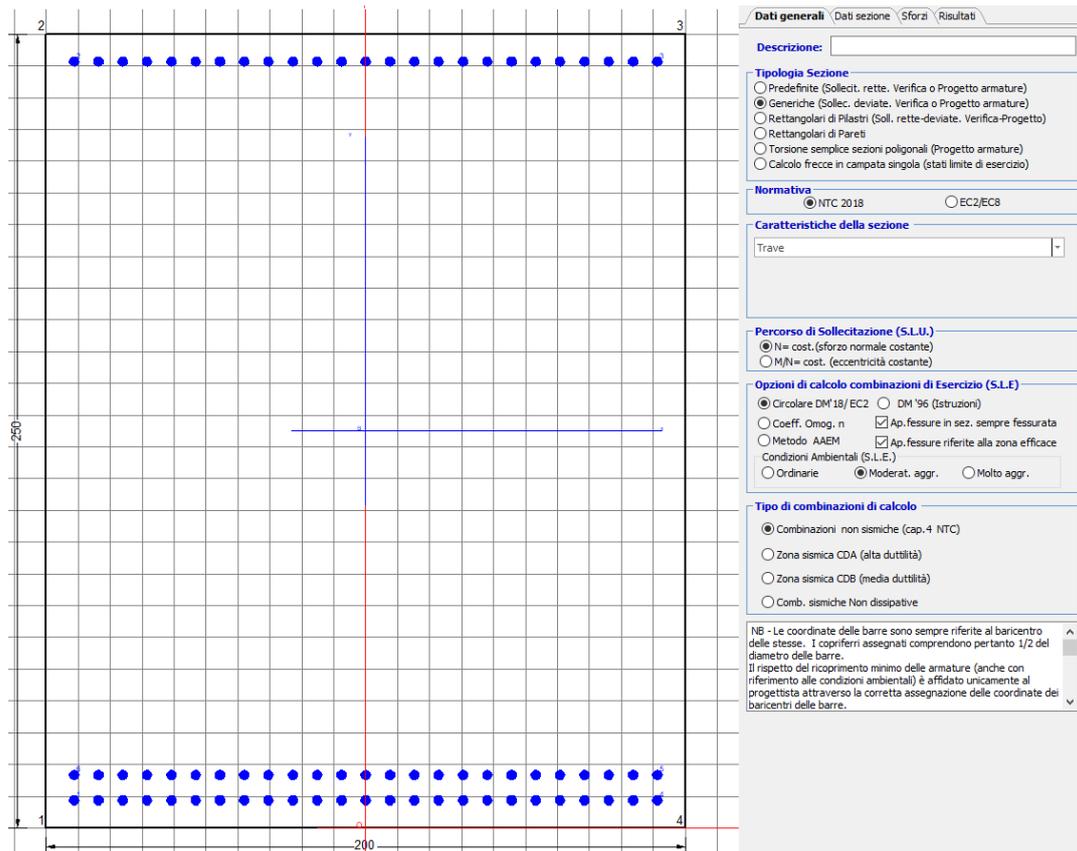
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.77	-100.0	250.0	-53.3	83.7	8.7	6300	353.4

**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	-0.00028	0	0.908	30.0	72	0.00016 (0.00016)	410	0.066 (0.20)	7715.21	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 250x200

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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
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	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
4	100.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-91.3	8.7	30
2	-91.3	241.3	30
3	91.3	241.3	30
4	91.3	8.7	30
5	91.3	16.7	30
6	-91.3	16.7	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30

**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

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
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	8679.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	8369.00	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	7386.00	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	6014.00 (7715.21)	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	3947.00 (7715.21)	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: 4.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] 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	8679.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.61	353.4(71.4)
2	S	0.00	8369.00	0.00	0.00	31348.78	0.00	3.75	353.4(71.4)

#### 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	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	8.7
2	0.00350	0.125	-100.0	250.0	0.00249	-91.3	241.3	-0.02450	-91.3	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	0.000116037	-0.025509170	0.125	0.700
2	0.000000000	0.000116037	-0.025509170	0.125	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<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] 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	3.31	-100.0	250.0	-99.8	-60.9	8.7	6300	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  $f_{ctm}$   
 Esito della verifica  
 e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata  
 e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2 =  $(e1 + e2)/(2*e1)$  [eq.(7.13)EC2]  
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	0.908	30.0	72	0.00031 (0.00030)	410	0.128 (990.00)	7715.21	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.70	-100.0	250.0	-81.2	-15.2	8.7	6300	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	-0.00043	0	0.908	30.0	72	0.00024 (0.00024)	410	0.100 (0.20)	7715.21	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	1.77	-100.0	250.0	-53.3	83.7	8.7	6300	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	-0.00028	0	0.908	30.0	72	0.00016 (0.00016)	410	0.066 (0.20)	7715.21	0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	17.3416	m
altezza della sezione utile			d	2.16	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	2.76	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.0547	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	12.5396	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	4785.53	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.82276	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.16455	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	2	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00495	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.0048	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.0069	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.53429	MPa
			vRd,c	0.57553	MPa
				0.92834	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

## 10. PALI DI FONDAZIONE

### 10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

dove N, M<sub>l</sub>, M<sub>t</sub> sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J<sub>l</sub>, J<sub>t</sub> 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<sub>l</sub>, H<sub>t</sub> sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

### 10.2 Verifica strutturale

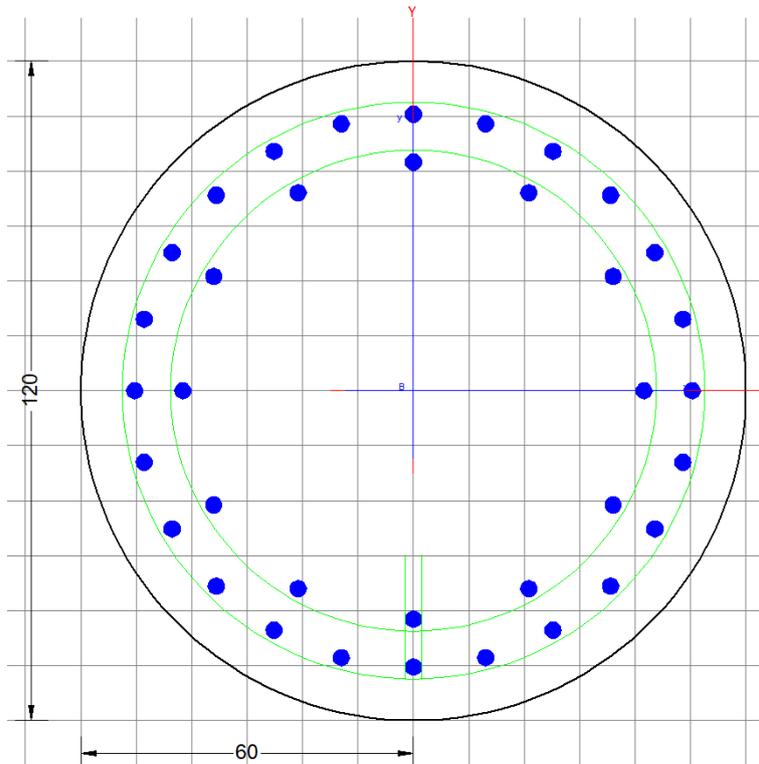
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>32377</b>	1239	701	15154	10509	
E_103x_SLV_q=1.36_63	20452	3637	1186	33415	12129	
E_103y_SLV_q=1.36_64	20452	1652	3063	11427	37204	
E_103x_SLV_q=1.36_63	20452	3637	1186	<b>33415</b>	12129	
E_103y_SLV_q=1.36_64	20452	1652	3063	11427	<b>37204</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4299.01	3819.37	2801.41
2	0	-3.6	2895.9	725.433	1743.4
3	3.6	3.6	4785.53	4380.9	4523.82
4	3.6	-3.6	3382.42	1286.96	3465.81
5	-3.6	-3.6	2409.38	163.907	20.9836
6	-3.6	3.6	3812.49	3257.85	1079
7	3.6	0	4083.98	2833.93	3994.82
8	-3.6	0	3110.94	1710.88	549.992
9	0	0	3597.46	2272.4	2272.4
taglio equivalente			158.204	425.001	386.662
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.18
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	4786	138	78	413	234
combo2	4381	404	132	1212	395
combo3	4524	184	340	551	1021
combo4	21	184	340	551	1021



**Dati generali** | Dati sezione | Sforzi | Risultati

**Descrizione:**

**Tipologia Sezione**

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

**Normativa**

NTC 2018     EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Pilastro

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**CALCESTRUZZO -**

Classe: C25/30  
Resis. compr. di progetto fcd: 14.160 MPa  
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa  
Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa  
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 137.50 daN/cm<sup>2</sup>  
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 <sup>2</sup>
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	5583.80	629.16	300.79	0.00	0.00
2	2240.09	377.94	262.11	0.00	0.00
3	5583.80	629.16	300.79	0.00	0.00
4	5290.10	315.13	390.44	0.00	0.00
5	5583.80	629.16	300.79	0.00	0.00
6	5290.10	315.13	390.44	0.00	0.00
7	4883.57	1615.45	510.07	0.00	0.00
8	220.32	1615.45	510.07	0.00	0.00
9	4883.57	1615.45	510.07	0.00	0.00
10	4836.10	757.65	1338.11	0.00	0.00
11	4883.57	1615.45	510.07	0.00	0.00
12	4836.10	757.65	1338.11	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	3956.73	433.88	185.45
2	1692.48	433.88	167.46
3	3956.73	433.88	185.45
4	3582.94	174.48	248.94
5	3956.73	433.88	185.45
6	3582.94	174.48	248.94
7	4120.82	865.17	290.49
8	892.21	865.17	290.49
9	3780.66	865.17	290.49
10	3753.94	396.74	742.01
11	3780.66	979.26	290.49
12	3753.94	396.74	909.65

#### 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	3550.94	261.11 (0.00)	226.59 (0.00)
2	1828.41	261.11 (3461.81)	215.80 (2861.09)
3	3550.94	261.11 (0.00)	226.59 (0.00)
4	3550.94	261.11 (0.00)	226.59 (0.00)
5	3550.94	261.11 (0.00)	226.59 (0.00)
6	3550.94	261.11 (0.00)	226.59 (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	2540.06	0.24 (0.00)	38.27 (0.00)
2	2434.50	0.24 (0.00)	38.27 (0.00)
3	2540.06	0.24 (0.00)	38.27 (0.00)
4	2540.06	0.24 (0.00)	38.27 (0.00)
5	2540.06	0.24 (0.00)	38.27 (0.00)
6	2540.06	0.24 (0.00)	38.27 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	5583.80	629.16	300.79	5583.60	4142.58	1985.64	6.59	254.5(33.9)
2	S	2240.09	377.94	262.11	2239.98	3511.44	2432.98	9.29	254.5(33.9)
3	S	5583.80	629.16	300.79	5583.60	4142.58	1985.64	6.59	254.5(33.9)
4	S	5290.10	315.13	390.44	5290.20	2876.82	3568.11	9.13	254.5(33.9)
5	S	5583.80	629.16	300.79	5583.60	4142.58	1985.64	6.59	254.5(33.9)
6	S	5290.10	315.13	390.44	5290.20	2876.82	3568.11	9.13	254.5(33.9)
7	S	4883.57	1615.45	510.07	4883.33	4353.58	1375.86	2.70	254.5(33.9)
8	S	220.32	1615.45	510.07	220.32	3701.76	1168.87	2.29	254.5(33.9)
9	S	4883.57	1615.45	510.07	4883.33	4353.58	1375.86	2.70	254.5(33.9)
10	S	4836.10	757.65	1338.11	4836.23	2249.55	3974.54	2.97	254.5(33.9)
11	S	4883.57	1615.45	510.07	4883.33	4353.58	1375.86	2.70	254.5(33.9)
12	S	4836.10	757.65	1338.11	4836.23	2249.55	3974.54	2.97	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	25.9	0.4	0.00291	25.2	43.6	-0.00313	-25.2	-43.6
2	0.00350	34.2	0.4	0.00275	25.2	43.6	-0.00486	-25.2	-43.6
3	0.00350	25.9	0.4	0.00291	25.2	43.6	-0.00313	-25.2	-43.6
4	0.00350	46.7	0.4	0.00289	35.6	35.6	-0.00323	-35.6	-35.6
5	0.00350	25.9	0.4	0.00291	25.2	43.6	-0.00313	-25.2	-43.6
6	0.00350	46.7	0.4	0.00289	35.6	35.6	-0.00323	-35.6	-35.6
7	0.00350	18.1	56.9	0.00289	13.0	48.6	-0.00342	-13.0	-48.6
8	0.00350	18.1	56.9	0.00262	13.0	48.6	-0.00643	-13.0	-48.6
9	0.00350	18.1	56.9	0.00289	13.0	48.6	-0.00342	-13.0	-48.6
10	0.00350	52.2	28.3	0.00289	43.6	25.2	-0.00346	-43.6	-25.2
11	0.00350	18.1	57.5	0.00289	13.0	48.6	-0.00342	-13.0	-48.6
12	0.00350	52.2	24.0	0.00289	43.6	25.2	-0.00346	-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	0.000025962	0.000054304	-0.000111438	----	----
2	0.000043272	0.000062395	-0.001055879	----	----
3	0.000025962	0.000054304	-0.000111438	----	----
4	0.000047618	0.000038434	-0.000171612	----	----
5	0.000025962	0.000054304	-0.000111438	----	----
6	0.000047618	0.000038434	-0.000171612	----	----
7	0.000018903	0.000059867	-0.000266806	----	----
8	0.000027112	0.000085868	-0.001902822	----	----
9	0.000018903	0.000059867	-0.000266806	----	----
10	0.000054934	0.000031104	-0.000287707	----	----
11	0.000018903	0.000059867	-0.000266806	----	----
12	0.000054934	0.000031104	-0.000287707	----	----

**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 <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] 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	4.57	23.6	0.0	14.9	-25.2	-43.6	---	---
2	S	3.17	21.6	0.0	-10.6	-13.0	-48.6	353	7.1
3	S	4.57	23.6	0.0	14.9	-25.2	-43.6	---	---
4	S	3.63	49.1	0.0	19.8	-43.6	-25.2	---	---
5	S	4.57	23.6	0.0	14.9	-25.2	-43.6	---	---
6	S	3.63	49.1	0.0	19.8	-43.6	-25.2	---	---
7	S	6.58	19.1	0.0	-8.6	-13.0	-48.6	500	14.1
8	S	5.76	19.1	0.0	-92.4	-13.0	-48.6	1438	49.5
9	S	6.41	19.1	0.0	-13.4	-13.0	-48.6	361	7.1
10	S	6.05	52.9	0.0	-8.6	-43.6	-25.2	358	7.1
11	S	6.98	17.1	0.0	-22.4	-13.0	-48.6	352	7.1
12	S	6.82	55.0	0.0	-20.1	-43.6	-25.2	445	14.1

**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 $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00008	0	0.833	30.0	82	0.00003 (0.00003)	703	0.022 (990.00)	1378.53	532.06

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	-0.00009	0	0.694	30.0	82	0.00003 (0.00003)	529	0.014 (990.00)	2104.29	706.54
8	S	-0.00054	0	0.833	30.0	82	0.00028 (0.00028)	526	0.146 (990.00)	694.98	233.35
9	S	-0.00012	0	0.785	30.0	82	0.00004 (0.00004)	688	0.028 (990.00)	1733.85	582.16
10	S	-0.00009	0	0.743	30.0	82	0.00003 (0.00003)	663	0.017 (990.00)	1015.30	1898.89
11	S	-0.00017	0	0.834	30.0	82	0.00007 (0.00007)	702	0.047 (990.00)	1451.04	430.44
12	S	-0.00016	0	0.817	30.0	82	0.00006 (0.00006)	541	0.033 (990.00)	624.95	1432.90

**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	3.78	39.3	0.0	17.3	-35.6	-35.6	---	---
2	S	2.62	38.2	0.0	0.5	-35.6	-35.6	0	0.0
3	S	3.78	39.3	0.0	17.3	-35.6	-35.6	---	---
4	S	3.78	39.3	0.0	17.3	-35.6	-35.6	---	---
5	S	3.78	39.3	0.0	17.3	-35.6	-35.6	---	---
6	S	3.78	39.3	0.0	17.3	-35.6	-35.6	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.817	30.0	82	0.00006 (0.00006)	0	0.002 (0.20)	3461.81	2861.09
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	1.84	60.0	0.0	23.2	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.77	60.0	0.0	22.1	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.84	60.0	0.0	23.2	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.84	60.0	0.0	23.2	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.84	60.0	0.0	23.2	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.84	60.0	0.0	23.2	-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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI15 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 650 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P14</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1505001</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	32377	1239	701	15154	10509	
E_103x_SLV_q=1_66	20452	<b>4629</b>	1474	44422	15994	
E_103y_SLV_q=1_67	20452	1949	<b>4024</b>	14729	50086	
E_103x_SLV_q=1_66	20452	4629	1474	44422	15994	
E_103y_SLV_q=1_67	20452	1949	4024	14729	50086	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	4629	1949
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	1474	4024
vettore complessivo, singolo palo	T	540	497

### Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	A <sub>sw</sub>	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	977	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	540	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.55	

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	65 kg/mc
Plinto di fondazione	150 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc