

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)**

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

*Relazione di calcolo Pile - P6*

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 09 CL VI0605 004 B

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

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

File: RS3U40D09CLVI0605004B

n. Elab.: 09\_126\_3

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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> .....	39
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i> .....	40
5.7.5	<i>Check analisi statica</i> .....	41
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	42
5.7.7	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	43
5.8	Azione Idrostatica.....	44
6.	SOLLECITAZIONI.....	47
6.1	Combinazioni di carico .....	47

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

6.1.1	Configurazione 1 .....	47
6.1.2	Configurazione 2 .....	53
6.1.3	Configurazione 3 .....	59
6.2	Tabella riassuntive, massime sollecitazioni .....	65
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	65
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	71
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	74
8.	FUSTO PILA .....	74
8.1	Modellazione .....	76
8.2	Verifica a presso flessione .....	76
8.3	Verifica a taglio .....	85
8.4	Verifica minimi di armatura .....	86
8.5	Verifica spostamenti.....	88
9	PLINTO DI FONDAZIONE.....	91
9.1	Dimensionamento armature .....	93
9.2	Verifica a presso-flessione.....	94
9.2.1	Direzione trasversale.....	94
9.2.2	Direzione longitudinale.....	99
9.3	Verifica a punzonamento .....	104
10	PALI DI FONDAZIONE.....	105
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	105
10.2	Verifica strutturale .....	105
10.3	Verifica a taglio .....	113
11	INCIDENZE .....	114

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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 VI06 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 6 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 27.00m, con impalcato 25m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

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

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

Il plinto presenta uno spessore di 3m e una pianta rettangolare di 16.5x12, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1500 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 12 e disposti ad interessa minimi di 4.5m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

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

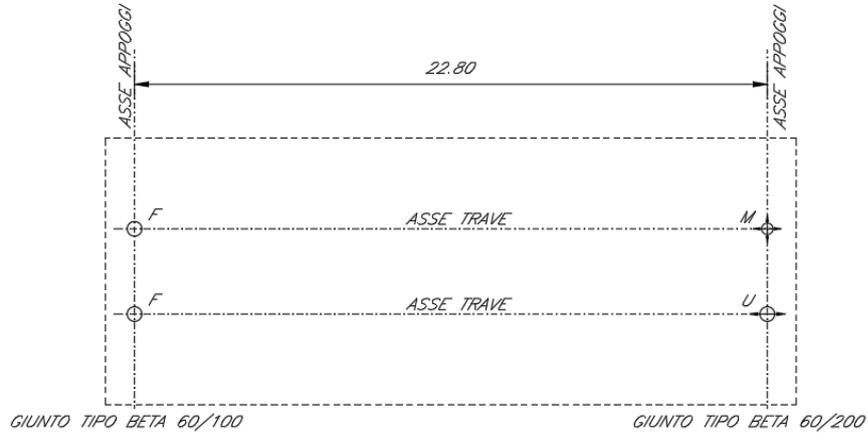
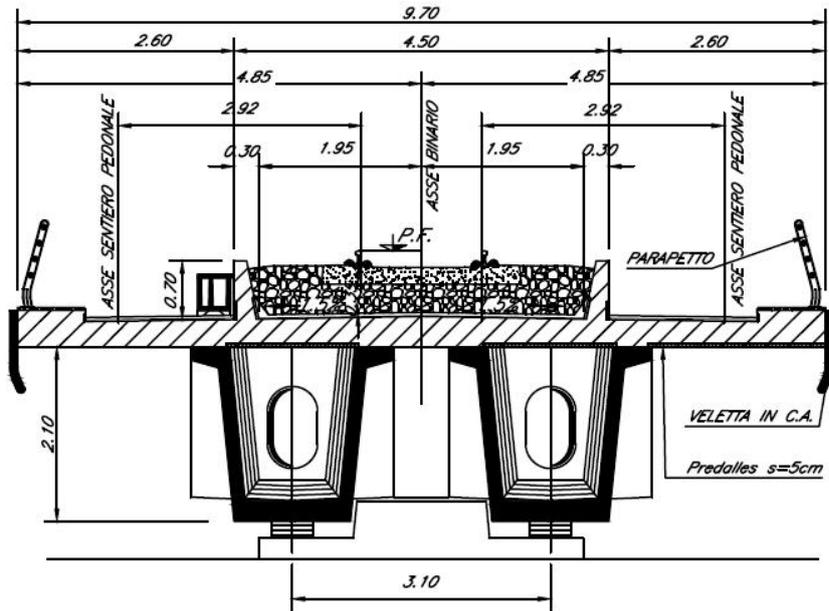
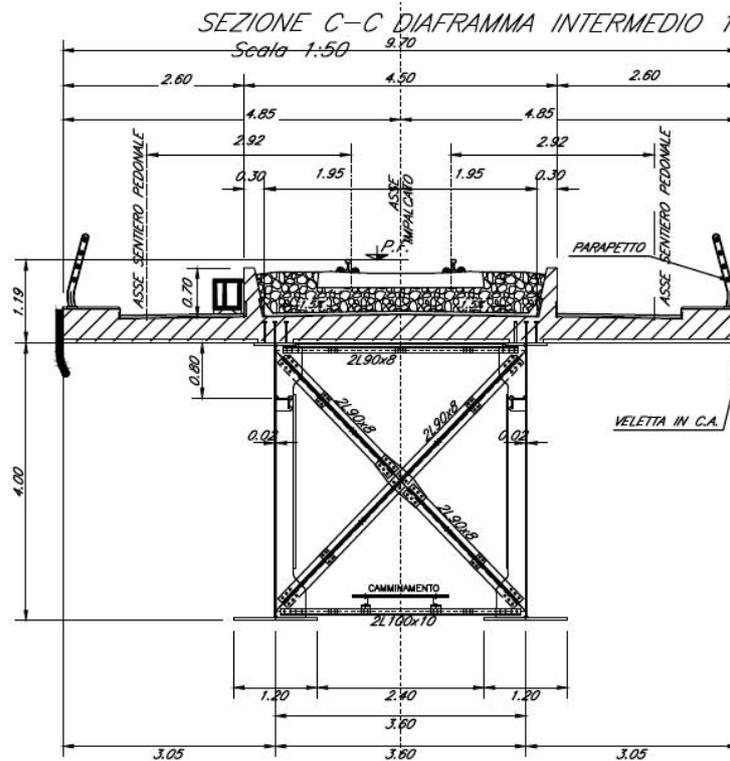
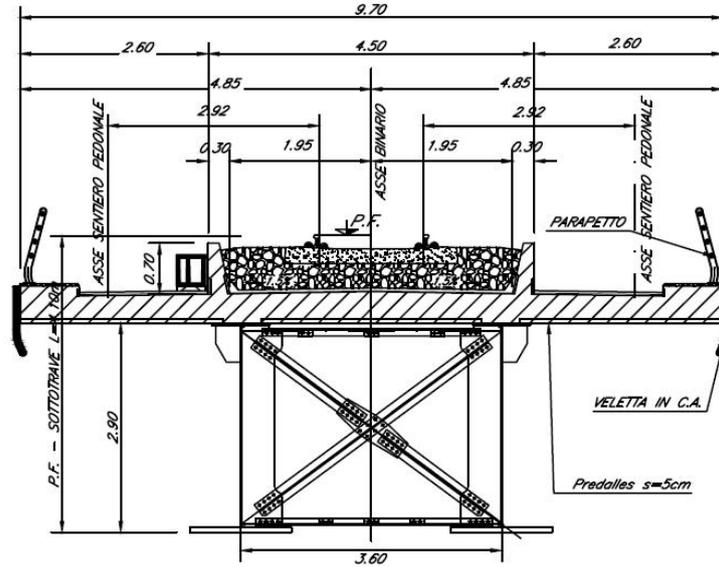


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx





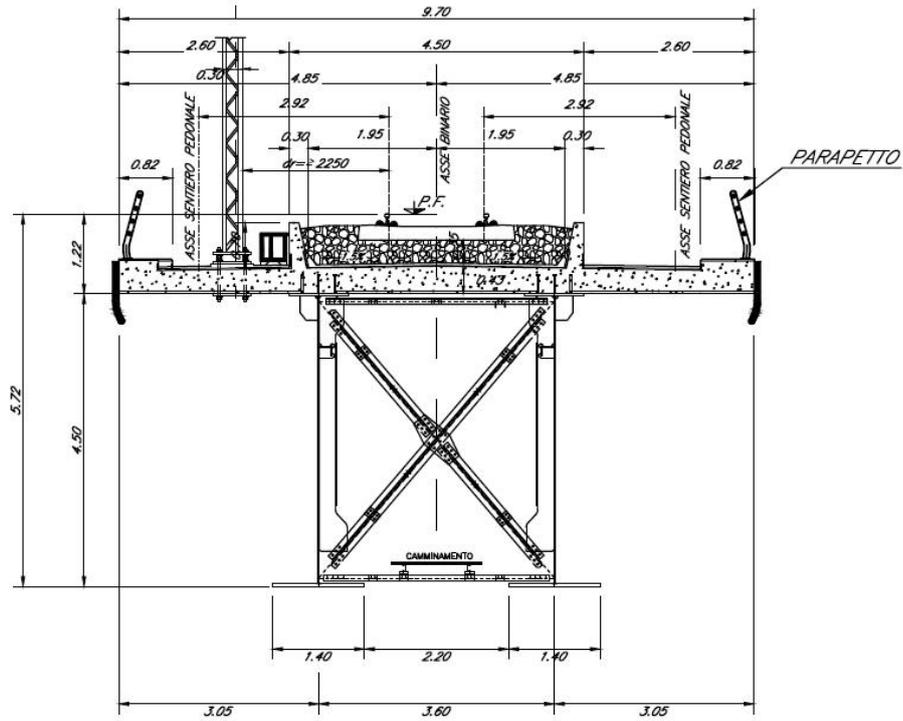


Figura 2: sezione trasversale impalcato

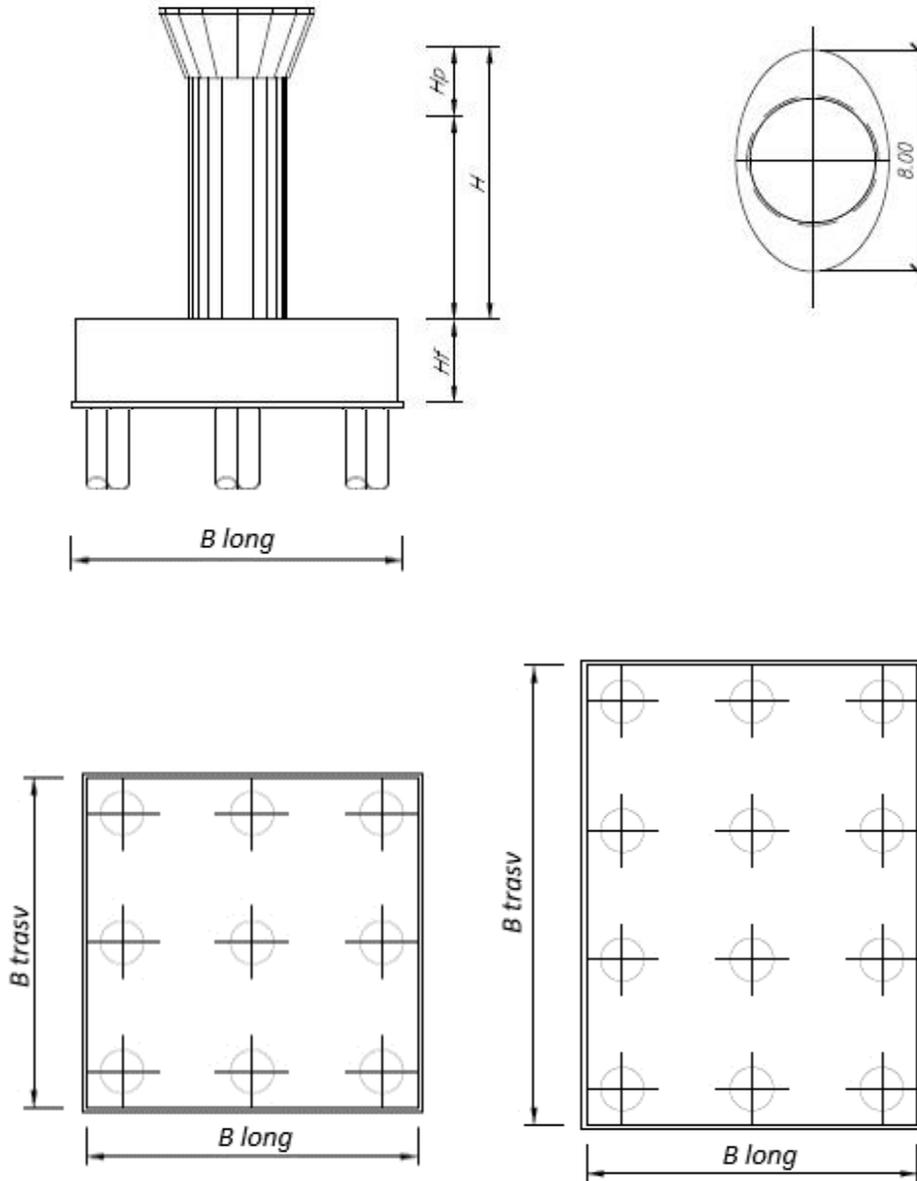


Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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>C25/40</b>	
resistenza caratteristica cubica a comp.		R <sub>ck</sub>	<b>40</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>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>

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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.		R <sub>ck</sub>	<b>40</b>	<i>MPa</i>
modulo elastico		E <sub>c</sub>	<b>33346</b>	<i>MPa</i>
resistenza media cilindrica a comp.		f <sub>cm</sub>	<b>40</b>	<i>MPa</i>
resistenza cilindrica caratteristica a comp.		f <sub>ck</sub>	<b>32</b>	<i>MPa</i>

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

denominazione tipo d'acciaio		nome	<b>B450</b>	
modulo elastico		E <sub>s</sub>	<b>210000</b>	<i>MPa</i>
tensione media di snervamento		f <sub>ym</sub>	<b>480</b>	<i>MPa</i>
tensione caratteristica di snervamento		f <sub>yk</sub>	<b>450</b>	<i>MPa</i>
tensione di snervamento di calcolo		f <sub>yd</sub>	<b>391.30</b>	<i>MPa</i>
tensione caratteristica a rottura		f <sub>tk</sub>	<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 "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario", ovvero:

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara) : 0.55 f<sub>ck</sub>
- per combinazione quasi permanente : 0.40 f<sub>ck</sub>

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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:

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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 27.00m. 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 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	27	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	9940	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	13.2	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	3	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	110.8	m <sup>3</sup>
peso di vulume 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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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)</sup> <sup>(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 riportate in quanto poco significative.

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

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

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

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

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

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

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

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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					2'TR		2'TR
luce impalcato					40	m	40
							m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>							
altezza cassoncino			h		1.8	m	1.8
spessore medio soletta			s		0.35	m	0.35
estradosso impalcato			H		2.15	m	2.15
spessore ballast + rotaia			hb		0.88	m	0.88
altezza PF da estradosso trave			h2		1.225	m	1.225
							m
lunghezza travata			L		40	m	40
luce appoggi travata			La		38	m	38
larghezza totale impalcato			B		9.7	m	
peso permanente strutturale			G1		4978	kN	4978
peso permanenti non strutt			G2		4674	kN	4674

<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>							
baricentro del cassoncino			gc		0.76	m	0.76
area cassoncino			Ac		0.11	m <sup>2</sup>	0.11
baricentro della soletta			gs		2.04	m	2.04
area soletta			As		1.88	m <sup>2</sup>	1.88
baricentro sezione trave+soletta	(da intradosso trave)		Gb1		1.70	m	1.70
baricentro del ballast	(da intradosso trave)		Gb2		2.59	m	2.59
altezza piano del ferro	(da intradosso trave)		H		3.025	m	3.025
baricentro treno	(da intradosso trave)		Gb3		4.825	m	4.825

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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:

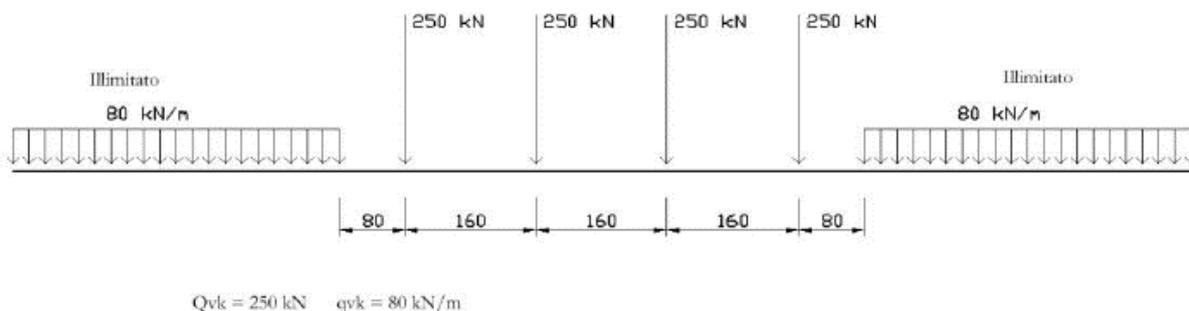
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4978	0
scarichi estradosso Pila - G2	4674	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	17110	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	4674	0
scarichi sui Pali - G1	29772	0
scarichi sui Pali - G2	4674	0

## 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;

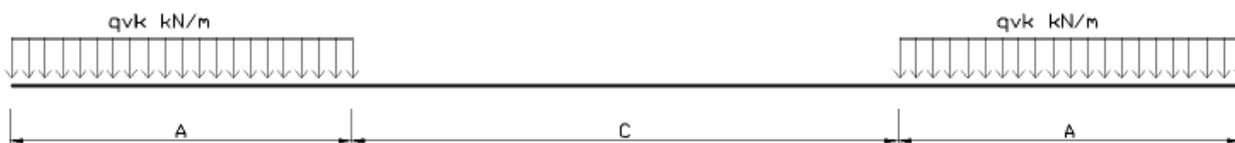
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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

seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001 ).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE “α”
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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	4742	786	474
COMBO ML	2731	3278	273
COMBO MT	4742	786	474

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

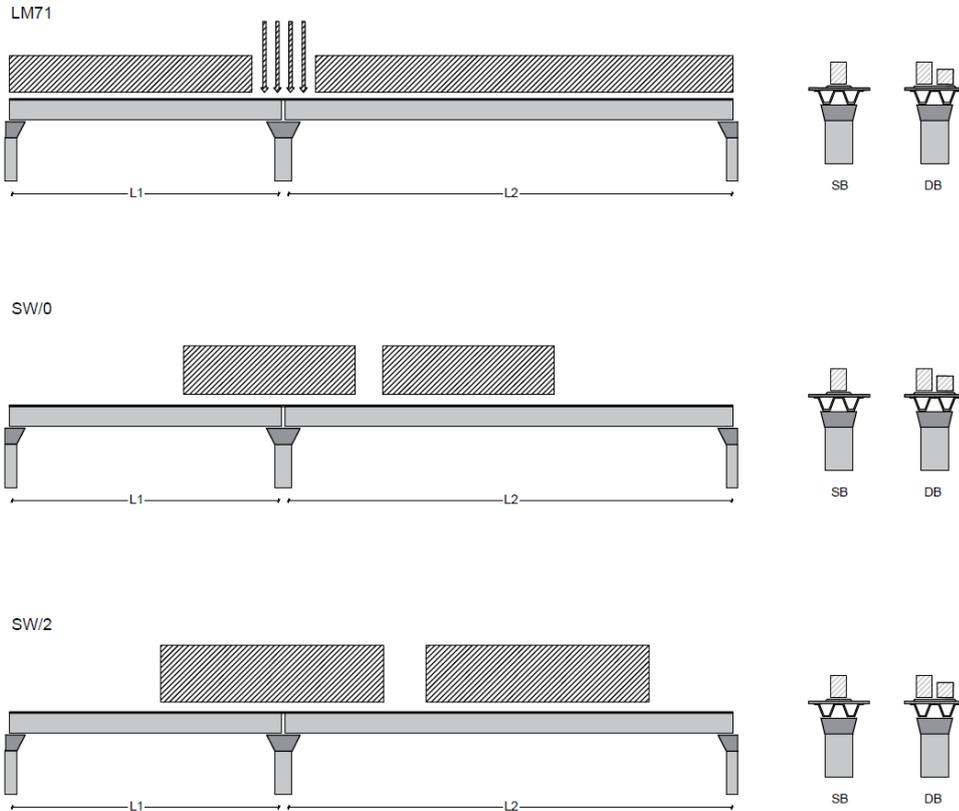


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

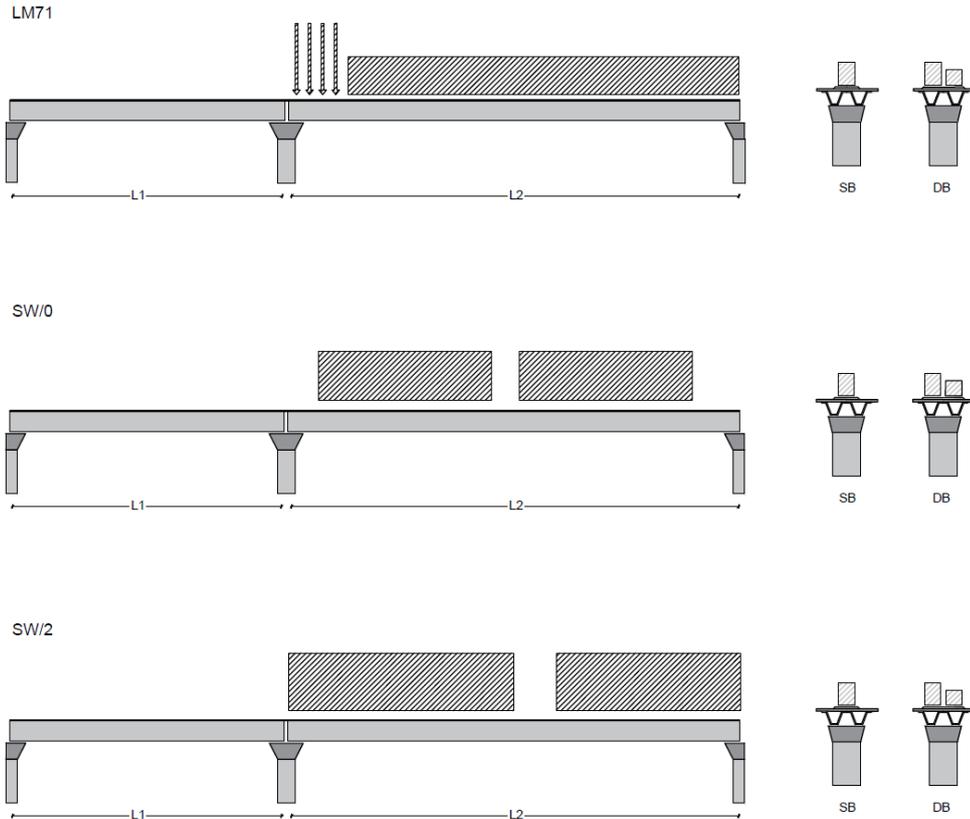


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

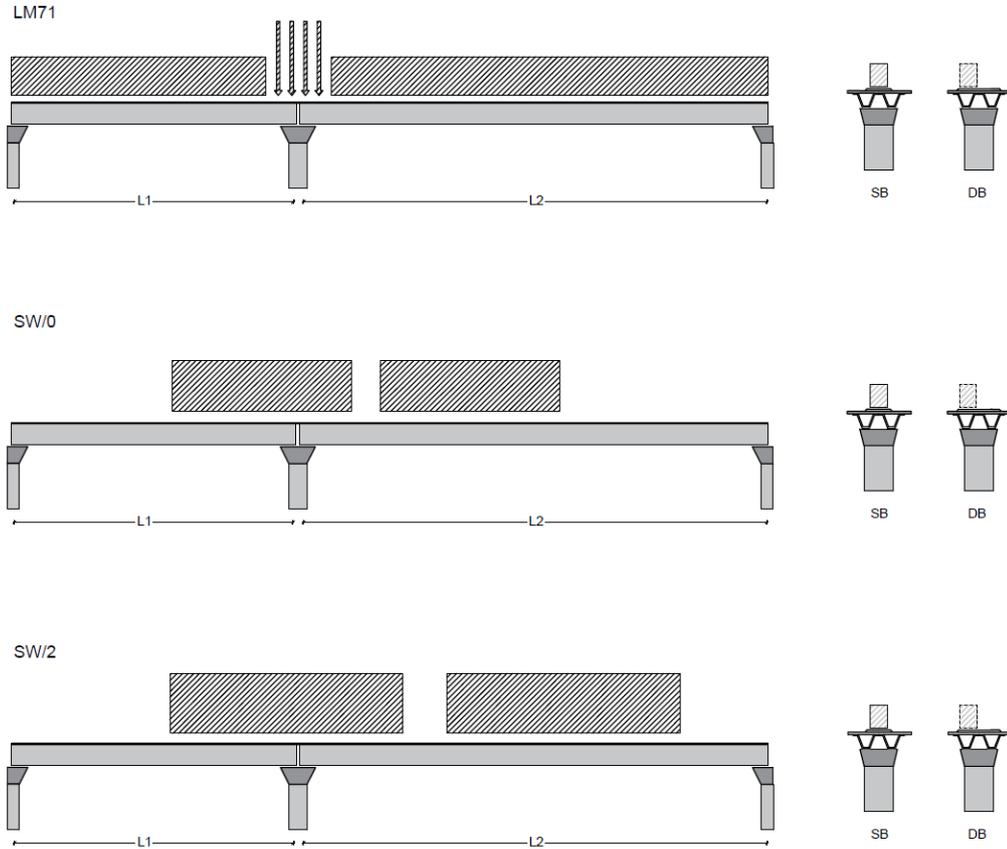


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	2990	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	38	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.801794	
<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.							
<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	300.3	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	96.1	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	12.5	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	4.0	kN/m
<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	0.80	
coefficiente di adattamento					a	1.0	

	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	273.0	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	87.4	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	14.8	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.7	kN/m
<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	163.82	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	4.31	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	4.3141755	0	4.31418	172.567	911.154

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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				2.15	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>358</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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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>3.48</b>	m	
lunghezza del binario		L	<b>40</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	40	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	880	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	33		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1155		

#### AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4978</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>4674</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>5406</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>293.5</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>132.1</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>294</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	27	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	27.45	m
	altezza di riferimento	z	31.575	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	3.13	
	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	1677.05	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.25	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.25	m
		d/h	1.17576	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.07667	
	forza trasversale	fx	28.7	
	forza equivalente in testa pila	Fx	1149.3	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5258.0	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.13	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.19311			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.07189			
	forza trasversale	fx	28.2			
	forza equivalente in testa pila	Fx	1130.0	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	5101.8	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	27	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	3.01886			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1677.05	n/m2		
			1.67705	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	1.4E+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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90907	
	rapporto geometrico	l/b	6	
	snellezza effettiva	$\lambda$	6	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.674	
	forza trasversale	f tras	<b>1.0</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>27.7</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>16.2</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	0.90907	
	rapporto geometrico	l/b	6	
	snellezza effettiva	$\lambda$	6	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.674	
	forza longitudinale	f lon	1.02755	
	forza equivalente in testa pila	Flon	27.7438	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	16.2	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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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.

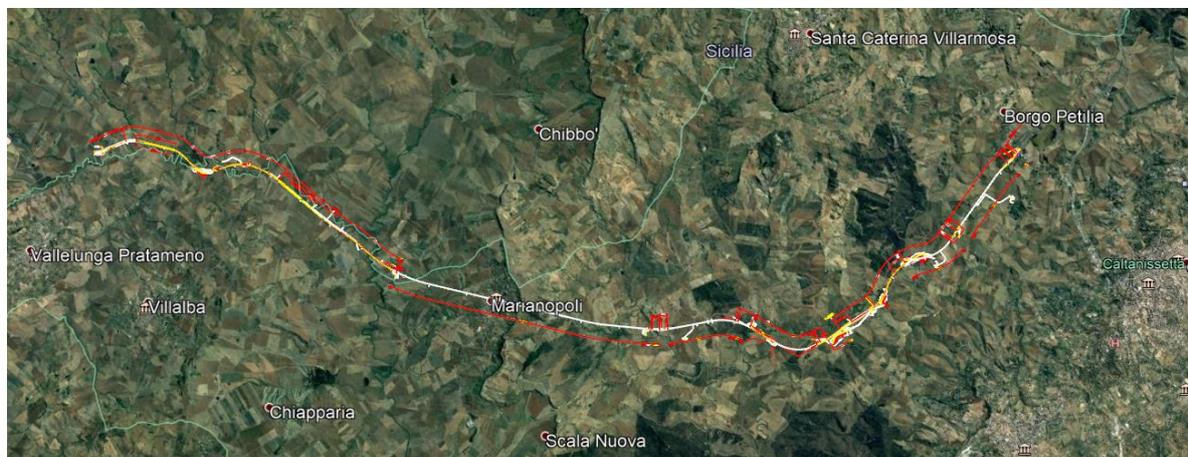


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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>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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta ▶

Variabilità dei parametri ▶

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ▶

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

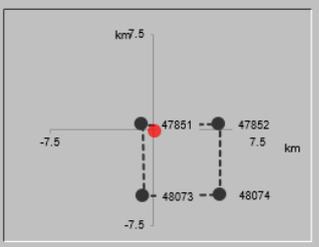
Interpolazione corretta



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".

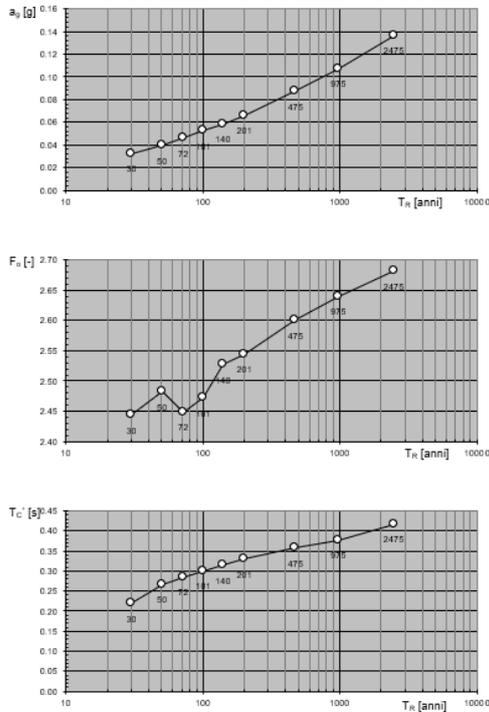
Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

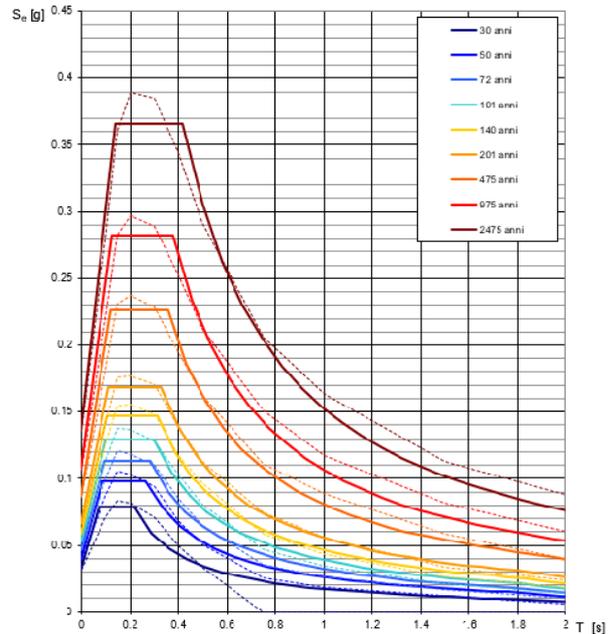
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

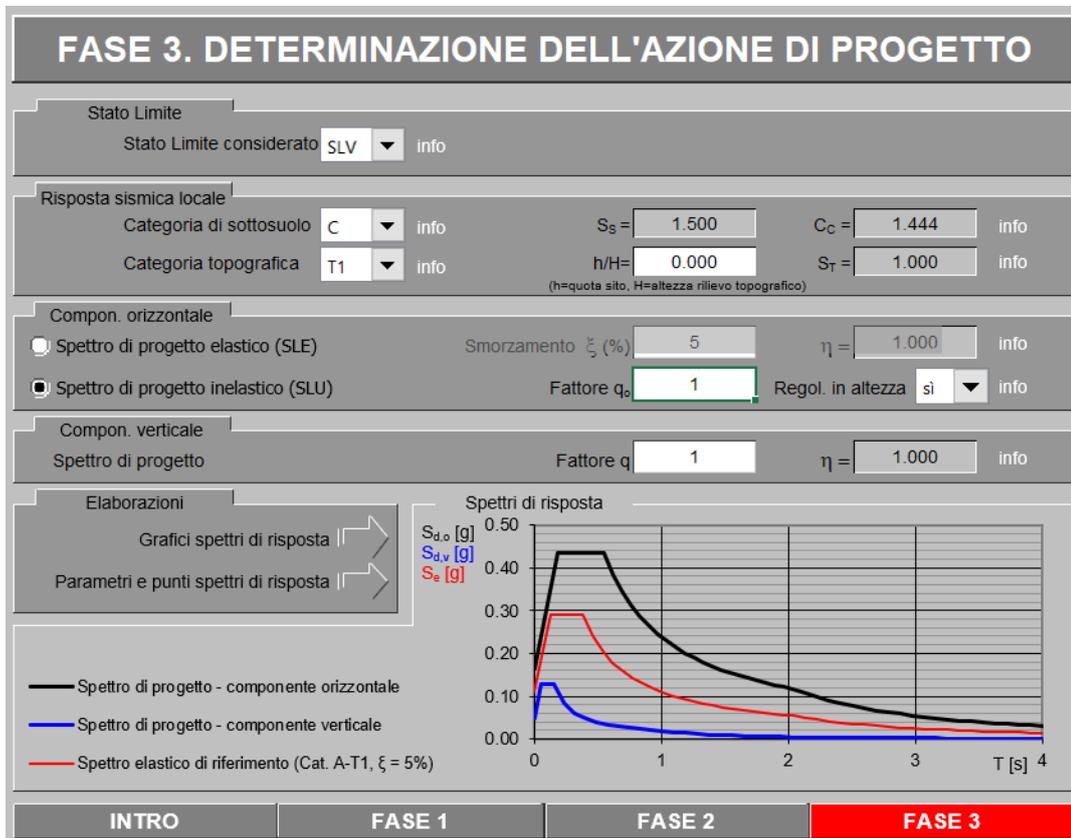
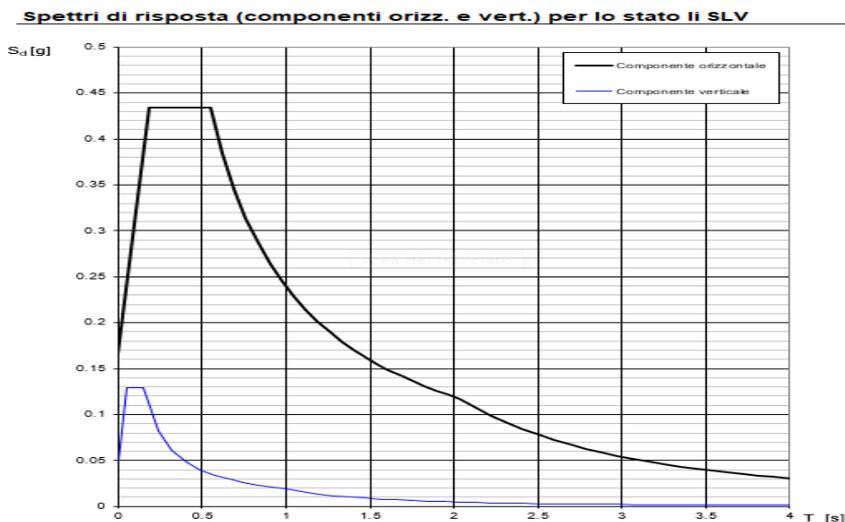


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

**Parametri indipendenti**

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

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.223 s
$T_C$	0.670 s
$T_D$	1.938 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  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	0.149
$T_B$	0.223	0.394
$T_C$	0.670	0.394
	0.733	0.360
	0.796	0.331
	0.860	0.307
	0.923	0.286
	0.986	0.267
	1.049	0.251
	1.113	0.237
	1.176	0.224
	1.239	0.213
	1.302	0.203
	1.366	0.193
	1.429	0.185
	1.492	0.177
	1.555	0.170
	1.619	0.163
	1.682	0.157
	1.745	0.151
	1.808	0.146
	1.871	0.141
	1.935	0.136
$T_D$	1.938	0.132
	2.093	0.120
	2.189	0.110
	2.284	0.101
	2.379	0.093
	2.475	0.086
	2.570	0.080
	2.665	0.074
	2.761	0.069
	2.856	0.065
	2.951	0.061
	3.047	0.057
	3.142	0.053
	3.237	0.050
	3.333	0.047
	3.428	0.045
	3.523	0.042
	3.619	0.040
	3.714	0.038
	3.809	0.036
	3.905	0.035
	4.000	0.033

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

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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.

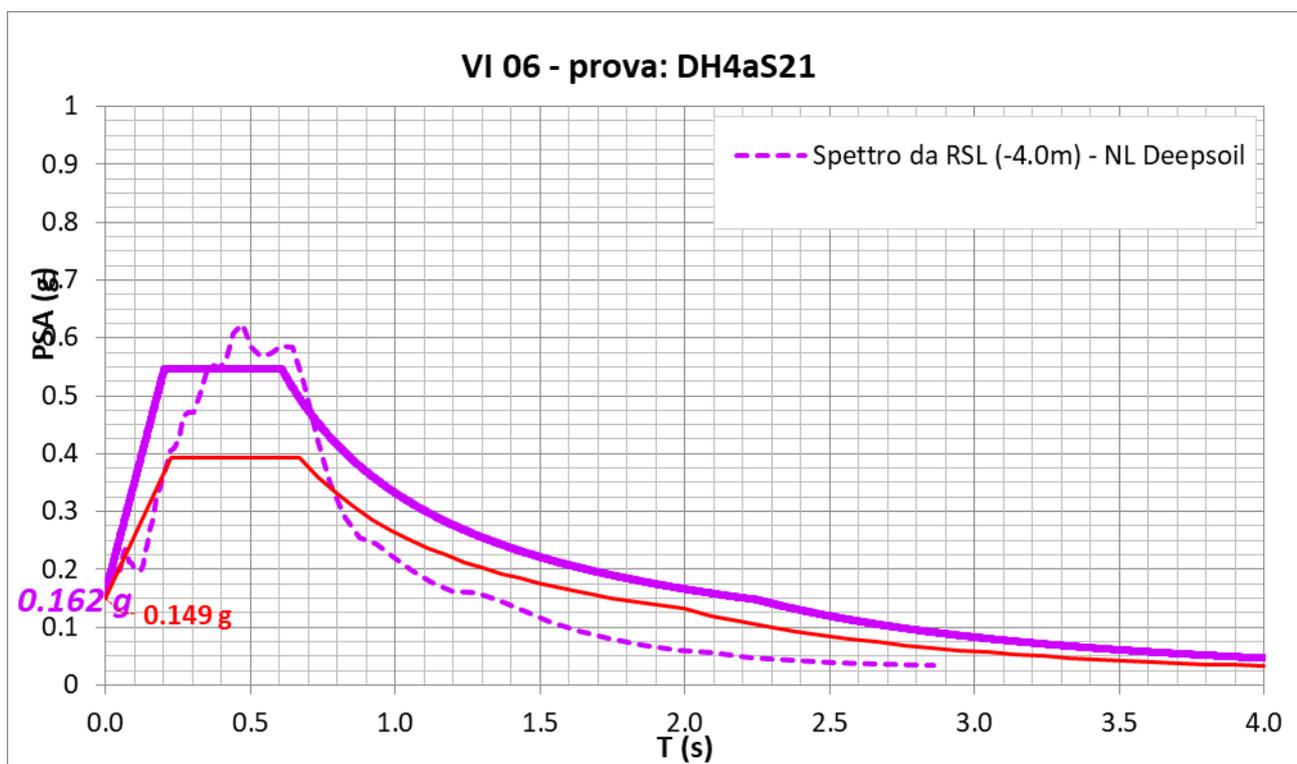
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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.

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Risposta sismica locale

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



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

5.7.5 *Check analisi statica*

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long		Com Nmax	5463	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1093	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10745	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2149	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	9940	kN
massa efficace pila		Mpe	5505	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	16250	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -3356.5 KN</b>
<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4742	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	948	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10600	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	9940	kN
massa efficace pila		Mpe	5505	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	16106	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -3385.3 KN</b>
<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	4742	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	948	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9652	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10600	kN
massa pulvino		Mpul	2192	kN
massa pila		Mpila	9940	kN
massa efficace pila		Mpe	5505	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	16106	kN
verifica di requisito di norma	$Mep < 1/5 Mimp$			<b>NO per -3385.3 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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

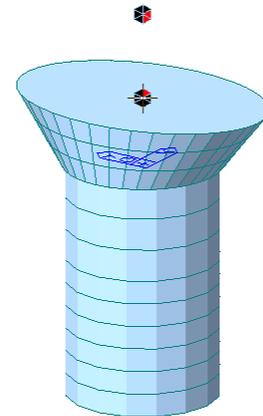
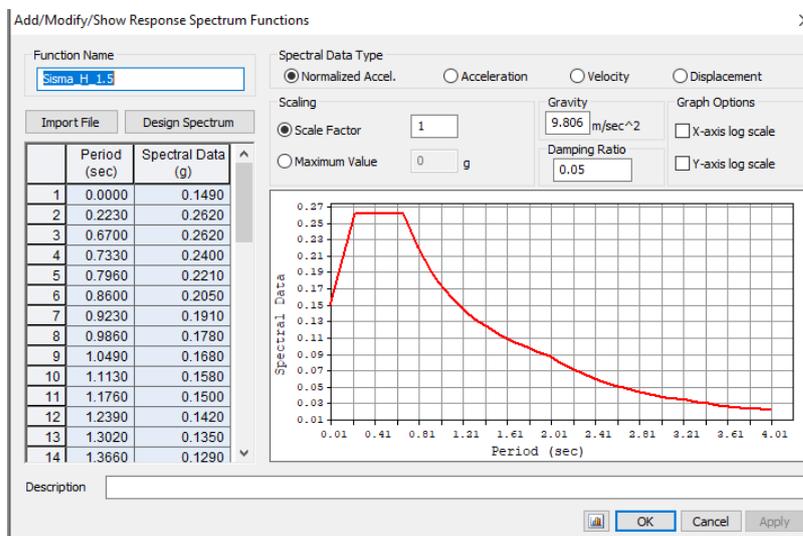
5.7.6 *Analisi statica equivalente*

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	27.00	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>	27.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	4.1E+07	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	5.4E+07	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	1.8E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	1.27	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	1.10	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.06	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.18	0.18	0.27	0.11	g
accelerazione componente longitudinale	0.21	0.21	0.31	0.13	g
accelerazione componente verticale	0.11	0.11	0.11	0.04	g
Sforzo assiale	1800	1800	1800	584	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2857	3143	4285	1728	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	3403	3744	5105	2117	kN
Momento flessionale trasversale	85932	94525	128898	51961	kN m
Momento flessionale longitudinale	93513	102855	140222	58204	kN m

### 5.7.7 Analisi dinamica modale

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



I risultati ottenuti sono i seguenti:

Load	N (kN)	Vtras (kN)	Vlong (kN)	Mtras (kN*m)	Mlong (kN*m)
SISMA q=1.5	1924.57	3434.67	3869.37	88664.44	93794.13
SISMA q=1	1924.57	5141.08	5792.38	133006.98	140643.39
SISMA sld	679.28	2140.7	2444.28	54671.39	58940.69

quindi si procede con tali

## 5.8 Azione Idrostatica

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

### 6.3.5 Escavazioni localizzate viadotto VI06

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

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

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

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

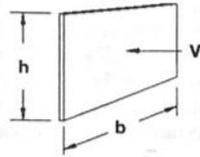
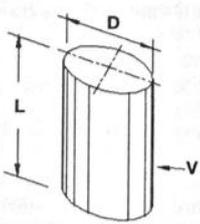
Forme	N.r Reynolds	Dimensioni	Coefficiente $C_n$
	$> 10^3$	$\frac{b}{h} = 1$ 5 10 $\infty$	1.16 1.20 1.50 1.90
	$10^5$	$\frac{L}{D} = 1$ 2 5 10 20 40 $\infty$	0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20
	$> 5 \times 10^5$	$\frac{L}{D} = 5$ $\infty$	0.35 0.34

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

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

velocità dell'acqua	v	<b>3.53</b>	m/sec
densità dell'acqua	ro	<b>1</b>	kN sec <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
altezza di riinterro pila	hri	<b>1.5</b>	m
altezza della pila	hp	<b>27</b>	m
altezza idrica Tr 300	h300	<b>2.38</b>	m
scalzamento massimo Tr300	dl	<b>12.78</b>	m
tipologia di sezione		<b>circolare</b>	m
larghezza trasversale pila	b	<b>0</b>	m
larghezza longitudinale pila	d	<b>0</b>	m
raggio della sezione	r	<b>2.25</b>	m
rapporto geometrico	L/D	<b>0.002444</b>	m
viscosità cinematica	mi	<b>0.000894</b>	N s/m <sup>2</sup>
numero di Reynolds	Re	<b>17768456</b>	
coefficiente di forma	Cd	<b>0.35</b>	*
* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche			

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

pressione dell'acqua		p	<b>2.180658</b>	kN/m <sup>2</sup>
forza risultante		Fidro	<b>365.7991</b>	kN
momento alla base pila		Mpila	<b>-673.881</b>	kN

	Fusto pila	Fondazioni	Pali
h	3.88	3	8.28
D	2.25	9.6	1.5
L/D	1.724	3.2	5.52
Re	8.88E+06	3.79E+07	5.92E+06
forma	smussara	rettangolare	circolare
Cd	0.35	1.18	0.35
p	2.1806575	7.351931	2.1806575
B	2.25	9.6	4
F	19.04	274.54	72.22
M	36.93	-411.81	-299.00

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

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

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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	20607.5	837.375	596.631	1517.02	2164.68	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	14282.3	0	368.924	0	1374.59	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	20607.5	1674.75	471.52	1893.84	1504.09	
A1_SLU_gr4_centrif_4	19232.3	1339.8	497.078	1515.07	1740.64	
A1_SLU_gr1+vento_5	20607.5	862.344	1638.57	1517.02	6756.3	
A1_SLU_gr2+vento_6	14282.3	24.9694	1410.86	0	5966.2	
A1_SLU_gr3+vento_7	20607.5	1699.72	1513.46	1893.84	6095.71	
A1_SLU_gr4+vento_8	19232.3	1364.77	1539.02	1515.07	6332.26	
A1_SLU_vento_gr1_9	19232.3	711.516	2174.26	1213.62	9366.61	
A1_SLU_vento_gr2_10	14172.1	41.6157	2028.53	0	8750.94	
A1_SLU_vento_gr3_11	19232.3	1381.42	2074.17	1515.07	8838.14	
A1_SLU_vento_gr4_12	19232.3	1381.42	2233.64	1515.07	9393.33	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14394.2	577.5	352.291	1046.22	1466.25	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	10032	0	247.597	0	944.917	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14394.2	1155	266.007	1306.1	1010.67	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93	
SLE_rar_gr1+vento_18	14394.2	594.146	1046.92	1046.22	4527.33	
SLE_rar_gr2+vento_19	10032	16.6463	942.223	0	4005.99	
SLE_rar_gr3+vento_20	14394.2	1171.65	960.633	1306.1	4071.75	
SLE_rar_gr4+vento_21	13445.8	940.646	989.64	1044.88	4240.01	
SLE_rar_vento_gr1_22	13445.8	489.744	1421.33	836.977	6266.6	
SLE_rar_vento_gr2_23	9956	27.7438	1354.33	0	5857.07	
SLE_rar_vento_gr3_24	13445.8	951.744	1352.31	1044.88	5902.14	
SLE_rar_vento_gr4_25	13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73	

SLE_fre_gr1_Treno_27	13445.8	462	242.694	836.977	1155.39
SLE_fre_gr2_Scarico_28	9956	0	186.858	0	750.885
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13445.8	924	173.667	1044.88	790.928
SLE_fre_gr4_centrif_30	13445.8	924	268.854	1044.88	1167.16
SLE_fre_gr1+vento_31	13445.8	467.549	474.236	836.977	2175.75
SLE_fre_gr2+vento_32	9956	5.54876	418.4	0	1771.24
SLE_fre_gr3+vento_33	13445.8	929.549	405.209	1044.88	1811.29
SLE_fre_gr4+vento_34	13445.8	929.549	500.396	1044.88	2187.52
SLE_fre_vento_gr1_35	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_vento_gr2_36	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_vento_gr3_37	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_vento_gr4_38	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_gr1_temp39	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr2_temp40	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr3_temp41	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr3_temp42	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_qp_gr1_Treno_44	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_45	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_47	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr2+vento_49	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr3+vento_50	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr4+vento_51	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr1_52	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr2_53	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr3_54	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr4_55	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr1_temp56	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp57	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp58	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp59	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_60	10229.4	3874.92	1316.87	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	10229.4	1166.36	3721.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	11576.6	1166.36	1316.87	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	10229.4	4261.86	1419.91	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	10229.4	1282.44	4064.6	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	11576.6	1282.44	1419.91	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	10229.4	5797.93	1828.79	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	10229.4	1743.26	5427.55	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	11576.6	1743.26	1828.79	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	9855.78	2449.83	928.677	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	9855.78	738.833	2427.17	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	10331.3	738.833	928.677	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	36986	837.375	596.631	24126.1	18273.7
A1_SLU_gr2_Scarico_2	30660.8	0	368.924	0	11335.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	36986	1674.75	471.52	47112.1	14235.1
A1_SLU_gr4_centrif_4	35610.7	1339.8	497.078	37689.7	15161.8
A1_SLU_gr1+vento_5	36986	862.344	1638.57	24800.3	50997.7
A1_SLU_gr2+vento_6	30660.8	24.9694	1410.86	674.175	44059.5
A1_SLU_gr3+vento_7	36986	1699.72	1513.46	47786.3	46959.1
A1_SLU_gr4+vento_8	35610.7	1364.77	1539.02	38363.8	47885.7
A1_SLU_vento_gr1_9	35610.7	711.516	2174.26	20424.5	68071.7
A1_SLU_vento_gr2_10	30550.6	41.6157	2028.53	1123.62	63521.2
A1_SLU_vento_gr3_11	35610.7	1381.42	2074.17	38813.3	64840.8
A1_SLU_vento_gr4_12	35610.7	1381.42	2233.64	38813.3	69701.7
SLE_rar_gr1_Treno_14	26526.4	577.5	352.291	16638.7	10978.1
SLE_rar_gr2_Scarico_15	22164.2	0	247.597	0	7630.04
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	26526.4	1155	266.007	32491.1	8192.87
SLE_rar_gr4_centrif_17	25578	924	295.015	25992.9	9144.32
SLE_rar_gr1+vento_18	26526.4	594.146	1046.92	17088.2	32794.1
SLE_rar_gr2+vento_19	22164.2	16.6463	942.223	449.45	29446
SLE_rar_gr3+vento_20	26526.4	1171.65	960.633	32940.5	30008.8
SLE_rar_gr4+vento_21	25578	940.646	989.64	26442.3	30960.3
SLE_rar_vento_gr1_22	25578	489.744	1421.33	14060.1	44642.6
SLE_rar_vento_gr2_23	22088.2	27.7438	1354.33	749.083	42423.9
SLE_rar_vento_gr3_24	25578	951.744	1352.31	26742	42414.4
SLE_rar_vento_gr4_25	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3
SLE_fre_gr1_Treno_27	25578	462	242.694	13311	7708.13
SLE_fre_gr2_Scarico_28	22088.2	0	186.858	0	5796.04
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	25578	924	173.667	25992.9	5479.95
SLE_fre_gr4_centrif_30	25578	924	268.854	25992.9	8426.23
SLE_fre_gr1+vento_31	25578	467.549	474.236	13460.8	14980.1
SLE_fre_gr2+vento_32	22088.2	5.54876	418.4	149.817	13068
SLE_fre_gr3+vento_33	25578	929.549	405.209	26142.7	12751.9
SLE_fre_gr4+vento_34	25578	929.549	500.396	26142.7	15698.2
SLE_fre_vento_gr1_35	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7

SLE_fre_vento_gr2_36	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_vento_gr3_37	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_vento_gr4_38	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_gr1_temp39	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr2_temp40	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr3_temp41	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr3_temp42	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_qp_gr1_Treno_44	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr2_Scarico_45	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr4_centrif_47	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr1+vento_48	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr2+vento_49	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr3+vento_50	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr4+vento_51	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr1_52	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr2_53	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr3_54	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr4_55	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr1_temp56	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr2_temp57	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_temp58	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_temp59	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
E_103x_SLV_q=1.5_60	22361.6	3874.92	1316.87	93794.1	27644.4
E_103y_SLV_q=1.5_61	22361.6	1166.36	3721.14	28138.2	89709.5
E_103z_SLV_q=1.5_62	23708.8	1166.36	1316.87	28138.2	27644.4
E_103x_SLV_q=1.36_63	22361.6	4261.86	1419.91	103174	30304.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	22361.6	1282.44	4064.6	30952.1	98576
E_103z_SLV_q=1.36_65	23708.8	1282.44	1419.91	30952.1	30304.3
E_103x_SLV_q=1_66	22361.6	5797.93	1828.79	140643	40947.2
E_103y_SLV_q=1_67	22361.6	1743.26	5427.55	42193	134052
E_103z_SLV_q=1_68	23708.8	1743.26	1828.79	42193	40947.2
E_103x_SLD_q=1_69	21988	2449.83	928.677	58940.7	17446.5
E_103y_SLD_q=1_70	21988	738.833	2427.17	17682.2	55716.5
E_103z_SLD_q=1_71	22463.5	738.833	928.677	17682.2	17446.5

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	54080	837.375	596.631	26638.3	20063.6
A1_SLU_gr2_Scarico_2	47754.8	0	368.924	0	12442.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	54080	1674.75	471.52	52136.3	15649.7
A1_SLU_gr4_centrif_4	52704.8	1339.8	497.078	41709.1	16653
A1_SLU_gr1+vento_5	54080	862.344	1638.57	27387.4	55913.4
A1_SLU_gr2+vento_6	47754.8	24.9694	1410.86	749.083	48292.1
A1_SLU_gr3+vento_7	54080	1699.72	1513.46	52885.4	51499.5
A1_SLU_gr4+vento_8	52704.8	1364.77	1539.02	42458.2	52502.8
A1_SLU_vento_gr1_9	52704.8	711.516	2174.26	22559.1	74594.5
A1_SLU_vento_gr2_10	47644.6	41.6157	2028.53	1248.47	69606.8
A1_SLU_vento_gr3_11	52704.8	1381.42	2074.17	42957.5	71063.4
A1_SLU_vento_gr4_12	52704.8	1381.42	2233.64	42957.5	76402.6
SLE_rar_gr1_Treno_14	39188.7	577.5	352.291	18371.2	12035
SLE_rar_gr2_Scarico_15	34826.4	0	247.597	0	8372.84
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	39188.7	1155	266.007	35956.1	8990.89
SLE_rar_gr4_centrif_17	38240.2	924	295.015	28764.9	10029.4
SLE_rar_gr1+vento_18	39188.7	594.146	1046.92	18870.6	35934.8
SLE_rar_gr2+vento_19	34826.4	16.6463	942.223	499.389	32272.7
SLE_rar_gr3+vento_20	39188.7	1171.65	960.633	36455.5	32890.7
SLE_rar_gr4+vento_21	38240.2	940.646	989.64	29264.3	33929.2
SLE_rar_vento_gr1_22	38240.2	489.744	1421.33	15529.3	48906.6
SLE_rar_vento_gr2_23	34750.4	27.7438	1354.33	832.314	46486.9
SLE_rar_vento_gr3_24	38240.2	951.744	1352.31	29597.2	46471.3
SLE_rar_vento_gr4_25	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5
SLE_fre_gr1_Treno_27	38240.2	462	242.694	14697	8436.22
SLE_fre_gr2_Scarico_28	34750.4	0	186.858	0	6356.62
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	38240.2	924	173.667	28764.9	6000.95
SLE_fre_gr4_centrif_30	38240.2	924	268.854	28764.9	9232.79
SLE_fre_gr1+vento_31	38240.2	467.549	474.236	14863.4	16402.8
SLE_fre_gr2+vento_32	34750.4	5.54876	418.4	166.463	14323.2
SLE_fre_gr3+vento_33	38240.2	929.549	405.209	28931.3	13967.6
SLE_fre_gr4+vento_34	38240.2	929.549	500.396	28931.3	17199.4
SLE_fre_vento_gr1_35	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_vento_gr2_36	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589

SLE_fre_vento_gr3_37	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_vento_gr4_38	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_gr1_temp39	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr2_temp40	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr3_temp41	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr3_temp42	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_qp_gr1_Treno_44	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr2_Scarico_45	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr4_centrif_47	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr1+vento_48	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr2+vento_49	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr3+vento_50	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr4+vento_51	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr1_52	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr2_53	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr3_54	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr4_55	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr1_temp56	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr2_temp57	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_temp58	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_temp59	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
E_103x_SLV_q=1.5_60	35184.7	5413.33	1778.39	110034	32979.6
E_103y_SLV_q=1.5_61	35184.7	2704.78	4182.66	36252.6	102258
E_103z_SLV_q=1.5_62	36907.3	2704.78	1778.39	36252.6	32979.6
E_103x_SLV_q=1.36_63	35184.7	5800.27	1881.43	120574	35948.6
E_103y_SLV_q=1.36_64	35184.7	2820.86	4526.13	39414.6	112154
E_103z_SLV_q=1.36_65	36907.3	2820.86	1881.43	39414.6	35948.6
E_103x_SLV_q=1_66	35184.7	7336.34	2290.32	162652	47818.1
E_103y_SLV_q=1_67	35184.7	3281.68	5889.07	52038.1	151719
E_103z_SLV_q=1_68	36907.3	3281.68	2290.32	52038.1	47818.1
E_103x_SLD_q=1_69	34705.3	3203.18	1154.68	68550.2	20910.5
E_103y_SLD_q=1_70	34705.3	1492.18	2653.17	22158.7	63676
E_103z_SLD_q=1_71	35309.3	1492.18	1154.68	22158.7	20910.5

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	17691.7	837.375	491.663	5129.32	1825.86
A1_SLU_gr2_Scarico_73	14282.3	0	368.924	0	1374.59
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17691.7	1674.75	366.552	5506.14	1165.28
A1_SLU_gr4_centrif_75	16899.6	1339.8	413.103	4404.91	1469.59
A1_SLU_gr1+vento_76	17691.7	862.344	1533.6	5129.32	6417.48
A1_SLU_gr2+vento_77	14282.3	24.9694	1410.86	0	5966.2
A1_SLU_gr3+vento_78	17691.7	1699.72	1408.49	5506.14	5756.89
A1_SLU_gr4+vento_79	16899.6	1364.77	1455.04	4404.91	6061.2
A1_SLU_vento_gr1_80	16899.6	711.516	2107.08	4103.46	9103.12
A1_SLU_vento_gr2_81	14172.1	41.6157	2028.53	0	8750.94
A1_SLU_vento_gr3_82	16899.6	1381.42	2006.99	4404.91	8574.65
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1381.42	2149.67	4404.91	9122.28
SLE_rar_gr1_Treno_85	12383.3	577.5	304.029	3537.47	1243.44
SLE_rar_gr2_Scarico_86	10032	0	247.597	0	944.917
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	12383.3	1155	217.746	3797.34	787.867
SLE_rar_gr4_centrif_88	11837.1	924	256.405	3037.87	1000.69
SLE_rar_gr1+vento_89	12383.3	594.146	998.655	3537.47	4304.52
SLE_rar_gr2+vento_90	10032	16.6463	942.223	0	4005.99
SLE_rar_gr3+vento_91	12383.3	1171.65	912.371	3797.34	3848.94
SLE_rar_gr4+vento_92	11837.1	940.646	951.031	3037.87	4061.76
SLE_rar_vento_gr1_93	11837.1	489.744	1390.44	2829.97	6091.83
SLE_rar_vento_gr2_94	9956	27.7438	1354.33	0	5857.07
SLE_rar_vento_gr3_95	11837.1	951.744	1321.42	3037.87	5727.37
SLE_rar_vento_gr4_96	11837.1	951.744	1414.11	3037.87	6102.48
SLE_fre_gr1_Treno_98	11837.1	462	216.955	2829.97	982.935
SLE_fre_gr2_Scarico_99	9956	0	186.858	0	750.885
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	11837.1	924	147.928	3037.87	618.473
SLE_fre_gr4_centrif_101	11837.1	924	236.68	3037.87	991.811
SLE_fre_gr1+vento_102	11837.1	467.549	448.497	2829.97	2003.29
SLE_fre_gr2+vento_103	9956	5.54876	418.4	0	1771.24
SLE_fre_gr3+vento_104	11837.1	929.549	379.47	3037.87	1638.83
SLE_fre_gr4+vento_105	11837.1	929.549	468.222	3037.87	2012.17

SLE_fre_vento_gr1_106	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_vento_gr2_107	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_vento_gr3_108	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_vento_gr4_109	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_gr1_temp110	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr2_temp111	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr3_temp112	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr3_temp113	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_qp_gr1_Treno_115	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_116	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_118	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_119	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr2+vento_120	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr3+vento_121	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr4+vento_122	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr1_123	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr2_124	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr3_125	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr4_126	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr1_temp127	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp128	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp129	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp130	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_131	10229.4	3874.92	1316.87	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	10229.4	1166.36	3721.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	11576.6	1166.36	1316.87	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	10229.4	4261.86	1419.91	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	10229.4	1282.44	4064.6	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	11576.6	1282.44	1419.91	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	10229.4	5797.93	1828.79	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	10229.4	1743.26	5427.55	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	11576.6	1743.26	1828.79	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	9827.14	2122.46	804.718	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	9827.14	640.621	2013.97	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	10235.8	640.621	804.718	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	34070.2	837.375	491.663	27738.4	15100.8
A1_SLU_gr2_Scarico_73	30660.8	0	368.924	0	11335.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	34070.2	1674.75	366.552	50724.4	11062.2
A1_SLU_gr4_centrif_75	33278.1	1339.8	413.103	40579.5	12623.4
A1_SLU_gr1+vento_76	34070.2	862.344	1533.6	28412.6	47824.7
A1_SLU_gr2+vento_77	30660.8	24.9694	1410.86	674.175	44059.5
A1_SLU_gr3+vento_78	34070.2	1699.72	1408.49	51398.6	43786.1
A1_SLU_gr4+vento_79	33278.1	1364.77	1455.04	41253.7	45347.3
A1_SLU_vento_gr1_80	33278.1	711.516	2107.08	23314.4	65994.3
A1_SLU_vento_gr2_81	30550.6	41.6157	2028.53	1123.62	63521.2
A1_SLU_vento_gr3_82	33278.1	1381.42	2006.99	41703.1	62763.5
A1_SLU_vento_gr4_83	33278.1	1381.42	2149.67	41703.1	67163.3
SLE_rar_gr1_Treno_85	24515.5	577.5	304.029	19130	9452.23
SLE_rar_gr2_Scarico_86	22164.2	0	247.597	0	7630.04
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	24515.5	1155	217.746	34982.3	6667
SLE_rar_gr4_centrif_88	23969.3	924	256.405	27985.9	7923.63
SLE_rar_gr1+vento_89	24515.5	594.146	998.655	19579.4	31268.2
SLE_rar_gr2+vento_90	22164.2	16.6463	942.223	449.45	29446
SLE_rar_gr3+vento_91	24515.5	1171.65	912.371	35431.8	28483
SLE_rar_gr4+vento_92	23969.3	940.646	951.031	28435.3	29739.6
SLE_rar_vento_gr1_93	23969.3	489.744	1390.44	16053.1	43633.8
SLE_rar_vento_gr2_94	22088.2	27.7438	1354.33	749.083	42423.9
SLE_rar_vento_gr3_95	23969.3	951.744	1321.42	28735	41405.6
SLE_rar_vento_gr4_96	23969.3	951.744	1414.11	28735	44283.6
SLE_fre_gr1_Treno_98	23969.3	462	216.955	15304	6840.71
SLE_fre_gr2_Scarico_99	22088.2	0	186.858	0	5796.04
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	23969.3	924	147.928	27985.9	4612.53
SLE_fre_gr4_centrif_101	23969.3	924	236.68	27985.9	7382.17
SLE_fre_gr1+vento_102	23969.3	467.549	448.497	15453.8	14112.7
SLE_fre_gr2+vento_103	22088.2	5.54876	418.4	149.817	13068
SLE_fre_gr3+vento_104	23969.3	929.549	379.47	28135.7	11884.5
SLE_fre_gr4+vento_105	23969.3	929.549	468.222	28135.7	14654.2
SLE_fre_vento_gr1_106	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7

SLE_fre_vento_gr2_107	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_vento_gr3_108	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_vento_gr4_109	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_gr1_temp110	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr2_temp111	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr3_temp112	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr3_temp113	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_qp_gr1_Treno_115	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr2_Scarico_116	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr4_centrif_118	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr1+vento_119	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr2+vento_120	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr3+vento_121	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr4+vento_122	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr1_123	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr2_124	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr3_125	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr4_126	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr1_temp127	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr2_temp128	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_temp129	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_temp130	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
E_103x_SLV_q=1.5_131	22361.6	3874.92	1316.87	93794.1	27644.4
E_103y_SLV_q=1.5_132	22361.6	1166.36	3721.14	28138.2	89709.5
E_103z_SLV_q=1.5_133	23708.8	1166.36	1316.87	28138.2	27644.4
E_103x_SLV_q=1.36_134	22361.6	4261.86	1419.91	103174	30304.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	22361.6	1282.44	4064.6	30952.1	98576
E_103z_SLV_q=1.36_136	23708.8	1282.44	1419.91	30952.1	30304.3
E_103x_SLV_q=1_137	22361.6	5797.93	1828.79	140643	40947.2
E_103y_SLV_q=1_138	22361.6	1743.26	5427.55	42193	134052
E_103z_SLV_q=1_139	23708.8	1743.26	1828.79	42193	40947.2
E_103x_SLD_q=1_140	21959.3	2122.46	804.718	58203.9	16633.2
E_103y_SLD_q=1_141	21959.3	640.621	2013.97	17461.2	53005.6
E_103z_SLD_q=1_142	22368	640.621	804.718	17461.2	16633.2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	51164.2	837.375	491.663	30250.6	16575.7
A1_SLU_gr2_Scarico_73	47754.8	0	368.924	0	12442.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	51164.2	1674.75	366.552	55748.6	12161.8
A1_SLU_gr4_centrif_75	50372.1	1339.8	413.103	44598.9	13862.7
A1_SLU_gr1+vento_76	51164.2	862.344	1533.6	30999.7	52425.5
A1_SLU_gr2+vento_77	47754.8	24.9694	1410.86	749.083	48292.1
A1_SLU_gr3+vento_78	51164.2	1699.72	1408.49	56497.7	48011.6
A1_SLU_gr4+vento_79	50372.1	1364.77	1455.04	45348	49712.5
A1_SLU_vento_gr1_80	50372.1	711.516	2107.08	25448.9	72315.6
A1_SLU_vento_gr2_81	47644.6	41.6157	2028.53	1248.47	69606.8
A1_SLU_vento_gr3_82	50372.1	1381.42	2006.99	45847.4	68784.5
A1_SLU_vento_gr4_83	50372.1	1381.42	2149.67	45847.4	73612.3
SLE_rar_gr1_Treno_85	37177.8	577.5	304.029	20862.5	10364.3
SLE_rar_gr2_Scarico_86	34826.4	0	247.597	0	8372.84
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	37177.8	1155	217.746	38447.3	7320.23
SLE_rar_gr4_centrif_88	36631.5	924	256.405	30757.9	8692.85
SLE_rar_gr1+vento_89	37177.8	594.146	998.655	21361.9	34264.2
SLE_rar_gr2+vento_90	34826.4	16.6463	942.223	499.389	32272.7
SLE_rar_gr3+vento_91	37177.8	1171.65	912.371	38946.7	31220.1
SLE_rar_gr4+vento_92	36631.5	940.646	951.031	31257.3	32592.7
SLE_rar_vento_gr1_93	36631.5	489.744	1390.44	17522.3	47805.2
SLE_rar_vento_gr2_94	34750.4	27.7438	1354.33	832.314	46486.9
SLE_rar_vento_gr3_95	36631.5	951.744	1321.42	31590.2	45369.9
SLE_rar_vento_gr4_96	36631.5	951.744	1414.11	31590.2	48525.9
SLE_fre_gr1_Treno_98	36631.5	462	216.955	16690	7491.58
SLE_fre_gr2_Scarico_99	34750.4	0	186.858	0	6356.62
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	36631.5	924	147.928	30757.9	5056.31
SLE_fre_gr4_centrif_101	36631.5	924	236.68	30757.9	8092.21
SLE_fre_gr1+vento_102	36631.5	467.549	448.497	16856.4	15458.2
SLE_fre_gr2+vento_103	34750.4	5.54876	418.4	166.463	14323.2
SLE_fre_gr3+vento_104	36631.5	929.549	379.47	30924.3	13022.9
SLE_fre_gr4+vento_105	36631.5	929.549	468.222	30924.3	16058.8
SLE_fre_vento_gr1_106	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589

SLE_fre_vento_gr2_107	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_vento_gr3_108	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_vento_gr4_109	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_gr1_temp110	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr2_temp111	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr3_temp112	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr3_temp113	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_qp_gr1_Treno_115	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr2_Scarico_116	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr4_centrif_118	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr1+vento_119	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr2+vento_120	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr3+vento_121	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr4+vento_122	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr1_123	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr2_124	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr3_125	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr4_126	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr1_temp127	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr2_temp128	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_temp129	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_temp130	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
E_103x_SLV_q=1.5_131	35184.7	5413.33	1778.39	110034	32979.6
E_103y_SLV_q=1.5_132	35184.7	2704.78	4182.66	36252.6	102258
E_103z_SLV_q=1.5_133	36907.3	2704.78	1778.39	36252.6	32979.6
E_103x_SLV_q=1.36_134	35184.7	5800.27	1881.43	120574	35948.6
E_103y_SLV_q=1.36_135	35184.7	2820.86	4526.13	39414.6	112154
E_103z_SLV_q=1.36_136	36907.3	2820.86	1881.43	39414.6	35948.6
E_103x_SLV_q=1_137	35184.7	7336.34	2290.32	162652	47818.1
E_103y_SLV_q=1_138	35184.7	3281.68	5889.07	52038.1	151719
E_103z_SLV_q=1_139	36907.3	3281.68	2290.32	52038.1	47818.1
E_103x_SLD_q=1_140	34676.7	2875.8	1030.72	66831.4	19725.4
E_103y_SLD_q=1_141	34676.7	1393.97	2239.97	21643.1	59725.5
E_103z_SLD_q=1_142	35213.8	1393.97	1030.72	21643.1	19725.4

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	20607.5	837.375	596.631	1517.02	2164.68
A1_SLU_gr2_Scarico_144	14282.3	0	368.924	0	1374.59
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	20607.5	1674.75	471.52	1893.84	1504.09
A1_SLU_gr4_centrif_146	19232.3	1339.8	497.078	1515.07	1740.64
A1_SLU_gr1+vento_147	20607.5	862.344	1638.57	1517.02	6756.3
A1_SLU_gr2+vento_148	14282.3	24.9694	1410.86	0	5966.2
A1_SLU_gr3+vento_149	20607.5	1699.72	1513.46	1893.84	6095.71
A1_SLU_gr4+vento_150	19232.3	1364.77	1539.02	1515.07	6332.26
A1_SLU_vento_gr1_151	19232.3	711.516	2174.26	1213.62	9366.61
A1_SLU_vento_gr2_152	14172.1	41.6157	2028.53	0	8750.94
A1_SLU_vento_gr3_153	19232.3	1381.42	2074.17	1515.07	8838.14
A1_SLU_vento_gr4_154	19232.3	1381.42	2233.64	1515.07	9393.33
SLE_rar_gr1_Treno_156	14394.2	577.5	352.291	1046.22	1466.25
SLE_rar_gr2_Scarico_157	10032	0	247.597	0	944.917
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14394.2	1155	266.007	1306.1	1010.67
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93
SLE_rar_gr1+vento_160	14394.2	594.146	1046.92	1046.22	4527.33
SLE_rar_gr2+vento_161	10032	16.6463	942.223	0	4005.99
SLE_rar_gr3+vento_162	14394.2	1171.65	960.633	1306.1	4071.75
SLE_rar_gr4+vento_163	13445.8	940.646	989.64	1044.88	4240.01
SLE_rar_vento_gr1_164	13445.8	489.744	1421.33	836.977	6266.6
SLE_rar_vento_gr2_165	9956	27.7438	1354.33	0	5857.07
SLE_rar_vento_gr3_166	13445.8	951.744	1352.31	1044.88	5902.14
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73
SLE_fre_gr1_Treno_169	13445.8	462	242.694	836.977	1155.39
SLE_fre_gr2_Scarico_170	9956	0	186.858	0	750.885
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13445.8	924	173.667	1044.88	790.928
SLE_fre_gr4_centrif_172	13445.8	924	268.854	1044.88	1167.16
SLE_fre_gr1+vento_173	13445.8	467.549	474.236	836.977	2175.75
SLE_fre_gr2+vento_174	9956	5.54876	418.4	0	1771.24
SLE_fre_gr3+vento_175	13445.8	929.549	405.209	1044.88	1811.29
SLE_fre_gr4+vento_176	13445.8	929.549	500.396	1044.88	2187.52
SLE_fre_vento_gr1_177	9652	13.8719	633.78	0	2575.61

SLE_fre_vento_gr2_178	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_vento_gr3_179	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_vento_gr4_180	9652	13.8719	633.78	0	2575.61
SLE_fre_gr1_temp181	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr2_temp182	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr3_temp183	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_fre_gr3_temp184	9652	5.54876	297.452	0	1050.02
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_Scarico_187	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr4_centrif_189	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr2+vento_191	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr3+vento_192	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr4+vento_193	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr1_194	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr2_195	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr3_196	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_vento_gr4_197	9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr1_temp198	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr2_temp199	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp200	9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr3_temp201	9652	0	54.9252	0	24.7163
E_103x_SLV_q=1.5_202	10229.4	3874.92	1316.87	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	10229.4	1166.36	3721.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	11576.6	1166.36	1316.87	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	10229.4	4261.86	1419.91	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	10229.4	1282.44	4064.6	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	11576.6	1282.44	1419.91	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	10229.4	5797.93	1828.79	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	10229.4	1743.26	5427.55	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	11576.6	1743.26	1828.79	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	9827.14	2122.46	804.718	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	9827.14	640.621	2013.97	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	10235.8	640.621	804.718	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	36986	837.375	596.631	24126.1	18273.7
A1_SLU_gr2_Scarico_144	30660.8	0	368.924	0	11335.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	36986	1674.75	471.52	47112.1	14235.1
A1_SLU_gr4_centrif_146	35610.7	1339.8	497.078	37689.7	15161.8
A1_SLU_gr1+vento_147	36986	862.344	1638.57	24800.3	50997.7
A1_SLU_gr2+vento_148	30660.8	24.9694	1410.86	674.175	44059.5
A1_SLU_gr3+vento_149	36986	1699.72	1513.46	47786.3	46959.1
A1_SLU_gr4+vento_150	35610.7	1364.77	1539.02	38363.8	47885.7
A1_SLU_vento_gr1_151	35610.7	711.516	2174.26	20424.5	68071.7
A1_SLU_vento_gr2_152	30550.6	41.6157	2028.53	1123.62	63521.2
A1_SLU_vento_gr3_153	35610.7	1381.42	2074.17	38813.3	64840.8
A1_SLU_vento_gr4_154	35610.7	1381.42	2233.64	38813.3	69701.7
SLE_rar_gr1_Treno_156	26526.4	577.5	352.291	16638.7	10978.1
SLE_rar_gr2_Scarico_157	22164.2	0	247.597	0	7630.04
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	26526.4	1155	266.007	32491.1	8192.87
SLE_rar_gr4_centrif_159	25578	924	295.015	25992.9	9144.32
SLE_rar_gr1+vento_160	26526.4	594.146	1046.92	17088.2	32794.1
SLE_rar_gr2+vento_161	22164.2	16.6463	942.223	449.45	29446
SLE_rar_gr3+vento_162	26526.4	1171.65	960.633	32940.5	30008.8
SLE_rar_gr4+vento_163	25578	940.646	989.64	26442.3	30960.3
SLE_rar_vento_gr1_164	25578	489.744	1421.33	14060.1	44642.6
SLE_rar_vento_gr2_165	22088.2	27.7438	1354.33	749.083	42423.9
SLE_rar_vento_gr3_166	25578	951.744	1352.31	26742	42414.4
SLE_rar_vento_gr4_167	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3
SLE_fre_gr1_Treno_169	25578	462	242.694	13311	7708.13
SLE_fre_gr2_Scarico_170	22088.2	0	186.858	0	5796.04
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	25578	924	173.667	25992.9	5479.95
SLE_fre_gr4_centrif_172	25578	924	268.854	25992.9	8426.23
SLE_fre_gr1+vento_173	25578	467.549	474.236	13460.8	14980.1
SLE_fre_gr2+vento_174	22088.2	5.54876	418.4	149.817	13068
SLE_fre_gr3+vento_175	25578	929.549	405.209	26142.7	12751.9
SLE_fre_gr4+vento_176	25578	929.549	500.396	26142.7	15698.2
SLE_fre_vento_gr1_177	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7

SLE_fre_vento_gr2_178	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_vento_gr3_179	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_vento_gr4_180	21784.2	13.8719	633.78	374.542	19687.7
SLE_fre_gr1_temp181	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr2_temp182	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr3_temp183	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_fre_gr3_temp184	21784.2	5.54876	297.452	149.817	9081.23
SLE_qp_gr1_Treno_186	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr2_Scarico_187	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr4_centrif_189	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr1+vento_190	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr2+vento_191	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr3+vento_192	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr4+vento_193	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr1_194	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr2_195	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr3_196	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_vento_gr4_197	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69
SLE_qp_gr1_temp198	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr2_temp199	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_temp200	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
SLE_qp_gr3_temp201	21784.2	0	54.9252	0	1507.7
E_103x_SLV_q=1.5_202	22361.6	3874.92	1316.87	93794.1	27644.4
E_103y_SLV_q=1.5_203	22361.6	1166.36	3721.14	28138.2	89709.5
E_103z_SLV_q=1.5_204	23708.8	1166.36	1316.87	28138.2	27644.4
E_103x_SLV_q=1.36_205	22361.6	4261.86	1419.91	103174	30304.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	22361.6	1282.44	4064.6	30952.1	98576
E_103z_SLV_q=1.36_207	23708.8	1282.44	1419.91	30952.1	30304.3
E_103x_SLV_q=1_208	22361.6	5797.93	1828.79	140643	40947.2
E_103y_SLV_q=1_209	22361.6	1743.26	5427.55	42193	134052
E_103z_SLV_q=1_210	23708.8	1743.26	1828.79	42193	40947.2
E_103x_SLD_q=1_211	21959.3	2122.46	804.718	58203.9	16633.2
E_103y_SLD_q=1_212	21959.3	640.621	2013.97	17461.2	53005.6
E_103z_SLD_q=1_213	22368	640.621	804.718	17461.2	16633.2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	54080	837.375	596.631	26638.3	20063.6
A1_SLU_gr2_Scarico_144	47754.8	0	368.924	0	12442.3
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	54080	1674.75	471.52	52136.3	15649.7
A1_SLU_gr4_centrif_146	52704.8	1339.8	497.078	41709.1	16653
A1_SLU_gr1+vento_147	54080	862.344	1638.57	27387.4	55913.4
A1_SLU_gr2+vento_148	47754.8	24.9694	1410.86	749.083	48292.1
A1_SLU_gr3+vento_149	54080	1699.72	1513.46	52885.4	51499.5
A1_SLU_gr4+vento_150	52704.8	1364.77	1539.02	42458.2	52502.8
A1_SLU_vento_gr1_151	52704.8	711.516	2174.26	22559.1	74594.5
A1_SLU_vento_gr2_152	47644.6	41.6157	2028.53	1248.47	69606.8
A1_SLU_vento_gr3_153	52704.8	1381.42	2074.17	42957.5	71063.4
A1_SLU_vento_gr4_154	52704.8	1381.42	2233.64	42957.5	76402.6
SLE_rar_gr1_Treno_156	39188.7	577.5	352.291	18371.2	12035
SLE_rar_gr2_Scarico_157	34826.4	0	247.597	0	8372.84
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	39188.7	1155	266.007	35956.1	8990.89
SLE_rar_gr4_centrif_159	38240.2	924	295.015	28764.9	10029.4
SLE_rar_gr1+vento_160	39188.7	594.146	1046.92	18870.6	35934.8
SLE_rar_gr2+vento_161	34826.4	16.6463	942.223	499.389	32272.7
SLE_rar_gr3+vento_162	39188.7	1171.65	960.633	36455.5	32890.7
SLE_rar_gr4+vento_163	38240.2	940.646	989.64	29264.3	33929.2
SLE_rar_vento_gr1_164	38240.2	489.744	1421.33	15529.3	48906.6
SLE_rar_vento_gr2_165	34750.4	27.7438	1354.33	832.314	46486.9
SLE_rar_vento_gr3_166	38240.2	951.744	1352.31	29597.2	46471.3
SLE_rar_vento_gr4_167	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5
SLE_fre_gr1_Treno_169	38240.2	462	242.694	14697	8436.22
SLE_fre_gr2_Scarico_170	34750.4	0	186.858	0	6356.62
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	38240.2	924	173.667	28764.9	6000.95
SLE_fre_gr4_centrif_172	38240.2	924	268.854	28764.9	9232.79
SLE_fre_gr1+vento_173	38240.2	467.549	474.236	14863.4	16402.8
SLE_fre_gr2+vento_174	34750.4	5.54876	418.4	166.463	14323.2
SLE_fre_gr3+vento_175	38240.2	929.549	405.209	28931.3	13967.6
SLE_fre_gr4+vento_176	38240.2	929.549	500.396	28931.3	17199.4
SLE_fre_vento_gr1_177	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589

SLE_fre_vento_gr2_178	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_vento_gr3_179	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_vento_gr4_180	34446.4	13.8719	633.78	416.157	21589
SLE_fre_gr1_temp181	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr2_temp182	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr3_temp183	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_fre_gr3_temp184	34446.4	5.54876	297.452	166.463	9973.58
SLE_qp_gr1_Treno_186	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr2_Scarico_187	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr4_centrif_189	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr1+vento_190	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr2+vento_191	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr3+vento_192	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr4+vento_193	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr1_194	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr2_195	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr3_196	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_vento_gr4_197	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09
SLE_qp_gr1_temp198	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr2_temp199	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_temp200	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
SLE_qp_gr3_temp201	34446.4	0	54.9252	0	1672.47
E_103x_SLV_q=1.5_202	35184.7	5413.33	1778.39	110034	32979.6
E_103y_SLV_q=1.5_203	35184.7	2704.78	4182.66	36252.6	102258
E_103z_SLV_q=1.5_204	36907.3	2704.78	1778.39	36252.6	32979.6
E_103x_SLV_q=1.36_205	35184.7	5800.27	1881.43	120574	35948.6
E_103y_SLV_q=1.36_206	35184.7	2820.86	4526.13	39414.6	112154
E_103z_SLV_q=1.36_207	36907.3	2820.86	1881.43	39414.6	35948.6
E_103x_SLV_q=1_208	35184.7	7336.34	2290.32	162652	47818.1
E_103y_SLV_q=1_209	35184.7	3281.68	5889.07	52038.1	151719
E_103z_SLV_q=1_210	36907.3	3281.68	2290.32	52038.1	47818.1
E_103x_SLD_q=1_211	34676.7	2875.8	1030.72	66831.4	19725.4
E_103y_SLD_q=1_212	34676.7	1393.97	2239.97	21643.1	59725.5
E_103z_SLD_q=1_213	35213.8	1393.97	1030.72	21643.1	19725.4

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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		14394.2	577.5	352.291	1046.22	1466.25
SLE_rar_gr3+vento_20		14394.2	1171.65	960.633	1306.1	4071.75
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		14394.2	1155	266.007	1306.1	1010.67
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73
SLE_rar_gr4_centrif_17		13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	951.744	295.015	1044.88	6280.73
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73
SLE_rar_gr4_centrif_17		13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93
SLE_rar_vento_gr4_25		13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73
SLE_qp_gr1_Treno_44		9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	5.54876	286.467	0	1045.08
SLE_qp_gr1_Treno_44		9652	0	54.9252	0	24.7163
SLE_qp_gr1+vento_48		9652	5.54876	286.467	0	1045.08
E_103x_SLD_q=1_69		9855.78	2449.83	928.677	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		9855.78	738.833	2427.17	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		10331.3	738.833	928.677	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	26526.4	577.5	352.291	16638.7	10978.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	26526.4	1171.65	960.633	32940.5	30008.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_gr3+vento_20	26526.4	1171.65	960.633	32940.5	30008.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_gr4_centrif_17	25578	924	295.015	25992.9	9144.32	
SLE_rar_vento_gr4_25	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_qp_gr1_Treno_44	21784.2	0	54.9252	0	1507.7	
SLE_qp_gr1+vento_48	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_48	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_48	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_48	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
E_103x_SLD_q=1_69	21988	2449.83	928.677	58940.7	17446.5	
E_103y_SLD_q=1_70	21988	738.833	2427.17	17682.2	55716.5	
E_103z_SLD_q=1_71	22463.5	738.833	928.677	17682.2	17446.5	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	39188.7	577.5	352.291	18371.2	12035	
SLE_rar_gr3+vento_20	39188.7	1171.65	960.633	36455.5	32890.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	39188.7	1171.65	960.633	36455.5	32890.7	
SLE_rar_vento_gr4_25	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_gr4_centrif_17	38240.2	924	295.015	28764.9	10029.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_vento_gr4_25	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_qp_gr1_Treno_44	34446.4	0	54.9252	0	1672.47	
SLE_qp_gr1+vento_48	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_48	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
E_103x_SLD_q=1_69	34705.3	3203.18	1154.68	68550.2	20910.5	
E_103y_SLD_q=1_70	34705.3	1492.18	2653.17	22158.7	63676	
E_103z_SLD_q=1_71	35309.3	1492.18	1154.68	22158.7	20910.5	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		12383.3	577.5	304.029	3537.47	1243.44	
SLE_rar_gr3+vento_91		12383.3	1171.65	912.371	3797.34	3848.94	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	951.744	1414.11	3037.87	6102.48	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		12383.3	1155	217.746	3797.34	787.867	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	951.744	1414.11	3037.87	6102.48	
SLE_rar_gr4_centrif_88		11837.1	924	256.405	3037.87	1000.69	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	951.744	1414.11	3037.87	6102.48	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	951.744	1414.11	3037.87	6102.48	
SLE_rar_gr4_centrif_88		11837.1	924	256.405	3037.87	1000.69	
SLE_rar_vento_gr4_96		11837.1	951.744	1414.11	3037.87	6102.48	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	5.54876	286.467	0	1045.08	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	5.54876	286.467	0	1045.08	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_119		9652	5.54876	286.467	0	1045.08	
E_103x_SLD_q=1_140		9827.14	2122.46	804.718	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		9827.14	640.621	2013.97	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		10235.8	640.621	804.718	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	24515.5	577.5	352.291	16638.7	10978.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	24515.5	1171.65	912.371	35431.8	28483	
SLE_rar_vento_gr4_96	23969.3	951.744	1414.11	28735	44283.6	
SLE_rar_gr3+vento_91	24515.5	1171.65	912.371	35431.8	28483	
SLE_rar_vento_gr4_96	23969.3	951.744	1414.11	28735	44283.6	
SLE_rar_gr4_centrif_88	23969.3	924	256.405	27985.9	7923.63	
SLE_rar_vento_gr4_96	23969.3	951.744	1414.11	28735	44283.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	23969.3	951.744	1414.11	28735	44283.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	23969.3	951.744	1414.11	28735	44283.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	23969.3	951.744	1414.11	28735	44283.6	
SLE_qp_gr1_Treno_115	21784.2	0	54.9252	0	1507.7	
SLE_qp_gr1+vento_119	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_119	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_119	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_119	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
E_103x_SLD_q=1_140	21959.3	2122.46	804.718	58203.9	16633.2	
E_103y_SLD_q=1_141	21959.3	640.621	2013.97	17461.2	53005.6	
E_103z_SLD_q=1_142	22368	640.621	804.718	17461.2	16633.2	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	37177.8	577.5	352.291	18371.2	12035	
SLE_rar_gr3+vento_91	37177.8	1171.65	912.371	38946.7	31220.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	36631.5	951.744	1414.11	31590.2	48525.9	
SLE_rar_gr3+vento_91	37177.8	1171.65	912.371	38946.7	31220.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	36631.5	951.744	1414.11	31590.2	48525.9	
SLE_rar_gr4_centrif_88	36631.5	924	256.405	30757.9	8692.85	
SLE_rar_vento_gr4_96	36631.5	951.744	1414.11	31590.2	48525.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	36631.5	951.744	1414.11	31590.2	48525.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	36631.5	951.744	1414.11	31590.2	48525.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	36631.5	951.744	1414.11	31590.2	48525.9	
SLE_qp_gr1_Treno_115	34446.4	0	54.9252	0	1672.47	
SLE_qp_gr1+vento_119	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_119	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
E_103x_SLD_q=1_140	34676.7	2875.8	1030.72	66831.4	19725.4	
E_103y_SLD_q=1_141	34676.7	1393.97	2239.97	21643.1	59725.5	
E_103z_SLD_q=1_142	35213.8	1393.97	1030.72	21643.1	19725.4	

Configurazione3

TESTA PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14394.2	577.5	352.291	1046.22	1466.25	
SLE_rar_gr3+vento_162	14394.2	1171.65	960.633	1306.1	4071.75	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14394.2	1155	266.007	1306.1	1010.67	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13445.8	924	295.015	1044.88	1178.93	
SLE_rar_vento_gr4_167	13445.8	951.744	1452.72	1044.88	6280.73	
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	5.54876	286.467	0	1045.08	
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	5.54876	286.467	0	1045.08	
SLE_qp_gr1_Treno_186	9652	0	54.9252	0	24.7163	
SLE_qp_gr1+vento_190	9652	5.54876	286.467	286.467	1045.08	
E_103x_SLD_q=1_211	9827.14	2122.46	804.718	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212	9827.14	640.621	2013.97	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213	10235.8	640.621	804.718	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	26526.4	577.5	352.291	16638.7	10978.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	26526.4	1171.65	960.633	32940.5	30008.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_gr3+vento_162	26526.4	1171.65	960.633	32940.5	30008.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	25578	924	295.015	25992.9	9144.32	
SLE_rar_vento_gr4_167	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	25578	951.744	1452.72	26742	45504.3	
SLE_qp_gr1_Treno_186	21784.2	0	54.9252	0	1507.7	
SLE_qp_gr1+vento_190	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_190	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_190	21784.2	5.54876	286.467	149.817	8779.69	
SLE_qp_gr1+vento_190	21784.2	5.54876	286.467	286.467	8779.69	
E_103x_SLD_q=1_211	21959.3	2122.46	804.718	58203.9	16633.2	
E_103y_SLD_q=1_212	21959.3	640.621	2013.97	17461.2	53005.6	
E_103z_SLD_q=1_213	22368	640.621	804.718	17461.2	16633.2	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	39188.7	577.5	352.291	18371.2	12035	
SLE_rar_gr3+vento_162	39188.7	1171.65	960.633	36455.5	32890.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	39188.7	1171.65	960.633	36455.5	32890.7	
SLE_rar_vento_gr4_167	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_gr4_centrif_159	38240.2	924	295.015	28764.9	10029.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_rar_vento_gr4_167	38240.2	951.744	1452.72	29597.2	49862.5	
SLE_qp_gr1_Treno_186	34446.4	0	54.9252	0	1672.47	
SLE_qp_gr1+vento_190	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	34446.4	5.54876	286.467	166.463	9639.09	
SLE_qp_gr1+vento_190	34446.4	5.54876	286.467	286.467	9639.09	
E_103x_SLD_q=1_211	34676.7	2875.8	1030.72	66831.4	19725.4	
E_103y_SLD_q=1_212	34676.7	1393.97	2239.97	21643.1	59725.5	
E_103z_SLD_q=1_213	35213.8	1393.97	1030.72	21643.1	19725.4	

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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		20607.5	837.375	596.631	1517.02	2164.68
A1_SLU_gr3+vento_7		20607.5	1699.72	1513.46	1893.84	6095.71
A1_SLU_vento_gr4_12		19232.3	1381.42	2233.64	1515.07	9393.33
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		20607.5	1674.75	471.52	1893.84	1504.09
A1_SLU_vento_gr4_12		19232.3	1381.42	2233.64	1515.07	9393.33
E_103x_SLV_q=1.5_60		10229.4	3874.92	1316.87	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		10229.4	1166.36	3721.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		11576.6	1166.36	1316.87	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		10229.4	5797.93	1828.79	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		10229.4	1743.26	5427.55	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		11576.6	1743.26	1828.79	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		36986	837.375	596.631	24126.1	18273.7
A1_SLU_gr3+vento_7		36986	1699.72	1513.46	47786.3	46959.1
A1_SLU_vento_gr4_12		35610.7	1381.42	2233.64	38813.3	69701.7
A1_SLU_gr3+vento_7		36986	1699.72	1513.46	47786.3	46959.1
A1_SLU_vento_gr4_12		35610.7	1381.42	2233.64	38813.3	69701.7
E_103x_SLV_q=1.5_60		22361.6	3874.92	1316.87	93794.1	27644.4
E_103y_SLV_q=1.5_61		22361.6	1166.36	3721.14	28138.2	89709.5
E_103z_SLV_q=1.5_62		23708.8	1166.36	1316.87	28138.2	27644.4
E_103x_SLV_q=1_66		22361.6	5797.93	1828.79	140643	40947.2
E_103y_SLV_q=1_67		22361.6	1743.26	5427.55	42193	134052
E_103z_SLV_q=1_68		23708.8	1743.26	1828.79	42193	40947.2
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		54080	837.375	596.631	26638.3	20063.6
A1_SLU_gr3+vento_7		54080	1699.72	1513.46	52885.4	51499.5
A1_SLU_vento_gr4_12		52704.8	1381.42	2233.64	42957.5	76402.6
A1_SLU_gr3+vento_7		54080	1699.72	1513.46	52885.4	51499.5
A1_SLU_vento_gr4_12		52704.8	1381.42	2233.64	42957.5	76402.6
E_103x_SLV_q=1.36_63		35184.7	5800.27	1881.43	120574	35948.6
E_103y_SLV_q=1.36_64		35184.7	2820.86	4526.13	39414.6	112154
E_103z_SLV_q=1.36_65		36907.3	2820.86	1881.43	39414.6	35948.6
E_103x_SLV_q=1_66		35184.7	7336.34	2290.32	162652	47818.1
E_103y_SLV_q=1_67		35184.7	3281.68	5889.07	52038.1	151719
E_103z_SLV_q=1_68		36907.3	3281.68	2290.32	52038.1	47818.1

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	17691.7	837.375	491.663	5129.32	1825.86	
A1_SLU_gr3+vento_78	17691.7	1699.72	1408.49	5506.14	5756.89	
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1381.42	2149.67	4404.91	9122.28	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17691.7	1674.75	366.552	5506.14	1165.28	
A1_SLU_vento_gr4_83	16899.6	1381.42	2149.67	4404.91	9122.28	
E_103x_SLV_q=1.5_131	10229.4	3874.92	1316.87	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	10229.4	1166.36	3721.14	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	11576.6	1166.36	1316.87	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	10229.4	5797.93	1828.79	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	10229.4	1743.26	5427.55	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	11576.6	1743.26	1828.79	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	34070.2	837.375	491.663	27738.4	15100.8	
A1_SLU_gr3+vento_78	34070.2	1699.72	1408.49	51398.6	43786.1	
A1_SLU_vento_gr4_83	33278.1	1381.42	2149.67	41703.1	67163.3	
A1_SLU_gr3+vento_78	34070.2	1699.72	1408.49	51398.6	43786.1	
A1_SLU_vento_gr4_83	33278.1	1381.42	2149.67	41703.1	67163.3	
E_103x_SLV_q=1.5_131	22361.6	3874.92	1316.87	93794.1	27644.4	
E_103y_SLV_q=1.5_132	22361.6	1166.36	3721.14	28138.2	89709.5	
E_103z_SLV_q=1.5_133	23708.8	1166.36	1316.87	28138.2	27644.4	
E_103x_SLV_q=1_137	22361.6	5797.93	1828.79	140643	40947.2	
E_103y_SLV_q=1_138	22361.6	1743.26	5427.55	42193	134052	
E_103z_SLV_q=1_139	23708.8	1743.26	1828.79	42193	40947.2	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	51164.2	837.375	491.663	30250.6	16575.7	
A1_SLU_gr3+vento_78	51164.2	1699.72	1408.49	56497.7	48011.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	50372.1	1381.42	2149.67	45847.4	73612.3	
A1_SLU_gr3+vento_78	51164.2	1699.72	1408.49	56497.7	48011.6	
A1_SLU_vento_gr4_83	50372.1	1381.42	2149.67	45847.4	73612.3	
E_103x_SLV_q=1.36_134	35184.7	5800.27	1881.43	120574	35948.6	
E_103y_SLV_q=1.36_135	35184.7	2820.86	4526.13	39414.6	112154	
E_103z_SLV_q=1.36_136	36907.3	2820.86	1881.43	39414.6	35948.6	
E_103x_SLV_q=1_137	35184.7	7336.34	2290.32	162652	47818.1	
E_103y_SLV_q=1_138	35184.7	3281.68	5889.07	52038.1	151719	
E_103z_SLV_q=1_139	36907.3	3281.68	2290.32	52038.1	47818.1	

Configurazione3

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		20607.5	837.375	596.631	1517.02	2164.68
A1_SLU_gr3+vento_149		20607.5	1699.72	1513.46	1893.84	6095.71
A1_SLU_vento_gr4_154		19232.3	1381.42	2233.64	1515.07	9393.33
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145		20607.5	1674.75	471.52	1893.84	1504.09
A1_SLU_vento_gr4_154		19232.3	1381.42	2233.64	1515.07	9393.33
E_103x_SLV_q=1.5_202		10229.4	3874.92	1316.87	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203		10229.4	1166.36	3721.14	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204		11576.6	1166.36	1316.87	0	0
E_103x_SLV_q=1_208		10229.4	5797.93	1828.79	0	0
E_103y_SLV_q=1_209		10229.4	1743.26	5427.55	0	0
E_103z_SLV_q=1_210		11576.6	1743.26	1828.79	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		36986	837.375	596.631	24126.1	18273.7
A1_SLU_gr3+vento_149		36986	1699.72	1513.46	47786.3	46959.1
A1_SLU_vento_gr4_154		35610.7	1381.42	2233.64	38813.3	69701.7
A1_SLU_gr3+vento_149		36986	1699.72	1513.46	47786.3	46959.1
A1_SLU_vento_gr4_154		35610.7	1381.42	2233.64	38813.3	69701.7
E_103x_SLV_q=1.5_202		22361.6	3874.92	1316.87	93794.1	27644.4
E_103y_SLV_q=1.5_203		22361.6	1166.36	3721.14	28138.2	89709.5
E_103z_SLV_q=1.5_204		23708.8	1166.36	1316.87	28138.2	27644.4
E_103x_SLV_q=1_208		22361.6	5797.93	1828.79	140643	40947.2
E_103y_SLV_q=1_209		22361.6	1743.26	5427.55	42193	134052
E_103z_SLV_q=1_210		23708.8	1743.26	1828.79	42193	40947.2
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		54080	837.375	596.631	26638.3	20063.6
A1_SLU_gr3+vento_149		54080	1699.72	1513.46	52885.4	51499.5
A1_SLU_vento_gr4_154		52704.8	1381.42	2233.64	42957.5	76402.6
A1_SLU_gr3+vento_149		54080	1699.72	1513.46	52885.4	51499.5
A1_SLU_vento_gr4_154		52704.8	1381.42	2233.64	42957.5	76402.6
E_103x_SLV_q=1.36_205		35184.7	5800.27	1881.43	120574	35948.6
E_103y_SLV_q=1.36_206		35184.7	2820.86	4526.13	39414.6	112154
E_103z_SLV_q=1.36_207		36907.3	2820.86	1881.43	39414.6	35948.6
E_103x_SLV_q=1_208		35184.7	7336.34	2290.32	162652	47818.1
E_103y_SLV_q=1_209		35184.7	3281.68	5889.07	52038.1	151719
E_103z_SLV_q=1_210		36907.3	3281.68	2290.32	52038.1	47818.1

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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	272 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 5.5 strati $\Phi$ 30/10 Long 4.5 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	40 $\Phi$ 30 interasse 10 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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.

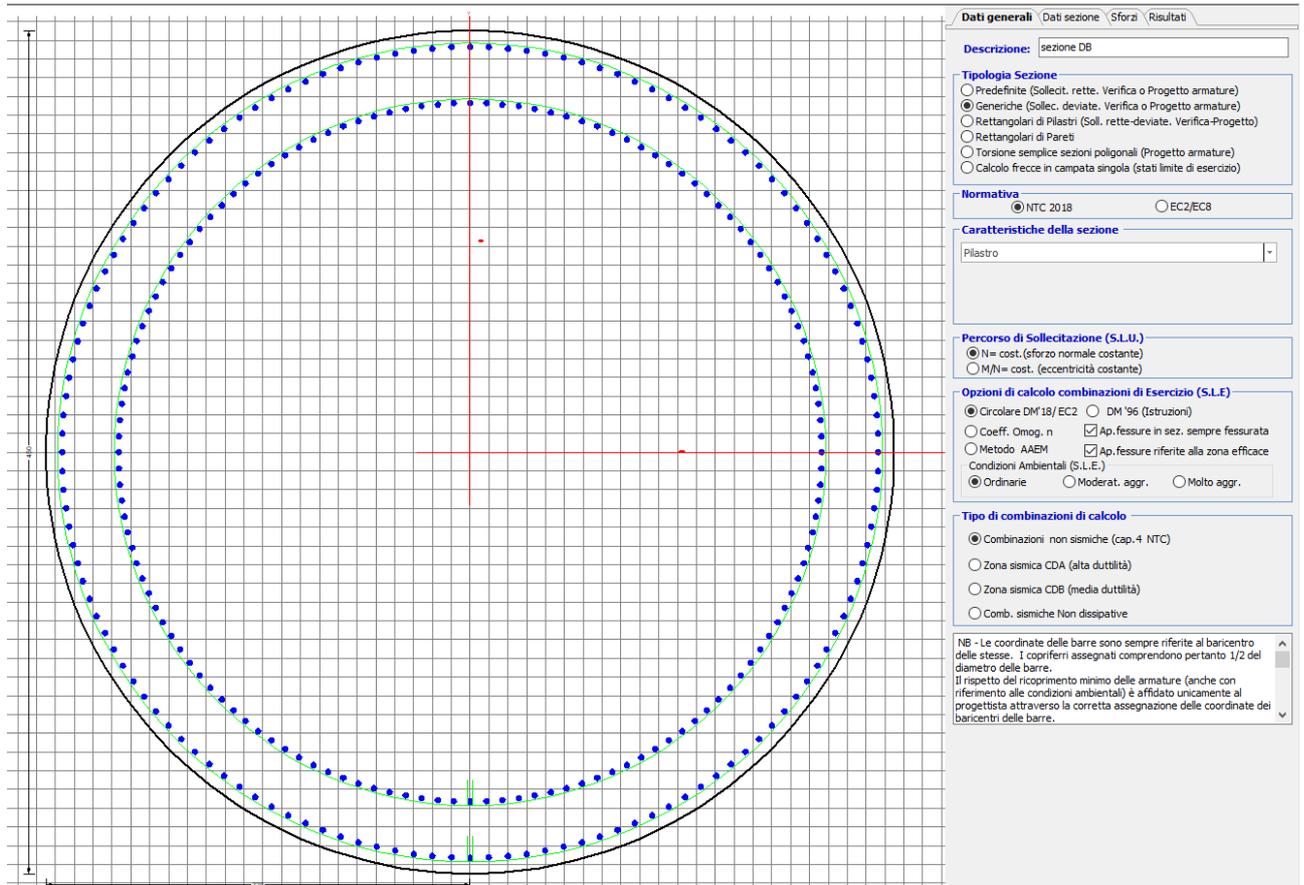


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 272 di diametro  $\Phi 30$  che corrispondono ad un passo di 10cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 daN/cm <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:
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 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	216.5	136	30
2	0.0	0.0	186.5	136	30

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X' // asse X coordinate  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy 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	36985.98	24126.15	18273.73	0.00	0.00
2	36985.98	47786.26	46959.10	0.00	0.00
3	35610.74	38813.30	69701.69	0.00	0.00
4	36985.98	47786.26	46959.10	0.00	0.00
5	35610.74	38813.30	69701.69	0.00	0.00
6	22361.57	93794.13	27644.41	0.00	0.00
7	22361.57	28138.24	89709.52	0.00	0.00
8	23708.77	28138.24	27644.41	0.00	0.00
9	34070.19	27738.45	15100.76	0.00	0.00
10	34070.19	51398.57	43786.13	0.00	0.00
11	33278.10	41703.14	67163.31	0.00	0.00
12	34070.19	51398.57	43786.13	0.00	0.00
13	33278.10	41703.14	67163.31	0.00	0.00
14	22361.57	93794.13	27644.41	0.00	0.00
15	22361.57	28138.24	89709.52	0.00	0.00
16	23708.77	28138.24	27644.41	0.00	0.00
17	36985.98	24126.15	18273.73	0.00	0.00
18	36985.98	47786.26	46959.10	0.00	0.00
19	35610.74	38813.30	69701.69	0.00	0.00
20	36985.98	47786.26	46959.10	0.00	0.00
21	35610.74	38813.30	69701.69	0.00	0.00
22	22361.57	93794.13	27644.41	0.00	0.00
23	22361.57	28138.24	89709.52	0.00	0.00
24	23708.77	28138.24	27644.41	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	26526.42	16638.72	10978.10
2	26526.42	32940.55	30008.84
3	25577.97	26741.96	45504.28
4	26526.42	32940.55	30008.84
5	25577.97	26741.96	45504.28
6	24515.52	16638.72	10978.10
7	24515.52	35431.79	28482.97
8	23969.26	28734.96	44283.59
9	24515.52	35431.79	28482.97
10	23969.26	28734.96	44283.59
11	26526.42	16638.72	10978.10
12	26526.42	32940.55	30008.84
13	25577.97	26741.96	45504.28
14	26526.42	32940.55	30008.84
15	25577.97	26741.96	45504.28
16	21987.98	58940.69	17446.49
17	21987.98	17682.21	55716.47
18	22463.48	17682.21	17446.49
19	21959.33	58203.94	16633.23
20	21959.33	17461.18	53005.58
21	22367.99	17461.18	16633.23
22	21959.33	58203.94	16633.23

23	21959.33	17461.18	53005.58
24	22367.99	17461.18	16633.23

**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	25577.97	25992.88 (76325.23)	9144.32 (26851.29)
2	25577.97	26741.96 (25044.58)	45504.28 (42616.01)
3	25577.97	26741.96 (25044.58)	45504.28 (42616.01)
4	25577.97	26741.96 (25044.58)	45504.28 (42616.01)
5	25577.97	26741.96 (25044.58)	45504.28 (42616.01)
6	23969.26	27985.87 (67722.14)	7923.63 (19174.15)
7	23969.26	28734.96 (26204.21)	44283.59 (40383.44)
8	23969.26	28734.96 (26204.21)	44283.59 (40383.44)
9	23969.26	28734.96 (26204.21)	44283.59 (40383.44)
10	23969.26	28734.96 (26204.21)	44283.59 (40383.44)
11	25577.97	25992.88 (76325.23)	9144.32 (26851.29)
12	25577.97	26741.96 (25044.58)	45504.28 (42616.01)
13	25577.97	26741.96 (25044.58)	45504.28 (42616.01)
14	25577.97	26741.96 (25044.58)	45504.28 (42616.01)
15	25577.97	26741.96 (25044.58)	45504.28 (42616.01)

**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	21784.20	0.00 (12923.89)	1507.70 (0.00)
2	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
3	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
4	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
5	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
6	21784.20	0.00 (0.00)	1507.70 (0.00)
7	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
8	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
9	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
10	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
11	21784.20	0.00 (0.00)	1507.70 (0.00)
12	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
13	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
14	21784.20	149.82 (0.00)	8779.69 (0.00)
15	21784.20	286.47 (0.00)	8779.69 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.6 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
 MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
 MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
 MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	36985.98	24126.15	18273.73	36986.20	139161.97(139161.97)	105403.86(105403.86)	5.77	1922.7(477.1)
2	S	36985.98	47786.26	46959.10	36985.95	124514.74(124514.74)	122363.19(122363.19)	2.61	1922.7(477.1)
3	S	35610.74	38813.30	69701.69	35610.79	84285.11(84285.11)	151361.19(151361.19)	2.17	1922.7(477.1)
4	S	36985.98	47786.26	46959.10	36985.95	124514.74(124514.74)	122363.19(122363.19)	2.61	1922.7(477.1)
5	S	35610.74	38813.30	69701.69	35610.79	84285.11(84285.11)	151361.19(151361.19)	2.17	1922.7(477.1)
6	S	22361.57	93794.13	27644.41	22361.69	152905.63(152905.63)	45061.75(45061.75)	1.63	1922.7(477.1)
7	S	22361.57	28138.24	89709.52	22361.49	47708.39(47708.39)	152101.32(152101.32)	1.70	1922.7(477.1)
8	S	23708.77	28138.24	27644.41	23708.99	114778.21(114778.21)	112760.17(112760.17)	4.08	1922.7(477.1)
9	S	34070.19	27738.45	15100.76	34070.20	150832.48(150832.48)	82113.61(82113.61)	5.44	1922.7(477.1)
10	S	34070.19	51398.57	43786.13	34070.00	130729.10(130729.10)	111366.37(111366.37)	2.54	1922.7(477.1)
11	S	33278.10	41703.14	67163.31	33277.86	90173.61(90173.61)	145230.58(145230.58)	2.16	1922.7(477.1)
12	S	34070.19	51398.57	43786.13	34070.00	130729.10(130729.10)	111366.37(111366.37)	2.54	1922.7(477.1)
13	S	33278.10	41703.14	67163.31	33277.86	90173.61(90173.61)	145230.58(145230.58)	2.16	1922.7(477.1)
14	S	22361.57	93794.13	27644.41	22361.69	152905.63(152905.63)	45061.75(45061.75)	1.63	1922.7(477.1)
15	S	22361.57	28138.24	89709.52	22361.49	47708.39(47708.39)	152101.32(152101.32)	1.70	1922.7(477.1)
16	S	23708.77	28138.24	27644.41	23708.99	114778.21(114778.21)	112760.17(112760.17)	4.08	1922.7(477.1)
17	S	36985.98	24126.15	18273.73	36986.20	139161.97(139161.97)	105403.86(105403.86)	5.77	1922.7(477.1)
18	S	36985.98	47786.26	46959.10	36985.95	124514.74(124514.74)	122363.19(122363.19)	2.61	1922.7(477.1)
19	S	35610.74	38813.30	69701.69	35610.79	84285.11(84285.11)	151361.19(151361.19)	2.17	1922.7(477.1)
20	S	36985.98	47786.26	46959.10	36985.95	124514.74(124514.74)	122363.19(122363.19)	2.61	1922.7(477.1)
21	S	35610.74	38813.30	69701.69	35610.79	84285.11(84285.11)	151361.19(151361.19)	2.17	1922.7(477.1)
22	S	22361.57	93794.13	27644.41	22361.69	152905.63(152905.63)	45061.75(45061.75)	1.63	1922.7(477.1)
23	S	22361.57	28138.24	89709.52	22361.49	47708.39(47708.39)	152101.32(152101.32)	1.70	1922.7(477.1)

24 S 23708.77 28138.24 27644.41 23708.99 114778.21(114778.21)112760.17(112760.17) 4.081922.7(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	135.9	0.0	0.00329	130.5	172.8	-0.00740	-130.5	-172.8
2	0.00350	157.7	3.8	0.00329	153.1	153.1	-0.00740	-153.1	-153.1
3	0.00350	196.6	3.8	0.00329	189.1	105.3	-0.00753	-189.1	-105.3
4	0.00350	157.7	3.8	0.00329	153.1	153.1	-0.00740	-153.1	-153.1
5	0.00350	196.6	3.8	0.00329	189.1	105.3	-0.00753	-189.1	-105.3
6	0.00350	63.6	0.0	0.00326	59.2	208.2	-0.00893	-59.2	-208.2
7	0.00350	214.7	3.8	0.00326	205.3	68.8	-0.00893	-205.3	-68.8
8	0.00350	157.7	3.8	0.00326	153.1	153.1	-0.00877	-153.1	-153.1
9	0.00350	107.6	3.8	0.00328	105.3	189.1	-0.00767	-105.3	-189.1
10	0.00350	145.9	3.8	0.00328	138.3	166.6	-0.00767	-138.3	-166.6
11	0.00350	191.1	0.0	0.00328	184.1	114.0	-0.00775	-184.1	-114.0
12	0.00350	145.9	3.8	0.00328	138.3	166.6	-0.00767	-138.3	-166.6
13	0.00350	191.1	3.8	0.00328	184.1	114.0	-0.00775	-184.1	-114.0
14	0.00350	63.6	3.8	0.00326	59.2	208.2	-0.00893	-59.2	-208.2
15	0.00350	214.7	7.3	0.00326	205.3	68.8	-0.00893	-205.3	-68.8
16	0.00350	157.7	215.7	0.00326	153.1	153.1	-0.00877	-153.1	-153.1
17	0.00350	135.9	68.1	0.00329	130.5	172.8	-0.00740	-130.5	-172.8
18	0.00350	157.7	160.2	0.00329	153.1	153.1	-0.00740	-153.1	-153.1
19	0.00350	196.6	216.3	0.00329	189.1	105.3	-0.00753	-189.1	-105.3
20	0.00350	157.7	70.4	0.00329	153.1	153.1	-0.00740	-153.1	-153.1
21	0.00350	196.6	162.9	0.00329	189.1	105.3	-0.00753	-189.1	-105.3
22	0.00350	63.6	216.3	0.00326	59.2	208.2	-0.00893	-59.2	-208.2
23	0.00350	214.7	70.4	0.00326	205.3	68.8	-0.00893	-205.3	-68.8
24	0.00350	157.7	162.9	0.00326	153.1	153.1	-0.00877	-153.1	-153.1

**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	0.000014911	0.000019686	-0.002056488	----	----
2	0.000017309	0.000017614	-0.002056396	----	----
3	0.000021826	0.000012154	-0.002120915	----	----
4	0.000017309	0.000017614	-0.002056396	----	----
5	0.000021826	0.000012154	-0.002120915	----	----
6	0.000007958	0.000027002	-0.002833873	----	----
7	0.000026861	0.000008425	-0.002834052	----	----
8	0.000019476	0.000019824	-0.002752749	----	----
9	0.000012102	0.000022230	-0.002194929	----	----
10	0.000016414	0.000019268	-0.002195093	----	----
11	0.000021649	0.000013443	-0.002233716	----	----

12	0.000016414	0.000019268	-0.002195093	----	----
13	0.000021649	0.000013443	-0.002233716	----	----
14	0.000007958	0.000027002	-0.002833873	----	----
15	0.000026861	0.000008425	-0.002834052	----	----
16	0.000019476	0.000019824	-0.002752749	----	----
17	0.000014911	0.000019686	-0.002056488	----	----
18	0.000017309	0.000017614	-0.002056396	----	----
19	0.000021826	0.000012154	-0.002120915	----	----
20	0.000017309	0.000017614	-0.002056396	----	----
21	0.000021826	0.000012154	-0.002120915	----	----
22	0.000007958	0.000027002	-0.002833873	----	----
23	0.000026861	0.000008425	-0.002834052	----	----
24	0.000019476	0.000019824	-0.002752749	----	----

**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	3.15	123.9	300.0	-4.1	-122.4	-178.6	1479	70.7
2	S	6.24	151.5	0.0	-70.2	-145.9	-160.0	14042	395.8
3	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
4	S	6.24	151.5	0.0	-70.2	-145.9	-160.0	14042	395.8
5	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
6	S	3.06	123.9	0.0	-6.1	-122.4	-178.6	2495	99.0
7	S	6.39	141.0	0.0	-81.0	-138.3	-166.6	14990	424.1
8	S	7.46	188.7	0.0	-112.4	-184.1	-114.0	16253	452.4
9	S	6.39	141.0	0.0	-81.0	-138.3	-166.6	14990	424.1
10	S	7.46	188.7	0.0	-112.4	-184.1	-114.0	16253	452.4
11	S	3.15	123.9	0.0	-4.1	-122.4	-178.6	1479	70.7
12	S	6.24	151.5	0.0	-70.2	-145.9	-160.0	14042	395.8
13	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
14	S	6.24	151.5	0.0	-70.2	-145.9	-160.0	14042	395.8
15	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
16	S	8.74	63.9	0.0	-158.2	-59.2	-208.2	17488	480.7
17	S	8.30	214.5	0.0	-145.2	-205.3	-68.8	17266	473.6
18	S	3.54	158.0	0.0	-19.0	-153.1	-153.1	7288	226.2
19	S	8.60	61.8	0.0	-154.3	-59.2	-208.2	17430	480.7
20	S	7.92	213.7	0.0	-134.1	-205.3	-68.8	17051	466.5
21	S	3.45	155.2	0.0	-17.4	-145.9	-160.0	6817	212.1
22	S	8.60	61.8	0.0	-154.3	-59.2	-208.2	17430	480.7
23	S	7.92	213.7	0.0	-134.1	-205.3	-68.8	17051	466.5
24	S	3.45	155.2	0.0	-17.4	-145.9	-160.0	6817	212.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	416	0.005 (990.00)	159920.56	105514.36
2	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	540	0.114 (990.00)	40468.87	36867.14
3	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (990.00)	25044.58	42616.01
4	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	540	0.114 (990.00)	40468.87	36867.14
5	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (990.00)	25044.58	42616.01
6	S	-0.00004	0	0.833	30.0	70	0.00002 (0.00002)	452	0.008 (990.00)	119086.07	78572.08
7	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	538	0.131 (990.00)	40465.06	32529.13
8	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	543	0.183 (990.00)	26204.21	40383.44
9	S	-0.00042	0	0.833	30.0	70	0.00024 (0.00024)	538	0.131 (990.00)	40465.06	32529.13
10	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	543	0.183 (990.00)	26204.21	40383.44
11	S	-0.00003	0	0.833	30.0	70	0.00001 (0.00001)	416	0.005 (990.00)	159920.56	105514.36
12	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	540	0.114 (990.00)	40468.87	36867.14
13	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (990.00)	25044.58	42616.01
14	S	-0.00037	0	0.833	30.0	70	0.00021 (0.00021)	540	0.114 (990.00)	40468.87	36867.14
15	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (990.00)	25044.58	42616.01
16	S	-0.00082	0	0.833	30.0	70	0.00047 (0.00047)	547	0.260 (990.00)	42650.98	12624.72
17	S	-0.00075	0	0.833	30.0	70	0.00044 (0.00044)	548	0.239 (990.00)	13653.64	43022.50
18	S	-0.00010	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	512	0.029 (990.00)	55680.50	54938.23
19	S	-0.00080	0	0.833	30.0	70	0.00046 (0.00046)	546	0.253 (990.00)	42939.21	12270.95
20	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	549	0.221 (990.00)	14321.34	43474.21
21	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	511	0.027 (990.00)	58522.91	55747.95
22	S	-0.00080	0	0.833	30.0	70	0.00046 (0.00046)	546	0.253 (990.00)	42939.21	12270.95
23	S	-0.00069	0	0.833	30.0	70	0.00040 (0.00040)	549	0.221 (990.00)	14321.34	43474.21
24	S	-0.00009	0	0.833	30.0	70	0.00005 (0.00005)	511	0.027 (990.00)	58522.91	55747.95

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.94	74.7	300.0	-19.9	-68.8	-205.3	6746	205.0
2	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
3	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
4	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
5	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
6	S	4.10	61.3	0.0	-27.0	-59.2	-208.2	8986	282.7
7	S	7.46	188.7	0.0	-112.4	-184.1	-114.0	16253	452.4
8	S	7.46	188.7	0.0	-112.4	-184.1	-114.0	16253	452.4
9	S	7.46	188.7	0.0	-112.4	-184.1	-114.0	16253	452.4
10	S	7.46	188.7	0.0	-112.4	-184.1	-114.0	16253	452.4
11	S	3.94	74.7	0.0	-19.9	-68.8	-205.3	6746	205.0
12	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
13	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
14	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3
15	S	7.44	194.0	0.0	-105.5	-184.1	-114.0	15819	438.3

**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	-0.00011	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	518	0.031 (0.20)	76325.23	26851.29
2	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (0.20)	25044.58	42616.01

3	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (0.20)	25044.58	42616.01
4	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (0.20)	25044.58	42616.01
5	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (0.20)	25044.58	42616.01
6	S	-0.00014	0	0.833	30.0	70	0.00008 (0.00008)	508	0.041 (0.20)	67722.14	19174.15
7	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	543	0.183 (0.20)	26204.21	40383.44
8	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	543	0.183 (0.20)	26204.21	40383.44
9	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	543	0.183 (0.20)	26204.21	40383.44
10	S	-0.00058	0	0.833	30.0	70	0.00034 (0.00034)	543	0.183 (0.20)	26204.21	40383.44
11	S	-0.00011	0	0.833	30.0	70	0.00006 (0.00006)	518	0.031 (0.20)	76325.23	26851.29
12	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (0.20)	25044.58	42616.01
13	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (0.20)	25044.58	42616.01
14	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (0.20)	25044.58	42616.01
15	S	-0.00055	0	0.833	30.0	70	0.00032 (0.00032)	545	0.172 (0.20)	25044.58	42616.01

**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	1.29	225.0	300.0	15.5	-216.5	0.0	---	---
2	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
3	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
4	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
5	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
6	S	1.29	225.0	0.0	15.5	-216.5	0.0	---	---
7	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
8	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
9	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
10	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
11	S	1.29	225.0	0.0	15.5	-216.5	0.0	---	---
12	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
13	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
14	S	1.92	225.0	0.0	6.4	-216.5	0.0	---	---
15	S	1.92	224.9	0.0	6.4	-216.3	-10.0	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00028	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	12923.89	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	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	$A_{sw}$	5	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20	cm
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	$c'$	9	cm
spessore anima sezione rettrangolar	sb	0	cm
sezione	tipo	circolare	
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longidinale</b>			
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	cm
larghezza biella	bw	379	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	$V_c$	38660	kN
resistenza staffe	$V_s$	7221	kN
taglio resisistente	$V_r$	7221	kN
taglio massimo agente	$V_{ed}$	6080	kN
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.84	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	327	kN
larghezza biella	bw	378.61	kN
inclinazione biella	$\vartheta$	21.80	kN
<b>resistenza puntoni</b>	$V_c$	38660	kN
resistenza staffe	$V_s$	7221.48	cm
taglio resisistente	$V_r$	7221.48	cm
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5700.63	gradi
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.79	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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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>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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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>272</b>	
diámetro del ferro longitudinale	fi	<b>30</b>	mm
diámetro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	192265	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	15900000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>1.21%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.16</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.04	
interasse staffe	s	<b>200</b>	mm
diámetro armature trasversale	$\varphi$	<b>12</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.131	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	2.26	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	16.08	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.0424</b>	

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

## 8.5 Verifica spostamenti

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

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

dove:

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

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile				
categoria di terreno			<b>C</b>	
periodo inizio tratto velocità costante		TC	<b>0.608</b>	s
periodo tratto a spostamento costante		TD	<b>1.998</b>	s
coef. categoria e topografia terreno		S	<b>1.5</b>	
accelerazione orizzontale max al sito		ag	<b>0.162</b>	g
periodo di vibrare longitudinale		T1	1.13	sec
fattore di struttura		q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento		$\mu$	1.5	
accelerazione di riferimento pila dir. long		ag (I)	0.20	g
		w	0.18	sec
			0.06	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale		dEe	<b>0.0000</b>	m
spostamento totale relativo		<b>dEd</b>	<b>0.0946</b>	m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno				
spostamento massimo orizz. del terreno	<b>dg</b>	<b>0.0723</b>	m	
spostamenti massimi terreno punto i	dji	<b>0.072</b>	m	
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	<b>0.072</b>	m	
velocità prop. onde di taglio nel terreno	vs	<b>270</b>	m/s	
distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)	x	<b>40</b>	m	
per suoli differenti o distanza <20m	dij0	0.0000	m	
su stesso suolo	dij0	0.0014	m	
formulazione adottata		(3.2.16)		
	<b>dij, max</b>	<b>0.1279</b>	m	
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	0.037	m	

spostamento longitudinale relativo alla termica				
variazione termica uniforme	DT	<b>20</b>	°C	
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	1.20E-05	1/°C	
dilatazione termica	Dt	0.010	m	
dilatazione termica incrementata del 50%	<b>Dt</b>	<b>0.014</b>	m	
spostamento longitudinale finale				
coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45		
coefficiente controfase pile	k2	0.55		
spostamento longitudinale minimo	EL min	0.17	m	
spostamento long di calcolo	EL	0.22	m	
spostamento longitudinale	<b>EL</b>	<b>22.172</b>	m	
altri spostamenti longitudinali				
escursione longitudinale giunto	Eg	± 12.1	cm	
corsa appoggi mobili	Cap	± 13.9	cm	
ampiezza dei varchi	v	13.1	cm	

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

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

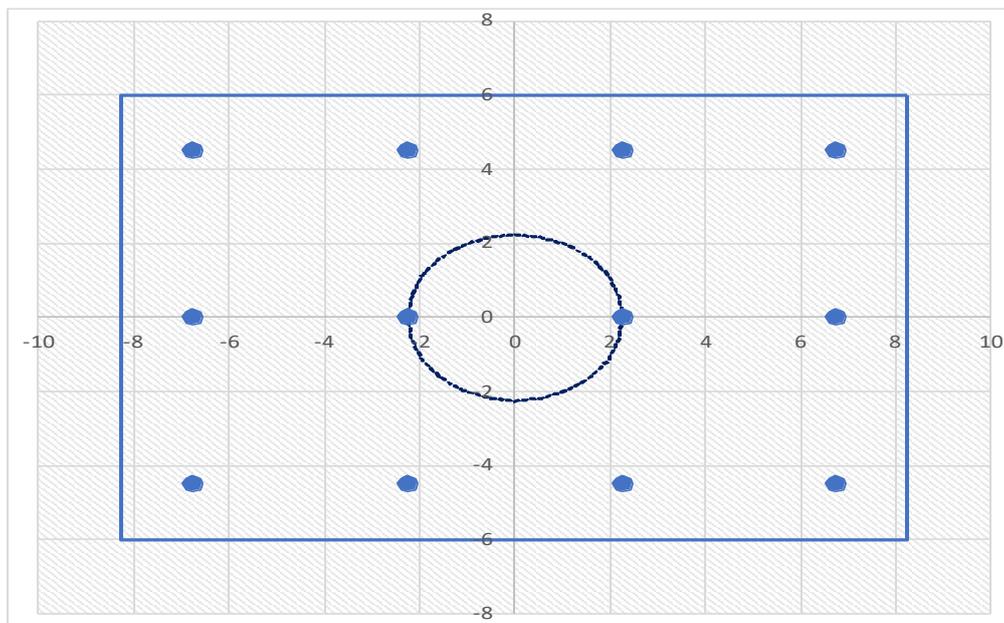
$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0.10m$$

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

## 9 PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	12		
diámetro pali	D	1.5	m	
interasse pali	i	4.5	m	
altezza plinto di fondazione	h	3	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	4.5	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	2.25	m	
direzione trasversale	a/h	1.5	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.75	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	4.5	6357.2	5501.4	7804.4
2	2.25	-4.5	3419.1	2610.4	-1231.9
3	6.75	4.5	7120.1	7749.1	8512.8
4	6.75	-4.5	4182.1	4858.1	-523.4
5	-6.75	-4.5	1893.2	-1885.0	-2648.7
6	-6.75	4.5	4831.3	1006.0	6387.6
7	6.75	0	5651.1	6303.6	3994.7
8	-6.75	0	3362.2	-439.5	1869.4
9	-2.25	0	4125.2	1808.2	2577.9
10	2.25	0	4888.1	4055.9	3286.3
11	-2.25	-4.5	2656.2	362.7	-1940.3
12	-2.25	4.5	5594.2	3253.7	7096.0
taglio combinato in			189.6562	561.8087	640.462
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	2.25	4.5	4875.3	5501.4	7804.4
2	2.25	-4.5	1984.3	2610.4	-1231.9
3	6.75	4.5	5583.7	7749.1	8512.8
4	6.75	-4.5	2692.7	4858.1	-523.4
5	-6.75	-4.5	567.5	-1885.0	-2648.7
6	-6.75	4.5	3458.5	1006.0	6387.6
7	6.75	0	4138.2	6303.6	3994.7
8	-6.75	0	2013.0	-439.5	1869.4
9	-2.25	0	2721.4	1808.2	2577.9
10	2.25	0	3429.8	4055.9	3286.3
11	-2.25	-4.5	1275.9	362.7	-1940.3
12	-2.25	4.5	4166.9	3253.7	7096.0
taglio combinato in			333.4891	561.8087	640.462

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

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P6	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

## 9.1 Dimensionamento armature

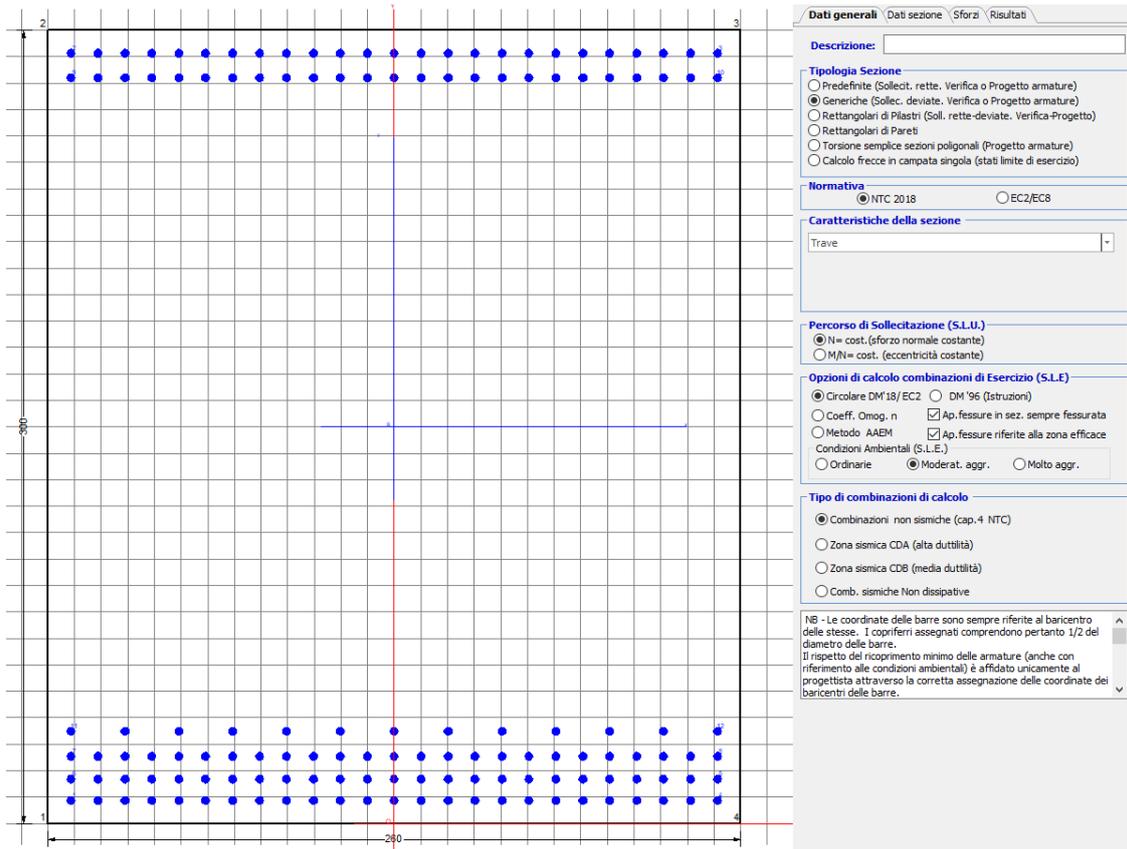
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	6.75	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	4.5	m
angolo di deviazione risultante rispetto alle ascisse		$\alpha$	33.6901	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	8.11249	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	20.2944	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	7283.17	KN
forza di trazione risultante		T	19694.9	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	16387.1	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	10924.7	KN

<b><i>dimensionamento armature</i></b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	41878.7	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		$\Phi$	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	3.0101	m
numero di ferri per strato		n	30	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	63617.3	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.65829	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	27919.1	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		$\Phi$	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	3	
lunghezza di collaborazione		L	2.625	m
numero di ferri per strato		n	26	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	55135	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.50638	
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_t$	257.589	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_l$	198.146	MPa

## 9.2 Verifica a prso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

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

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm <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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	30
8	121.3	25.4	30
9	-121.3	282.0	30
10	121.3	282.0	30
11	-121.3	34.8	30
12	121.3	34.8	30

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	23	30
3	1	4	23	30
4	7	8	23	30
5	9	10	23	30

6

11

12

11

30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	28880.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	29498.00	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	20533.00	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	19823.00 (14879.81)	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	9832.00 (14879.81)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

**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	28880.00	0.00	0.00	64802.53	0.00	2.24622.0(112.0)	
2	S	0.00	29498.00	0.00	0.00	64802.53	0.00	2.20622.0(112.0)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.127	-130.0	300.0	0.00268	-121.3	291.3	-0.02398	-121.3	8.7
2	0.00350	0.127	-130.0	300.0	0.00268	-121.3	291.3	-0.02398	-121.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000094340	-0.024802089	0.127	0.700
2	0.000000000	0.000094340	-0.024802089	0.127	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	4.68	-130.0	300.0	-138.1	10.1	8.7	12740	622.0

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
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
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2*e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00072	0	0.879	30.0	72	0.00048 (0.00041)	428	0.207 (990.00)	14879.81	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.51	-130.0	300.0	-133.3	-30.3	8.7	12740	622.0

**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	-0.00070	0	0.879	30.0	72	0.00046 (0.00040)	428	0.197 (0.20)	14879.81	0.00

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

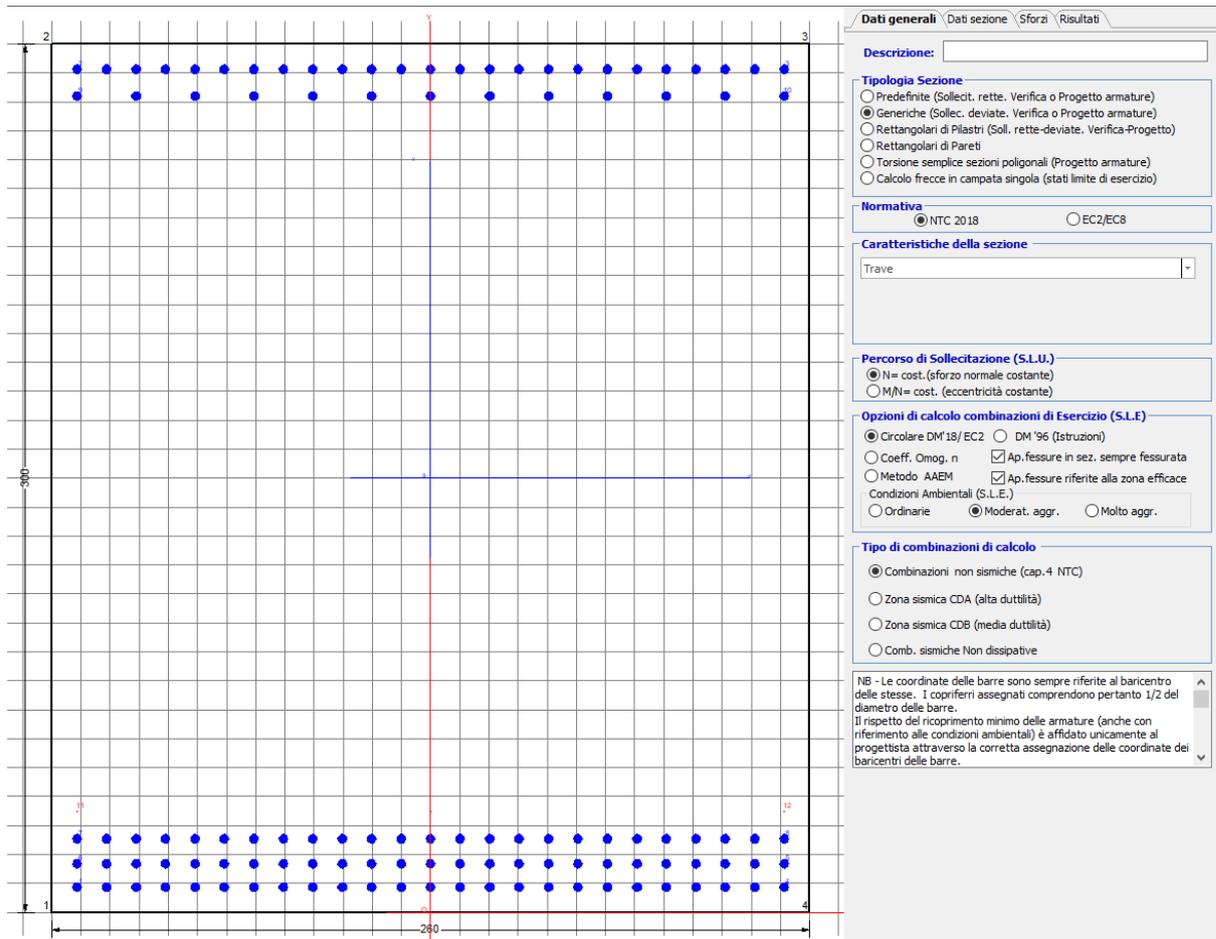
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.24	-130.0	300.0	-66.1	-10.1	8.7	12740	622.0

**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	-0.00035	0	0.879	30.0	72	0.00020 (0.00020)	428	0.085 (0.20)	14879.81	0.00

### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione y 260x300

Descrizione Sezione:

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm <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	-130.0	0.0
2	-130.0	300.0
3	130.0	300.0
4	130.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-121.3	8.7	30
2	-121.3	291.3	30
3	121.3	291.3	30
4	121.3	8.7	30
5	121.3	16.7	30
6	-121.3	16.7	30
7	-121.3	25.4	30
8	121.3	25.4	30
9	-121.3	282.0	30
10	121.3	282.0	30
11	-121.3	34.8	1
12	121.3	34.8	1

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

4	7	8	23	30
5	9	10	11	30
6	11	12	1	1

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	19254.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	19665.00	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	13689.00	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	13215.00 (14186.19)	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	6554.00 (14186.19)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

**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	19254.00	0.00	0.00	55966.95	0.00	2.91530.2(112.0)	
2	S	0.00	19665.00	0.00	0.00	55966.95	0.00	2.85530.2(112.0)	

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.123	-130.0	300.0	0.00265	-121.3	291.3	-0.02506	-121.3	8.7
2	0.00350	0.123	-130.0	300.0	0.00265	-121.3	291.3	-0.02506	-121.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000098027	-0.025907968	0.123	0.700
2	0.000000000	0.000098027	-0.025907968	0.123	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	3.38	-130.0	300.0	-105.2	20.2	8.7	11050	530.2

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	$\emptyset$	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00055	0	0.897	30.0	72	0.00032 (0.00032)	435	0.138 (990.00)	14186.19	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.26	-130.0	300.0	-101.5	-30.3	8.7	11050	530.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	$\emptyset$	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	0.897	30.0	72	0.00030 (0.00030)	435	0.133 (0.20)	14186.19	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	1.62	-130.0	300.0	-50.4	-101.1	8.7	11050	530.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	$\emptyset$	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00026	0	0.897	30.0	72	0.00015 (0.00015)	435	0.066 (0.20)	14186.19	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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	4.71239	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	21.1115	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.75	m
raggio esterno			R	3.36	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	18.5342	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	7283.17	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.82902	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.1658	
<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	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00812	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00812	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.01149	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.55014	MPa
			vRd,c	0.73486	MPa
				0.74864	

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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

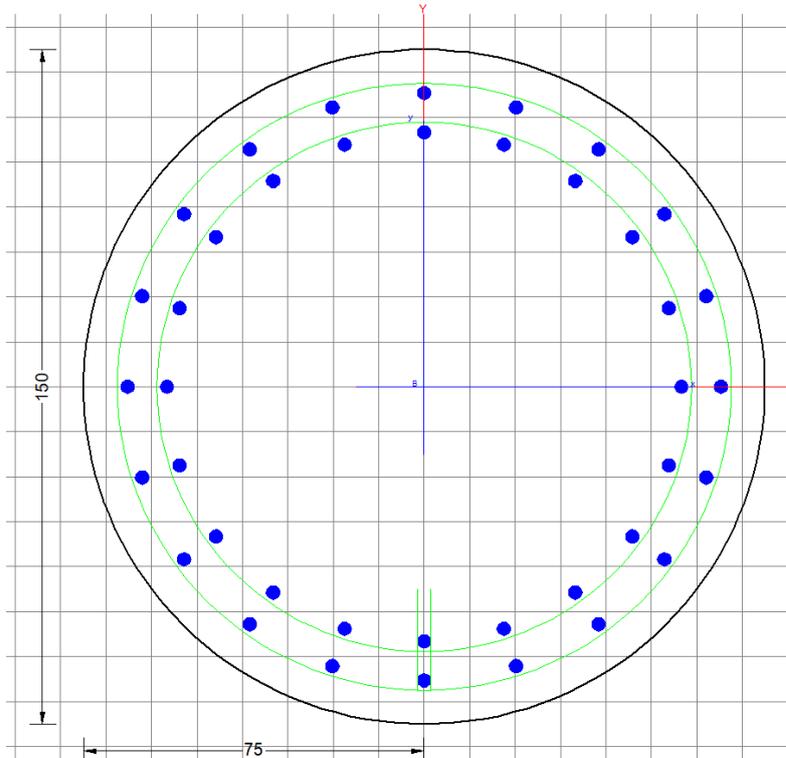
TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>54080</b>	1700	1513	52885	51499	
E_103x_SLV_q=1.36_63	35185	5800	1881	120574	35949	
E_103y_SLV_q=1.36_64	35185	2821	4526	39415	112154	
E_103x_SLV_q=1.36_63	35185	5800	1881	<b>120574</b>	35949	
E_103y_SLV_q=1.36_64	35185	2821	4526	39415	<b>112154</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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</b>	REV. <b>B</b>

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	2.25	4.5	6357.19	6547.63	4857.68
2	2.25	-4.5	3419.11	-150.94	2667.98
3	6.75	4.5	7120.14	7080.21	6519.23
4	6.75	-4.5	4182.06	381.63	4329.53
5	-6.75	-4.5	1893.2	-1216.1	-655.11
6	-6.75	4.5	4831.27	5482.49	1534.59
7	6.75	0	5651.1	3730.92	5424.38
8	-6.75	0	3362.24	2133.2	439.741
9	-2.25	0	4125.19	2665.77	2101.29
10	2.25	0	4888.15	3198.35	3762.83
11	-2.25	-4.5	2656.15	-683.51	1006.44
12	-2.25	4.5	5594.23	6015.06	3196.14
taglio equivalente			189.656	508.148	444.434
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.65
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	7120	142	126	425	378
combo2	7080	483	157	1450	470
combo3	6519	235	377	705	1132
combo4	-1216	483	157	1450	470

Coprif. netto staffe: 0.3 cm



**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.I.):**

- 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 copriferti assegnati comprendono pertanto 1/2 del diametro delle barre. Il rispetto del ricoprimento minimo delle armature (anche con riferimento alle condizioni ambientali) è affidato unicamente al progettista attraverso la corretta assegnazione delle coordinate dei baricentri delle barre.

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**  
**NOME SEZIONE: palo 1.5**

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza  
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 $\beta_1^* \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1^* \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	65.3	20	30
2	0.0	0.0	56.6	20	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	7283.17	305.06	493.26	0.00	0.00
2	1288.31	184.92	131.76	0.00	0.00
3	7120.14	375.35	334.22	0.00	0.00
4	7283.17	305.06	493.26	0.00	0.00
5	7120.14	375.35	334.22	0.00	0.00
6	7283.17	305.06	493.26	0.00	0.00
7	7080.21	1280.89	415.48	0.00	0.00
8	-1216.09	1280.89	415.48	0.00	0.00
9	7080.21	1280.89	415.48	0.00	0.00
10	6519.23	622.94	999.52	0.00	0.00
11	7080.21	1280.89	415.48	0.00	0.00
12	6519.23	622.94	999.52	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	5116.88	210.18	320.81
2	1096.77	210.18	312.28
3	5009.28	258.74	212.14
4	5116.88	210.18	320.81
5	5009.28	258.74	212.14
6	5116.88	210.18	320.81
7	5260.96	707.37	254.99
8	523.26	707.37	254.99
9	5260.96	707.37	254.99
10	4922.65	329.52	585.91
11	5260.96	707.37	254.99
12	4922.65	329.52	585.91

#### 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	5116.88	210.18 (0.00)	320.81 (0.00)
2	1096.77	210.18 (1490.33)	312.28 (2214.29)
3	5116.88	210.18 (0.00)	320.81 (0.00)
4	5116.88	210.18 (0.00)	320.81 (0.00)
5	5116.88	210.18 (0.00)	320.81 (0.00)
6	5116.88	210.18 (0.00)	320.81 (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	3089.36	1.23 (0.00)	63.26 (0.00)
2	2651.71	1.23 (0.00)	63.26 (0.00)
3	3089.36	1.23 (0.00)	63.26 (0.00)
4	3089.36	1.23 (0.00)	63.26 (0.00)
5	3089.36	1.23 (0.00)	63.26 (0.00)
6	3089.36	1.23 (0.00)	63.26 (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 [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	7283.17	305.06	493.26	7283.14	3910.31	6312.21	12.80	282.7(53.0)
2	S	1288.31	184.92	131.76	1288.21	5006.35	3572.63	27.09	282.7(53.0)
3	S	7120.14	375.35	334.22	7120.30	5534.84	4925.40	14.74	282.7(53.0)
4	S	7283.17	305.06	493.26	7283.14	3910.31	6312.21	12.80	282.7(53.0)
5	S	7120.14	375.35	334.22	7120.30	5534.84	4925.40	14.74	282.7(53.0)
6	S	7283.17	305.06	493.26	7283.14	3910.31	6312.21	12.80	282.7(53.0)
7	S	7080.21	1280.89	415.48	7080.24	7036.29	2282.41	5.49	282.7(53.0)
8	S	-1216.09	1280.89	415.48	-1216.31	4988.92	1617.92	3.89	282.7(53.0)
9	S	7080.21	1280.89	415.48	7080.24	7036.29	2282.41	5.49	282.7(53.0)
10	S	6519.23	622.94	999.52	6519.52	3868.14	6223.58	6.22	282.7(53.0)
11	S	7080.21	1280.89	415.48	7080.24	7036.29	2282.41	5.49	282.7(53.0)
12	S	6519.23	622.94	999.52	6519.52	3868.14	6223.58	6.22	282.7(53.0)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	63.8	1.5	0.00299	52.8	38.4	-0.00378	-52.8	-38.4
2	0.00350	43.5	1.5	0.00277	38.4	52.8	-0.00707	-38.4	-52.8
3	0.00350	49.9	1.5	0.00297	38.4	52.8	-0.00383	-38.4	-52.8
4	0.00350	63.8	1.5	0.00299	52.8	38.4	-0.00378	-52.8	-38.4
5	0.00350	49.9	1.5	0.00297	38.4	52.8	-0.00383	-38.4	-52.8
6	0.00350	63.8	1.5	0.00299	52.8	38.4	-0.00378	-52.8	-38.4
7	0.00350	23.1	70.6	0.00299	20.2	62.1	-0.00388	-20.2	-62.1
8	0.00350	23.1	70.6	0.00261	20.2	62.1	-0.00943	-20.2	-62.1
9	0.00350	23.1	70.6	0.00299	20.2	62.1	-0.00388	-20.2	-62.1
10	0.00350	63.7	36.8	0.00297	52.8	38.4	-0.00408	-52.8	-38.4
11	0.00350	23.1	70.6	0.00299	20.2	62.1	-0.00388	-20.2	-62.1
12	0.00350	63.7	36.8	0.00297	52.8	38.4	-0.00408	-52.8	-38.4

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

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

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

1	0.000044200	0.000027336	-0.000397731	----	----
2	0.000043715	0.000061352	-0.002149996	----	----
3	0.000034844	0.000039132	-0.000429749	----	----
4	0.000044200	0.000027336	-0.000397731	----	----
5	0.000034844	0.000039132	-0.000429749	----	----
6	0.000044200	0.000027336	-0.000397731	----	----
7	0.000016223	0.000050014	-0.000443444	----	----
8	0.000028442	0.000087684	-0.003413611	----	----
9	0.000016223	0.000050014	-0.000443444	----	----
10	0.000045911	0.000028613	-0.000557318	----	----
11	0.000016223	0.000050014	-0.000443444	----	----
12	0.000045911	0.000028613	-0.000557318	----	----

**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	3.21	62.7	0.0	23.6	-52.8	-38.4	----	----
2	S	1.43	62.2	0.0	-5.5	-52.8	-38.4	630	14.1
3	S	3.05	47.6	0.0	24.3	-38.4	-52.8	----	----
4	S	3.21	62.7	0.0	23.6	-52.8	-38.4	----	----
5	S	3.05	47.6	0.0	24.3	-38.4	-52.8	----	----
6	S	3.21	62.7	0.0	23.6	-52.8	-38.4	----	----
7	S	4.12	25.4	0.0	13.5	-20.2	-62.1	----	----
8	S	2.78	25.4	0.0	-54.0	-20.2	-62.1	2462	63.6
9	S	4.12	25.4	0.0	13.5	-20.2	-62.1	----	----
10	S	3.79	65.4	0.0	13.7	-52.8	-38.4	----	----
11	S	4.12	25.4	0.0	13.5	-20.2	-62.1	----	----
12	S	3.79	65.4	0.0	13.7	-52.8	-38.4	----	----

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	658	0.011 (990.00)	1490.33	2214.29

3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00030	0	0.833	30.0	82	0.00016 (0.00016)	608	0.098 (990.00)	1221.74	440.41
9	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	35558.03	10738.18
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	14680.85	4325.90
12	S	-0.00001	0	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	7227.44	17453.69

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.21	62.7	0.0	23.6	-52.8	-38.4	---	---
2	S	1.43	62.2	0.0	-5.5	-52.8	-38.4	630	14.1
3	S	3.21	62.7	0.0	23.6	-52.8	-38.4	---	---
4	S	3.21	62.7	0.0	23.6	-52.8	-38.4	---	---
5	S	3.21	62.7	0.0	23.6	-52.8	-38.4	---	---
6	S	3.21	62.7	0.0	23.6	-52.8	-38.4	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.833	30.0	82	0.00002 (0.00002)	658	0.011 (0.20)	1490.33	2214.29
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	1.55	75.0	0.0	19.3	-65.3	0.0	---	---
2	S	1.35	75.0	0.0	16.3	-65.3	0.0	---	---
3	S	1.55	75.0	0.0	19.3	-65.3	0.0	---	---
4	S	1.55	75.0	0.0	19.3	-65.3	0.0	---	---
5	S	1.55	75.0	0.0	19.3	-65.3	0.0	---	---
6	S	1.55	75.0	0.0	19.3	-65.3	0.0	---	---

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

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

 <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>VI06 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1030 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P6</i>	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO <b>40</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0605004</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	54080	1700	1513	52885	51499	
E_103x_SLV_q=1_66	35185	<b>7336</b>	2290	162652	47818	
E_103y_SLV_q=1_67	35185	3282	<b>5889</b>	52038	151719	
E_103x_SLV_q=1_66	35185	7336	2290	162652	47818	
E_103y_SLV_q=1_67	35185	3282	5889	52038	151719	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	7336	3282
sollecitazione massima direzione y	Ty	2290	5889
vettore complessivo, singolo palo	T	640	562

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.8	m
area armature trasversale	Asw	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	110.4	cm
larghezza biella	bw	126.1	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	4436	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	1221	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	1221	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	640	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.52	

## 11 INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	120 kg/mc
Plinto di fondazione	200 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 140 kg/mc