

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

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

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

**VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 1390m**

*Relazione di calcolo Pile - P11*

SCALA:

-

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


**RS3T    30    D    09    CL    VI1705    001    B**

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

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


File: RS3T30D09CLVI1705001B

n. Elab.: **09\_455**


 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Descrizione dell'opera.....	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3.	MATERIALI .....	7
3.1	Verifiche SLE.....	8
3.1.1	<i>Verifiche tensionali</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	9
4.	DATI DI BASE .....	10
4.1	Geometrie di base.....	10
4.2	Modelli di analisi e verifica .....	12
4.3	Condizioni elementari e combinazioni di carico.....	12
4.4	Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	17
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	18
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	18
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	19
5.3	Carichi da traffico verticali .....	19
5.4	Effetti dinamici .....	21
5.5	Disposizione treni di carico.....	21
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	25
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	25
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	27
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	28
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	29
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	29
5.7	Azione Sismica .....	32
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	33
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	34
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.....	45
6.1	Combinazioni di carico .....	45

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.1	Configurazione 1 .....	45
6.1.2	Configurazione 2 .....	51
6.1.3	Configurazione 3 .....	57
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	63
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	63
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	69
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	72
8.	FUSTO PILA .....	72
8.1	Modellazione .....	74
8.2	Verifica a presso flessione .....	74
8.3	Verifica a taglio .....	83
8.4	Verifica minimi di armatura .....	84
8.5	Verifica spostamenti.....	86
9.	PULVINO.....	87
9.1	Progettazione armatura principale e secondaria.....	88
9.2	Verifica dei nodi.....	89
10.	PLINTO DI FONDAZIONE .....	90
10.1	Dimensionamento armature .....	92
10.2	Verifica a presso-flessione .....	94
10.2.1	Direzione trasversale.....	94
10.2.2	Direzione longitudinale.....	99
10.3	Verifica a punzonamento .....	104
11.	PALI DI FONDAZIONE.....	105
11.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	105
11.2	Verifica strutturale .....	105
11.3	Verifica a taglio .....	113
12	INCIDENZE .....	114

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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 VI17.1 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 11 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 9.30m, con impalcato 25m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI17.1 è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di **1390m**, ed è costituito da 48 campate isostatiche di luce 25m, 40m e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due travi mentre, le campate di luce maggiore sono realizzare con impalcato misti a due travi.

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

Il plinto presenta uno spessore di 2.5metri e una pianta rettangolare di 9.6x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

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.

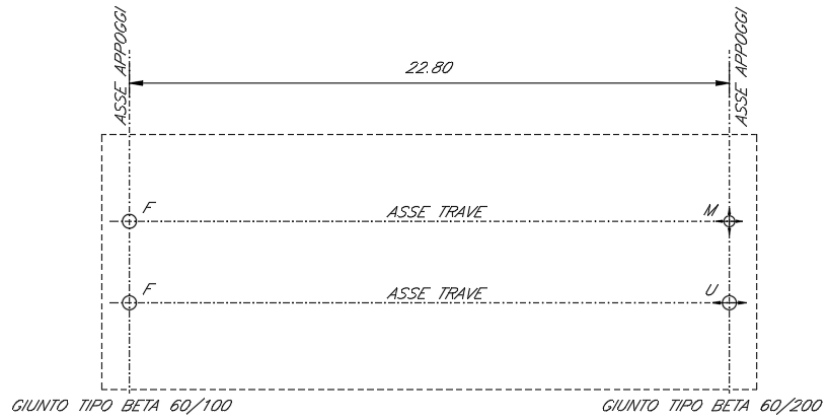
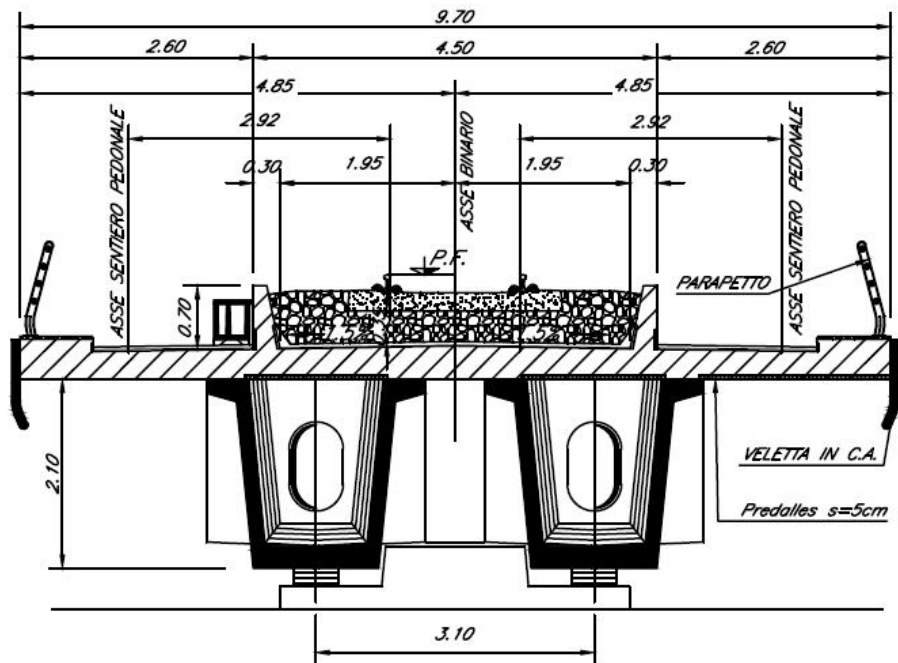


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



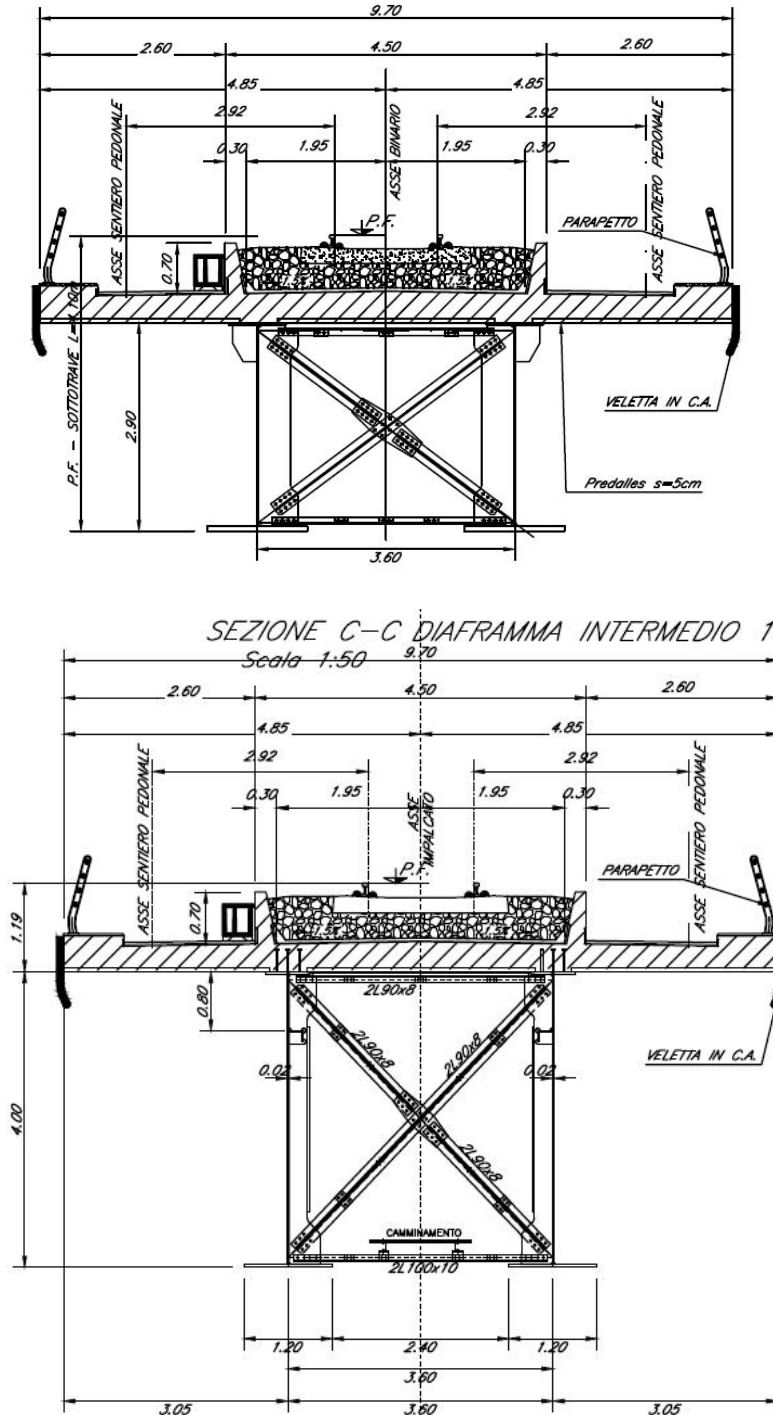


Figura 2: sezione trasversale impalcato

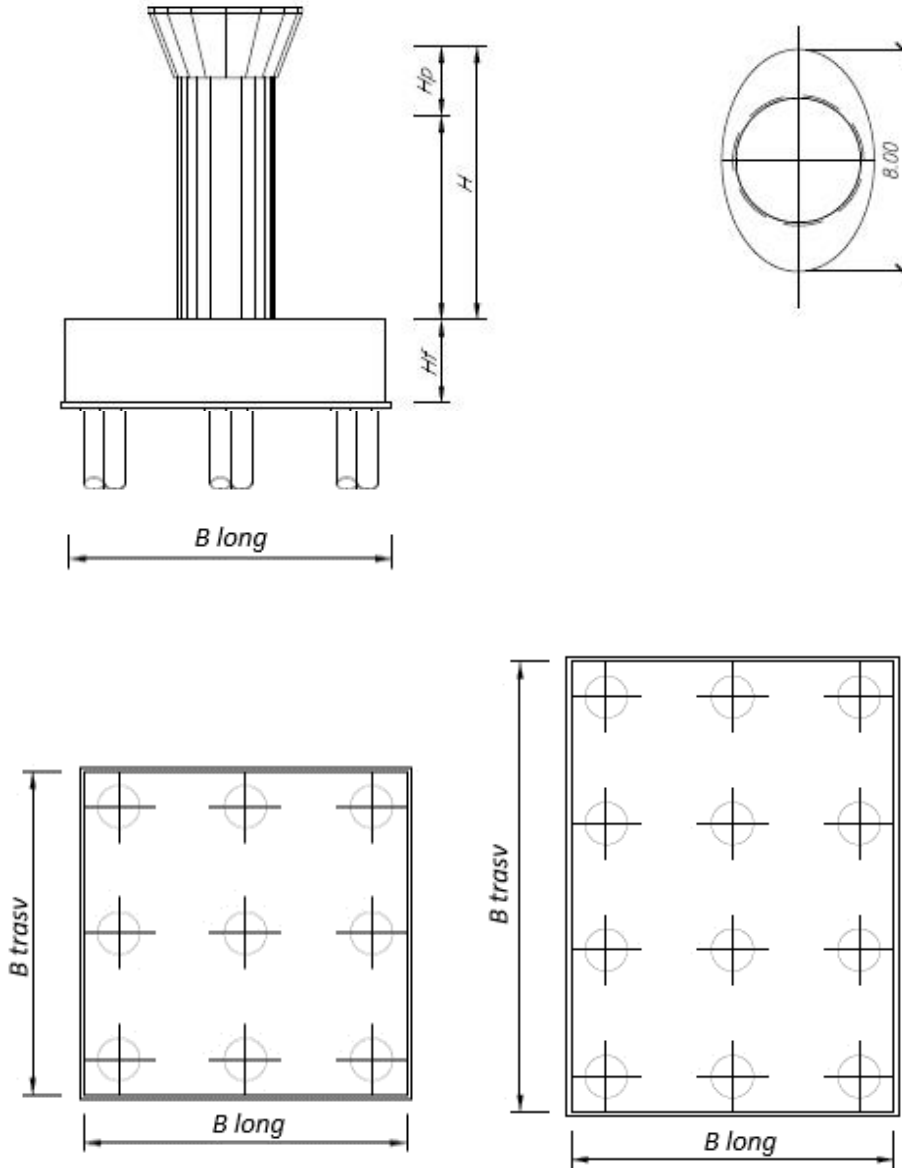



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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 provvisori, calcestruzzo fondazioni

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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 "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario", ovvero:

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara) : 0.55 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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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 3.5m, una altezza complessiva di 9.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 2.5m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino				Hp	9.3	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	1.75	m
area della sezione				A	9.621	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	7.366	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	7.366	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	1756	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	2295	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
asse minore ellisse				a	9.6	m
asse maggiore ellisse				b	9.6	m
altezza della fondazione				h	2.5	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	82.5	m <sup>3</sup>
peso di volume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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				25	m		25 m
<b>DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE</b>							
altezza cassoncino			h	2.1	m		2.1 m
spessore medio soletta			s	0.41	m		0.41 m
estradosso impalcato			H	2.51	m		2.51 m
spessore ballast + rotaia			hb	0.88	m		0.88 m
altezza PF da estradosso trave			h2	1.19	m		1.19 m
lunghezza travata			L	24.3	m		24.3 m
luce appoggi travata			La	22.8	m		22.8 m
larghezza totale impalcato			B	9.7	m		
peso permanente strutturale			G1	4050	kN		4050 kN
peso permanenti non strutt			G2	3084	kN		3084 kN
<b>Altezze da intradosso del cassoncino</b>							
baricentro del cassoncino			gc	0.89	m		0.89 m
area cassoncino			Ac	1.14	m <sup>2</sup>		1.14 m <sup>2</sup>
baricentro della soletta			gs	2.32	m		2.32 m
area soletta			As	1.00	m <sup>2</sup>		1.00 m <sup>2</sup>
baricentro sezione trave+soletta	(da intradosso trave)		Gb1	1.56	m		1.56 m
baricentro del ballast	(da intradosso trave)		Gb2	2.95	m		2.95 m
altezza piano del ferro	(da intradosso trave)		H	3.29	m		3.29 m
baricentro treno	(da intradosso trave)		Gb3	5.09	m		5.09 m

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

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

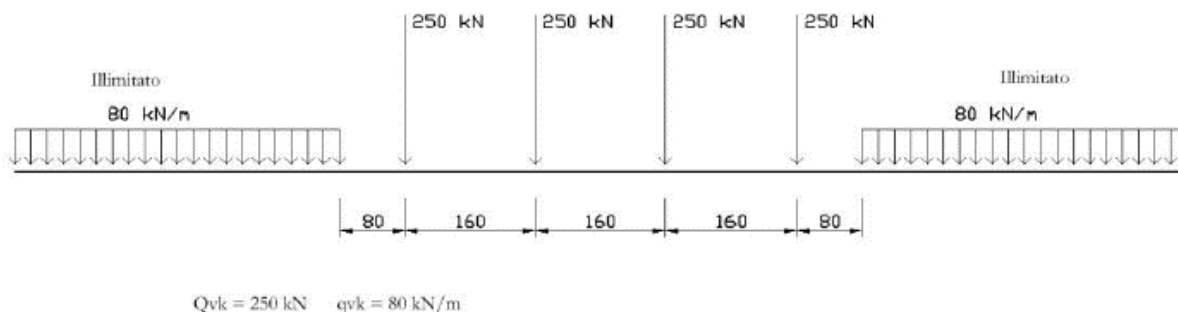
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	7998	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	16110	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

## 5.3 Carichi da traffico verticali

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


### ➤ *Modello di carico LM71*

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



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

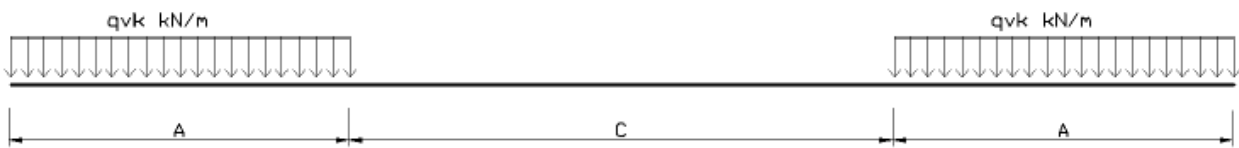
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <b>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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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 “ $\alpha$ ”
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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.4 Effetti dinamici

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

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

#### 5.5 Disposizione treni di carico

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

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

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

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

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

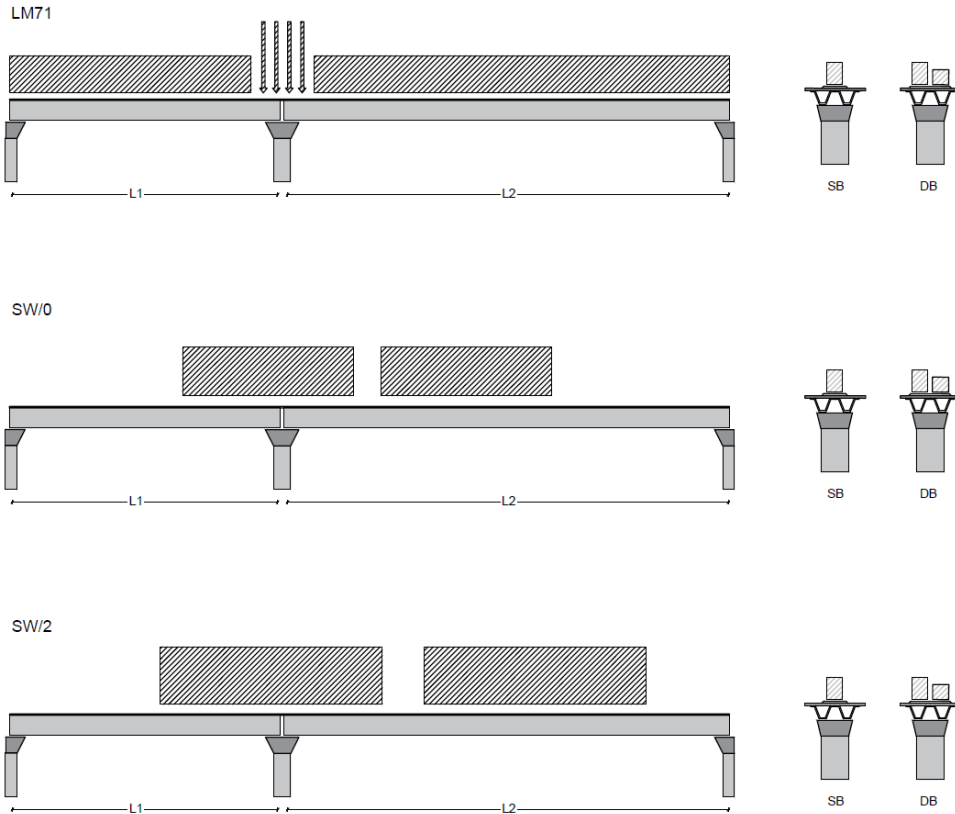


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

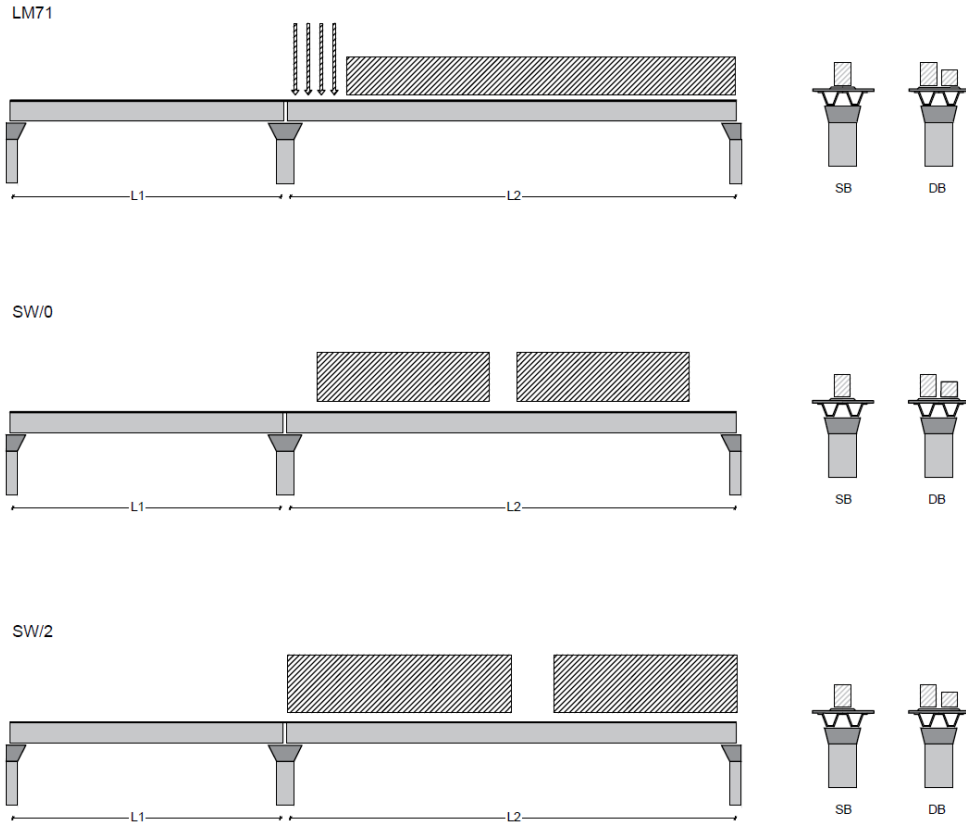


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale



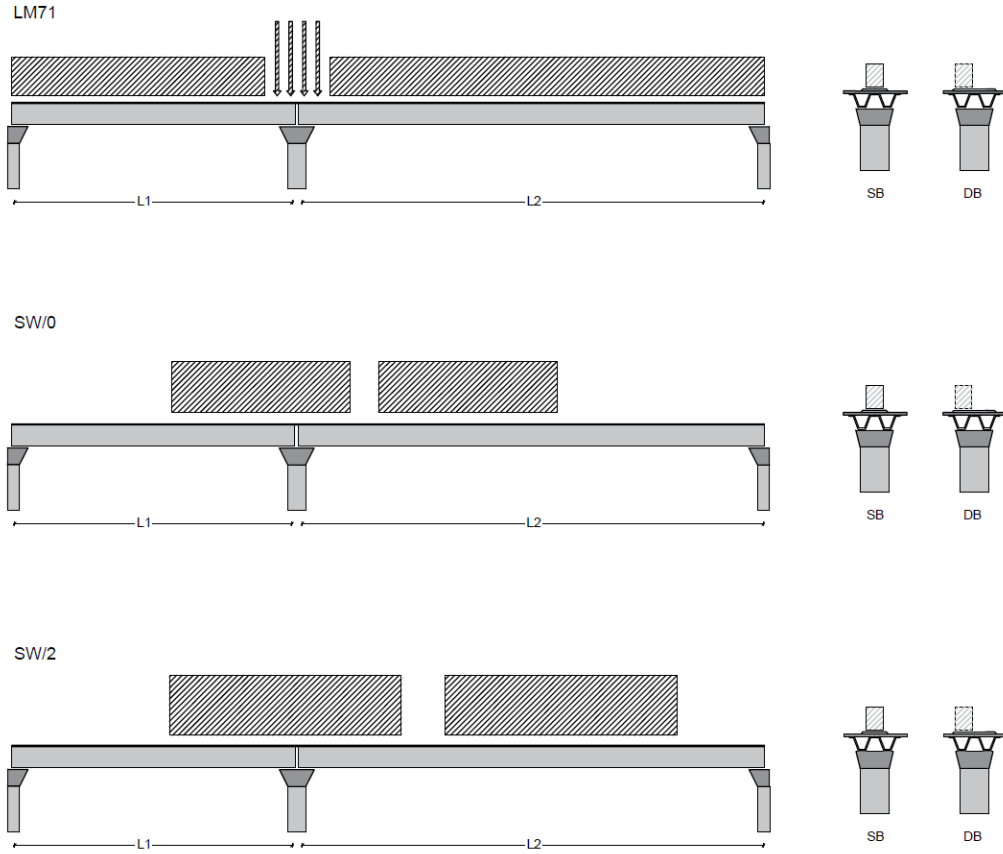



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura					R	1050	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	km/h
						SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario					Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.823704	
<b>LM71 e SW/0</b>							
Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, $\alpha$ , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.							
						SX	
<b>LM71 caso a</b>							
velocità massima					Vmax	120	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	1.00	
coefficiente di adattamento					a	1.10	
valore caratteristico dei carichi verticali					Qvk	330.6	kN x asse
valore caratteristico dei carichi verticali					qvk	105.8	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga					Qtk	<b>39.3</b>	kN x asse
valore caratteristico della forza centrifuga					qtk	<b>12.6</b>	kN/m
<b>LM71 caso b</b>							
velocità massima compatibile con il tracciato della linea					Vmax	160	
fattore di riduzione funzione della Lf e della V					f	0.82	
coefficiente di adattamento					a	1.0	


	valore caratteristico dei carichi verticali			Qvk	300.5	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	96.2	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			Qtk	<b>47.5</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>15.2</b>	kN/m
<b>SW/2</b>						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di $\alpha$ pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	<b>180.32</b>	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>13.52</b>	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	13.522361	0	13.5224	328.5934	1853.27


 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.2 Serpeggio

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.6.3 Frenatura ed avviamento

numero di binari				<b>Singolo</b>	
combinazione treni				<b>SW/2</b>	
posizionamento vincolo fissi				<b>caso peggiore</b>	
estradosso pulvino sommità binario		H	<b>0.45</b>	m	
lunghezza del binario		L	<b>24.3</b>	m	


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

#### FENATURA

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

#### AVVIAMENTO

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.6.4 Forza d'attrito

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		h	0.45	m
lunghezza del binario		L	24.3	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>4050</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>3084</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>4382</b>	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)		f	<b>0.04</b>	
forza d'attrito trasmessa alla pila		Fa	<b>232.3</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>104.6</b>	kN/m

#### 5.6.5 Azione del Vento


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

velocità di base di riferimento slm	Vbo	<b>28</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>500</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>317</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.36</b>	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
<b>VENTO SULL'IMPALCATO</b>				
ponte carico				
	altezza pila	z1	9.3	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	9.75	m
	altezza di riferimento	z	13.505	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.55	
	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	1364.2	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	2.51	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.51	m
		d/h	1.29161	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.04481	
	forza trasversale	fx	20.9	
	forza equivalente in testa pila	Fx	509.1	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2140.6	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	7.39	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.31258			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.03904			
	forza trasversale	fx	20.6			
	forza equivalente in testa pila	Fx	499.5	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2070.5	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	9.3	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.30638			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2		
	pressione statica di picco	qpicco	1364.2	n/m2		
			1.3642	Kpa		
	tipologia di sezione		circolare			
	larghezza trasversale pila	b	0	m		
	larghezza longitudinale pila	d	0	m		
	raggio della sezione	R	1.75	m		
	rapporto geometrico	b/d	0.1			
	rapporto geometrico	r/b	0.1			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	2			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75			
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	8697832			
	materiale pila		cls ruvido			
	rugosità equivalente	k	1	mm		
	rapporto	k/b	0.00057			




 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.90653	
	rapporto geometrico	l/b	2.65714	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.65714	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64036	
	forza trasversale	f tras	<b>0.8</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>7.4</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>5.6</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione		circolare	
	larghezza trasversale pila	b	0	m
	larghezza longitudinale pila	d	0	m
	raggio della sezione	R	1.75	m
	rapporto geometrico	b/d	0.1	
	rapporto geometrico	r/b	0.1	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	2	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.75	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.90653	
	rapporto geometrico	l/b	2.65714	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.65714	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64036	
	forza longitudinale	f lon	0.79193	
	forza equivalente in testa pila	F lon	7.36491	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	5.58	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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

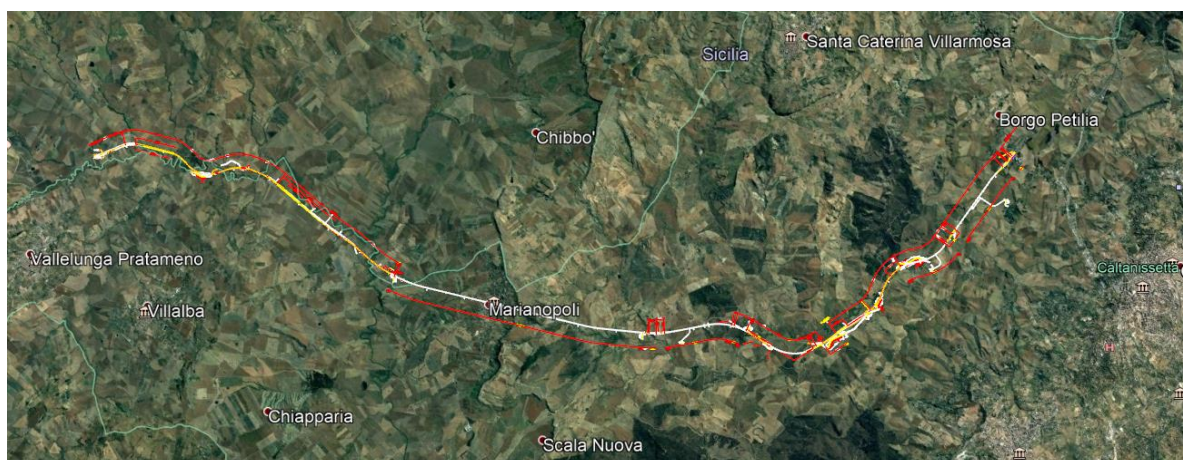


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE      LATITUDINE

13.9989      37.54897

---

Ricerca per comune

REGIONE      PROVINCIA      COMUNE

Sicilia      Catania      Mineo

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

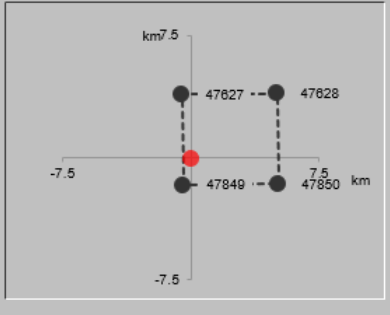
---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

---

**Nodi del reticolo intorno al sito**




**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione

superficie rigata

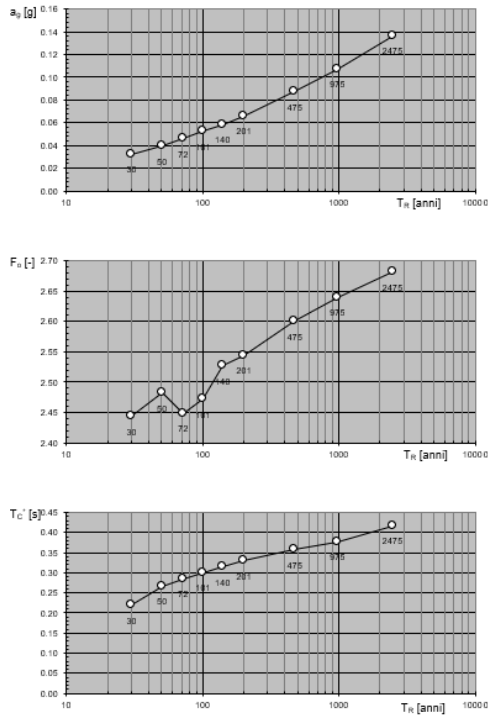


La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

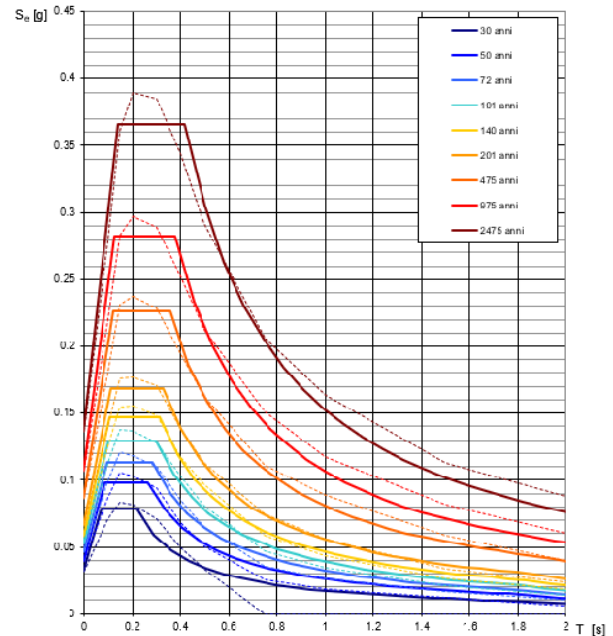
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

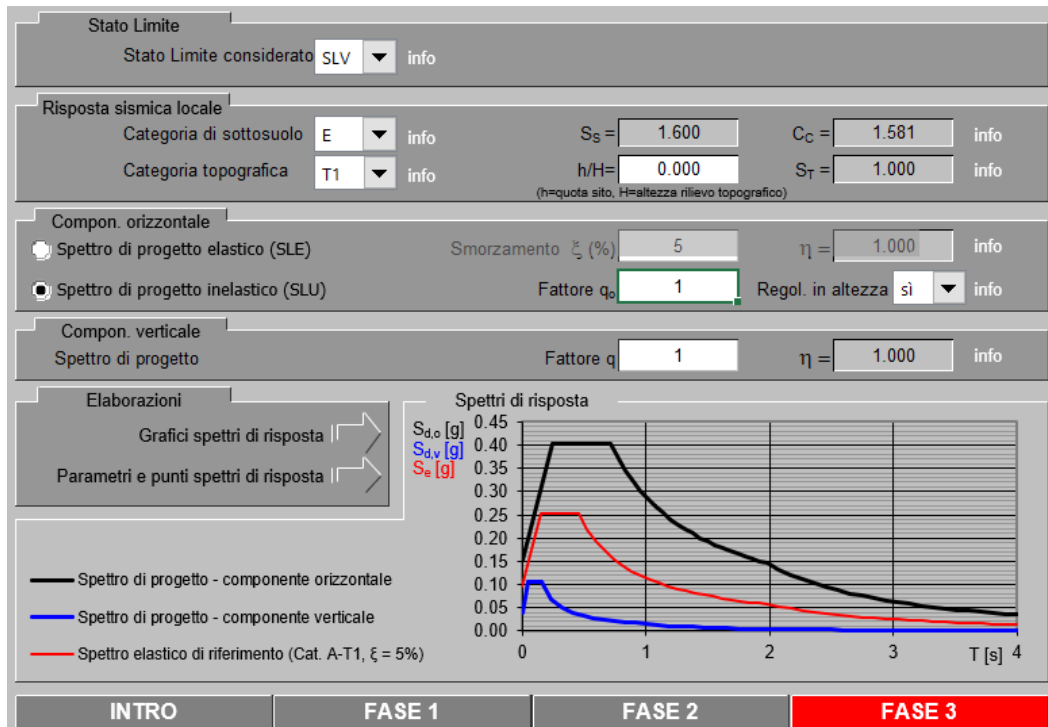


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

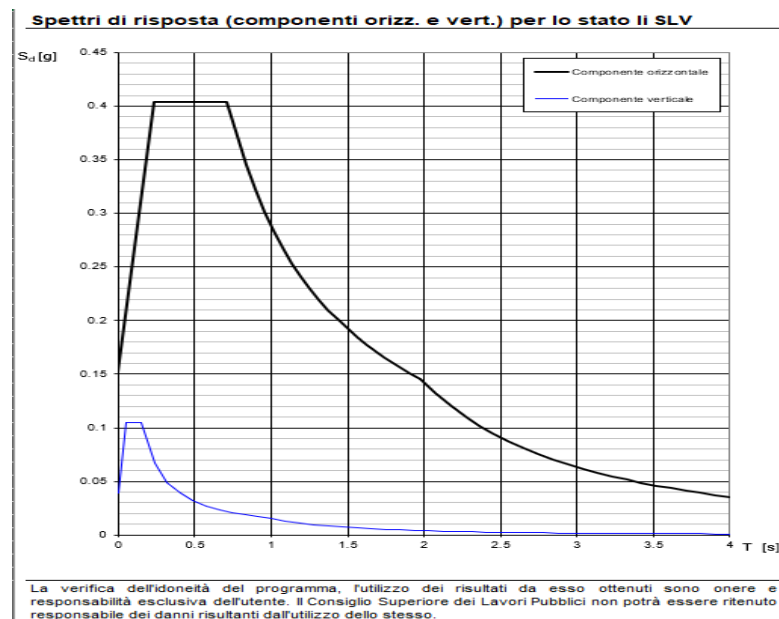


Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato linSLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.095 g
$F_0$	2.667
$T_C$	0.451 s
$S_S$	1.600
$C_C$	1.581
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.600
$\eta$	1.000
$T_B$	0.238 s
$T_C$	0.713 s
$T_D$	1.978 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	0.151
$T_B$	0.238	0.404
$T_C$	0.713	0.404
	0.774	0.372
	0.834	0.345
	0.894	0.322
	0.954	0.302
	1.015	0.284
	1.075	0.268
	1.135	0.254
	1.195	0.241
	1.255	0.229
	1.316	0.219
	1.376	0.209
	1.436	0.200
	1.496	0.192
	1.557	0.185
	1.617	0.178
	1.677	0.172
	1.737	0.166
	1.798	0.160
	1.858	0.155
	1.918	0.150
$T_D$	1.978	0.146
	2.075	0.132
	2.171	0.121
	2.267	0.111
	2.363	0.102
	2.460	0.094
	2.556	0.087
	2.652	0.081
	2.749	0.075
	2.845	0.070
	2.941	0.066
	3.037	0.062
	3.134	0.058
	3.230	0.055
	3.326	0.051
	3.422	0.049
	3.519	0.046
	3.615	0.044
	3.711	0.041
	3.807	0.039
	3.904	0.037
	4.000	0.036

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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

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

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

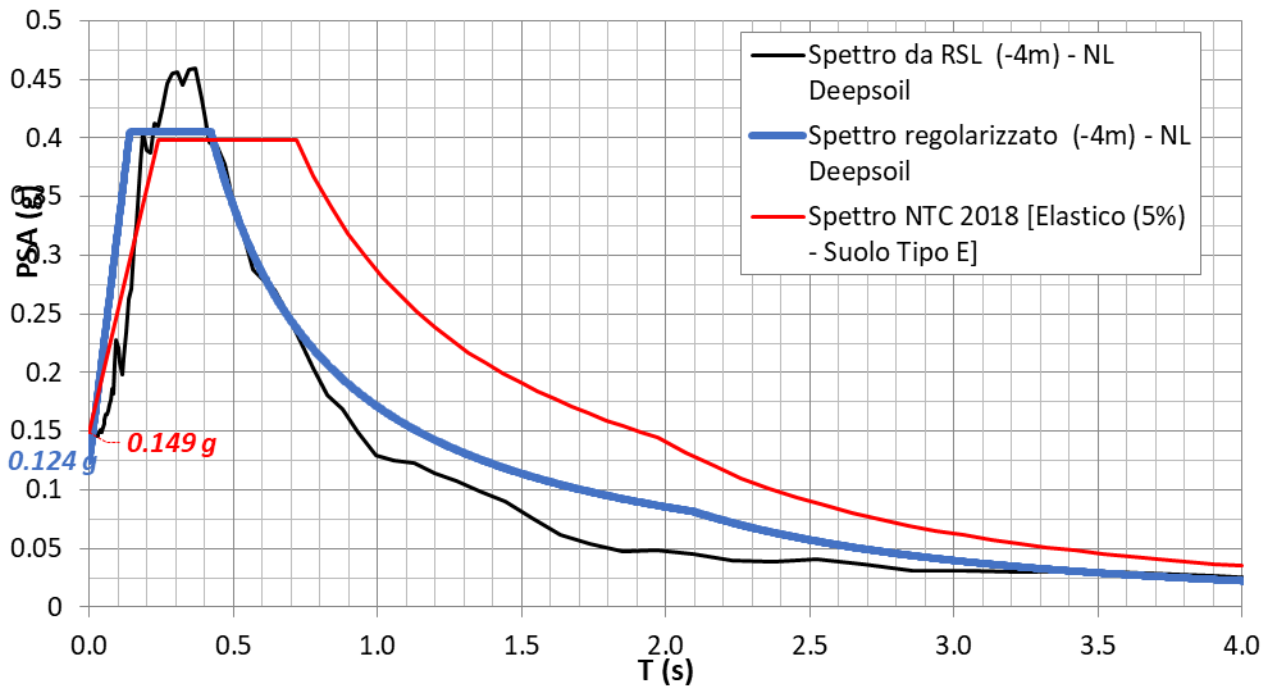
Nell'analisi sismica la massa partecipante riferita ai carichi da traffico è stata valutata in maniera distinta per le tre componenti del moto e successivamente messa in combinazione per le tre configurazioni statiche.



### 5.7.4 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.

VI17 - prova: DH3BS06



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	4111	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	822	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7956	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	1591	kN
massa pulvino		Mpul	1756	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	2487	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	10442	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$	<b>NO per -895.4 KN</b>	

<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	1756	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	2487	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	10290	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$	<b>NO per -925.8 KN</b>	

<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	3350	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	670	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	7133	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	7804	kN
massa pulvino		Mpul	1756	kN
massa pila		Mpila	2192	kN
massa efficace pila		Mpe	2487	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	10290	kN
<i>verifica di requisito di norma</i>		$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$	<b>NO per -925.8 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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

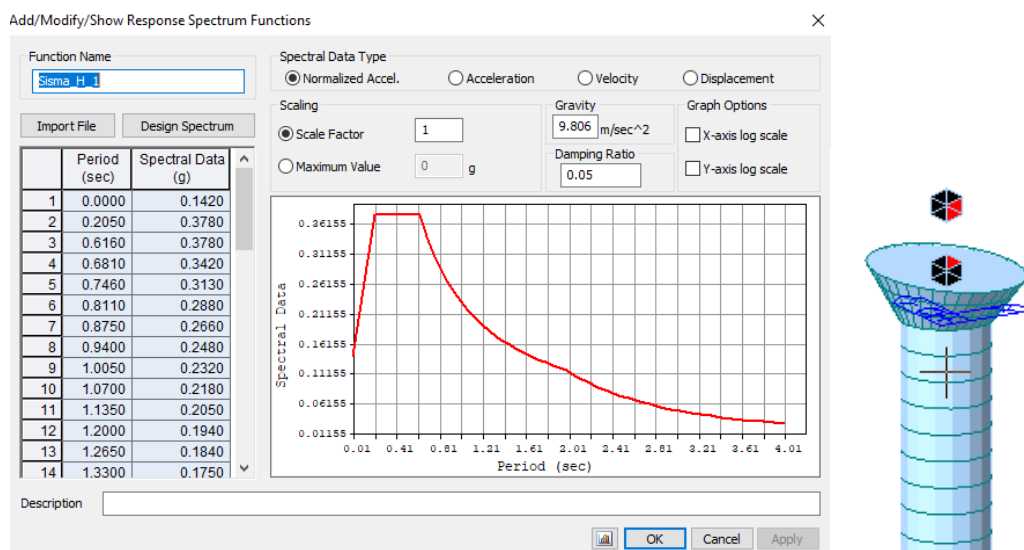
5.7.6 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	9.62	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	7.37	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	7.37	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	9.30	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	9.75	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	2.2E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	4.4E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.6E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.44	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.31	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.04	sec

	SLV			SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.25	0.25	0.37	0.17	g
accelerazione componente longitudinale	0.25	0.25	0.37	0.17	g
accelerazione componente verticale	0.09	0.09	0.09	0.09	g
Sforzo assiale	883	883	883	895	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	2547	2802	3821	1792	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	2585	2843	3877	1819	kN
Momento flessionale trasversale	31441	34585	47162	22123	kN m
Momento flessionale longitudinale	25269	27789	37870	17800	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 $q=1.5$	1032.39	2344.31	2457.18	26635.14	22139.32
SISMA $q=1$	1032.39	3514.71	3684.77	39951.78	33208.52
SISMA sld	344.56	1646.07	1725.56	18707.74	15550.09

Si procede con tali sollecitazioni.


## 5.8 Azione Idrostatica

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

### 6.3.17 Escavazioni localizzate viadotto VI17

Pila	Tirante Idraulico [m]	Velocità [m/s]	Incidenza pila-coerente [°]	Forma pila	Base pila [m]	Lunghezza pila [m]	Forma plinto	Base plinto [m]	Lunghezza plinto [m]	d50 [mm]	Scavo [m]	Tipo di scavo
P01	0.61	0.92	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.92	plinto non scoperto
P02	0.65	0.65	31	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.67	plinto non scoperto
P03	1.78	1.54	33	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.68	plinto scoperto
P04	0.24	0.07	48	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.13	plinto non scoperto
P05	0.00	0.00	5	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P06	0.00	0.00	6	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P07	0.00	0.00	7	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P08	0.00	0.00	9	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P09	0.62	0.27	18	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.87	plinto non scoperto
P10	0.00	0.00	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P11	0.00	0.00	13	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P12	0.08	0.37	6	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.73	plinto non scoperto
P13	1.69	1.15	24	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.33	plinto scoperto
P14	2.70	1.68	15	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.80	plinto scoperto
P15	2.41	1.94	16	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.49	plinto scoperto
P16	2.28	1.63	22	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.91	plinto scoperto
P17	2.16	1.60	13	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.36	plinto scoperto
P18	0.96	3.61	14	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	10.21	plinto scoperto
P19	3.18	1.29	14	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.76	plinto scoperto
P20	3.16	1.61	25	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.27	plinto scoperto
P21	3.59	1.39	26	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.69	plinto scoperto
P22	4.11	1.25	31	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.42	plinto scoperto
P23	3.66	1.35	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.57	plinto scoperto
P24	3.03	1.24	24	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.91	plinto scoperto
P25	1.67	1.38	7	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.24	plinto scoperto
P26	1.15	2.05	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.87	plinto scoperto
P27	1.40	1.94	10	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.76	plinto scoperto
P28	2.11	1.38	3	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	5.21	plinto scoperto
P29	2.12	0.88	9	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.11	plinto scoperto
P30	2.46	0.90	39	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.98	plinto scoperto
P31	1.78	1.09	12	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	4.74	plinto scoperto
P32	0.79	2.17	4	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.38	plinto scoperto
P33	1.09	1.91	54	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.61	plinto scoperto
P34	2.49	1.51	50	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	7.22	plinto scoperto
P35	1.06	0.73	34	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	3.85	plinto scoperto
P36	0.23	0.55	53	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	1.31	plinto non scoperto
P37	0.00	0.00	85	CIRC	3.50	3.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.00	no scavo
P38	0.08	0.40	7	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	0.90	plinto non scoperto
P39	0.95	1.60	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	6.20	plinto scoperto
P40	1.34	1.61	5	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	3.34	plinto non scoperto
P41	2.70	3.74	25	CIRC	4.50	4.50	QUAD	11.50	11.50	0.0265	12.33	plinto scoperto

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## 6. SOLLECITAZIONI

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

### 6.1 Combinazioni di carico

#### 6.1.1 Configurazione 1

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	14950.6	616.613	724.011	622.402	3284.42	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	561.03	0	2725.29	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	593.742	719.902	2634.08	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	623.241	1180.21	622.402	5147.88	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	6.62841	1017.23	0	4588.76	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1239.85	941.978	899.878	3804.27	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	993.208	1049.94	719.902	4497.54	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	504.337	1311.56	497.922	5720.72	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	11.0474	1207.25	0	5285.15	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	997.627	1120.97	719.902	4645.82	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	997.627	1354.07	719.902	5739.85	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	457.444	429.243	2246.27	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	382.511	0	1877.53	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	429.669	761.576	429.243	3488.58	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	4.41894	686.642	0	3119.84	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	854.919	597.279	620.605	2561.95	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	684.819	679.776	496.484	3043.69	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	347.565	859.977	343.394	3861.75	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	7.36491	812.019	0	3572.15	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	687.765	728.54	496.484	3120.44	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	338.055	343.394	1784.46
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	298.09	0	1498.46
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	206.617	496.484	1043.16
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	356.849	496.484	1792.92
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	341.673	439.432	343.394	2198.57
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	1.47298	399.467	0	1912.56
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	681.873	307.994	496.484	1457.26
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	681.873	458.227	496.484	2207.02
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_qp_gr1_Treno_44	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_45	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_47	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr1_temp56	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp57	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp58	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp59	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_60	7443.19	2458.65	845.041	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7443.19	738.627	2486.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8165.86	738.627	845.041	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7443.19	2704.37	915.371	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7443.19	812.342	2720.49	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8165.86	812.342	915.371	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7443.19	3686.24	1196.16	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7443.19	1106.9	3656.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8165.86	1106.9	1196.16	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7236.84	1727.03	635.569	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7236.84	519.141	1787.82	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7478.03	519.141	635.569	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	20280.2	616.613	724.011	6356.9	10017.7
A1_SLU_gr2_Scarico_2	15752.9	0	561.03	0	7942.87
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	20280.2	1233.23	485.78	12368.9	6458.56
A1_SLU_gr4_centrif_4	19308.6	986.58	593.742	9895.1	8155.88
A1_SLU_gr1+vento_5	20280.2	623.241	1180.21	6418.54	16123.8
A1_SLU_gr2+vento_6	15752.9	6.62841	1017.23	61.6443	14049
A1_SLU_gr3+vento_7	20280.2	1239.85	941.978	12430.5	12564.7
A1_SLU_gr4+vento_8	19308.6	993.208	1049.94	9956.74	14262
A1_SLU_vento_gr1_9	19308.6	504.337	1311.56	5188.26	17918.2
A1_SLU_vento_gr2_10	15686.8	11.0474	1207.25	102.74	16512.6
A1_SLU_vento_gr3_11	19308.6	997.627	1120.97	9997.84	15070.9
A1_SLU_vento_gr4_12	19308.6	997.627	1354.07	9997.84	18332.7
SLE_rar_gr1_Treno_14	14431.6	425.25	457.444	4384.07	6500.5
SLE_rar_gr2_Scarico_15	11309.3	0	382.511	0	5434.88
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14431.6	850.5	293.148	8530.26	4045.91
SLE_rar_gr4_centrif_17	13761.5	680.4	375.644	6824.2	5294.87
SLE_rar_gr1+vento_18	14431.6	429.669	761.576	4425.16	10571.2
SLE_rar_gr2+vento_19	11309.3	4.41894	686.642	41.0962	9505.61
SLE_rar_gr3+vento_20	14431.6	854.919	597.279	8571.35	8116.65
SLE_rar_gr4+vento_21	13761.5	684.819	679.776	6865.3	9365.61
SLE_rar_vento_gr1_22	13761.5	347.565	859.977	3575.75	11859.5
SLE_rar_vento_gr2_23	11263.7	7.36491	812.019	68.4936	11123.9
SLE_rar_vento_gr3_24	13761.5	687.765	728.54	6892.7	9895.86
SLE_rar_vento_gr4_25	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4
SLE_fre_gr1_Treno_27	13761.5	340.2	338.055	3507.25	4928.37
SLE_fre_gr2_Scarico_28	11263.7	0	298.09	0	4270.7
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13761.5	680.4	206.617	6824.2	2964.7
SLE_fre_gr4_centrif_30	13761.5	680.4	356.849	6824.2	5111.62
SLE_fre_gr1+vento_31	13761.5	341.673	439.432	3520.95	6285.28
SLE_fre_gr2+vento_32	11263.7	1.47298	399.467	13.6987	5627.61
SLE_fre_gr3+vento_33	13761.5	681.873	307.994	6837.9	4321.61
SLE_fre_gr4+vento_34	13761.5	681.873	458.227	6837.9	6468.53
SLE_fre_vento_gr1_35	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9



SLE_fre_vento_gr2_36	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_vento_gr3_37	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_vento_gr4_38	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_gr1_temp39	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr2_temp40	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr3_temp41	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr3_temp42	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_qp_gr1_Treno_44	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr2_Scarico_45	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr4_centrif_47	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr1+vento_48	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr2+vento_49	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr3+vento_50	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr4+vento_51	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr1_52	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr2_53	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr3_54	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr4_55	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr1_temp56	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr2_temp57	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_temp58	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_temp59	11081.3	0	40.3709	0	393.617
E_103x_SLV_q=1.5_60	11391	2458.65	845.041	22139.3	8422.81
E_103y_SLV_q=1.5_61	11391	738.627	2486.06	6641.8	27067.4
E_103z_SLV_q=1.5_62	12113.7	738.627	845.041	6641.8	8422.81
E_103x_SLV_q=1.36_63	11391	2704.37	915.371	24353.3	9221.87
E_103y_SLV_q=1.36_64	11391	812.342	2720.49	7305.98	29730.9
E_103z_SLV_q=1.36_65	12113.7	812.342	915.371	7305.98	9221.87
E_103x_SLV_q=1_66	11391	3686.24	1196.16	33208.5	12417.8
E_103y_SLV_q=1_67	11391	1106.9	3656.46	9962.56	40384.1
E_103z_SLV_q=1_68	12113.7	1106.9	1196.16	9962.56	12417.8
E_103x_SLD_q=1_69	11184.7	1727.03	635.569	15550.1	6044.59
E_103y_SLD_q=1_70	11184.7	519.141	1787.82	4665.03	19140
E_103z_SLD_q=1_71	11425.9	519.141	635.569	4665.03	6044.59

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	31231.9	616.613	724.011	7898.43	11827.7
A1_SLU_gr2_Scarico_2	26704.6	0	561.03	0	9345.44
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	31231.9	1233.23	485.78	15451.9	7673.01
A1_SLU_gr4_centrif_4	30260.3	986.58	593.742	12361.5	9640.23
A1_SLU_gr1+vento_5	31231.9	623.241	1180.21	7976.65	19074.3
A1_SLU_gr2+vento_6	26704.6	6.62841	1017.23	78.2153	16592
A1_SLU_gr3+vento_7	31231.9	1239.85	941.978	15530.1	14919.6
A1_SLU_gr4+vento_8	30260.3	993.208	1049.94	12439.8	16886.8
A1_SLU_vento_gr1_9	30260.3	504.337	1311.56	6449.1	21197.1
A1_SLU_vento_gr2_10	26638.5	11.0474	1207.25	130.359	19530.7
A1_SLU_vento_gr3_11	30260.3	997.627	1120.97	12491.9	17873.3
A1_SLU_vento_gr4_12	30260.3	997.627	1354.07	12491.9	21717.9
SLE_rar_gr1_Treno_14	22543.9	425.25	457.444	5447.19	7644.12
SLE_rar_gr2_Scarico_15	19421.7	0	382.511	0	6391.15
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	22543.9	850.5	293.148	10656.5	4778.78
SLE_rar_gr4_centrif_17	21873.9	680.4	375.644	8525.2	6233.98
SLE_rar_gr1+vento_18	22543.9	429.669	761.576	5499.34	12475.2
SLE_rar_gr2+vento_19	19421.7	4.41894	686.642	52.1435	11222.2
SLE_rar_gr3+vento_20	22543.9	854.919	597.279	10708.6	9609.85
SLE_rar_gr4+vento_21	21873.9	684.819	679.776	8577.35	11065
SLE_rar_vento_gr1_22	21873.9	347.565	859.977	4444.66	14009.5
SLE_rar_vento_gr2_23	19376.1	7.36491	812.019	86.9059	13154
SLE_rar_vento_gr3_24	21873.9	687.765	728.54	8612.11	11717.2
SLE_rar_vento_gr4_25	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8
SLE_fre_gr1_Treno_27	21873.9	340.2	338.055	4357.75	5773.51
SLE_fre_gr2_Scarico_28	19376.1	0	298.09	0	5015.92
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	21873.9	680.4	206.617	8525.2	3481.24
SLE_fre_gr4_centrif_30	21873.9	680.4	356.849	8525.2	6003.74
SLE_fre_gr1+vento_31	21873.9	341.673	439.432	4375.14	7383.86
SLE_fre_gr2+vento_32	19376.1	1.47298	399.467	17.3812	6626.28
SLE_fre_gr3+vento_33	21873.9	681.873	307.994	8542.59	5091.59
SLE_fre_gr4+vento_34	21873.9	681.873	458.227	8542.59	7614.1
SLE_fre_vento_gr1_35	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_vento_gr2_36	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43

SLE_fre_vento_gr3_37	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_vento_gr4_38	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_gr1_temp39	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr2_temp40	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr3_temp41	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr3_temp42	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_qp_gr1_Treno_44	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr2_Scarico_45	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr4_centrif_47	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr1+vento_48	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr2+vento_49	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr3+vento_50	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr4+vento_51	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr1_52	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr2_53	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr3_54	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr4_55	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr1_temp56	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr2_temp57	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_temp58	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_temp59	19193.7	0	40.3709	0	494.544
E_103x_SLV_q=1.5_60	19595.9	3258.54	1085.01	30285.7	11135.3
E_103y_SLV_q=1.5_61	19595.9	1538.51	2726.02	10488.1	33882.5
E_103z_SLV_q=1.5_62	20534.6	1538.51	1085.01	10488.1	11135.3
E_103x_SLV_q=1.36_63	19595.9	3504.25	1155.34	33113.9	12110.2
E_103y_SLV_q=1.36_64	19595.9	1612.23	2960.45	11336.5	37132.1
E_103z_SLV_q=1.36_65	20534.6	1612.23	1155.34	11336.5	12110.2
E_103x_SLV_q=1_66	19595.9	4486.13	1436.13	44423.8	16008.1
E_103y_SLV_q=1_67	19595.9	1906.79	3896.42	14729.5	50125.1
E_103z_SLV_q=1_68	20534.6	1906.79	1436.13	14729.5	16008.1
E_103x_SLD_q=1_69	19466.2	2127.34	755.662	20868.4	7933.75
E_103y_SLD_q=1_70	19466.2	919.449	1907.91	6963.65	23909.8
E_103z_SLD_q=1_71	20102	919.449	755.662	6963.65	7933.75

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	656.423	3853.96	3066.26
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	561.03	0	2725.29
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	418.192	4131.43	1722.64
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	539.672	3305.15	2459.55
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	623.241	1112.62	3853.96	4929.73
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	6.62841	1017.23	0	4588.76
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1239.85	874.39	4131.43	3586.11
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	993.208	995.869	3305.15	4323.01
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	504.337	1268.3	3083.17	5551.06
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	11.0474	1207.25	0	5285.15
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	997.627	1077.72	3305.15	4476.16
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	997.627	1300	3305.15	5565.32
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	426.369	2657.9	2102.81
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	382.511	0	1877.53
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	262.073	2849.27	1176.18
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	350.784	2279.41	1686.61
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	429.669	730.501	2657.9	3345.12
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	4.41894	686.642	0	3119.84
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	854.919	566.205	2849.27	2418.49
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	684.819	654.916	2279.41	2928.92
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	347.565	840.089	2126.32	3749.21
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	7.36491	812.019	0	3572.15
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	687.765	708.652	2279.41	3007.91
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	687.765	857.671	2279.41	3757.13
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	321.481	2126.32	1673.42
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	298.09	0	1498.46
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	190.044	2279.41	932.116
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	336.133	2279.41	1680.02
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	341.673	422.859	2126.32	2087.53
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	1.47298	399.467	0	1912.56
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	681.873	291.421	2279.41	1346.22
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	681.873	437.51	2279.41	2094.12

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_qp_gr1_Treno_115	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_116	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_118	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_119	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr1_temp127	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp128	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp129	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp130	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_131	7443.19	2458.65	845.041	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7443.19	738.627	2486.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8165.86	738.627	845.041	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7443.19	2704.37	915.371	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7443.19	812.342	2720.49	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8165.86	812.342	915.371	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7443.19	3686.24	1196.16	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7443.19	1106.9	3656.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8165.86	1106.9	1196.16	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7401.87	1820.24	679.43	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7401.87	547.104	1934.02	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	8028.13	547.104	679.43	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	18402.7	616.613	656.423	9588.46	9170.99
A1_SLU_gr2_Scarico_73	15752.9	0	561.03	0	7942.87
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	18402.7	1233.23	418.192	15600.4	5611.83
A1_SLU_gr4_centrif_75	17806.7	986.58	539.672	12480.3	7478.49
A1_SLU_gr1+vento_76	18402.7	623.241	1112.62	9650.1	15277.1
A1_SLU_gr2+vento_77	15752.9	6.62841	1017.23	61.6443	14049
A1_SLU_gr3+vento_78	18402.7	1239.85	874.39	15662.1	11717.9
A1_SLU_gr4+vento_79	17806.7	993.208	995.869	12542	13584.6
A1_SLU_vento_gr1_80	17806.7	504.337	1268.3	7773.5	17346.3
A1_SLU_vento_gr2_81	15686.8	11.0474	1207.25	102.74	16512.6
A1_SLU_vento_gr3_82	17806.7	997.627	1077.72	12583.1	14498.9
A1_SLU_vento_gr4_83	17806.7	997.627	1300	12583.1	17655.3
SLE_rar_gr1_Treno_85	13136.8	425.25	426.369	6612.73	6068.05
SLE_rar_gr2_Scarico_86	11309.3	0	382.511	0	5434.88
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	13136.8	850.5	262.073	10758.9	3613.45
SLE_rar_gr4_centrif_88	12725.7	680.4	350.784	8607.13	4948.9
SLE_rar_gr1+vento_89	13136.8	429.669	730.501	6653.82	10138.8
SLE_rar_gr2+vento_90	11309.3	4.41894	686.642	41.0962	9505.61
SLE_rar_gr3+vento_91	13136.8	854.919	566.205	10800	7684.19
SLE_rar_gr4+vento_92	12725.7	684.819	654.916	8648.23	9019.64
SLE_rar_vento_gr1_93	12725.7	347.565	840.089	5358.68	11562
SLE_rar_vento_gr2_94	11263.7	7.36491	812.019	68.4936	11123.9
SLE_rar_vento_gr3_95	12725.7	687.765	708.652	8675.63	9598.37
SLE_rar_vento_gr4_96	12725.7	687.765	857.671	8675.63	11733.5
SLE_fre_gr1_Treno_98	12725.7	340.2	321.481	5290.18	4663.2
SLE_fre_gr2_Scarico_99	11263.7	0	298.09	0	4270.7
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12725.7	680.4	190.044	8607.13	2699.52
SLE_fre_gr4_centrif_101	12725.7	680.4	336.133	8607.13	4806.05
SLE_fre_gr1+vento_102	12725.7	341.673	422.859	5303.88	6020.11
SLE_fre_gr2+vento_103	11263.7	1.47298	399.467	13.6987	5627.61
SLE_fre_gr3+vento_104	12725.7	681.873	291.421	8620.83	4056.44
SLE_fre_gr4+vento_105	12725.7	681.873	437.51	8620.83	6162.96
SLE_fre_vento_gr1_106	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9

SLE_fre_vento_gr2_107	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_vento_gr3_108	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_vento_gr4_109	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_gr1_temp110	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr2_temp111	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr3_temp112	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr3_temp113	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_qp_gr1_Treno_115	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr2_Scarico_116	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr4_centrif_118	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr1+vento_119	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr2+vento_120	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr3+vento_121	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr4+vento_122	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr1_123	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr2_124	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr3_125	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr4_126	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr1_temp127	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr2_temp128	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_temp129	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_temp130	11081.3	0	40.3709	0	393.617
E_103x_SLV_q=1.5_131	11391	2458.65	845.041	22139.3	8422.81
E_103y_SLV_q=1.5_132	11391	738.627	2486.06	6641.8	27067.4
E_103z_SLV_q=1.5_133	12113.7	738.627	845.041	6641.8	8422.81
E_103x_SLV_q=1.36_134	11391	2704.37	915.371	24353.3	9221.87
E_103y_SLV_q=1.36_135	11391	812.342	2720.49	7305.98	29730.9
E_103z_SLV_q=1.36_136	12113.7	812.342	915.371	7305.98	9221.87
E_103x_SLV_q=1_137	11391	3686.24	1196.16	33208.5	12417.8
E_103y_SLV_q=1_138	11391	1106.9	3656.46	9962.56	40384.1
E_103z_SLV_q=1_139	12113.7	1106.9	1196.16	9962.56	12417.8
E_103x_SLD_q=1_140	11349.7	1820.24	679.43	17800	7069.14
E_103y_SLD_q=1_141	11349.7	547.104	1934.02	5340	22555.2
E_103z_SLD_q=1_142	11976	547.104	679.43	5340	7069.14

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	29354.4	616.613	656.423	11130	10812
A1_SLU_gr2_Scarico_73	26704.6	0	561.03	0	9345.44
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	29354.4	1233.23	418.192	18683.5	6657.31
A1_SLU_gr4_centrif_75	28758.3	986.58	539.672	14946.8	8827.67
A1_SLU_gr1+vento_76	29354.4	623.241	1112.62	11208.2	18058.6
A1_SLU_gr2+vento_77	26704.6	6.62841	1017.23	78.2153	16592
A1_SLU_gr3+vento_78	29354.4	1239.85	874.39	18761.7	13903.9
A1_SLU_gr4+vento_79	28758.3	993.208	995.869	15025	16074.3
A1_SLU_vento_gr1_80	28758.3	504.337	1268.3	9034.35	20517
A1_SLU_vento_gr2_81	26638.5	11.0474	1207.25	130.359	19530.7
A1_SLU_vento_gr3_82	28758.3	997.627	1077.72	15077.2	17193.2
A1_SLU_vento_gr4_83	28758.3	997.627	1300	15077.2	20905.3
SLE_rar_gr1_Treno_85	21249.1	425.25	426.369	7675.85	7133.97
SLE_rar_gr2_Scarico_86	19421.7	0	382.511	0	6391.15
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	21249.1	850.5	262.073	12885.2	4268.63
SLE_rar_gr4_centrif_88	20838	680.4	350.784	10308.1	5825.87
SLE_rar_gr1+vento_89	21249.1	429.669	730.501	7728	11965
SLE_rar_gr2+vento_90	19421.7	4.41894	686.642	52.1435	11222.2
SLE_rar_gr3+vento_91	21249.1	854.919	566.205	12937.3	9099.7
SLE_rar_gr4+vento_92	20838	684.819	654.916	10360.3	10656.9
SLE_rar_vento_gr1_93	20838	347.565	840.089	6227.59	13662.3
SLE_rar_vento_gr2_94	19376.1	7.36491	812.019	86.9059	13154
SLE_rar_vento_gr3_95	20838	687.765	708.652	10395	11370
SLE_rar_vento_gr4_96	20838	687.765	857.671	10395	13877.6
SLE_fre_gr1_Treno_98	20838	340.2	321.481	6140.68	5466.9
SLE_fre_gr2_Scarico_99	19376.1	0	298.09	0	5015.92
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	20838	680.4	190.044	10308.1	3174.63
SLE_fre_gr4_centrif_101	20838	680.4	336.133	10308.1	5646.38
SLE_fre_gr1+vento_102	20838	341.673	422.859	6158.06	7077.26
SLE_fre_gr2+vento_103	19376.1	1.47298	399.467	17.3812	6626.28
SLE_fre_gr3+vento_104	20838	681.873	291.421	10325.5	4784.99
SLE_fre_gr4+vento_105	20838	681.873	437.51	10325.5	7256.74
SLE_fre_vento_gr1_106	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43



SLE_fre_vento_gr2_107	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_vento_gr3_108	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_vento_gr4_109	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_gr1_temp110	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr2_temp111	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr3_temp112	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr3_temp113	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_qp_gr1_Treno_115	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr2_Scarico_116	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr4_centrif_118	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr1+vento_119	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr2+vento_120	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr3+vento_121	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr4+vento_122	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr1_123	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr2_124	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr3_125	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr4_126	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr1_temp127	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr2_temp128	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_temp129	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_temp130	19193.7	0	40.3709	0	494.544
E_103x_SLV_q=1.5_131	19595.9	3258.54	1085.01	30285.7	11135.3
E_103y_SLV_q=1.5_132	19595.9	1538.51	2726.02	10488.1	33882.5
E_103z_SLV_q=1.5_133	20534.6	1538.51	1085.01	10488.1	11135.3
E_103x_SLV_q=1.36_134	19595.9	3504.25	1155.34	33113.9	12110.2
E_103y_SLV_q=1.36_135	19595.9	1612.23	2960.45	11336.5	37132.1
E_103z_SLV_q=1.36_136	20534.6	1612.23	1155.34	11336.5	12110.2
E_103x_SLV_q=1_137	19595.9	4486.13	1436.13	44423.8	16008.1
E_103y_SLV_q=1_138	19595.9	1906.79	3896.42	14729.5	50125.1
E_103z_SLV_q=1_139	20534.6	1906.79	1436.13	14729.5	16008.1
E_103x_SLD_q=1_140	19631.2	2220.55	799.522	23351.4	9067.95
E_103y_SLD_q=1_141	19631.2	947.412	2054.11	7708.53	27690.5
E_103z_SLD_q=1_142	20652.1	947.412	799.522	7708.53	9067.95

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	724.011	622.402	3284.42
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	561.03	0	2725.29
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	593.742	719.902	2634.08
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	623.241	1180.21	622.402	5147.88
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	6.62841	1017.23	0	4588.76
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1239.85	941.978	899.878	3804.27
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	993.208	1049.94	719.902	4497.54
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	504.337	1311.56	497.922	5720.72
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	11.0474	1207.25	0	5285.15
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	997.627	1120.97	719.902	4645.82
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	997.627	1354.07	719.902	5739.85
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	457.444	429.243	2246.27
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	382.511	0	1877.53
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	429.669	761.576	429.243	3488.58
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	4.41894	686.642	0	3119.84
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	854.919	597.279	620.605	2561.95
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	684.819	679.776	496.484	3043.69
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	347.565	859.977	343.394	3861.75
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	7.36491	812.019	0	3572.15
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	687.765	728.54	496.484	3120.44
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	338.055	343.394	1784.46
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	298.09	0	1498.46
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	206.617	496.484	1043.16
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	356.849	496.484	1792.92
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	341.673	439.432	343.394	2198.57
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	1.47298	399.467	0	1912.56
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	681.873	307.994	496.484	1457.26
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	681.873	458.227	496.484	2207.02
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43

SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	3.68245	293.814	0	1053.43
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	1.47298	149.822	0	435.904
SLE_qp_gr1_Treno_186	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_Scarico_187	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr4_centrif_189	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_190	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr1_temp198	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr2_temp199	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp200	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr3_temp201	7133.47	0	40.3709	0	18.1669
E_103x_SLV_q=1.5_202	7443.19	2458.65	845.041	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7443.19	738.627	2486.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8165.86	738.627	845.041	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7443.19	2704.37	915.371	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7443.19	812.342	2720.49	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8165.86	812.342	915.371	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7443.19	3686.24	1196.16	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7443.19	1106.9	3656.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8165.86	1106.9	1196.16	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7401.87	1820.24	679.43	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7401.87	547.104	1934.02	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	8028.13	547.104	679.43	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**


combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	20280.2	616.613	724.011	6356.9	10017.7
A1_SLU_gr2_Scarico_144	15752.9	0	561.03	0	7942.87
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	20280.2	1233.23	485.78	12368.9	6458.56
A1_SLU_gr4_centrif_146	19308.6	986.58	593.742	9895.1	8155.88
A1_SLU_gr1+vento_147	20280.2	623.241	1180.21	6418.54	16123.8
A1_SLU_gr2+vento_148	15752.9	6.62841	1017.23	61.6443	14049
A1_SLU_gr3+vento_149	20280.2	1239.85	941.978	12430.5	12564.7
A1_SLU_gr4+vento_150	19308.6	993.208	1049.94	9956.74	14262
A1_SLU_vento_gr1_151	19308.6	504.337	1311.56	5188.26	17918.2
A1_SLU_vento_gr2_152	15686.8	11.0474	1207.25	102.74	16512.6
A1_SLU_vento_gr3_153	19308.6	997.627	1120.97	9997.84	15070.9
A1_SLU_vento_gr4_154	19308.6	997.627	1354.07	9997.84	18332.7
SLE_rar_gr1_Treno_156	14431.6	425.25	457.444	4384.07	6500.5
SLE_rar_gr2_Scarico_157	11309.3	0	382.511	0	5434.88
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14431.6	850.5	293.148	8530.26	4045.91
SLE_rar_gr4_centrif_159	13761.5	680.4	375.644	6824.2	5294.87
SLE_rar_gr1+vento_160	14431.6	429.669	761.576	4425.16	10571.2
SLE_rar_gr2+vento_161	11309.3	4.41894	686.642	41.0962	9505.61
SLE_rar_gr3+vento_162	14431.6	854.919	597.279	8571.35	8116.65
SLE_rar_gr4+vento_163	13761.5	684.819	679.776	6865.3	9365.61
SLE_rar_vento_gr1_164	13761.5	347.565	859.977	3575.75	11859.5
SLE_rar_vento_gr2_165	11263.7	7.36491	812.019	68.4936	11123.9
SLE_rar_vento_gr3_166	13761.5	687.765	728.54	6892.7	9895.86
SLE_rar_vento_gr4_167	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4
SLE_fre_gr1_Treno_169	13761.5	340.2	338.055	3507.25	4928.37
SLE_fre_gr2_Scarico_170	11263.7	0	298.09	0	4270.7
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13761.5	680.4	206.617	6824.2	2964.7
SLE_fre_gr4_centrif_172	13761.5	680.4	356.849	6824.2	5111.62
SLE_fre_gr1+vento_173	13761.5	341.673	439.432	3520.95	6285.28
SLE_fre_gr2+vento_174	11263.7	1.47298	399.467	13.6987	5627.61
SLE_fre_gr3+vento_175	13761.5	681.873	307.994	6837.9	4321.61
SLE_fre_gr4+vento_176	13761.5	681.873	458.227	6837.9	6468.53
SLE_fre_vento_gr1_177	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9

SLE_fre_vento_gr2_178	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_vento_gr3_179	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_vento_gr4_180	11081.3	3.68245	293.814	34.2468	3785.9
SLE_fre_gr1_temp181	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr2_temp182	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr3_temp183	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_fre_gr3_temp184	11081.3	1.47298	149.822	13.6987	1829.25
SLE_qp_gr1_Treno_186	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr2_Scarico_187	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr4_centrif_189	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr1+vento_190	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr2+vento_191	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr3+vento_192	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr4+vento_193	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr1_194	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr2_195	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr3_196	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_vento_gr4_197	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53
SLE_qp_gr1_temp198	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr2_temp199	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_temp200	11081.3	0	40.3709	0	393.617
SLE_qp_gr3_temp201	11081.3	0	40.3709	0	393.617
E_103x_SLV_q=1.5_202	11391	2458.65	845.041	22139.3	8422.81
E_103y_SLV_q=1.5_203	11391	738.627	2486.06	6641.8	27067.4
E_103z_SLV_q=1.5_204	12113.7	738.627	845.041	6641.8	8422.81
E_103x_SLV_q=1.36_205	11391	2704.37	915.371	24353.3	9221.87
E_103y_SLV_q=1.36_206	11391	812.342	2720.49	7305.98	29730.9
E_103z_SLV_q=1.36_207	12113.7	812.342	915.371	7305.98	9221.87
E_103x_SLV_q=1_208	11391	3686.24	1196.16	33208.5	12417.8
E_103y_SLV_q=1_209	11391	1106.9	3656.46	9962.56	40384.1
E_103z_SLV_q=1_210	12113.7	1106.9	1196.16	9962.56	12417.8
E_103x_SLD_q=1_211	11349.7	1820.24	679.43	17800	7069.14
E_103y_SLD_q=1_212	11349.7	547.104	1934.02	5340	22555.2
E_103z_SLD_q=1_213	11976	547.104	679.43	5340	7069.14

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	31231.9	616.613	724.011	7898.43	11827.7
A1_SLU_gr2_Scarico_144	26704.6	0	561.03	0	9345.44
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	31231.9	1233.23	485.78	15451.9	7673.01
A1_SLU_gr4_centrif_146	30260.3	986.58	593.742	12361.5	9640.23
A1_SLU_gr1+vento_147	31231.9	623.241	1180.21	7976.65	19074.3
A1_SLU_gr2+vento_148	26704.6	6.62841	1017.23	78.2153	16592
A1_SLU_gr3+vento_149	31231.9	1239.85	941.978	15530.1	14919.6
A1_SLU_gr4+vento_150	30260.3	993.208	1049.94	12439.8	16886.8
A1_SLU_vento_gr1_151	30260.3	504.337	1311.56	6449.1	21197.1
A1_SLU_vento_gr2_152	26638.5	11.0474	1207.25	130.359	19530.7
A1_SLU_vento_gr3_153	30260.3	997.627	1120.97	12491.9	17873.3
A1_SLU_vento_gr4_154	30260.3	997.627	1354.07	12491.9	21717.9
SLE_rar_gr1_Treno_156	22543.9	425.25	457.444	5447.19	7644.12
SLE_rar_gr2_Scarico_157	19421.7	0	382.511	0	6391.15
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	22543.9	850.5	293.148	10656.5	4778.78
SLE_rar_gr4_centrif_159	21873.9	680.4	375.644	8525.2	6233.98
SLE_rar_gr1+vento_160	22543.9	429.669	761.576	5499.34	12475.2
SLE_rar_gr2+vento_161	19421.7	4.41894	686.642	52.1435	11222.2
SLE_rar_gr3+vento_162	22543.9	854.919	597.279	10708.6	9609.85
SLE_rar_gr4+vento_163	21873.9	684.819	679.776	8577.35	11065
SLE_rar_vento_gr1_164	21873.9	347.565	859.977	4444.66	14009.5
SLE_rar_vento_gr2_165	19376.1	7.36491	812.019	86.9059	13154
SLE_rar_vento_gr3_166	21873.9	687.765	728.54	8612.11	11717.2
SLE_rar_vento_gr4_167	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8
SLE_fre_gr1_Treno_169	21873.9	340.2	338.055	4357.75	5773.51
SLE_fre_gr2_Scarico_170	19376.1	0	298.09	0	5015.92
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	21873.9	680.4	206.617	8525.2	3481.24
SLE_fre_gr4_centrif_172	21873.9	680.4	356.849	8525.2	6003.74
SLE_fre_gr1+vento_173	21873.9	341.673	439.432	4375.14	7383.86
SLE_fre_gr2+vento_174	19376.1	1.47298	399.467	17.3812	6626.28
SLE_fre_gr3+vento_175	21873.9	681.873	307.994	8542.59	5091.59
SLE_fre_gr4+vento_176	21873.9	681.873	458.227	8542.59	7614.1
SLE_fre_vento_gr1_177	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43

SLE_fre_vento_gr2_178	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_vento_gr3_179	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_vento_gr4_180	19193.7	3.68245	293.814	43.4529	4520.43
SLE_fre_gr1_temp181	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr2_temp182	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr3_temp183	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_fre_gr3_temp184	19193.7	1.47298	149.822	17.3812	2203.81
SLE_qp_gr1_Treno_186	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr2_Scarico_187	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr4_centrif_189	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr1+vento_190	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr2+vento_191	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr3+vento_192	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr4+vento_193	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr1_194	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr2_195	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr3_196	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_vento_gr4_197	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9
SLE_qp_gr1_temp198	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr2_temp199	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_temp200	19193.7	0	40.3709	0	494.544
SLE_qp_gr3_temp201	19193.7	0	40.3709	0	494.544
E_103x_SLV_q=1.5_202	19595.9	3258.54	1085.01	30285.7	11135.3
E_103y_SLV_q=1.5_203	19595.9	1538.51	2726.02	10488.1	33882.5
E_103z_SLV_q=1.5_204	20534.6	1538.51	1085.01	10488.1	11135.3
E_103x_SLV_q=1.36_205	19595.9	3504.25	1155.34	33113.9	12110.2
E_103y_SLV_q=1.36_206	19595.9	1612.23	2960.45	11336.5	37132.1
E_103z_SLV_q=1.36_207	20534.6	1612.23	1155.34	11336.5	12110.2
E_103x_SLV_q=1_208	19595.9	4486.13	1436.13	44423.8	16008.1
E_103y_SLV_q=1_209	19595.9	1906.79	3896.42	14729.5	50125.1
E_103z_SLV_q=1_210	20534.6	1906.79	1436.13	14729.5	16008.1
E_103x_SLD_q=1_211	19631.2	2220.55	799.522	23351.4	9067.95
E_103y_SLD_q=1_212	19631.2	947.412	2054.11	7708.53	27690.5
E_103z_SLD_q=1_213	20652.1	947.412	799.522	7708.53	9067.95

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		10483.7	425.25	457.444	429.243	2246.27
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	854.919	597.279	620.605	2561.95
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.765	375.644	496.484	3871.9
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	1.47298	141.748	0	432.27
E_103x_SLD_q=1_69		7236.84	1727.03	635.569	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7236.84	519.141	1787.82	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7478.03	519.141	635.569	0	0



BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14431.6	425.25	457.444	4384.07	6500.5	
SLE_rar_gr3+vento_20	14431.6	854.919	597.279	8571.35	8116.65	
SLE_rar_vento_gr4_25	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_gr3+vento_20	14431.6	854.919	597.279	8571.35	8116.65	
SLE_rar_vento_gr4_25	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13761.5	680.4	375.644	6824.2	5294.87	
SLE_rar_vento_gr4_25	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_vento_gr4_25	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_qp_gr1_Treno_44	11081.3	0	40.3709	0	393.617	
SLE_qp_gr1+vento_48	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_48	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_48	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_48	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
E_103x_SLD_q=1_69	11184.7	1727.03	635.569	15550.1	6044.59	
E_103y_SLD_q=1_70	11184.7	519.141	1787.82	4665.03	19140	
E_103z_SLD_q=1_71	11425.9	519.141	635.569	4665.03	6044.59	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	22543.9	425.25	457.444	5447.19	7644.12	
SLE_rar_gr3+vento_20	22543.9	854.919	597.279	10708.6	9609.85	
SLE_rar_vento_gr4_25	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_gr3+vento_20	22543.9	854.919	597.279	10708.6	9609.85	
SLE_rar_vento_gr4_25	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_gr4_centrif_17	21873.9	680.4	375.644	8525.2	6233.98	
SLE_rar_vento_gr4_25	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_qp_gr1_Treno_44	19193.7	0	40.3709	0	494.544	
SLE_qp_gr1+vento_48	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_48	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_48	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_48	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
E_103x_SLD_q=1_69	19466.2	2127.34	755.662	20868.4	7933.75	
E_103y_SLD_q=1_70	19466.2	919.449	1907.91	6963.65	23909.8	
E_103z_SLD_q=1_71	20102	919.449	755.662	6963.65	7933.75	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		9188.92	425.25	426.369	2657.9	2102.81	
SLE_rar_gr3+vento_91		9188.92	854.919	566.205	2849.27	2418.49	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	687.765	857.671	2279.41	3757.13	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		9188.92	850.5	262.073	2849.27	1176.18	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	687.765	857.671	2279.41	3757.13	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	350.784	2279.41	1686.61	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	687.765	857.671	2279.41	3757.13	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	687.765	857.671	2279.41	3757.13	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	350.784	2279.41	1686.61	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	687.765	857.671	2279.41	3757.13	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.47298	141.748	0	432.27	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.47298	141.748	0	432.27	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	1.47298	141.748	0	432.27	
E_103x_SLD_q=1_140		7401.87	1820.24	679.43	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		7401.87	547.104	1934.02	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		8028.13	547.104	679.43	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	13136.8	425.25	457.444	4384.07	6500.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	13136.8	854.919	566.205	10800	7684.19	
SLE_rar_vento_gr4_96	12725.7	687.765	857.671	8675.63	11733.5	
SLE_rar_gr3+vento_91	13136.8	854.919	566.205	10800	7684.19	
SLE_rar_vento_gr4_96	12725.7	687.765	857.671	8675.63	11733.5	
SLE_rar_gr4_centrif_88	12725.7	680.4	350.784	8607.13	4948.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	12725.7	687.765	857.671	8675.63	11733.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	12725.7	687.765	857.671	8675.63	11733.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	12725.7	687.765	857.671	8675.63	11733.5	
SLE_rar_vento_gr4_96	12725.7	687.765	857.671	8675.63	11733.5	
SLE_qp_gr1_Treno_115	11081.3	0	40.3709	0	393.617	
SLE_qp_gr1+vento_119	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_119	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_119	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_119	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
E_103x_SLD_q=1_140	11349.7	1820.24	679.43	17800	7069.14	
E_103y_SLD_q=1_141	11349.7	547.104	1934.02	5340	22555.2	
E_103z_SLD_q=1_142	11976	547.104	679.43	5340	7069.14	


BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	21249.1	425.25	457.444	5447.19	7644.12	
SLE_rar_gr3+vento_91	21249.1	854.919	566.205	12937.3	9099.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	20838	687.765	857.671	10395	13877.6	
SLE_rar_gr3+vento_91	21249.1	854.919	566.205	12937.3	9099.7	
SLE_rar_vento_gr4_96	20838	687.765	857.671	10395	13877.6	
SLE_rar_gr4_centrif_88	20838	680.4	350.784	10308.1	5825.87	
SLE_rar_vento_gr4_96	20838	687.765	857.671	10395	13877.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	20838	687.765	857.671	10395	13877.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	20838	687.765	857.671	10395	13877.6	
SLE_rar_vento_gr4_96	20838	687.765	857.671	10395	13877.6	
SLE_qp_gr1_Treno_115	19193.7	0	40.3709	0	494.544	
SLE_qp_gr1+vento_119	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_119	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_119	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_119	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
E_103x_SLD_q=1_140	19631.2	2220.55	799.522	23351.4	9067.95	
E_103y_SLD_q=1_141	19631.2	947.412	2054.11	7708.53	27690.5	
E_103z_SLD_q=1_142	20652.1	947.412	799.522	7708.53	9067.95	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		10483.7	425.25	457.444	429.243	2246.27	
SLE_rar_gr3+vento_162		10483.7	854.919	597.279	620.605	2561.95	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	293.148	620.605	1319.64	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	375.644	496.484	1801.38	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	687.765	882.531	496.484	3871.9	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.47298	141.748	0	432.27	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.47298	141.748	0	432.27	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	1.47298	141.748	141.748	432.27	
E_103x_SLD_q=1_211		7401.87	1820.24	679.43	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7401.87	547.104	1934.02	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		8028.13	547.104	679.43	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	14431.6	425.25	457.444	4384.07	6500.5	
SLE_rar_gr3+vento_162	14431.6	854.919	597.279	8571.35	8116.65	
SLE_rar_vento_gr4_167	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_gr3+vento_162	14431.6	854.919	597.279	8571.35	8116.65	
SLE_rar_vento_gr4_167	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13761.5	680.4	375.644	6824.2	5294.87	
SLE_rar_vento_gr4_167	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_rar_vento_gr4_167	13761.5	687.765	882.531	6892.7	12079.4	
SLE_qp_gr1_Treno_186	11081.3	0	40.3709	0	393.617	
SLE_qp_gr1+vento_190	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_190	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_190	11081.3	1.47298	141.748	13.6987	1750.53	
SLE_qp_gr1+vento_190	11081.3	1.47298	141.748	141.748	1750.53	
E_103x_SLD_q=1_211	11349.7	1820.24	679.43	17800	7069.14	
E_103y_SLD_q=1_212	11349.7	547.104	1934.02	5340	22555.2	
E_103z_SLD_q=1_213	11976	547.104	679.43	5340	7069.14	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	22543.9	425.25	457.444	5447.19	7644.12	
SLE_rar_gr3+vento_162	22543.9	854.919	597.279	10708.6	9609.85	
SLE_rar_vento_gr4_167	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_gr3+vento_162	22543.9	854.919	597.279	10708.6	9609.85	
SLE_rar_vento_gr4_167	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_gr4_centrif_159	21873.9	680.4	375.644	8525.2	6233.98	
SLE_rar_vento_gr4_167	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	21873.9	687.765	882.531	8612.11	14285.8	
SLE_qp_gr1_Treno_186	19193.7	0	40.3709	0	494.544	
SLE_qp_gr1+vento_190	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_190	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_190	19193.7	1.47298	141.748	17.3812	2104.9	
SLE_qp_gr1+vento_190	19193.7	1.47298	141.748	141.748	2104.9	
E_103x_SLD_q=1_211	19631.2	2220.55	799.522	23351.4	9067.95	
E_103y_SLD_q=1_212	19631.2	947.412	2054.11	7708.53	27690.5	
E_103z_SLD_q=1_213	20652.1	947.412	799.522	7708.53	9067.95	

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1

TESTA PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		14950.6	616.613	724.011	622.402	3284.42
A1_SLU_gr3+vento_7		14950.6	1239.85	941.978	899.878	3804.27
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	997.627	1354.07	719.902	5739.85
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	997.627	1354.07	719.902	5739.85
E_103x_SLV_q=1.5_60		7443.19	2458.65	845.041	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		7443.19	738.627	2486.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		8165.86	738.627	845.041	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		7443.19	3686.24	1196.16	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		7443.19	1106.9	3656.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		8165.86	1106.9	1196.16	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		20280.2	616.613	724.011	6356.9	10017.7
A1_SLU_gr3+vento_7		20280.2	1239.85	941.978	12430.5	12564.7
A1_SLU_vento_gr4_12		19308.6	997.627	1354.07	9997.84	18332.7
A1_SLU_gr3+vento_7		20280.2	1239.85	941.978	12430.5	12564.7
A1_SLU_vento_gr4_12		19308.6	997.627	1354.07	9997.84	18332.7
E_103x_SLV_q=1.5_60		11391	2458.65	845.041	22139.3	8422.81
E_103y_SLV_q=1.5_61		11391	738.627	2486.06	6641.8	27067.4
E_103z_SLV_q=1.5_62		12113.7	738.627	845.041	6641.8	8422.81
E_103x_SLV_q=1_66		11391	3686.24	1196.16	33208.5	12417.8
E_103y_SLV_q=1_67		11391	1106.9	3656.46	9962.56	40384.1
E_103z_SLV_q=1_68		12113.7	1106.9	1196.16	9962.56	12417.8
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		31231.9	616.613	724.011	7898.43	11827.7
A1_SLU_gr3+vento_7		31231.9	1239.85	941.978	15530.1	14919.6
A1_SLU_vento_gr4_12		30260.3	997.627	1354.07	12491.9	21717.9
A1_SLU_gr3+vento_7		31231.9	1239.85	941.978	15530.1	14919.6
A1_SLU_vento_gr4_12		30260.3	997.627	1354.07	12491.9	21717.9
E_103x_SLV_q=1.36_63		19595.9	3504.25	1155.34	33113.9	12110.2
E_103y_SLV_q=1.36_64		19595.9	1612.23	2960.45	11336.5	37132.1
E_103z_SLV_q=1.36_65		20534.6	1612.23	1155.34	11336.5	12110.2
E_103x_SLV_q=1_66		19595.9	4486.13	1436.13	44423.8	16008.1
E_103y_SLV_q=1_67		19595.9	1906.79	3896.42	14729.5	50125.1
E_103z_SLV_q=1_68		20534.6	1906.79	1436.13	14729.5	16008.1


Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		13073.1	616.613	656.423	3853.96	3066.26
A1_SLU_gr3+vento_78		13073.1	1239.85	874.39	4131.43	3586.11
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	997.627	1300	3305.15	5565.32
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		13073.1	1233.23	418.192	4131.43	1722.64
A1_SLU_vento_gr4_83		12477.1	997.627	1300	3305.15	5565.32
E_103x_SLV_q=1.5_131		7443.19	2458.65	845.041	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		7443.19	738.627	2486.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		8165.86	738.627	845.041	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		7443.19	3686.24	1196.16	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		7443.19	1106.9	3656.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		8165.86	1106.9	1196.16	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		18402.7	616.613	656.423	9588.46	9170.99
A1_SLU_gr3+vento_78		18402.7	1239.85	874.39	15662.1	11717.9
A1_SLU_vento_gr4_83		17806.7	997.627	1300	12583.1	17655.3
A1_SLU_gr3+vento_78		18402.7	1239.85	874.39	15662.1	11717.9
A1_SLU_vento_gr4_83		17806.7	997.627	1300	12583.1	17655.3
E_103x_SLV_q=1.5_131		11391	2458.65	845.041	22139.3	8422.81
E_103y_SLV_q=1.5_132		11391	738.627	2486.06	6641.8	27067.4
E_103z_SLV_q=1.5_133		12113.7	738.627	845.041	6641.8	8422.81
E_103x_SLV_q=1_137		11391	3686.24	1196.16	33208.5	12417.8
E_103y_SLV_q=1_138		11391	1106.9	3656.46	9962.56	40384.1
E_103z_SLV_q=1_139		12113.7	1106.9	1196.16	9962.56	12417.8
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		29354.4	616.613	656.423	11130	10812
A1_SLU_gr3+vento_78		29354.4	1239.85	874.39	18761.7	13903.9
A1_SLU_vento_gr4_83		28758.3	997.627	1300	15077.2	20905.3
A1_SLU_gr3+vento_78		29354.4	1239.85	874.39	18761.7	13903.9
A1_SLU_vento_gr4_83		28758.3	997.627	1300	15077.2	20905.3
E_103x_SLV_q=1.36_134		19595.9	3504.25	1155.34	33113.9	12110.2
E_103y_SLV_q=1.36_135		19595.9	1612.23	2960.45	11336.5	37132.1
E_103z_SLV_q=1.36_136		20534.6	1612.23	1155.34	11336.5	12110.2
E_103x_SLV_q=1_137		19595.9	4486.13	1436.13	44423.8	16008.1
E_103y_SLV_q=1_138		19595.9	1906.79	3896.42	14729.5	50125.1
E_103z_SLV_q=1_139		20534.6	1906.79	1436.13	14729.5	16008.1

Configurazione3

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		14950.6	616.613	724.011	622.402	3284.42
A1_SLU_gr3+vento_149		14950.6	1239.85	941.978	899.878	3804.27
A1_SLU_vento_gr4_154		13979	997.627	1354.07	719.902	5739.85
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145		14950.6	1233.23	485.78	899.878	1940.8
A1_SLU_vento_gr4_154		13979	997.627	1354.07	719.902	5739.85
E_103x_SLV_q=1.5_202		7443.19	2458.65	845.041	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203		7443.19	738.627	2486.06	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204		8165.86	738.627	845.041	0	0
E_103x_SLV_q=1_208		7443.19	3686.24	1196.16	0	0
E_103y_SLV_q=1_209		7443.19	1106.9	3656.46	0	0
E_103z_SLV_q=1_210		8165.86	1106.9	1196.16	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		20280.2	616.613	724.011	6356.9	10017.7
A1_SLU_gr3+vento_149		20280.2	1239.85	941.978	12430.5	12564.7
A1_SLU_vento_gr4_154		19308.6	997.627	1354.07	9997.84	18332.7
A1_SLU_gr3+vento_149		20280.2	1239.85	941.978	12430.5	12564.7
A1_SLU_vento_gr4_154		19308.6	997.627	1354.07	9997.84	18332.7
E_103x_SLV_q=1.5_202		11391	2458.65	845.041	22139.3	8422.81
E_103y_SLV_q=1.5_203		11391	738.627	2486.06	6641.8	27067.4
E_103z_SLV_q=1.5_204		12113.7	738.627	845.041	6641.8	8422.81
E_103x_SLV_q=1_208		11391	3686.24	1196.16	33208.5	12417.8
E_103y_SLV_q=1_209		11391	1106.9	3656.46	9962.56	40384.1
E_103z_SLV_q=1_210		12113.7	1106.9	1196.16	9962.56	12417.8
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_143		31231.9	616.613	724.011	7898.43	11827.7
A1_SLU_gr3+vento_149		31231.9	1239.85	941.978	15530.1	14919.6
A1_SLU_vento_gr4_154		30260.3	997.627	1354.07	12491.9	21717.9
A1_SLU_gr3+vento_149		31231.9	1239.85	941.978	15530.1	14919.6
A1_SLU_vento_gr4_154		30260.3	997.627	1354.07	12491.9	21717.9
E_103x_SLV_q=1.36_205		19595.9	3504.25	1155.34	33113.9	12110.2
E_103y_SLV_q=1.36_206		19595.9	1612.23	2960.45	11336.5	37132.1
E_103z_SLV_q=1.36_207		20534.6	1612.23	1155.34	11336.5	12110.2
E_103x_SLV_q=1_208		19595.9	4486.13	1436.13	44423.8	16008.1
E_103y_SLV_q=1_209		19595.9	1906.79	3896.42	14729.5	50125.1
E_103z_SLV_q=1_210		20534.6	1906.79	1436.13	14729.5	16008.1



 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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	110 $\Phi$ 26 interasse 20 cm*	$\Phi$ 12/20	8.7 cm
plinto	Trasv: 2.5 strati $\Phi$ 30/10 Long 2.5 strati $\Phi$ 30/10	-	8.7 cm
pali	36 $\Phi$ 30 interasse 15 cm*	$\Phi$ 12/20	9.7 cm

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

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.


## 8. FUSTO PILA

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

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

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

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


	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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  $q \leq 1,5$ .*

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## 8.1 Modellazione

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

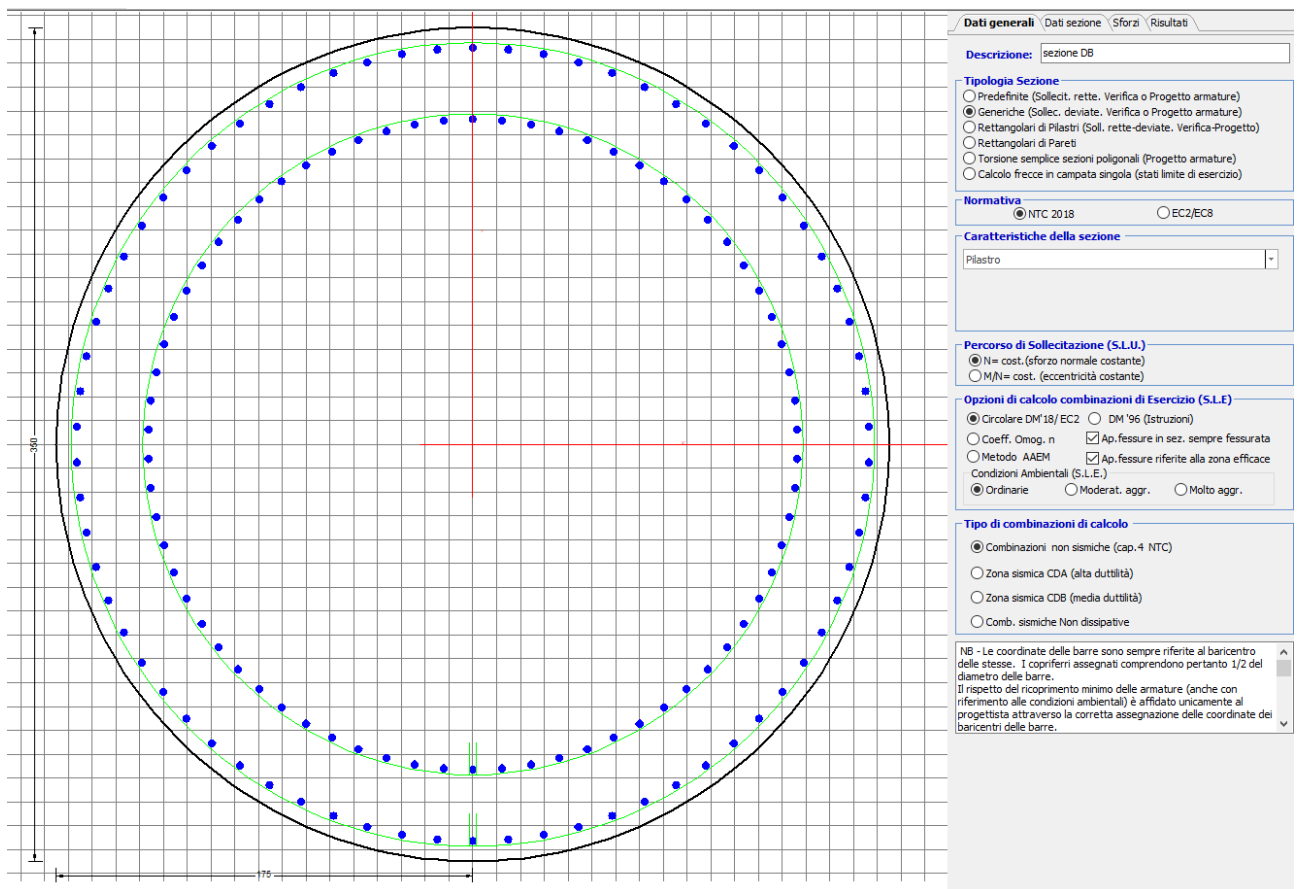


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 110 di diametro  $\Phi 26$  che corrispondono ad un passo di 15cm lungo il bordo esterno e speculari internamente alla sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

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

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3334.6	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.000	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

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

**DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE**

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	166.5	55	26
2	0.0	0.0	136.5	55	26

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

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

Vy

Vx

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

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

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	20280.19	6356.90	10017.72	0.00	0.00
2	20280.19	12430.51	12564.66	0.00	0.00
3	19308.62	9997.84	18332.72	0.00	0.00
4	20280.19	12430.51	12564.66	0.00	0.00
5	19308.62	9997.84	18332.72	0.00	0.00
6	11391.04	22139.32	8422.81	0.00	0.00
7	11391.04	6641.80	27067.41	0.00	0.00
8	12113.72	6641.80	8422.81	0.00	0.00
9	18402.74	9588.46	9170.99	0.00	0.00
10	18402.74	15662.07	11717.94	0.00	0.00
11	17806.66	12583.08	17655.34	0.00	0.00
12	18402.74	15662.07	11717.94	0.00	0.00
13	17806.66	12583.08	17655.34	0.00	0.00
14	11391.04	22139.32	8422.81	0.00	0.00
15	11391.04	6641.80	27067.41	0.00	0.00
16	12113.72	6641.80	8422.81	0.00	0.00
17	20280.19	6356.90	10017.72	0.00	0.00
18	20280.19	12430.51	12564.66	0.00	0.00
19	19308.62	9997.84	18332.72	0.00	0.00
20	20280.19	12430.51	12564.66	0.00	0.00
21	19308.62	9997.84	18332.72	0.00	0.00
22	11391.04	22139.32	8422.81	0.00	0.00
23	11391.04	6641.80	27067.41	0.00	0.00
24	12113.72	6641.80	8422.81	0.00	0.00

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

N

Mx

My

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

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

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	14431.57	4384.07	6500.50
2	14431.57	8571.35	8116.65
3	13761.52	6892.70	12079.43
4	14431.57	8571.35	8116.65
5	13761.52	6892.70	12079.43
6	13136.78	4384.07	6500.50
7	13136.78	10800.01	7684.19
8	12725.69	8675.63	11733.47
9	13136.78	10800.01	7684.19
10	12725.69	8675.63	11733.47
11	14431.57	4384.07	6500.50
12	14431.57	8571.35	8116.65
13	13761.52	6892.70	12079.43
14	14431.57	8571.35	8116.65
15	13761.52	6892.70	12079.43
16	11184.69	15550.09	6044.59
17	11184.69	4665.03	19140.01
18	11425.89	4665.03	6044.59
19	11349.72	17800.01	7069.14
20	11349.72	5340.00	22555.18
21	11975.99	5340.00	7069.14

22	11349.72	17800.01	7069.14
23	11349.72	5340.00	22555.18
24	11975.99	5340.00	7069.14

**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	13761.52	6824.20 (41569.64)	5294.87 (32253.72)
2	13761.52	6892.70 (12981.55)	12079.43 (22750.12)
3	13761.52	6892.70 (12981.55)	12079.43 (22750.12)
4	13761.52	6892.70 (12981.55)	12079.43 (22750.12)
5	13761.52	6892.70 (12981.55)	12079.43 (22750.12)
6	12725.69	8607.13 (29999.53)	4948.90 (17249.03)
7	12725.69	8675.63 (14187.00)	11733.47 (19187.39)
8	12725.69	8675.63 (14187.00)	11733.47 (19187.39)
9	12725.69	8675.63 (14187.00)	11733.47 (19187.39)
10	12725.69	8675.63 (14187.00)	11733.47 (19187.39)
11	13761.52	6824.20 (41569.64)	5294.87 (32253.72)
12	13761.52	6892.70 (12981.55)	12079.43 (22750.12)
13	13761.52	6892.70 (12981.55)	12079.43 (22750.12)
14	13761.52	6892.70 (12981.55)	12079.43 (22750.12)
15	13761.52	6892.70 (12981.55)	12079.43 (22750.12)

**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	11081.33	0.00 (0.00)	393.62 (0.00)
2	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
3	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
4	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
5	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
6	11081.33	0.00 (0.00)	393.62 (0.00)
7	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
8	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
9	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
10	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
11	11081.33	0.00 (0.00)	393.62 (0.00)
12	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
13	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
14	11081.33	13.70 (0.00)	1750.53 (0.00)
15	11081.33	141.75 (0.00)	1750.53 (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:

13.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
 MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
 MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
 MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
 MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [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	20280.19	6356.90	10017.72	20279.96	29223.76(29223.76)	46082.86(46082.86)	4.60584.0(288.6)	
2	S	20280.19	12430.51	12564.66	20280.07	38371.05(38371.05)	38799.33(38799.33)	3.09584.0(288.6)	
3	S	19308.62	9997.84	18332.72	19308.51	25703.63(25703.63)	47127.04(47127.04)	2.57584.0(288.6)	
4	S	20280.19	12430.51	12564.66	20280.07	38371.05(38371.05)	38799.33(38799.33)	3.09584.0(288.6)	
5	S	19308.62	9997.84	18332.72	19308.51	25703.63(25703.63)	47127.04(47127.04)	2.57584.0(288.6)	
6	S	11391.04	22139.32	8422.81	11391.07	42863.17(42863.17)	16299.16(16299.16)	1.94584.0(288.6)	
7	S	11391.04	6641.80	27067.41	11390.79	10926.73(10926.73)	44539.24(44539.24)	1.65584.0(288.6)	
8	S	12113.72	6641.80	8422.81	12113.94	28861.02(28861.02)	36604.03(36604.03)	4.35584.0(288.6)	
9	S	18402.74	9588.46	9170.99	18402.87	38182.02(38182.02)	36521.10(36521.10)	3.98584.0(288.6)	
10	S	18402.74	15662.07	11717.94	18402.93	42304.30(42304.30)	31655.86(31655.86)	2.70584.0(288.6)	
11	S	17806.66	12583.08	17655.34	17806.86	30335.62(30335.62)	42570.20(42570.20)	2.41584.0(288.6)	
12	S	18402.74	15662.07	11717.94	18402.93	42304.30(42304.30)	31655.86(31655.86)	2.70584.0(288.6)	
13	S	17806.66	12583.08	17655.34	17806.86	30335.62(30335.62)	42570.20(42570.20)	2.41584.0(288.6)	
14	S	11391.04	22139.32	8422.81	11391.07	42863.17(42863.17)	16299.16(16299.16)	1.94584.0(288.6)	
15	S	11391.04	6641.80	27067.41	11390.79	10926.73(10926.73)	44539.24(44539.24)	1.65584.0(288.6)	
16	S	12113.72	6641.80	8422.81	12113.94	28861.02(28861.02)	36604.03(36604.03)	4.35584.0(288.6)	
17	S	20280.19	6356.90	10017.72	20279.96	29223.76(29223.76)	46082.86(46082.86)	4.60584.0(288.6)	
18	S	20280.19	12430.51	12564.66	20280.07	38371.05(38371.05)	38799.33(38799.33)	3.09584.0(288.6)	
19	S	19308.62	9997.84	18332.72	19308.51	25703.63(25703.63)	47127.04(47127.04)	2.57584.0(288.6)	
20	S	20280.19	12430.51	12564.66	20280.07	38371.05(38371.05)	38799.33(38799.33)	3.09584.0(288.6)	
21	S	19308.62	9997.84	18332.72	19308.51	25703.63(25703.63)	47127.04(47127.04)	2.57584.0(288.6)	
22	S	11391.04	22139.32	8422.81	11391.07	42863.17(42863.17)	16299.16(16299.16)	1.94584.0(288.6)	
23	S	11391.04	6641.80	27067.41	11390.79	10926.73(10926.73)	44539.24(44539.24)	1.65584.0(288.6)	
24	S	12113.72	6641.80	8422.81	12113.94	28861.02(28861.02)	36604.03(36604.03)	4.35584.0(288.6)	

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 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	147.8	0.0	0.00318	137.4	94.0	-0.00902	-142.6	-86.0
2	0.00350	124.4	1.4	0.00318	112.6	122.7	-0.00903	-119.4	-116.0
3	0.00350	153.6	1.4	0.00318	147.3	77.7	-0.00926	-142.6	-86.0
4	0.00350	124.4	1.4	0.00318	112.6	122.7	-0.00903	-119.4	-116.0
5	0.00350	153.6	1.4	0.00318	147.3	77.7	-0.00926	-142.6	-86.0
6	0.00350	62.2	0.0	0.00312	64.8	153.4	-0.01161	-56.0	-156.8





N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.02	145.1	0.0	-3.0	-142.6	-86.0	505	10.6
2	S	4.13	120.3	0.0	-23.2	-119.4	-116.0	4249	53.1
3	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
4	S	4.13	120.3	0.0	-23.2	-119.4	-116.0	4249	53.1
5	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
6	S	2.92	145.1	0.0	-5.4	-142.6	-86.0	1352	26.5
7	S	4.69	101.5	0.0	-42.6	-90.0	-140.1	7249	95.6
8	S	5.28	140.7	0.0	-60.8	-131.9	-101.7	8865	111.5
9	S	4.69	101.5	0.0	-42.6	-90.0	-140.1	7249	95.6
10	S	5.28	140.7	0.0	-60.8	-131.9	-101.7	8865	111.5
11	S	3.02	145.1	0.0	-3.0	-142.6	-86.0	505	10.6
12	S	4.13	120.3	0.0	-23.2	-119.4	-116.0	4249	53.1
13	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
14	S	4.13	120.3	0.0	-23.2	-119.4	-116.0	4249	53.1
15	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
16	S	6.39	63.4	0.0	-107.3	-56.0	-156.8	11364	138.0
17	S	7.81	170.0	0.0	-155.7	-163.2	-33.1	12224	143.4
18	S	2.75	138.5	0.0	-8.3	-131.9	-101.7	2450	37.2
19	S	7.53	64.6	0.0	-144.2	-56.0	-156.8	12047	143.4
20	S	9.43	170.3	0.0	-212.2	-163.2	-33.1	12772	148.7
21	S	3.13	139.6	0.0	-13.3	-131.9	-101.7	3515	47.8
22	S	7.53	64.6	0.0	-144.2	-56.0	-156.8	12047	143.4
23	S	9.43	170.3	0.0	-212.2	-163.2	-33.1	12772	148.7
24	S	3.13	139.6	0.0	-13.3	-131.9	-101.7	3515	47.8

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00002	0	0.834	26.0	72	0.00001 (0.00001)	595	0.005 (990.00)	50141.58	74347.66
2	S	-0.00013	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	834	0.058 (990.00)	23592.08	22340.55
3	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (990.00)	12981.55	22750.12
4	S	-0.00013	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	834	0.058 (990.00)	23592.08	22340.55
5	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (990.00)	12981.55	22750.12
6	S	-0.00003	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	620	0.010 (990.00)	34104.17	50568.12
7	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	804	0.103 (990.00)	21371.06	15205.48
8	S	-0.00032	0	0.833	26.0	72	0.00018 (0.00018)	831	0.152 (990.00)	14187.00	19187.39
9	S	-0.00023	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	804	0.103 (990.00)	21371.06	15205.48
10	S	-0.00032	0	0.833	26.0	72	0.00018 (0.00018)	831	0.152 (990.00)	14187.00	19187.39
11	S	-0.00002	0	0.834	26.0	72	0.00001 (0.00001)	595	0.005 (990.00)	50141.58	74347.66
12	S	-0.00013	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	834	0.058 (990.00)	23592.08	22340.55
13	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (990.00)	12981.55	22750.12

14	S	-0.00013	0	0.833	26.0	72	0.00007 (0.00007)	834	0.058 (990.00)	23592.08	22340.55
15	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (990.00)	12981.55	22750.12
16	S	-0.00056	0	0.833	26.0	72	0.00032 (0.00032)	851	0.274 (990.00)	19293.11	7499.57
17	S	-0.00081	0	0.833	26.0	72	0.00047 (0.00047)	873	0.408 (990.00)	4591.78	18839.49
18	S	-0.00005	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	730	0.018 (990.00)	27670.77	35853.67
19	S	-0.00075	0	0.833	26.0	72	0.00043 (0.00043)	864	0.374 (990.00)	18301.95	7268.48
20	S	-0.00111	0	0.833	26.0	72	0.00064 (0.00064)	878	0.559 (990.00)	4262.45	18003.79
21	S	-0.00007	0	0.833	26.0	72	0.00004 (0.00004)	787	0.031 (990.00)	22597.66	29914.99
22	S	-0.00075	0	0.833	26.0	72	0.00043 (0.00043)	864	0.374 (990.00)	18301.95	7268.48
23	S	-0.00111	0	0.833	26.0	72	0.00064 (0.00064)	878	0.559 (990.00)	4262.45	18003.79
24	S	-0.00007	0	0.833	26.0	72	0.00004 (0.00004)	787	0.031 (990.00)	22597.66	29914.99

**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	3.17	107.3	0.0	-7.4	-105.4	-128.9	1826	31.9
2	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
3	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
4	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
5	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
6	S	3.49	87.2	0.0	-17.2	-90.0	-140.1	3933	53.1
7	S	5.28	140.7	0.0	-60.8	-131.9	-101.7	8865	111.5
8	S	5.28	140.7	0.0	-60.8	-131.9	-101.7	8865	111.5
9	S	5.28	140.7	0.0	-60.8	-131.9	-101.7	8865	111.5
10	S	5.28	140.7	0.0	-60.8	-131.9	-101.7	8865	111.5
11	S	3.17	107.3	0.0	-7.4	-105.4	-128.9	1826	31.9
12	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
13	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
14	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6
15	S	4.92	152.0	0.0	-44.9	-142.6	-86.0	7238	95.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00004	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	667	0.015 (0.40)	41569.64	32253.72
2	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (0.40)	12981.55	22750.12
3	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (0.40)	12981.55	22750.12
4	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (0.40)	12981.55	22750.12
5	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (0.40)	12981.55	22750.12
6	S	-0.00009	0	0.833	26.0	72	0.00005 (0.00005)	791	0.041 (0.40)	29999.53	17249.03
7	S	-0.00032	0	0.833	26.0	72	0.00018 (0.00018)	831	0.152 (0.40)	14187.00	19187.39
8	S	-0.00032	0	0.833	26.0	72	0.00018 (0.00018)	831	0.152 (0.40)	14187.00	19187.39
9	S	-0.00032	0	0.833	26.0	72	0.00018 (0.00018)	831	0.152 (0.40)	14187.00	19187.39
10	S	-0.00032	0	0.833	26.0	72	0.00018 (0.00018)	831	0.152 (0.40)	14187.00	19187.39
11	S	-0.00004	0	0.833	26.0	72	0.00002 (0.00002)	667	0.015 (0.40)	41569.64	32253.72
12	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (0.40)	12981.55	22750.12
13	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (0.40)	12981.55	22750.12
14	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (0.40)	12981.55	22750.12
15	S	-0.00024	0	0.833	26.0	72	0.00013 (0.00013)	803	0.108 (0.40)	12981.55	22750.12


**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	1.14	175.0	0.0	14.7	-166.4	4.8	----	----
2	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	----	----
3	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	----	----
4	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	----	----
5	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	----	----

6	S	1.14	175.0	0.0	14.7	-166.4	4.8	---	---
7	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	---	---
8	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	---	---
9	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	---	---
10	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	---	---
11	S	1.14	175.0	0.0	14.7	-166.4	4.8	---	---
12	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	---	---
13	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	---	---
14	S	1.42	175.0	0.0	10.6	-166.4	4.8	---	---
15	S	1.42	174.4	0.0	10.6	-165.9	-14.2	---	---


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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	4	
area armature trasversale	Asw	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 varifica taglio	secondo	statica $q=1$	
<b>Direzione Longidinale</b>			
resistenza ridotta	f'c	9	Mpa
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	23293	kN
resistenza staffe	Vs	5593	kN
taglio resisitente	Vr	5593	kN
taglio massimo agente	Ved	4139	kN
	Ved/Vrd	0.74	
<b>Direzione Trasversale</b>			
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	253	cm
larghezza biella	bw	295	cm
inclinazione biella	$\vartheta$	22	gradi
resistenza puntoni	Vc	23293	kN
resistenza staffe	Vs	5593	kN
taglio resisitente	Vr	5593	kN
taglio massimo agente	Ved	4073	kN
	Ved/Vrd	0.73	

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</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>110</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>26</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	58402	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	9621000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>0.61%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.14</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.03	
interasse staffe	s	<b>200</b>	mm
diametro 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	12.69	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.0444</b>	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P11	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

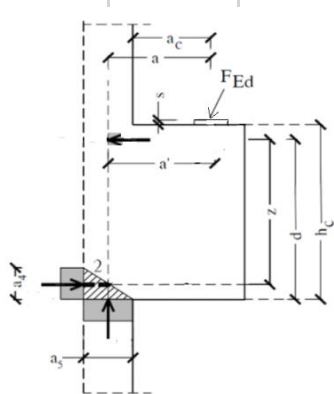
### 8.5 Verifica spostamenti

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

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

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

## 9. PULVINO

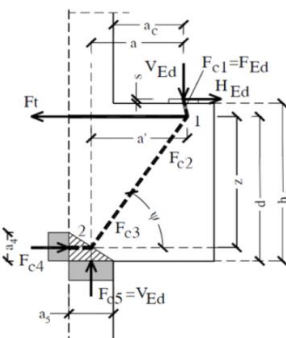
<u>Geometria mensola</u>					
	Altezza mensola	hc	2000	[mm]	
	larghezza mensola	atot	3549.10288	[mm]	
	profondità	b	2000	[mm]	
	copriferro	c	85	[mm]	
	applicazione carico	ac	50	[mm]	
	altezza utile	d	1915	[mm]	
	braccio delle forze interne	z	1532	[mm]	
<i>tipologia di mensola:</i>		<b>MENSOLA MOLTO TOZZA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



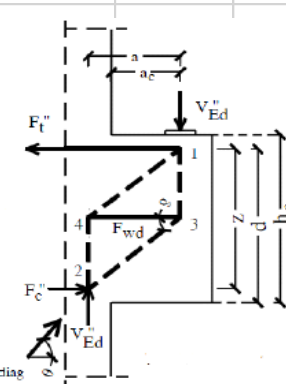
## 9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

### Calcolo armatura principale

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

	modello 1	azione esterna applicata	Fed = Fc5	5070.046825	[Kn]		
			forza orizzontale trasmessa	Hed	181.0026444		
			braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
			larghezza risultante di riferimento	a5	160.3200519	[mm]	
			braccio della forza di compressione	a	130.160026	[mm]	
			trazione nelle barre che si verifica	Ft = Fc4	493.9646483	[Kn]	
			armatura superiore	As	1262.354101	[mm2]	
			diametro del ferro longitudinale	Φ	16	[mm]	
			passo armature	p	20	[cm]	
			numero di strati di barre	nst	1		
			numeri ferri predisposti in b	n	10		
			areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]	
		coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.591946347			
	verifica nodo 1 CCC	lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]		
		tensione di compressione 4	s4	0.322431233	[Mpa]	Oke	

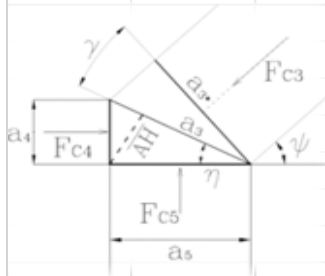
### Calcolo armatura secondaria orizzontale

	modello 2	angolo di inclinazione	Ψ	84.43252552	[gradi]		
			coefficiente di ripartizione	c	12.96562435	[%]	
			braccio della forza di trazione	z	1532	[mm]	
			braccio della forza di compressione	a	130.160026	[mm]	
			trazione nelle barre secondarie	Fwd	839.4224303	[Kn]	
			armatura secondaria	As	2145.190655	[mm2]	
			armatura minima 0.25As	Amin	502.4		
			diametro ferri secondari	Φ	16	[mm]	
			passo armature direzione b	s	20	[cm]	
			numero di strati di barre	nst	1		
			numeri ferri predisposti in b	n	10		
			areare ferri resistenti	Ares	2009.6	[mm2]	
		coef. di sicurezza	Trd/Fc4	1.591946347			
	verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra)	area piastra di contatto	Aap	640000	[mm2]		
		tensione di compr. sotto la piastra	sc1	7.921948165	[Mpa]	Oke	

## 9.2 Verifica dei nodi

### Nodo CCC

		biella di copressione verticale	Fc1	5070.046825	[Kn]	
		biella comprella orizzontale	Fc2	493.9646483	[Kn]	
		biella compresaa inclinata	Fc3	5094.099033	[Kn]	
		lunghezza di applicazione delle s5	a5	160.3200519	[mm]	
		tensione di compressione 5	s5	15.81226667	[Mpa]	Ok
		per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni				
		lunghezza di applicazione delle s4	a4	766	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3	782.5972905	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone 3	a3*	161.0798797	[mm]	
		difetto di ortogonalità	c	72.65108689	[gradi]	
		tensione di compressione 4	s4	0.322431233	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3	s3	3.254610701	[Mpa]	Ok
		tensione di compressione 3*	s3*	15.81233809	[Mpa]	OK



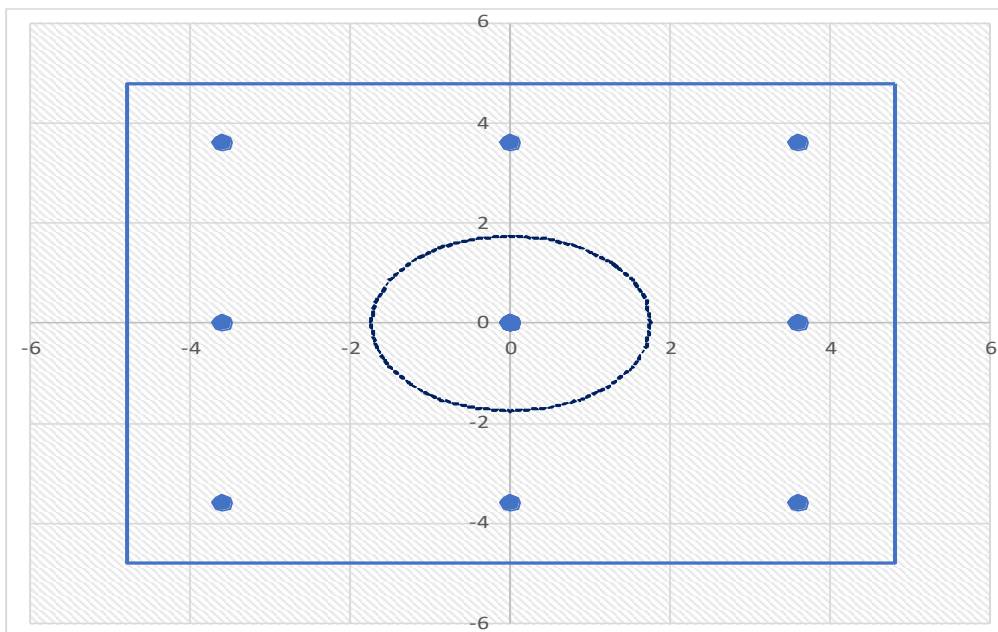
### Nodo CCT

		forza di contatto	Fc1	5070.046825	[Kn]	
		biella di calcestruzzo inclinata	Fc3	5094.099033	[Kn]	
		trazione barra	T	493.9646483	[Kn]	
		lunghezza di applicazione contatto	a1	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione contatto	b	800	[mm]	
		lunghezza di applicazione puntone	a2	813.4996228	[mm]	
		lunghezza tirante	u	178	[mm]	
		angolo di inclinazione	h	84.43252552	[gradi]	
		tesnione di contatto	$s_{c1} < s_{Rd2,t}$	7.92	$\leq$	13.44 Ok
		tensione biella di calcestruzzo incl.	$s_{c3} < s_{Rd2,t}$	7.83	$\leq$	13.44 Ok

## 10. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali	n.	<b>9</b>		
diámetro pali	D	<b>1.2</b>	m	
interasse pali	i	<b>3.6</b>	m	
altezza plinto di fondazione	h	<b>2.5</b>	m	
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale	at	1.85	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.85	m	
direzione trasversale	a/h	0.74	<i>Plinto basso</i>	
direzione longitudinale	a/h	0.74	<i>Plinto basso</i>	



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

Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	4189.2	2859.3	4234.0
2	0	-3.6	2751.2	1495.4	120.7
3	3.6	3.6	4879.9	5179.9	4975.1
4	3.6	-3.6	3441.9	3816.0	861.8
5	-3.6	-3.6	2060.5	-825.2	-620.4
6	-3.6	3.6	3498.5	538.6	3492.9
7	3.6	0	4160.9	4497.9	2918.4
8	-3.6	0	2779.5	-143.3	1436.2
9	0	0	3470.2	2177.3	2177.3
	0	0	3470.2	2177.3	2177.3
	0	0	3470.2	2177.3	2177.3
	0	0	3470.2	2177.3	2177.3
	taglio combinato in		129.7583	361.4972	392.533
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	2963.5	2859.3	4234.0
2	0	-3.6	1599.7	1495.4	120.7
3	3.6	3.6	3704.7	5179.9	4975.1
4	3.6	-3.6	2340.8	3816.0	861.8
5	-3.6	-3.6	858.6	-825.2	-620.4
6	-3.6	3.6	2222.4	538.6	3492.9
7	3.6	0	3022.7	4497.9	2918.4
8	-3.6	0	1540.5	-143.3	1436.2
9	0	0	2281.6	2177.3	2177.3
	0	0	2281.6	2177.3	2177.3
	0	0	2281.6	2177.3	2177.3
	0	0	2281.6	2177.3	2177.3
	taglio combinato in		198.9258	361.4972	392.533

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

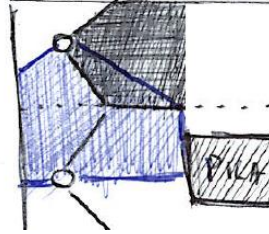


Figura 12 - larghezze di riferimento

### 10.1 Dimensionamento armature

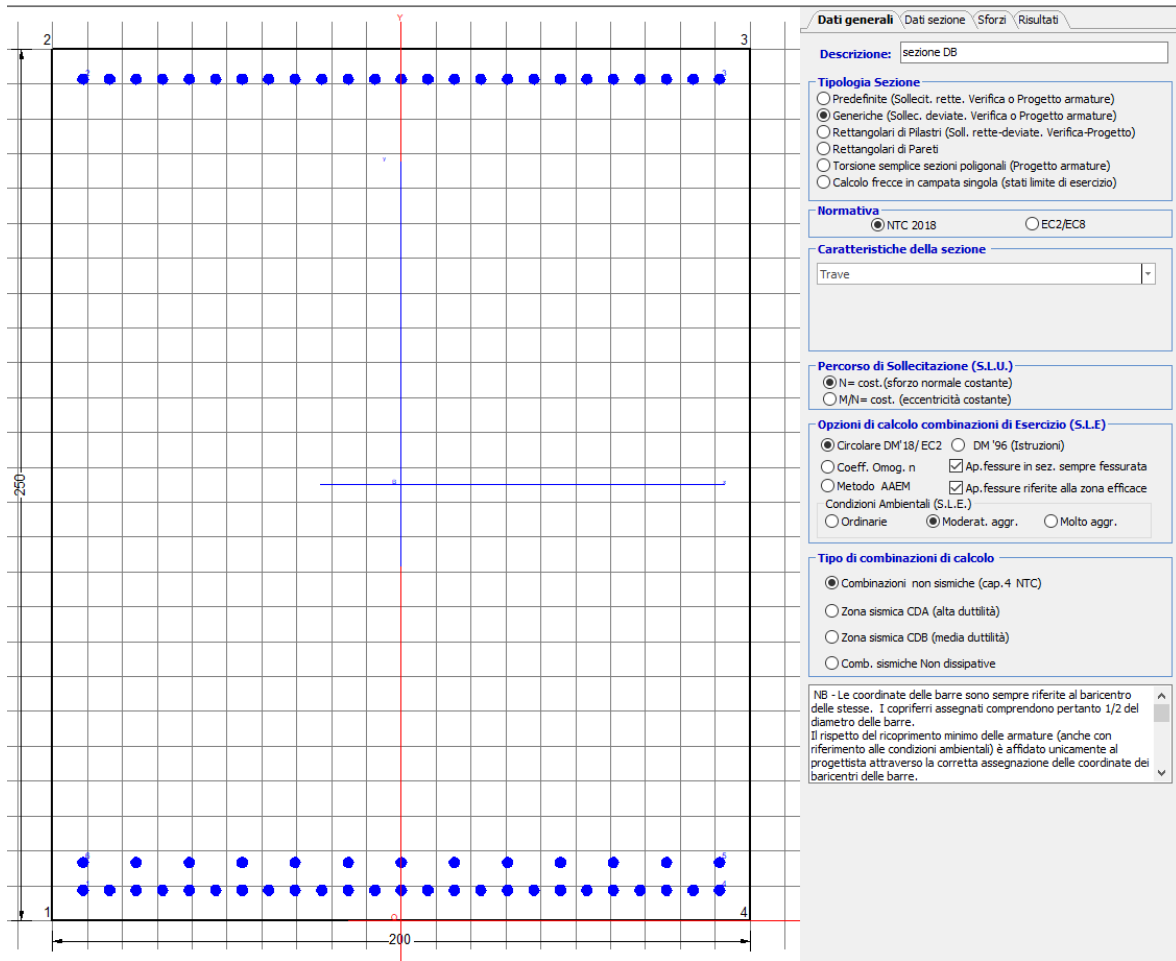
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	26.1532	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	4946.04	KN
forza di trazione risultante		T	10072.5	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	7122.3	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	7122.3	KN
lunghezza collaborante			media 45°	

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	18201.6	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		Φ	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	21205.8	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.85834	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	18201.6	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		Φ	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2	m
numero di ferri per strato		n	20	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	21205.8	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicur	0.85834	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>t</sub>	335.867	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>l</sub>	335.867	MPa

## 10.2 Verifica a presso-flessione

### 10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 200x250

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
4	100.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	11	30
3	1	4	23	30

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



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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	10401.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	9458.00	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	8037.00	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	7259.00 (7278.26)	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	4283.00 (7278.26)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	10401.00	0.00	0.00	24209.91	0.00	2.33	268.6(71.4)
2	S	0.00	9458.00	0.00	0.00	24209.91	0.00	2.56	268.6(71.4)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.075	-100.0	250.0	0.00181	-91.3	241.3	-0.04346	-91.3	8.7
2	0.00350	0.075	-100.0	250.0	0.00181	-91.3	241.3	-0.04346	-91.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000194597	-0.045149370	0.075	0.700
2	0.000000000	0.000194597	-0.045149370	0.075	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	3.89	-100.0	250.0	-139.1	15.2	8.7	5700	268.6

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff

k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e\_sm - e\_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00073	0	0.921	30.0	72	0.00048 (0.00042)	444	0.215 (990.00)	7278.26	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	3.51	-100.0	250.0	-125.7	-22.8	8.7	5700	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00066	0	0.921	30.0	72	0.00042 (0.00038)	444	0.185 (0.20)	7278.26	0.00

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

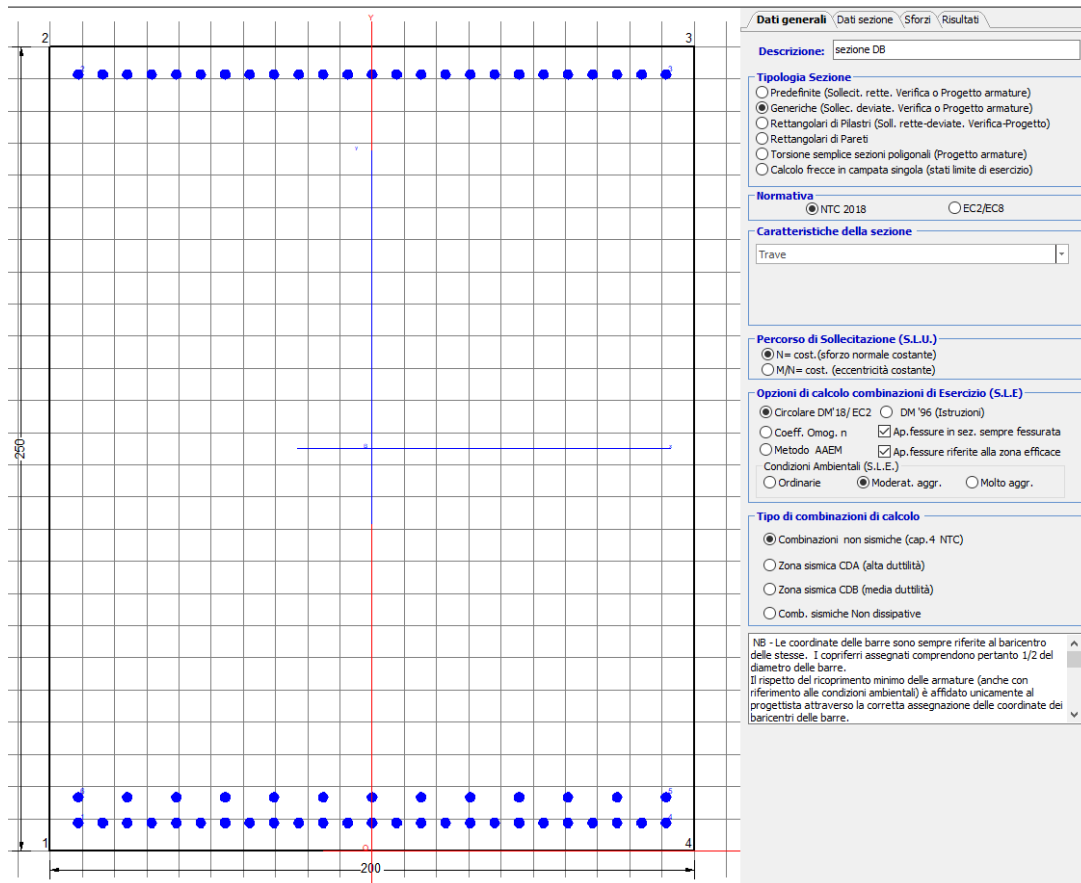
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.07	-100.0	250.0	-74.1	-68.5	8.7	5700	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00039	0	0.921	30.0	72	0.00023 (0.00022)	444	0.102 (0.20)	7278.26	0.00

### 10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 200x250

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	0.0
2	-100.0	250.0
3	100.0	250.0
4	100.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

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

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	11	30
3	1	4	23	30

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

N

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

Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	10401.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	9458.00	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	8037.00	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	7259.00 (7278.26)	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	4283.00 (7278.26)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.6 cm

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

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

Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	10401.00	0.00	0.00	24209.91	0.00	2.33	268.6(71.4)
2	S	0.00	9458.00	0.00	0.00	24209.91	0.00	2.56	268.6(71.4)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.075	-100.0	250.0	0.00181	-91.3	241.3	-0.04346	-91.3	8.7
2	0.00350	0.075	-100.0	250.0	0.00181	-91.3	241.3	-0.04346	-91.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000194597	-0.045149370	0.075	0.700
2	0.000000000	0.000194597	-0.045149370	0.075	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	3.89	-100.0	250.0	-139.1	15.2	8.7	5700	268.6

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]

k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00073	0	0.921	30.0	72	0.00048 (0.00042)	444	0.215 (990.00)	7278.26	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	3.51	-100.0	250.0	-125.7	-22.8	8.7	5700	268.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00066	0	0.921	30.0	72	0.00042 (0.00038)	444	0.185 (0.20)	7278.26	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	2.07	-100.0	250.0	-74.1	-68.5	8.7	5700	268.6

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00039	0	0.921	30.0	72	0.00023 (0.00022)	444	0.102 (0.20)	7278.26	0.00



 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	17.3416	m
altezza della sezione utile			d	2.16	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	2.76	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.0547	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	12.5396	m <sup>2</sup>
coefficiente carico			$\beta$	1.4	
resistenza caratteristica del calcestruzzo			fck	25	MPa
resistenza di calcolo del calcestruzzo			fcd	14.1667	MPa
valore di progetto del taglio			Ved	4946.04	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.85036	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.17007	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	2	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00491	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00491	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00694	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.55221	MPa
			vRd,c	0.57683	MPa
				0.95731	

 <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>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## 11. PALI DI FONDAZIONE

### 11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

dove N, M<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.

### 11.2 Verifica strutturale

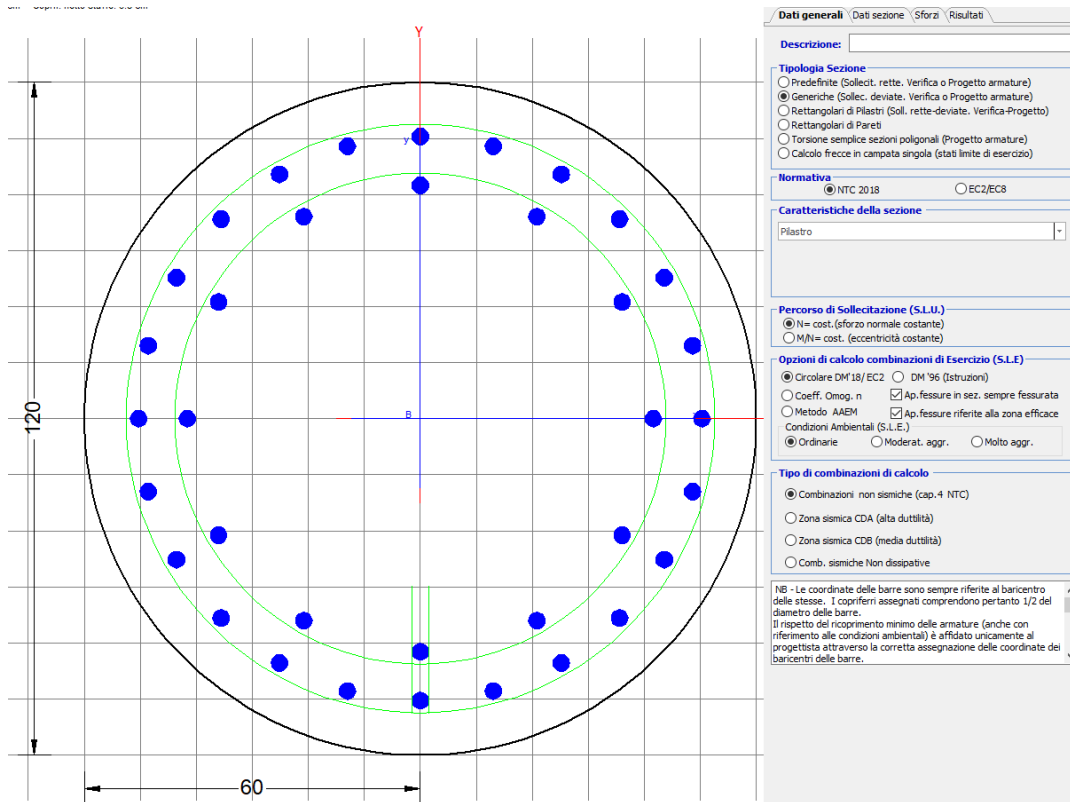
A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>31232</b>	1240	942	19711	14920	
E_103x_SLV_q=1.36_63	19596	3504	1155	33114	12110	
E_103y_SLV_q=1.36_64	19596	1612	2960	11337	37132	
E_103x_SLV_q=1.36_63	19596	3504	1155	<b>33114</b>	12110	
E_103y_SLV_q=1.36_64	19596	1612	2960	11337	<b>37132</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4382.74	3710.38	2702.17
2	0	-3.6	2557.67	644.277	1652.49
3	3.6	3.6	5073.47	4271.04	4421.24
4	3.6	-3.6	3248.39	1204.94	3371.56
5	-3.6	-3.6	1866.95	83.6198	-66.589
6	-3.6	3.6	3692.02	3149.72	983.091
7	3.6	0	4160.93	2737.99	3896.4
8	-3.6	0	2779.49	1616.67	458.251
9	0	0	3470.21	2177.33	2177.33
taglio equivalente			173.011	409.977	374.554
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.71
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	5073	138	105	413	314
combo2	4271	389	128	1168	385
combo3	4421	179	329	537	987
combo4	-67	179	329	537	987



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

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

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

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	50.3	24	30
2	0.0	0.0	41.6	12	30

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	5100.88	300.40	407.73	0.00	0.00
2	1374.68	185.67	218.01	0.00	0.00
3	5073.47	373.33	283.64	0.00	0.00
4	5100.88	300.40	407.73	0.00	0.00
5	5073.47	373.33	283.64	0.00	0.00
6	5100.88	300.40	407.73	0.00	0.00
7	4421.24	485.46	891.43	0.00	0.00
8	-66.59	485.46	891.43	0.00	0.00
9	4271.04	1055.17	347.88	0.00	0.00
10	4421.24	485.46	891.43	0.00	0.00
11	4271.04	1055.17	347.88	0.00	0.00
12	4421.24	485.46	891.43	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	3597.30	207.09	265.74
2	1084.82	207.09	258.25
3	3579.03	257.43	179.85
4	3597.30	207.09	265.74
5	3579.03	257.43	179.85
6	3597.30	207.09	265.74
7	3820.09	276.86	574.49
8	542.40	276.86	574.49
9	3496.34	640.57	227.54
10	3592.24	276.86	574.49
11	3496.34	668.63	227.54
12	3592.24	276.86	618.52

**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	3597.30	207.09 (0.00)	265.74 (0.00)
2	1084.82	207.09 (812.21)	258.25 (1012.86)
3	3597.30	207.09 (0.00)	265.74 (0.00)
4	3597.30	207.09 (0.00)	265.74 (0.00)
5	3597.30	207.09 (0.00)	265.74 (0.00)
6	3597.30	207.09 (0.00)	265.74 (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	2230.89	0.44 (0.00)	42.68 (0.00)
2	2034.38	0.44 (0.00)	42.68 (0.00)
3	2230.89	0.44 (0.00)	42.68 (0.00)
4	2230.89	0.44 (0.00)	42.68 (0.00)
5	2230.89	0.44 (0.00)	42.68 (0.00)
6	2230.89	0.44 (0.00)	42.68 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	5100.88	300.40	407.73	5101.04	2713.21	3679.66	9.03	254.5(33.9)
2	S	1374.68	185.67	218.01	1374.80	2690.85	3137.46	14.43	254.5(33.9)
3	S	5073.47	373.33	283.64	5073.73	3638.14	2765.90	9.75	254.5(33.9)
4	S	5100.88	300.40	407.73	5101.04	2713.21	3679.66	9.03	254.5(33.9)
5	S	5073.47	373.33	283.64	5073.73	3638.14	2765.90	9.75	254.5(33.9)
6	S	5100.88	300.40	407.73	5101.04	2713.21	3679.66	9.03	254.5(33.9)
7	S	4421.24	485.46	891.43	4421.48	2172.41	3988.14	4.47	254.5(33.9)
8	S	-66.59	485.46	891.43	-66.78	1839.13	3360.68	3.77	254.5(33.9)
9	S	4271.04	1055.17	347.88	4270.80	4290.97	1410.27	4.07	254.5(33.9)
10	S	4421.24	485.46	891.43	4421.48	2172.41	3988.14	4.47	254.5(33.9)
11	S	4271.04	1055.17	347.88	4270.80	4290.97	1410.27	4.07	254.5(33.9)
12	S	4421.24	485.46	891.43	4421.48	2172.41	3988.14	4.47	254.5(33.9)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	48.3	0.6	0.00288	43.6	25.2	-0.00332	-43.6	-25.2
2	0.00350	45.7	0.6	0.00270	35.6	35.6	-0.00545	-35.6	-35.6
3	0.00350	36.3	0.6	0.00287	25.2	43.6	-0.00332	-25.2	-43.6
4	0.00350	48.3	0.6	0.00288	43.6	25.2	-0.00332	-43.6	-25.2
5	0.00350	36.3	0.6	0.00287	25.2	43.6	-0.00332	-25.2	-43.6
6	0.00350	48.3	0.6	0.00288	43.6	25.2	-0.00332	-43.6	-25.2
7	0.00350	52.7	26.0	0.00287	43.6	25.2	-0.00365	-43.6	-25.2
8	0.00350	52.7	26.0	0.00261	43.6	25.2	-0.00664	-43.6	-25.2
9	0.00350	18.8	56.5	0.00286	13.0	48.6	-0.00371	-13.0	-48.6
10	0.00350	52.7	26.0	0.00287	43.6	25.2	-0.00365	-43.6	-25.2
11	0.00350	18.8	56.8	0.00286	13.0	48.6	-0.00371	-13.0	-48.6
12	0.00350	52.7	24.5	0.00287	43.6	25.2	-0.00365	-43.6	-25.2

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000049898	0.000036763	-0.000218670	----	----
2	0.000061876	0.000052697	-0.001376473	----	----
3	0.000037552	0.000049426	-0.000224413	----	----
4	0.000049898	0.000036763	-0.000218670	----	----
5	0.000037552	0.000049426	-0.000224413	----	----
6	0.000049898	0.000036763	-0.000218670	----	----
7	0.000056906	0.000030990	-0.000387856	----	----
8	0.000080736	0.000043968	-0.002015901	----	----
9	0.000020486	0.000062137	-0.000425636	----	----
10	0.000056906	0.000030990	-0.000387856	----	----
11	0.000020486	0.000062137	-0.000425636	----	----
12	0.000056906	0.000030990	-0.000387856	----	----

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.77	47.3	0.0	18.3	-35.6	-35.6	----	----
2	S	2.21	46.8	0.0	-9.8	-35.6	-35.6	524	14.1
3	S	3.67	34.4	0.0	19.2	-25.2	-43.6	----	----
4	S	3.77	47.3	0.0	18.3	-35.6	-35.6	----	----
5	S	3.67	34.4	0.0	19.2	-25.2	-43.6	----	----
6	S	3.77	47.3	0.0	18.3	-35.6	-35.6	----	----
7	S	5.16	54.1	0.0	4.8	-43.6	-25.2	0	0.0
8	S	4.01	54.1	0.0	-67.8	-43.6	-25.2	1490	56.5
9	S	5.14	20.1	0.0	-1.0	-13.0	-48.6	376	7.1
10	S	5.02	54.1	0.0	2.4	-43.6	-25.2	0	0.0
11	S	5.26	19.3	0.0	-2.7	-13.0	-48.6	465	14.1
12	S	5.19	54.8	0.0	0.2	-43.6	-25.2	0	0.0

**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 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	Copiffero [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	-0.00007	0	0.833	30.0	82	0.00003 (0.00003)	594	0.018 (990.00)	812.21	1012.86
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00001	0	0.833	30.0	82	0.00003 (0.00003)	0	0.004 (990.00)	6234.75	12937.24
8	S	-0.00040	0	0.833	30.0	82	0.00020 (0.00020)	503	0.102 (990.00)	310.79	644.90
9	S	-0.00004	0	0.540	30.0	82	0.00000 (0.00000)	572	0.002 (990.00)	3268.22	1160.92
10	S	-0.00002	0	0.540	30.0	82	0.00000 (0.00000)	0	0.004 (990.00)	2681.59	5564.36
11	S	-0.00005	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	481	0.004 (990.00)	2799.45	952.68
12	S	-0.00003	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.004 (990.00)	1649.96	3686.10

**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	3.77	47.3	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---
2	S	2.21	46.8	0.0	-9.8	-35.6	-35.6	524	14.1
3	S	3.77	47.3	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---
4	S	3.77	47.3	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---
5	S	3.77	47.3	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---
6	S	3.77	47.3	0.0	18.3	-35.6	-35.6	---	---

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00007	0	0.833	30.0	82	0.00003 (0.00003)	594	0.018 (0.20)	812.21	1012.86
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	1.65	60.0	0.0	19.9	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.52	60.0	0.0	18.0	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.65	60.0	0.0	19.9	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.65	60.0	0.0	19.9	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.65	60.0	0.0	19.9	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.65	60.0	0.0	19.9	-50.3	0.0	---	---

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

### 11.3 Verifica a taglio

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


TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	31232	1240	942	19711	14920	
E_103x_SLV_q=1_66	19596	<b>4486</b>	1436	44424	16008	
E_103y_SLV_q=1_67	19596	1907	<b>3896</b>	14730	50125	
E_103x_SLV_q=1_66	19596	4486	1436	44424	16008	
E_103y_SLV_q=1_67	19596	1907	3896	14730	50125	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	T <sub>x</sub>	4486	1907
sollecitazione massima direzione y	T <sub>y</sub>	1436	3896
vettore complessivo, singolo palo	T	523	482

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	A <sub>sw</sub>	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	88.3	cm
larghezza biella	bw	100.9	cm
inclinazione staffe	$\alpha$	90	gradi
inclinazione biella	$\beta$	22	gradi
resistenza puntoni	V <sub>c</sub>	2839	kN
resistenza staffe	V <sub>s</sub>	977	kN
taglio resisistente	V <sub>r</sub>	977	kN
taglio massimo agente	V <sub>ed</sub>	523	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.54	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 1390m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P11</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1705001</b>	REV. <b>B</b>

## 12 INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	65 kg/mc
Plinto di fondazione	125 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 195 kg/mc