

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)**

**VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 250m**

*Relazione di calcolo Pile - P5*

SCALA:

-

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


**RS3T    30    D    09    CL    VI1805    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.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti  
Dott. Ing. Angelo Vittozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° A20783


File: RS3T30D09CLVI1805001B

n. Elab.: 09\_473


 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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 .....	16
5.	ANALISI DEI CARICHI .....	17
5.1	Peso proprio elementi strutturali.....	17
5.2	Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato.....	18
5.3	Carichi da traffico verticali .....	18
5.4	Effetti dinamici .....	20
5.5	Disposizione treni di carico.....	20
5.6	Carichi da traffico orizzontali .....	24
5.6.1	<i>Forza centrifuga</i> .....	24
5.6.2	<i>Serpeggio</i> .....	26
5.6.3	<i>Frenatura ed avviamento</i> .....	27
5.6.4	<i>Forza d'attrito</i> .....	28
5.6.5	<i>Azione del Vento</i> .....	28
5.7	Azione Sismica .....	31
5.7.1	<i>Inquadramento Sismico</i> .....	32
5.7.2	<i>Definizione della domanda sismica</i> .....	33
5.7.3	<i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	38
5.7.4	<i>Risposta sismica locale</i> .....	39
5.7.5	<i>Check analisi statica</i> .....	40
5.7.6	<i>Analisi statica equivalente</i> .....	41
5.7.7	<i>Analisi dinamica modale</i> .....	42
6.	SOLLECITAZIONI.....	43
6.1	Combinazioni di carico.....	43
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	43

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

6.1.2	Configurazione 2 .....	49
6.1.3	Configurazione 3 .....	55
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	61
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	61
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	67
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	70
8.	FUSTO PILA .....	70
8.1	Modellazione .....	72
8.2	Verifica a presso flessione .....	73
8.3	Verifica a taglio .....	84
8.4	Verifica minimi di armatura .....	85
8.5	Verifica spostamenti.....	87
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	88
9.1	Dimensionamento armature .....	90
9.2	Verifica a presso-flessione.....	91
9.2.1	Direzione trasversale.....	91
9.2.2	Direzione longitudinale.....	96
9.3	Verifica a punzonamento .....	101
10.	PALI DI FONDAZIONE.....	102
10.1	Ridistribuzione sollecitazioni testa palo .....	102
10.2	Verifica strutturale .....	102
10.3	Verifica a taglio .....	110
11.	INCIDENZE .....	111

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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 VI18 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 5 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza minore o uguale a 11.00m, e 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 VI18 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 250m, ed è costituito da 9 campate isostatiche di luce 25m 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, la campata da 50m è realizzata con una sezione mista a due travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma rettangolare di dimensioni pari a 7x3.3m. Il pulvino ha una altezza pari a 2m. 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 m. 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.



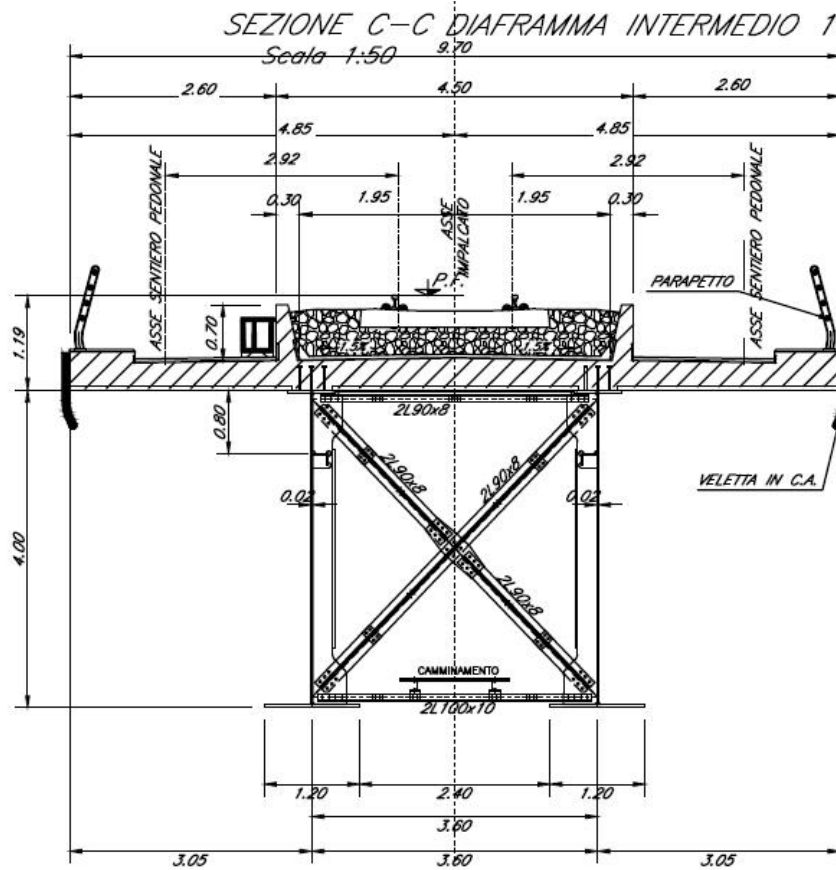
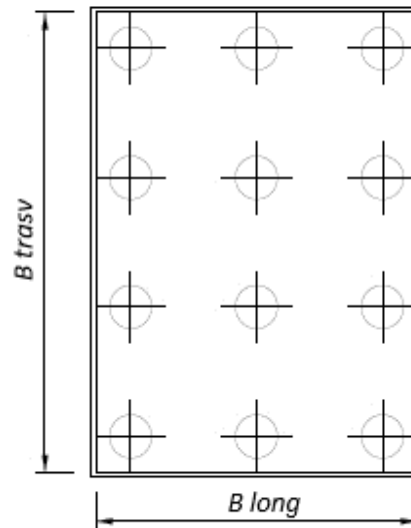
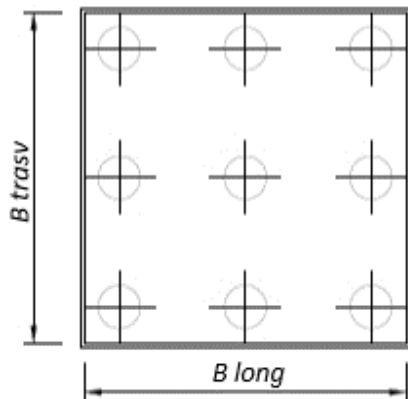
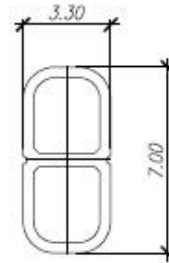
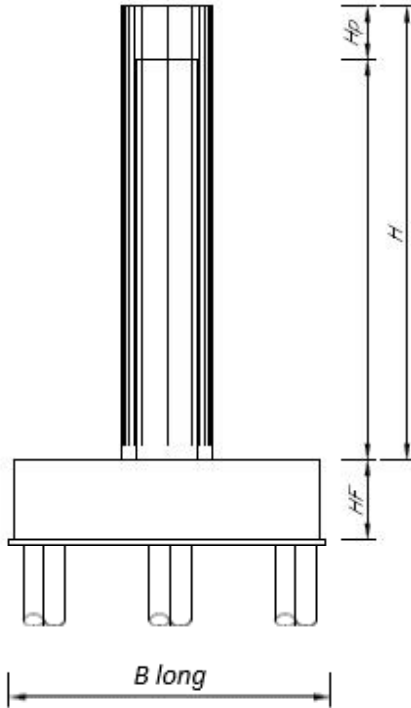



Figura 2: sezione trasversale impalcato



 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

## 3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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



 <b>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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

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

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

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

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

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

### 3.1 Verifiche SLE


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

#### 3.1.1 Verifiche tensionali

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

#### tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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


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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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 pseudo-rettangolare cava di dimensioni 7x3.3m, una altezza complessiva di 11.00m. Il pulvino è costituito da una sezione piena medesima alla pila 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	11	m
tipologia di sezione					<b>rettangolare</b>	
larghezza trasversale pila				b	7.000	m
larghezza longitudinale pila				d	3.300	m
raggio angolo esterno				r	1	m
area della sezione				A	10.073	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale				I11	43.440	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale				I22	13.420	m <sup>4</sup>
calcestruzzo				fck	32	MPa
massa pulvino				mp	1839	kN
<b>PULVINO</b>						
larghezza in direzione trasversale				b	7	m
larghezza in direzione longitudinale				d	3.3	m
altezza pulvino				h	2	m
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>		mp	1271	kN
<b>FONDAZIONE</b>						
larghezza in direzione trasversale				b	9.6	m
larghezza in direzione longitudinale				d	9.6	m
altezza della fondazione				h	2.5	m
altezza terreno di ricoprimento				ht	1.5	m
area netta per calcolo ricoprimento				A	69.1	m <sup>3</sup>
peso di vulume del terreno				y	19	kN/3
<b>Ulteriori distanze e bracci</b>						
distanza asse pila e appoggi per momento longitud.				il	1.2	
interasse tra i binari (se singolo 0)				ib	4	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila				a	2	m

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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>	(1)	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	(2) (3)	(2)	(2)
	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	Scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver
A1_SLU_gr1_Treno	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr2_Scarico	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr3_Fre/avv	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr4_centrif	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0	0	0	0
A1_SLU_gr1+vento	1,35	1,5	1,45	0	0,725	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr2+vento	1,35	1,5	0	1,45	0	1,45	1,45	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr3+vento	1,35	1,5	1,45	0	1,45	0,725	0,725	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_gr4+vento	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	0,9	0	0	0
A1_SLU_vento_gr1	1,35	1,5	1,16	0	0,58	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr2	1,35	1,5	0	1,16	0	1,16	1,16	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr3	1,35	1,5	1,16	0	1,16	0,58	0,58	0,72	1,5	0	0	0
A1_SLU_vento_gr4	1,35	1,5	0,87	0	0,87	0,87	0,87	0,9	1,5	0	0	0
SLE_rar_gr1_Treno	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr2_Scarico	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr3_Fre/avv	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0
SLE_rar_gr1+vento	1	1	1	0	0,5	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr2+vento	1	1	0	1	0	1	1	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr3+vento	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0
SLE_rar_vento_gr1	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr2	1	1	0,8	0,8	0	0,8	0,8	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr3	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,48	1	0	0	0
SLE_rar_vento_gr4	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0	0	0
SLE_fre_gr1_Treno	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr2_Scarico	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr3_Fre/avv	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0
SLE_fre_gr4_centrif	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0	0	0	0
SLE_fre_gr1+vento	1	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr2+vento	1	1	0	0,8	0	0,8	0,8	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3+vento	1	1	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0,4	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr4+vento	1	1	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,2	0	0	0
SLE_fre_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0



Nome Combinazione	G1	G2	Treno	Treno scarico	F fre	F cent	F serp	F att	Vento	E long	E tra	E ver
SLE_gp_gr1_Treno	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr2_Scarico	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr3_Fre/avv	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr4_centrif	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr1+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr2+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr3+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr4+vento	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr3	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_vento_gr4	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.2	0	0	0
SLE_gp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
SLE_gp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
E_103x	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	1	0.3	0.3
E_103y	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	1	0.3
E_103z	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0.2	0.3	0.3	1

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

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

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


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

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

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

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

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
- [Lunghezze] m
- [Forze] 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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

## 5. ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 Peso proprio elementi strutturali

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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:

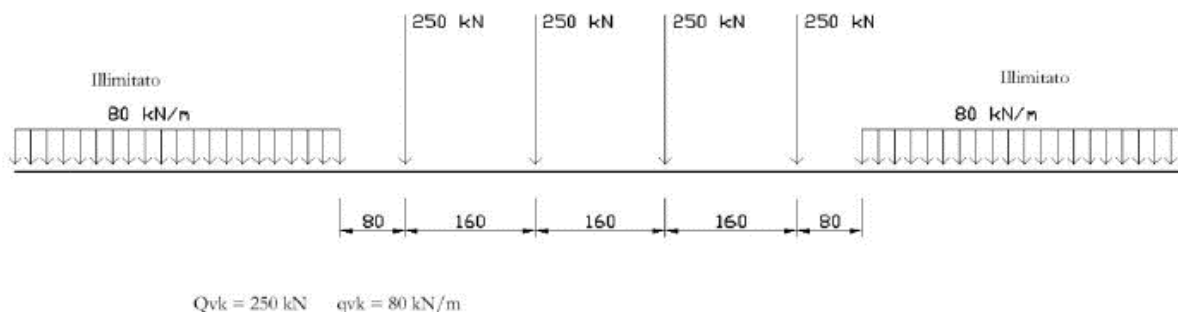
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	4050	0
scarichi estradosso Pila - G2	3084	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	7044	0
scarichi estradotto Fondazione - G2	3084	0
scarichi sui Pali - G1	14772	0
scarichi sui Pali - G2	3084	0

## 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;

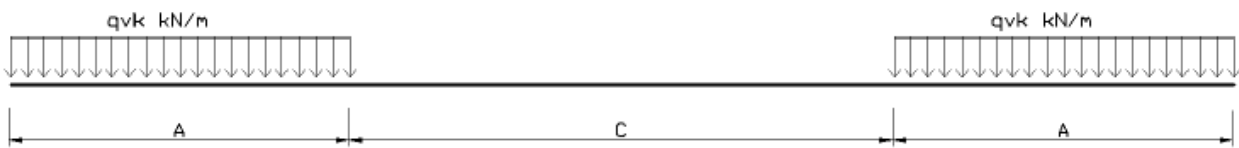
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



**SW/0**

Carico distribuito	Qvk	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m


**SW/2**

Carico distribuito	Qvk	150	KN/m
Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario. Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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:

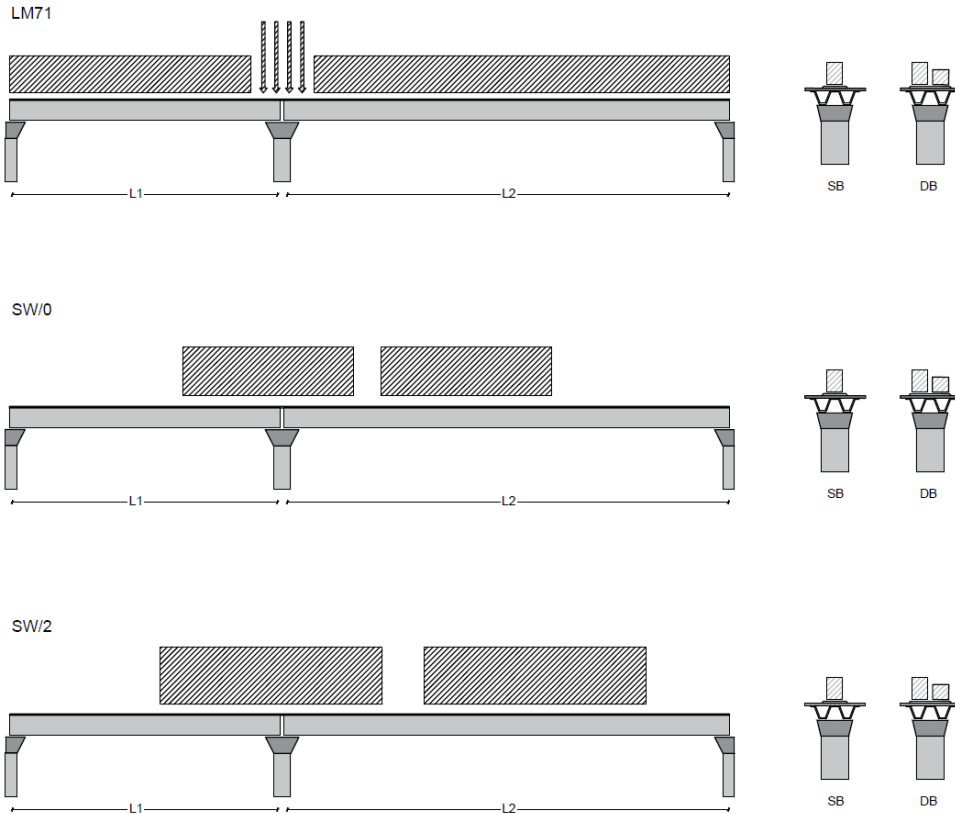


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

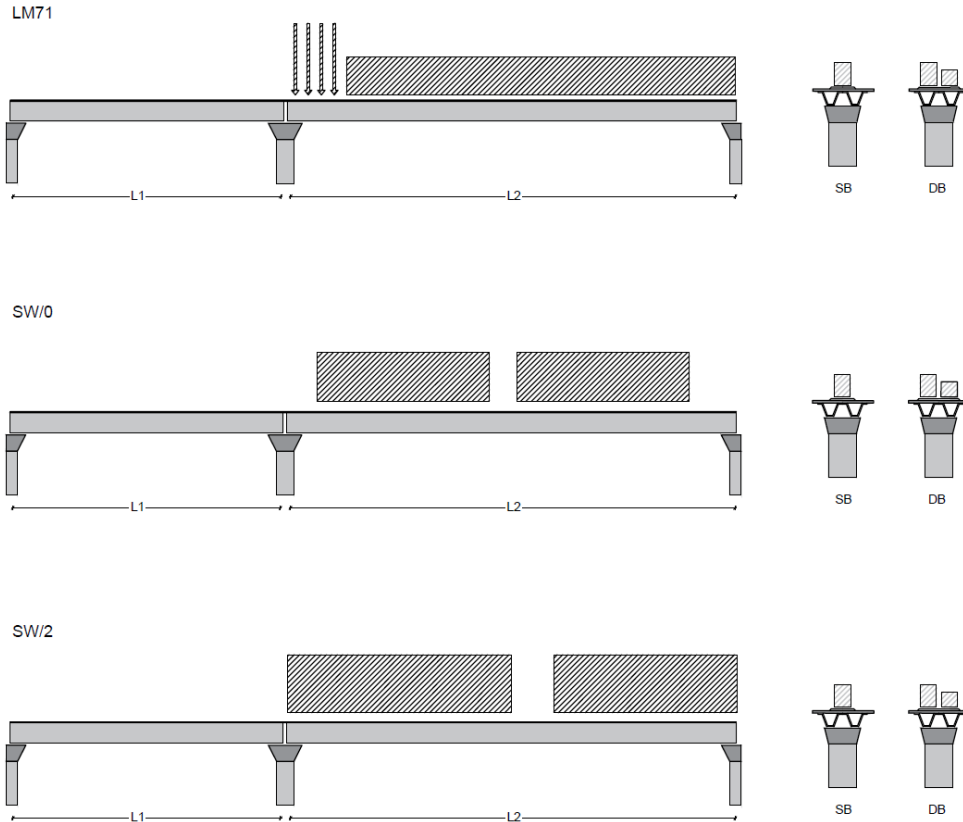


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

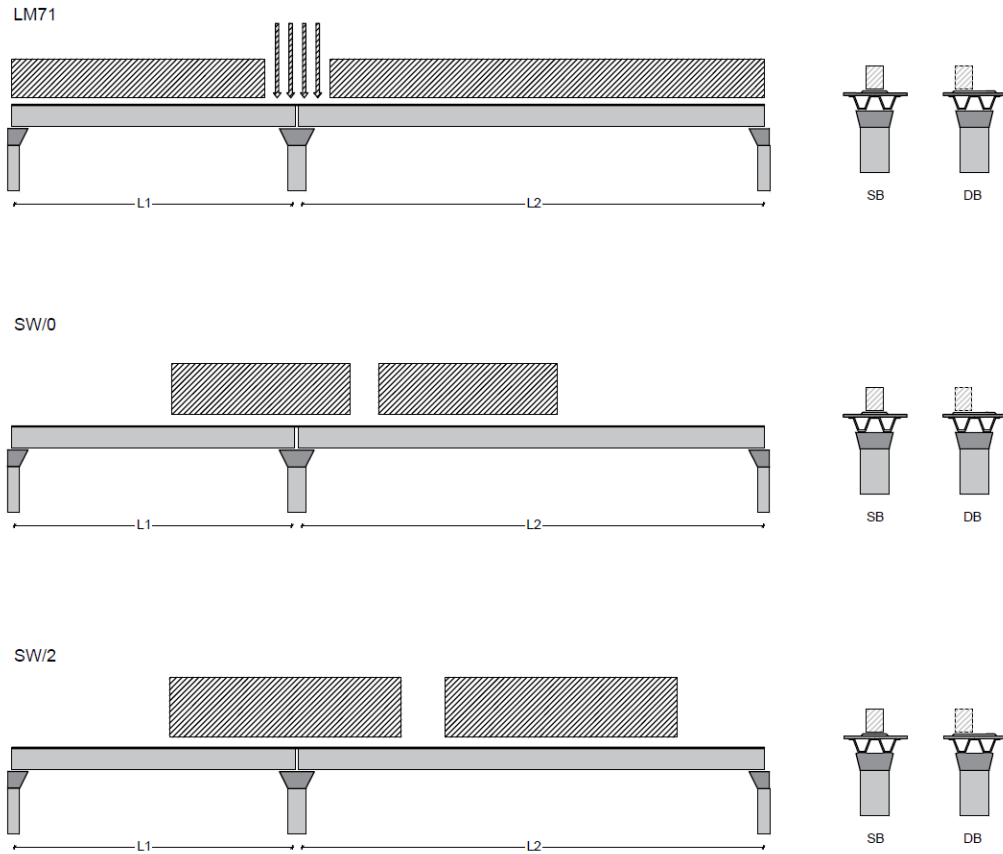



Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale



 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

## 5.6 Carichi da traffico orizzontali

### 5.6.1 Forza centrifuga

raggio di curvatura		R	10000000	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea		V <sub>max</sub>	160	km/h
			SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario		L <sub>f</sub>	22.8	m
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> 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, α, e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.				
	<b>LM71 caso a</b>		SX	
	velocità massima	V <sub>max</sub>	120	
	fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V	f	1.00	
	coefficiente di adattamento	a	1.10	
	valore caratteristico dei carichi verticali	Q <sub>vk</sub>	330.6	kN x asse
	valore caratteristico dei carichi verticali	q <sub>vk</sub>	105.8	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga	Q <sub>tk</sub>	<b>0.0</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga	q <sub>tk</sub>	<b>0.0</b>	kN/m
	<b>LM71 caso b</b>			
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea	V <sub>max</sub>	160	
	fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> 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	0.0	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.0	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	180.32	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	0.00	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	0.0014198	0	0.00142	0.034502	0.19459


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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>355</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	11	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	11.45	m
	altezza di riferimento	z	15.205	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.62	
	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	1406.2	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	21.6	
	forza equivalente in testa pila	Fx	524.7	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2206.5	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	21.2		
	forza equivalente in testa pila	Fx	514.9	kN	
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2134.3	kn/m	
VENTO SULLA PILA					
direzione trasversale					
	altezza di riferimento	z	11	m	
	coefficiente di topografia	ct	1		
	coefficiente di esposizione	ce	2.41316		
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m3	
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m2	
	pressione statica di picco	qpicco	1406.2	n/m2	
			1.4062	Kpa	
	tipologia di sezione		rettangolare		
	larghezza trasversale pila	b	7	m	
	larghezza longitudinale pila	d	3.3	m	
	raggio della sezione	R	1	m	
	rapporto geometrico	b/d	2.12121		
	rapporto geometrico	r/b	0.14286		
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.61058		
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286		
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s	
	numero di Reynolds	Re	5123206		
	materiale pila		cls ruvido		
	rugosità equivalente	k	1	mm	
	rapporto	k/b	0.001		

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.91959	
	rapporto geometrico	l/b	1.57143	
	snellezza effettiva	$\lambda$	1.57143	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.61867	
	forza trasversale	f tras	<b>1.5</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>16.0</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>6.6</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione	rettangolare		
	larghezza trasversale pila	b	7	m
	larghezza longitudinale pila	d	3.3	m
	raggio della sezione	R	1	m
	rapporto geometrico	b/d	2.12121	
	rapporto geometrico	r/b	0.14286	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	1.61058	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.91959	
	rapporto geometrico	l/b	3.33333	
	snellezza effettiva	$\lambda$	3.33333	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64972	
	forza longitudinale	f lon	1.45594	
	forza equivalente in testa pila	F lon	16.0154	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	6.6	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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

### 5.7.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

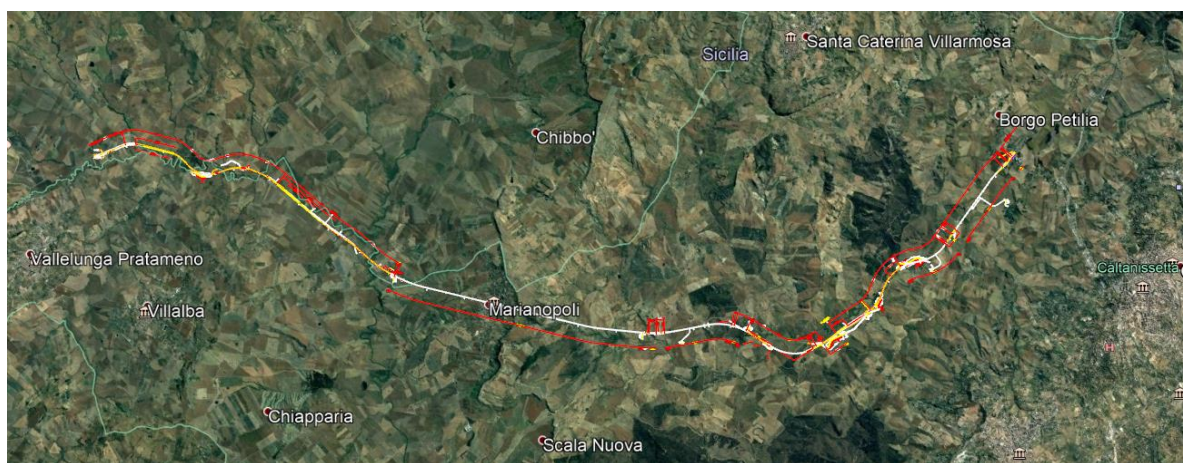


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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


 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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

14.02275

LATITUDINE

37.52275

Ricerca per comune

REGIONE

Sicilia

PROVINCIA

Catania

COMUNE

Mineo

Elaborazioni grafiche

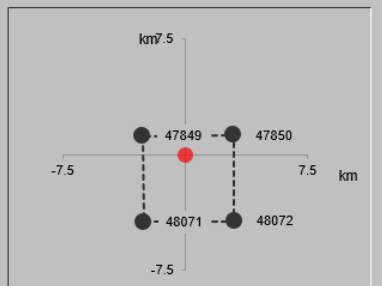
Grafici spettri di risposta

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

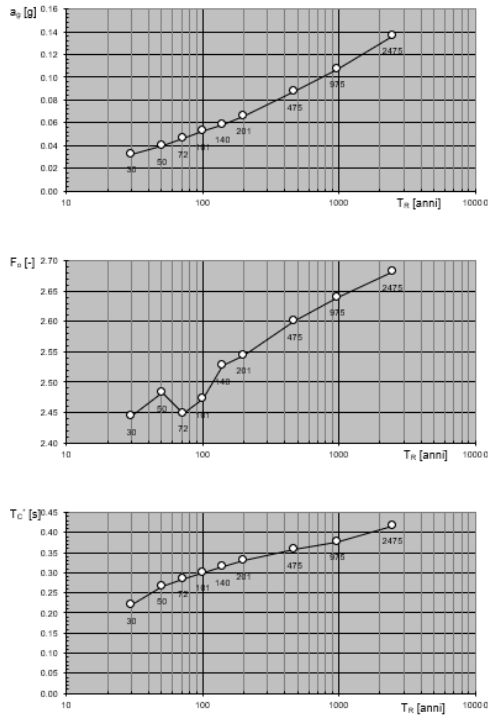
**FASE 1**

FASE 2

FASE 3

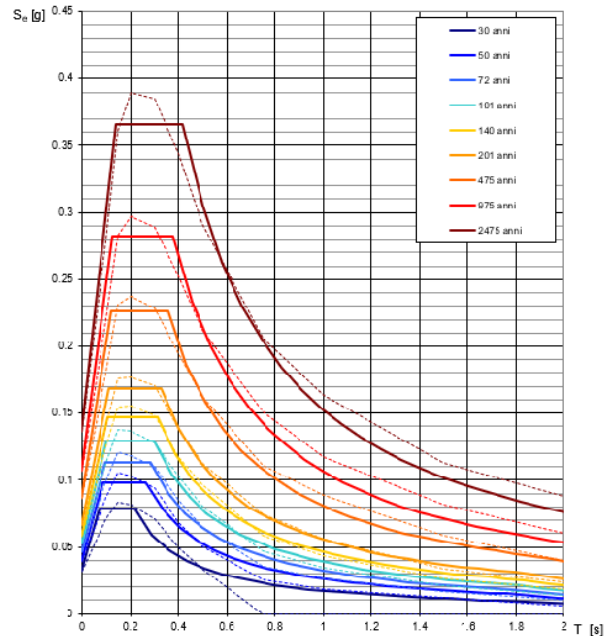
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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

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

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

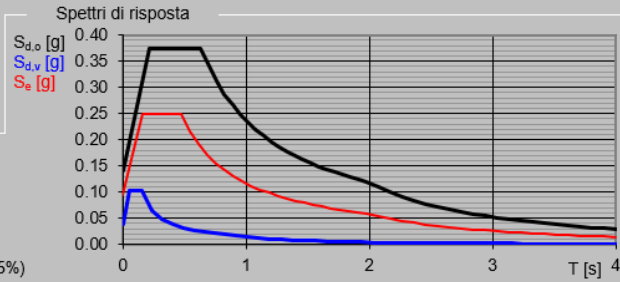
**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **C** info  $S_s = 1.500$   $C_c = 1.349$  info  
 Categoria topografica **T1** info  $h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

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

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

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

**Spettri di risposta**

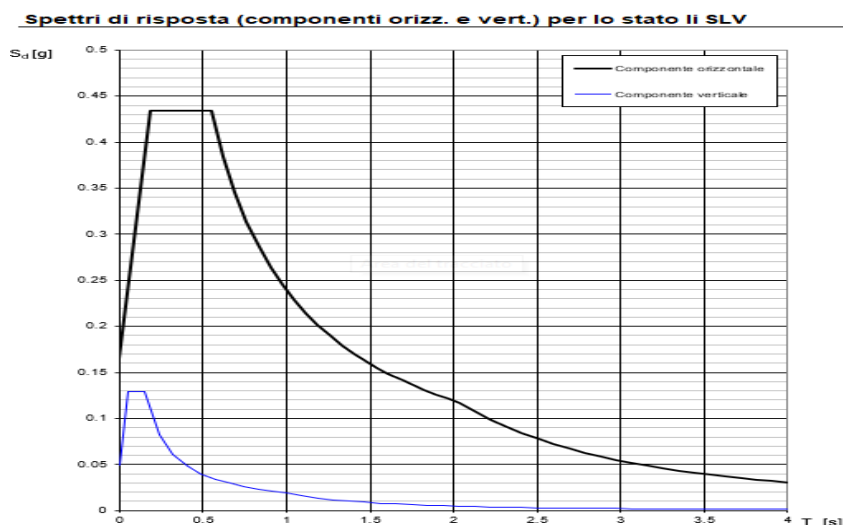


$S_{d,o}$  [g]  
 $S_{d,v}$  [g]  
 $S_e$  [g]

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



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

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.094 g
$F_0$	2.668
$T_c$	0.468 s
$S_a$	1.500
$C_c$	1.349
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.210 s
$T_C$	0.631 s
$T_D$	1.974 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)**

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

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

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

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


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	0.140
$T_B$ ←	0.210	0.374
$T_C$ ←	0.631	0.374
	0.695	0.340
	0.759	0.311
	0.823	0.287
	0.887	0.266
	0.951	0.248
	1.015	0.233
	1.079	0.219
	1.143	0.207
	1.207	0.196
	1.271	0.186
	1.335	0.177
	1.399	0.169
	1.462	0.162
	1.526	0.155
	1.590	0.149
	1.654	0.143
	1.718	0.137
	1.782	0.133
	1.846	0.128
	1.910	0.124
$T_D$ ←	1.974	0.120
	2.071	0.109
	2.167	0.099
	2.263	0.091
	2.360	0.084
	2.456	0.077
	2.553	0.072
	2.649	0.066
	2.746	0.062
	2.842	0.058
	2.939	0.054
	3.035	0.051
	3.132	0.048
	3.228	0.045
	3.325	0.042
	3.421	0.040
	3.518	0.038
	3.614	0.036
	3.711	0.034
	3.807	0.032
	3.904	0.031
	4.000	0.029

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

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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.

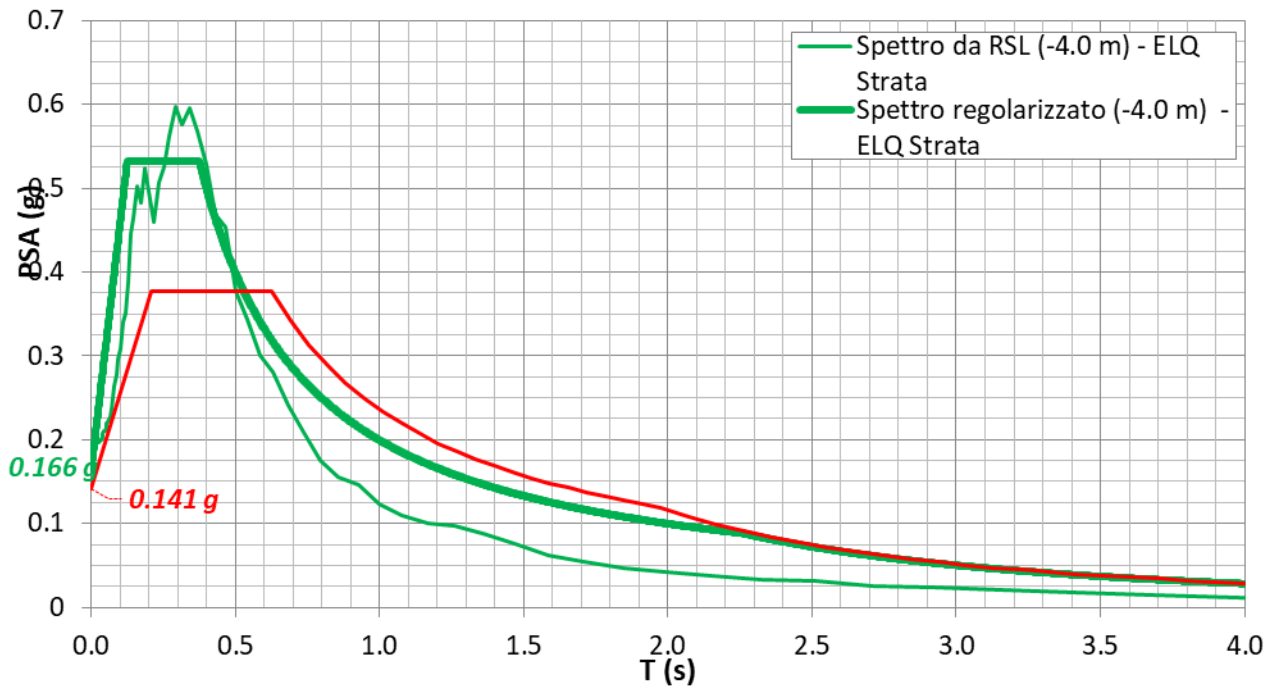
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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.

**VI18 - prova: DH3BS10**




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	1155	kN
massa pila		Mpila	2266	kN
massa efficace pila		Mpe	1910	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	9866	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>NO per -319.3 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	1155	kN
massa pila		Mpila	2266	kN
massa efficace pila		Mpe	1910	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	9714	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>NO per -349.8 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	1155	kN
massa pila		Mpila	2266	kN
massa efficace pila		Mpe	1910	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	9714	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>NO per -349.8 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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

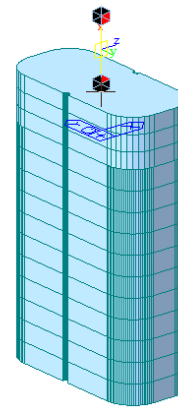
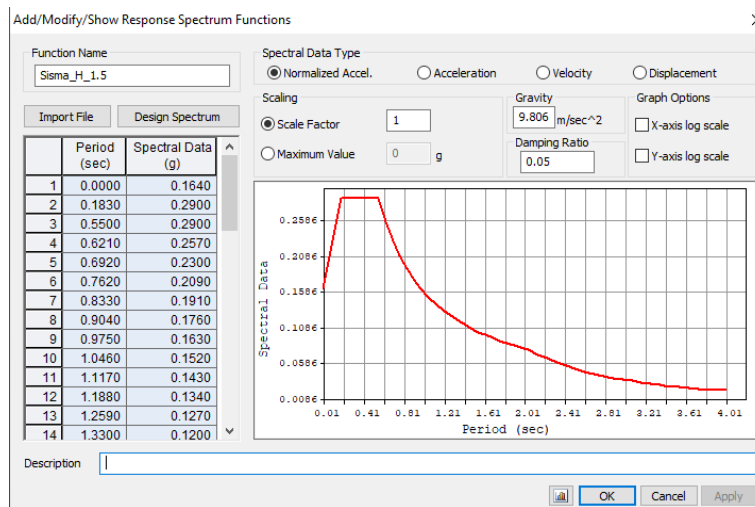
5.7.6 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	10.07	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	43.44	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	13.42	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	11.00	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	11.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	8.6E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	4.9E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.4E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.21	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.28	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale		T <sub>vert</sub>	0.04	sec

Tabella Riassuntiva	SLV			SLD	
	q=1.5	q=1.36	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.36	0.36	0.53	0.25	g
accelerazione componente longitudinale	0.36	0.36	0.53	0.25	g
accelerazione componente verticale	0.09	0.09	0.09	0.03	g
Sforzo assiale	844	844	844	278	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3451	3796	5176	2392	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	3505	3855	5257	2429	kN
Momento flessionale trasversale	48460	53306	72690	33586	kN m
Momento flessionale longitudinale	40196	44209	60261	27879	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 $q=1.5$	1038.22	3393.45	3513.33	43788.7	37305.13
SISMA $q=1$	1038.22	5088.42	5268.9	65682.51	55957.26
SISMA sld	342.72	2351.2	2434.54	30348.31	25854.81

si procede con quest'ultime.

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

## 6. SOLLECITAZIONI

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

### 6.1 Combinazioni di carico

#### 6.1.1 Configurazione 1

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA</b>						
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv	
A1_SLU_gr1_Treno_1	14950.6	616.613	247.6	622.402	597.464	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	10423.3	0	84.6193	0	38.3383	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	14950.6	1233.23	247.575	899.878	597.323	
A1_SLU_gr4_centrif_4	13979	986.58	212.614	719.902	484.512	
A1_SLU_gr1+vento_5	14950.6	631.026	725.424	622.402	2518.3	
A1_SLU_gr2+vento_6	10423.3	14.4139	562.443	0	1959.17	
A1_SLU_gr3+vento_7	14950.6	1247.64	725.399	899.878	2518.16	
A1_SLU_gr4+vento_8	13979	1000.99	690.438	719.902	2405.35	
A1_SLU_vento_gr1_9	13979	517.313	966.472	497.922	3666.77	
A1_SLU_vento_gr2_10	10357.2	24.0231	862.165	0	3231.21	
A1_SLU_vento_gr3_11	13979	1010.6	966.452	719.902	3666.66	
A1_SLU_vento_gr4_12	13979	1010.6	1008.99	719.902	3685.9	
SLE_rar_gr1_Treno_14	10483.7	425.25	128.885	429.243	393.201	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	7361.47	0	53.9516	0	24.4573	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	10483.7	850.5	128.868	620.605	393.104	
SLE_rar_gr4_centrif_17	9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921	
SLE_rar_gr1+vento_18	10483.7	434.859	447.435	429.243	1673.76	
SLE_rar_gr2+vento_19	7361.47	9.60924	372.501	0	1305.01	
SLE_rar_gr3+vento_20	10483.7	860.109	447.418	620.605	1673.66	
SLE_rar_gr4+vento_21	9813.66	690.009	431.347	496.484	1599.48	
SLE_rar_vento_gr1_22	9813.66	356.215	621.159	343.394	2443.03	
SLE_rar_vento_gr2_23	7315.87	16.0154	573.201	0	2153.43	
SLE_rar_vento_gr3_24	9813.66	696.415	621.145	496.484	2442.96	
SLE_rar_vento_gr4_25	9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18	

SLE_fre_gr1_Treno_27	9813.66	340.2	75.2074	343.394	302.006
SLE_fre_gr2_Scarico_28	7315.87	0	35.2428	0	16.0025
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	9813.66	680.4	75.1936	496.484	301.928
SLE_fre_gr4_centrif_30	9813.66	680.4	94.0024	496.484	310.463
SLE_fre_gr1+vento_31	9813.66	343.403	181.391	343.394	728.858
SLE_fre_gr2+vento_32	7315.87	3.20308	141.426	0	442.855
SLE_fre_gr3+vento_33	9813.66	683.603	181.377	496.484	728.78
SLE_fre_gr4+vento_34	9813.66	683.603	200.186	496.484	737.316
SLE_fre_vento_gr1_35	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_vento_gr2_36	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_vento_gr3_37	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_vento_gr4_38	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_gr1_temp39	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr2_temp40	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr3_temp41	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr3_temp42	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
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	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr2+vento_49	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr3+vento_50	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr4+vento_51	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr1_52	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr2_53	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr3_54	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr4_55	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
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	7444.94	3516.53	1164.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	7444.94	1057.2	3540	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	8171.69	1057.2	1164.59	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	7444.94	3867.87	1266.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	7444.94	1162.6	3879.35	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	8171.69	1162.6	1266.39	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	7444.94	5272.1	1673.08	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	7444.94	1583.87	5234.97	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	8171.69	1583.87	1673.08	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	7236.29	2437.74	851.914	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	7236.29	733.565	2497.75	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	7476.19	733.565	851.914	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	19569.5	616.613	247.6	7405.14	3321.07
A1_SLU_gr2_Scarico_2	15042.3	0	84.6193	0	969.151
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	19569.5	1233.23	247.575	14465.4	3320.65
A1_SLU_gr4_centrif_4	18597.9	986.58	212.614	11572.3	2823.26
A1_SLU_gr1+vento_5	19569.5	631.026	725.424	7563.69	10498
A1_SLU_gr2+vento_6	15042.3	14.4139	562.443	158.552	8146.05
A1_SLU_gr3+vento_7	19569.5	1247.64	725.399	14623.9	10497.6
A1_SLU_gr4+vento_8	18597.9	1000.99	690.438	11730.8	10000.2
A1_SLU_vento_gr1_9	18597.9	517.313	966.472	6188.37	14298
A1_SLU_vento_gr2_10	14976.1	24.0231	862.165	264.254	12715
A1_SLU_vento_gr3_11	18597.9	1010.6	966.452	11836.5	14297.6
A1_SLU_vento_gr4_12	18597.9	1010.6	1008.99	11836.5	14784.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	13905.1	425.25	128.885	5106.99	1810.94
SLE_rar_gr2_Scarico_15	10782.9	0	53.9516	0	617.925
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	13905.1	850.5	128.868	9976.11	1810.65
SLE_rar_gr4_centrif_17	13235.1	680.4	112.797	7980.88	1559.69
SLE_rar_gr1+vento_18	13905.1	434.859	447.435	5212.69	6595.54
SLE_rar_gr2+vento_19	10782.9	9.60924	372.501	105.702	5402.53
SLE_rar_gr3+vento_20	13905.1	860.109	447.418	10081.8	6595.25
SLE_rar_gr4+vento_21	13235.1	690.009	431.347	8086.59	6344.29
SLE_rar_vento_gr1_22	13235.1	356.215	621.159	4261.76	9275.78
SLE_rar_vento_gr2_23	10737.3	16.0154	573.201	176.169	8458.65
SLE_rar_vento_gr3_24	13235.1	696.415	621.145	8157.05	9275.55
SLE_rar_vento_gr4_25	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03
SLE_fre_gr1_Treno_27	13235.1	340.2	75.2074	4085.59	1129.29
SLE_fre_gr2_Scarico_28	10737.3	0	35.2428	0	403.673
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13235.1	680.4	75.1936	7980.88	1129.06
SLE_fre_gr4_centrif_30	13235.1	680.4	94.0024	7980.88	1344.49
SLE_fre_gr1+vento_31	13235.1	343.403	181.391	4120.83	2724.15
SLE_fre_gr2+vento_32	10737.3	3.20308	141.426	35.2339	1998.54
SLE_fre_gr3+vento_33	13235.1	683.603	181.377	8016.12	2723.92
SLE_fre_gr4+vento_34	13235.1	683.603	200.186	8016.12	2939.36
SLE_fre_vento_gr1_35	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41

SLE_fre_vento_gr2_36	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_vento_gr3_37	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_vento_gr4_38	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_gr1_temp39	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr2_temp40	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr3_temp41	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr3_temp42	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_qp_gr1_Treno_44	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr2_Scarico_45	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr4_centrif_47	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr1+vento_48	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr2+vento_49	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr3+vento_50	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr4+vento_51	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr1_52	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr2_53	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr3_54	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr4_55	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr1_temp56	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr2_temp57	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_temp58	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_temp59	10554.9	0	40.3709	0	462.247
E_103x_SLV_q=1.5_60	10866.4	3516.53	1164.59	37305.1	13581.6
E_103y_SLV_q=1.5_61	10866.4	1057.2	3540	11191.5	44233.7
E_103z_SLV_q=1.5_62	11593.1	1057.2	1164.59	11191.5	13581.6
E_103x_SLV_q=1.36_63	10866.4	3867.87	1266.39	41035.6	14895.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	10866.4	1162.6	3879.35	12310.7	48612.6
E_103z_SLV_q=1.36_65	11593.1	1162.6	1266.39	12310.7	14895.3
E_103x_SLV_q=1_66	10866.4	5272.1	1673.08	55957.3	20149.8
E_103y_SLV_q=1_67	10866.4	1583.87	5234.97	16787.2	66127.5
E_103z_SLV_q=1_68	11593.1	1583.87	1673.08	16787.2	20149.8
E_103x_SLD_q=1_69	10657.7	2437.74	851.914	25854.8	9549.51
E_103y_SLD_q=1_70	10657.7	733.565	2497.75	7756.44	30793.3
E_103z_SLD_q=1_71	10897.6	733.565	851.914	7756.44	9549.51

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30002.6	616.613	247.6	8946.67	3940.07
A1_SLU_gr2_Scarico_2	25475.3	0	84.6193	0	1180.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30002.6	1233.23	247.575	17548.4	3939.59
A1_SLU_gr4_centrif_4	29031	986.58	212.614	14038.7	3354.8
A1_SLU_gr1+vento_5	30002.6	631.026	725.424	9141.26	12311.5
A1_SLU_gr2+vento_6	25475.3	14.4139	562.443	194.587	9552.16
A1_SLU_gr3+vento_7	30002.6	1247.64	725.399	17743	12311
A1_SLU_gr4+vento_8	29031	1000.99	690.438	14233.3	11726.3
A1_SLU_vento_gr1_9	29031	517.313	966.472	7481.65	16714.2
A1_SLU_vento_gr2_10	25409.2	24.0231	862.165	324.312	14870.4
A1_SLU_vento_gr3_11	29031	1010.6	966.452	14363	16713.8
A1_SLU_vento_gr4_12	29031	1010.6	1008.99	14363	17307.2
SLE_rar_gr1_Treno_14	21633.3	425.25	128.885	6170.12	2133.15
SLE_rar_gr2_Scarico_15	18511.1	0	53.9516	0	752.804
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	21633.3	850.5	128.868	12102.4	2132.82
SLE_rar_gr4_centrif_17	20963.3	680.4	112.797	9681.88	1841.69
SLE_rar_gr1+vento_18	21633.3	434.859	447.435	6299.84	7714.13
SLE_rar_gr2+vento_19	18511.1	9.60924	372.501	129.725	6333.78
SLE_rar_gr3+vento_20	21633.3	860.109	447.418	12232.1	7713.8
SLE_rar_gr4+vento_21	20963.3	690.009	431.347	9811.61	7422.66
SLE_rar_vento_gr1_22	20963.3	356.215	621.159	5152.3	10828.7
SLE_rar_vento_gr2_23	18465.5	16.0154	573.201	216.208	9891.65
SLE_rar_vento_gr3_24	20963.3	696.415	621.145	9898.09	10828.4
SLE_rar_vento_gr4_25	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3
SLE_fre_gr1_Treno_27	20963.3	340.2	75.2074	4936.09	1317.31
SLE_fre_gr2_Scarico_28	18465.5	0	35.2428	0	491.78
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	20963.3	680.4	75.1936	9681.88	1317.04
SLE_fre_gr4_centrif_30	20963.3	680.4	94.0024	9681.88	1579.5
SLE_fre_gr1+vento_31	20963.3	343.403	181.391	4979.34	3177.63
SLE_fre_gr2+vento_32	18465.5	3.20308	141.426	43.2416	2352.1
SLE_fre_gr3+vento_33	20963.3	683.603	181.377	9725.13	3177.37
SLE_fre_gr4+vento_34	20963.3	683.603	200.186	9725.13	3439.82
SLE_fre_vento_gr1_35	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_vento_gr2_36	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99



SLE_fre_vento_gr3_37	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_vento_gr4_38	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_gr1_temp39	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr2_temp40	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr3_temp41	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr3_temp42	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_qp_gr1_Treno_44	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr2_Scarico_45	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr4_centrif_47	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr1+vento_48	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr2+vento_49	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr3+vento_50	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr4+vento_51	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr1_52	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr2_53	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr3_54	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr4_55	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr1_temp56	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr2_temp57	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_temp58	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_temp59	18283.1	0	40.3709	0	563.175
E_103x_SLV_q=1.5_60	18684.1	4470.66	1450.83	48481.8	17208.7
E_103y_SLV_q=1.5_61	18684.1	2011.33	3826.24	16219.9	53799.3
E_103z_SLV_q=1.5_62	19619.7	2011.33	1450.83	16219.9	17208.7
E_103x_SLV_q=1.36_63	18684.1	4821.99	1552.63	53090.6	18776.9
E_103y_SLV_q=1.36_64	18684.1	2116.73	4165.59	17602.5	59026.6
E_103z_SLV_q=1.36_65	19619.7	2116.73	1552.63	17602.5	18776.9
E_103x_SLV_q=1_66	18684.1	6226.23	1959.32	71522.8	25048.1
E_103y_SLV_q=1_67	18684.1	2538	5521.21	23132.2	79930.6
E_103z_SLV_q=1_68	19619.7	2538	1959.32	23132.2	25048.1
E_103x_SLD_q=1_69	18417	2906.5	992.542	33121.1	12030.9
E_103y_SLD_q=1_70	18417	1202.32	2638.38	10762.3	37389.3
E_103z_SLD_q=1_71	18729.5	1202.32	992.542	10762.3	12030.9

6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	180.012	3853.96	379.305
A1_SLU_gr2_Scarico_73	10423.3	0	84.6193	0	38.3383
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	179.987	4131.43	379.164
A1_SLU_gr4_centrif_75	12477.1	986.58	158.543	3305.15	309.984
A1_SLU_gr1+vento_76	13073.1	631.026	657.836	3853.96	2300.14
A1_SLU_gr2+vento_77	10423.3	14.4139	562.443	0	1959.17
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1247.64	657.811	4131.43	2300
A1_SLU_gr4+vento_79	12477.1	1000.99	636.367	3305.15	2230.82
A1_SLU_vento_gr1_80	12477.1	517.313	923.216	3083.17	3497.11
A1_SLU_vento_gr2_81	10357.2	24.0231	862.165	0	3231.21
A1_SLU_vento_gr3_82	12477.1	1010.6	923.196	3305.15	3497
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1010.6	954.917	3305.15	3511.38
SLE_rar_gr1_Treno_85	9188.92	425.25	97.8104	2657.9	249.739
SLE_rar_gr2_Scarico_86	7361.47	0	53.9516	0	24.4573
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	9188.92	850.5	97.7932	2849.27	249.641
SLE_rar_gr4_centrif_88	8777.83	680.4	87.9374	2279.41	204.151
SLE_rar_gr1+vento_89	9188.92	434.859	416.36	2657.9	1530.3
SLE_rar_gr2+vento_90	7361.47	9.60924	372.501	0	1305.01
SLE_rar_gr3+vento_91	9188.92	860.109	416.343	2849.27	1530.2
SLE_rar_gr4+vento_92	8777.83	690.009	406.487	2279.41	1484.71
SLE_rar_vento_gr1_93	8777.83	356.215	601.271	2126.32	2330.5
SLE_rar_vento_gr2_94	7315.87	16.0154	573.201	0	2153.43
SLE_rar_vento_gr3_95	8777.83	696.415	601.257	2279.41	2330.42
SLE_rar_vento_gr4_96	8777.83	696.415	618.853	2279.41	2338.41
SLE_fre_gr1_Treno_98	8777.83	340.2	58.6341	2126.32	190.965
SLE_fre_gr2_Scarico_99	7315.87	0	35.2428	0	16.0025
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	8777.83	680.4	58.6203	2279.41	190.887
SLE_fre_gr4_centrif_101	8777.83	680.4	73.2857	2279.41	197.558
SLE_fre_gr1+vento_102	8777.83	343.403	164.817	2126.32	617.817
SLE_fre_gr2+vento_103	7315.87	3.20308	141.426	0	442.855
SLE_fre_gr3+vento_104	8777.83	683.603	164.803	2279.41	617.739
SLE_fre_gr4+vento_105	8777.83	683.603	179.469	2279.41	624.41

SLE_fre_vento_gr1_106	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_vento_gr2_107	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_vento_gr3_108	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_vento_gr4_109	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_gr1_temp110	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr2_temp111	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr3_temp112	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr3_temp113	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
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	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr2+vento_120	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr3+vento_121	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr4+vento_122	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr1_123	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr2_124	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr3_125	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr4_126	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
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	7444.94	3516.53	1164.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	7444.94	1057.2	3540	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	8171.69	1057.2	1164.59	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	7444.94	3867.87	1266.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	7444.94	1162.6	3879.35	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	8171.69	1162.6	1266.39	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	7444.94	5272.1	1673.08	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	7444.94	1583.87	5234.97	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	8171.69	1583.87	1673.08	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	7216.83	2432.23	864.027	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	7216.83	731.912	2538.13	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	7411.35	731.912	864.027	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	17692.1	616.613	180.012	10636.7	2359.44
A1_SLU_gr2_Scarico_73	15042.3	0	84.6193	0	969.151
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	17692.1	1233.23	179.987	17696.9	2359.02
A1_SLU_gr4_centrif_75	17096	986.58	158.543	14157.5	2053.96
A1_SLU_gr1+vento_76	17692.1	631.026	657.836	10795.2	9536.34
A1_SLU_gr2+vento_77	15042.3	14.4139	562.443	158.552	8146.05
A1_SLU_gr3+vento_78	17692.1	1247.64	657.811	17855.5	9535.92
A1_SLU_gr4+vento_79	17096	1000.99	636.367	14316.1	9230.86
A1_SLU_vento_gr1_80	17096	517.313	923.216	8773.61	13652.5
A1_SLU_vento_gr2_81	14976.1	24.0231	862.165	264.254	12715
A1_SLU_vento_gr3_82	17096	1010.6	923.196	14421.8	13652.2
A1_SLU_vento_gr4_83	17096	1010.6	954.917	14421.8	14015.5
SLE_rar_gr1_Treno_85	12610.3	425.25	97.8104	7335.65	1325.65
SLE_rar_gr2_Scarico_86	10782.9	0	53.9516	0	617.925
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	12610.3	850.5	97.7932	12204.8	1325.37
SLE_rar_gr4_centrif_88	12199.3	680.4	87.9374	9763.81	1171.46
SLE_rar_gr1+vento_89	12610.3	434.859	416.36	7441.35	6110.25
SLE_rar_gr2+vento_90	10782.9	9.60924	372.501	105.702	5402.53
SLE_rar_gr3+vento_91	12610.3	860.109	416.343	12310.5	6109.97
SLE_rar_gr4+vento_92	12199.3	690.009	406.487	9869.51	5956.06
SLE_rar_vento_gr1_93	12199.3	356.215	601.271	6044.69	8944.48
SLE_rar_vento_gr2_94	10737.3	16.0154	573.201	176.169	8458.65
SLE_rar_vento_gr3_95	12199.3	696.415	601.257	9939.98	8944.25
SLE_rar_vento_gr4_96	12199.3	696.415	618.853	9939.98	9145.8
SLE_fre_gr1_Treno_98	12199.3	340.2	58.6341	5868.52	835.94
SLE_fre_gr2_Scarico_99	10737.3	0	35.2428	0	403.673
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12199.3	680.4	58.6203	9763.81	835.71
SLE_fre_gr4_centrif_101	12199.3	680.4	73.2857	9763.81	1003.7
SLE_fre_gr1+vento_102	12199.3	343.403	164.817	5903.76	2430.81
SLE_fre_gr2+vento_103	10737.3	3.20308	141.426	35.2339	1998.54
SLE_fre_gr3+vento_104	12199.3	683.603	164.803	9799.05	2430.58
SLE_fre_gr4+vento_105	12199.3	683.603	179.469	9799.05	2598.57
SLE_fre_vento_gr1_106	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41

SLE_fre_vento_gr2_107	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_vento_gr3_108	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_vento_gr4_109	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_gr1_temp110	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr2_temp111	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr3_temp112	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr3_temp113	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_qp_gr1_Treno_115	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr2_Scarico_116	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr4_centrif_118	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr1+vento_119	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr2+vento_120	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr3+vento_121	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr4+vento_122	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr1_123	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr2_124	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr3_125	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr4_126	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr1_temp127	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr2_temp128	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_temp129	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_temp130	10554.9	0	40.3709	0	462.247
E_103x_SLV_q=1.5_131	10866.4	3516.53	1164.59	37305.1	13581.6
E_103y_SLV_q=1.5_132	10866.4	1057.2	3540	11191.5	44233.7
E_103z_SLV_q=1.5_133	11593.1	1057.2	1164.59	11191.5	13581.6
E_103x_SLV_q=1.36_134	10866.4	3867.87	1266.39	41035.6	14895.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	10866.4	1162.6	3879.35	12310.7	48612.6
E_103z_SLV_q=1.36_136	11593.1	1162.6	1266.39	12310.7	14895.3
E_103x_SLV_q=1_137	10866.4	5272.1	1673.08	55957.3	20149.8
E_103y_SLV_q=1_138	10866.4	1583.87	5234.97	16787.2	66127.5
E_103z_SLV_q=1_139	11593.1	1583.87	1673.08	16787.2	20149.8
E_103x_SLD_q=1_140	10638.3	2432.23	864.027	27879.4	10520.8
E_103y_SLD_q=1_141	10638.3	731.912	2538.13	8363.82	34031.1
E_103z_SLD_q=1_142	10832.8	731.912	864.027	8363.82	10520.8

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	28125.1	616.613	180.012	12178.2	2809.47
A1_SLU_gr2_Scarico_73	25475.3	0	84.6193	0	1180.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	28125.1	1233.23	179.987	20780	2808.99
A1_SLU_gr4_centrif_75	27529.1	986.58	158.543	16624	2450.32
A1_SLU_gr1+vento_76	28125.1	631.026	657.836	12372.8	11180.9
A1_SLU_gr2+vento_77	25475.3	14.4139	562.443	194.587	9552.16
A1_SLU_gr3+vento_78	28125.1	1247.64	657.811	20974.6	11180.5
A1_SLU_gr4+vento_79	27529.1	1000.99	636.367	16818.6	10821.8
A1_SLU_vento_gr1_80	27529.1	517.313	923.216	10066.9	15960.5
A1_SLU_vento_gr2_81	25409.2	24.0231	862.165	324.312	14870.4
A1_SLU_vento_gr3_82	27529.1	1010.6	923.196	16948.3	15960.1
A1_SLU_vento_gr4_83	27529.1	1010.6	954.917	16948.3	16402.8
SLE_rar_gr1_Treno_85	20338.6	425.25	97.8104	8398.78	1570.18
SLE_rar_gr2_Scarico_86	18511.1	0	53.9516	0	752.804
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	20338.6	850.5	97.7932	14331	1569.85
SLE_rar_gr4_centrif_88	19927.5	680.4	87.9374	11464.8	1391.31
SLE_rar_gr1+vento_89	20338.6	434.859	416.36	8528.5	7151.15
SLE_rar_gr2+vento_90	18511.1	9.60924	372.501	129.725	6333.78
SLE_rar_gr3+vento_91	20338.6	860.109	416.343	14460.7	7150.82
SLE_rar_gr4+vento_92	19927.5	690.009	406.487	11594.5	6972.28
SLE_rar_vento_gr1_93	19927.5	356.215	601.271	6935.23	10447.7
SLE_rar_vento_gr2_94	18465.5	16.0154	573.201	216.208	9891.65
SLE_rar_vento_gr3_95	19927.5	696.415	601.257	11681	10447.4
SLE_rar_vento_gr4_96	19927.5	696.415	618.853	11681	10692.9
SLE_fre_gr1_Treno_98	19927.5	340.2	58.6341	6719.02	982.525
SLE_fre_gr2_Scarico_99	18465.5	0	35.2428	0	491.78
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	19927.5	680.4	58.6203	11464.8	982.261
SLE_fre_gr4_centrif_101	19927.5	680.4	73.2857	11464.8	1186.92
SLE_fre_gr1+vento_102	19927.5	343.403	164.817	6762.26	2842.85
SLE_fre_gr2+vento_103	18465.5	3.20308	141.426	43.2416	2352.1
SLE_fre_gr3+vento_104	19927.5	683.603	164.803	11508.1	2842.59
SLE_fre_gr4+vento_105	19927.5	683.603	179.469	11508.1	3047.24
SLE_fre_vento_gr1_106	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99

SLE_fre_vento_gr2_107	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_vento_gr3_108	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_vento_gr4_109	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_gr1_temp110	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr2_temp111	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr3_temp112	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr3_temp113	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_qp_gr1_Treno_115	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr2_Scarico_116	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr4_centrif_118	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr1+vento_119	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr2+vento_120	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr3+vento_121	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr4+vento_122	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr1_123	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr2_124	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr3_125	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr4_126	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr1_temp127	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr2_temp128	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_temp129	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_temp130	18283.1	0	40.3709	0	563.175
E_103x_SLV_q=1.5_131	18684.1	4470.66	1450.83	48481.8	17208.7
E_103y_SLV_q=1.5_132	18684.1	2011.33	3826.24	16219.9	53799.3
E_103z_SLV_q=1.5_133	19619.7	2011.33	1450.83	16219.9	17208.7
E_103x_SLV_q=1.36_134	18684.1	4821.99	1552.63	53090.6	18776.9
E_103y_SLV_q=1.36_135	18684.1	2116.73	4165.59	17602.5	59026.6
E_103z_SLV_q=1.36_136	19619.7	2116.73	1552.63	17602.5	18776.9
E_103x_SLV_q=1_137	18684.1	6226.23	1959.32	71522.8	25048.1
E_103y_SLV_q=1_138	18684.1	2538	5521.21	23132.2	79930.6
E_103z_SLV_q=1_139	19619.7	2538	1959.32	23132.2	25048.1
E_103x_SLD_q=1_140	18397.6	2900.99	1004.65	35131.9	13032.5
E_103y_SLD_q=1_141	18397.6	1200.67	2678.76	11365.5	40728
E_103z_SLD_q=1_142	18664.7	1200.67	1004.65	11365.5	13032.5

## 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	247.6	622.402	597.464
A1_SLU_gr2_Scarico_144	10423.3	0	84.6193	0	38.3383
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	247.575	899.878	597.323
A1_SLU_gr4_centrif_146	13979	986.58	212.614	719.902	484.512
A1_SLU_gr1+vento_147	14950.6	631.026	725.424	622.402	2518.3
A1_SLU_gr2+vento_148	10423.3	14.4139	562.443	0	1959.17
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1247.64	725.399	899.878	2518.16
A1_SLU_gr4+vento_150	13979	1000.99	690.438	719.902	2405.35
A1_SLU_vento_gr1_151	13979	517.313	966.472	497.922	3666.77
A1_SLU_vento_gr2_152	10357.2	24.0231	862.165	0	3231.21
A1_SLU_vento_gr3_153	13979	1010.6	966.452	719.902	3666.66
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1010.6	1008.99	719.902	3685.9
SLE_rar_gr1_Treno_156	10483.7	425.25	128.885	429.243	393.201
SLE_rar_gr2_Scarico_157	7361.47	0	53.9516	0	24.4573
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	10483.7	850.5	128.868	620.605	393.104
SLE_rar_gr4_centrif_159	9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921
SLE_rar_gr1+vento_160	10483.7	434.859	447.435	429.243	1673.76
SLE_rar_gr2+vento_161	7361.47	9.60924	372.501	0	1305.01
SLE_rar_gr3+vento_162	10483.7	860.109	447.418	620.605	1673.66
SLE_rar_gr4+vento_163	9813.66	690.009	431.347	496.484	1599.48
SLE_rar_vento_gr1_164	9813.66	356.215	621.159	343.394	2443.03
SLE_rar_vento_gr2_165	7315.87	16.0154	573.201	0	2153.43
SLE_rar_vento_gr3_166	9813.66	696.415	621.145	496.484	2442.96
SLE_rar_vento_gr4_167	9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18
SLE_fre_gr1_Treno_169	9813.66	340.2	75.2074	343.394	302.006
SLE_fre_gr2_Scarico_170	7315.87	0	35.2428	0	16.0025
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	9813.66	680.4	75.1936	496.484	301.928
SLE_fre_gr4_centrif_172	9813.66	680.4	94.0024	496.484	310.463
SLE_fre_gr1+vento_173	9813.66	343.403	181.391	343.394	728.858
SLE_fre_gr2+vento_174	7315.87	3.20308	141.426	0	442.855
SLE_fre_gr3+vento_175	9813.66	683.603	181.377	496.484	728.78
SLE_fre_gr4+vento_176	9813.66	683.603	200.186	496.484	737.316
SLE_fre_vento_gr1_177	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3



SLE_fre_vento_gr2_178	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_vento_gr3_179	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_vento_gr4_180	7133.47	8.0077	305.829	0	1085.3
SLE_fre_gr1_temp181	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr2_temp182	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr3_temp183	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
SLE_fre_gr3_temp184	7133.47	3.20308	154.628	0	448.653
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	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr2+vento_191	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr3+vento_192	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr4+vento_193	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr1_194	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr2_195	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr3_196	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_vento_gr4_197	7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
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	7444.94	3516.53	1164.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	7444.94	1057.2	3540	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	8171.69	1057.2	1164.59	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	7444.94	3867.87	1266.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	7444.94	1162.6	3879.35	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	8171.69	1162.6	1266.39	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	7444.94	5272.1	1673.08	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	7444.94	1583.87	5234.97	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	8171.69	1583.87	1673.08	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	7216.83	2432.23	864.027	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	7216.83	731.912	2538.13	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	7411.35	731.912	864.027	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**


combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	19569.5	616.613	247.6	7405.14	3321.07
A1_SLU_gr2_Scarico_144	15042.3	0	84.6193	0	969.151
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	19569.5	1233.23	247.575	14465.4	3320.65
A1_SLU_gr4_centrif_146	18597.9	986.58	212.614	11572.3	2823.26
A1_SLU_gr1+vento_147	19569.5	631.026	725.424	7563.69	10498
A1_SLU_gr2+vento_148	15042.3	14.4139	562.443	158.552	8146.05
A1_SLU_gr3+vento_149	19569.5	1247.64	725.399	14623.9	10497.6
A1_SLU_gr4+vento_150	18597.9	1000.99	690.438	11730.8	10000.2
A1_SLU_vento_gr1_151	18597.9	517.313	966.472	6188.37	14298
A1_SLU_vento_gr2_152	14976.1	24.0231	862.165	264.254	12715
A1_SLU_vento_gr3_153	18597.9	1010.6	966.452	11836.5	14297.6
A1_SLU_vento_gr4_154	18597.9	1010.6	1008.99	11836.5	14784.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	13905.1	425.25	128.885	5106.99	1810.94
SLE_rar_gr2_Scarico_157	10782.9	0	53.9516	0	617.925
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	13905.1	850.5	128.868	9976.11	1810.65
SLE_rar_gr4_centrif_159	13235.1	680.4	112.797	7980.88	1559.69
SLE_rar_gr1+vento_160	13905.1	434.859	447.435	5212.69	6595.54
SLE_rar_gr2+vento_161	10782.9	9.60924	372.501	105.702	5402.53
SLE_rar_gr3+vento_162	13905.1	860.109	447.418	10081.8	6595.25
SLE_rar_gr4+vento_163	13235.1	690.009	431.347	8086.59	6344.29
SLE_rar_vento_gr1_164	13235.1	356.215	621.159	4261.76	9275.78
SLE_rar_vento_gr2_165	10737.3	16.0154	573.201	176.169	8458.65
SLE_rar_vento_gr3_166	13235.1	696.415	621.145	8157.05	9275.55
SLE_rar_vento_gr4_167	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03
SLE_fre_gr1_Treno_169	13235.1	340.2	75.2074	4085.59	1129.29
SLE_fre_gr2_Scarico_170	10737.3	0	35.2428	0	403.673
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13235.1	680.4	75.1936	7980.88	1129.06
SLE_fre_gr4_centrif_172	13235.1	680.4	94.0024	7980.88	1344.49
SLE_fre_gr1+vento_173	13235.1	343.403	181.391	4120.83	2724.15
SLE_fre_gr2+vento_174	10737.3	3.20308	141.426	35.2339	1998.54
SLE_fre_gr3+vento_175	13235.1	683.603	181.377	8016.12	2723.92
SLE_fre_gr4+vento_176	13235.1	683.603	200.186	8016.12	2939.36
SLE_fre_vento_gr1_177	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41

SLE_fre_vento_gr2_178	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_vento_gr3_179	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_vento_gr4_180	10554.9	8.0077	305.829	88.0847	4449.41
SLE_fre_gr1_temp181	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr2_temp182	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr3_temp183	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_fre_gr3_temp184	10554.9	3.20308	154.628	35.2339	2149.56
SLE_qp_gr1_Treno_186	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr2_Scarico_187	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr4_centrif_189	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr1+vento_190	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr2+vento_191	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr3+vento_192	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr4+vento_193	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr1_194	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr2_195	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr3_196	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_vento_gr4_197	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11
SLE_qp_gr1_temp198	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr2_temp199	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_temp200	10554.9	0	40.3709	0	462.247
SLE_qp_gr3_temp201	10554.9	0	40.3709	0	462.247
E_103x_SLV_q=1.5_202	10866.4	3516.53	1164.59	37305.1	13581.6
E_103y_SLV_q=1.5_203	10866.4	1057.2	3540	11191.5	44233.7
E_103z_SLV_q=1.5_204	11593.1	1057.2	1164.59	11191.5	13581.6
E_103x_SLV_q=1.36_205	10866.4	3867.87	1266.39	41035.6	14895.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	10866.4	1162.6	3879.35	12310.7	48612.6
E_103z_SLV_q=1.36_207	11593.1	1162.6	1266.39	12310.7	14895.3
E_103x_SLV_q=1_208	10866.4	5272.1	1673.08	55957.3	20149.8
E_103y_SLV_q=1_209	10866.4	1583.87	5234.97	16787.2	66127.5
E_103z_SLV_q=1_210	11593.1	1583.87	1673.08	16787.2	20149.8
E_103x_SLD_q=1_211	10638.3	2432.23	864.027	27879.4	10520.8
E_103y_SLD_q=1_212	10638.3	731.912	2538.13	8363.82	34031.1
E_103z_SLD_q=1_213	10832.8	731.912	864.027	8363.82	10520.8

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	30002.6	616.613	247.6	8946.67	3940.07
A1_SLU_gr2_Scarico_144	25475.3	0	84.6193	0	1180.7
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	30002.6	1233.23	247.575	17548.4	3939.59
A1_SLU_gr4_centrif_146	29031	986.58	212.614	14038.7	3354.8
A1_SLU_gr1+vento_147	30002.6	631.026	725.424	9141.26	12311.5
A1_SLU_gr2+vento_148	25475.3	14.4139	562.443	194.587	9552.16
A1_SLU_gr3+vento_149	30002.6	1247.64	725.399	17743	12311
A1_SLU_gr4+vento_150	29031	1000.99	690.438	14233.3	11726.3
A1_SLU_vento_gr1_151	29031	517.313	966.472	7481.65	16714.2
A1_SLU_vento_gr2_152	25409.2	24.0231	862.165	324.312	14870.4
A1_SLU_vento_gr3_153	29031	1010.6	966.452	14363	16713.8
A1_SLU_vento_gr4_154	29031	1010.6	1008.99	14363	17307.2
SLE_rar_gr1_Treno_156	21633.3	425.25	128.885	6170.12	2133.15
SLE_rar_gr2_Scarico_157	18511.1	0	53.9516	0	752.804
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	21633.3	850.5	128.868	12102.4	2132.82
SLE_rar_gr4_centrif_159	20963.3	680.4	112.797	9681.88	1841.69
SLE_rar_gr1+vento_160	21633.3	434.859	447.435	6299.84	7714.13
SLE_rar_gr2+vento_161	18511.1	9.60924	372.501	129.725	6333.78
SLE_rar_gr3+vento_162	21633.3	860.109	447.418	12232.1	7713.8
SLE_rar_gr4+vento_163	20963.3	690.009	431.347	9811.61	7422.66
SLE_rar_vento_gr1_164	20963.3	356.215	621.159	5152.3	10828.7
SLE_rar_vento_gr2_165	18465.5	16.0154	573.201	216.208	9891.65
SLE_rar_vento_gr3_166	20963.3	696.415	621.145	9898.09	10828.4
SLE_rar_vento_gr4_167	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3
SLE_fre_gr1_Treno_169	20963.3	340.2	75.2074	4936.09	1317.31
SLE_fre_gr2_Scarico_170	18465.5	0	35.2428	0	491.78
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	20963.3	680.4	75.1936	9681.88	1317.04
SLE_fre_gr4_centrif_172	20963.3	680.4	94.0024	9681.88	1579.5
SLE_fre_gr1+vento_173	20963.3	343.403	181.391	4979.34	3177.63
SLE_fre_gr2+vento_174	18465.5	3.20308	141.426	43.2416	2352.1
SLE_fre_gr3+vento_175	20963.3	683.603	181.377	9725.13	3177.37
SLE_fre_gr4+vento_176	20963.3	683.603	200.186	9725.13	3439.82
SLE_fre_vento_gr1_177	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99

SLE_fre_vento_gr2_178	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_vento_gr3_179	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_vento_gr4_180	18283.1	8.0077	305.829	108.104	5213.99
SLE_fre_gr1_temp181	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr2_temp182	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr3_temp183	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_fre_gr3_temp184	18283.1	3.20308	154.628	43.2416	2536.13
SLE_qp_gr1_Treno_186	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr2_Scarico_187	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr4_centrif_189	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr1+vento_190	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr2+vento_191	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr3+vento_192	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr4+vento_193	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr1_194	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr2_195	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr3_196	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_vento_gr4_197	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5
SLE_qp_gr1_temp198	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr2_temp199	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_temp200	18283.1	0	40.3709	0	563.175
SLE_qp_gr3_temp201	18283.1	0	40.3709	0	563.175
E_103x_SLV_q=1.5_202	18684.1	4470.66	1450.83	48481.8	17208.7
E_103y_SLV_q=1.5_203	18684.1	2011.33	3826.24	16219.9	53799.3
E_103z_SLV_q=1.5_204	19619.7	2011.33	1450.83	16219.9	17208.7
E_103x_SLV_q=1.36_205	18684.1	4821.99	1552.63	53090.6	18776.9
E_103y_SLV_q=1.36_206	18684.1	2116.73	4165.59	17602.5	59026.6
E_103z_SLV_q=1.36_207	19619.7	2116.73	1552.63	17602.5	18776.9
E_103x_SLV_q=1_208	18684.1	6226.23	1959.32	71522.8	25048.1
E_103y_SLV_q=1_209	18684.1	2538	5521.21	23132.2	79930.6
E_103z_SLV_q=1_210	19619.7	2538	1959.32	23132.2	25048.1
E_103x_SLD_q=1_211	18397.6	2900.99	1004.65	35131.9	13032.5
E_103y_SLD_q=1_212	18397.6	1200.67	2678.76	11365.5	40728
E_103z_SLD_q=1_213	18664.7	1200.67	1004.65	11365.5	13032.5

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

### 6.2.1 Stati limiti di esercizio

#### Configurazione1

TESTA PILA						
combo		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
SLE_rar_gr1_Treno_14		10483.7	425.25	128.885	429.243	393.201
SLE_rar_gr3+vento_20		10483.7	860.109	447.418	620.605	1673.66
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		10483.7	850.5	128.868	620.605	393.104
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	696.415	112.797	496.484	2453.18
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18
SLE_rar_gr4_centrif_17		9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921
SLE_rar_vento_gr4_25		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
SLE_qp_gr1_Treno_44		7133.47	0	40.3709	0	18.1669
SLE_qp_gr1+vento_48		7133.47	3.20308	146.554	0	445.019
E_103x_SLD_q=1_69		7236.29	2437.74	851.914	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		7236.29	733.565	2497.75	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		7476.19	733.565	851.914	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	13905.1	425.25	128.885	5106.99	1810.94	
SLE_rar_gr3+vento_20	13905.1	860.109	447.418	10081.8	6595.25	
SLE_rar_vento_gr4_25	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_gr3+vento_20	13905.1	860.109	447.418	10081.8	6595.25	
SLE_rar_vento_gr4_25	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13235.1	680.4	112.797	7980.88	1559.69	
SLE_rar_vento_gr4_25	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_vento_gr4_25	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_vento_gr4_25	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_vento_gr4_25	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_qp_gr1_Treno_44	10554.9	0	40.3709	0	462.247	
SLE_qp_gr1+vento_48	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_48	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_48	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_48	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
E_103x_SLD_q=1_69	10657.7	2437.74	851.914	25854.8	9549.51	
E_103y_SLD_q=1_70	10657.7	733.565	2497.75	7756.44	30793.3	
E_103z_SLD_q=1_71	10897.6	733.565	851.914	7756.44	9549.51	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	21633.3	425.25	128.885	6170.12	2133.15	
SLE_rar_gr3+vento_20	21633.3	860.109	447.418	12232.1	7713.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_gr3+vento_20	21633.3	860.109	447.418	12232.1	7713.8	
SLE_rar_vento_gr4_25	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_gr4_centrif_17	20963.3	680.4	112.797	9681.88	1841.69	
SLE_rar_vento_gr4_25	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_vento_gr4_25	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_qp_gr1_Treno_44	18283.1	0	40.3709	0	563.175	
SLE_qp_gr1+vento_48	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_48	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_48	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_48	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
E_103x_SLD_q=1_69	18417	2906.5	992.542	33121.1	12030.9	
E_103y_SLD_q=1_70	18417	1202.32	2638.38	10762.3	37389.3	
E_103z_SLD_q=1_71	18729.5	1202.32	992.542	10762.3	12030.9	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		9188.92	425.25	97.8104	2657.9	249.739	
SLE_rar_gr3+vento_91		9188.92	860.109	416.343	2849.27	1530.2	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	696.415	618.853	2279.41	2338.41	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		9188.92	850.5	97.7932	2849.27	249.641	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	696.415	618.853	2279.41	2338.41	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	87.9374	2279.41	204.151	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	696.415	618.853	2279.41	2338.41	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	696.415	618.853	2279.41	2338.41	
SLE_rar_gr4_centrif_88		8777.83	680.4	87.9374	2279.41	204.151	
SLE_rar_vento_gr4_96		8777.83	696.415	618.853	2279.41	2338.41	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	3.20308	146.554	0	445.019	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	3.20308	146.554	0	445.019	
SLE_qp_gr1_Treno_115		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_119		7133.47	3.20308	146.554	0	445.019	
E_103x_SLD_q=1_140		7216.83	2432.23	864.027	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		7216.83	731.912	2538.13	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		7411.35	731.912	864.027	0	0	



BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	12610.3	425.25	128.885	5106.99	1810.94	
SLE_rar_gr3+vento_91	12610.3	860.109	416.343	12310.5	6109.97	
SLE_rar_vento_gr4_96	12199.3	696.415	618.853	9939.98	9145.8	
SLE_rar_gr3+vento_91	12610.3	860.109	416.343	12310.5	6109.97	
SLE_rar_vento_gr4_96	12199.3	696.415	618.853	9939.98	9145.8	
SLE_rar_gr4_centrif_88	12199.3	680.4	87.9374	9763.81	1171.46	
SLE_rar_vento_gr4_96	12199.3	696.415	618.853	9939.98	9145.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	12199.3	696.415	618.853	9939.98	9145.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	12199.3	696.415	618.853	9939.98	9145.8	
SLE_rar_vento_gr4_96	12199.3	696.415	618.853	9939.98	9145.8	
SLE_qp_gr1_Treno_115	10554.9	0	40.3709	0	462.247	
SLE_qp_gr1+vento_119	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_119	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_119	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_119	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
E_103x_SLD_q=1_140	10638.3	2432.23	864.027	27879.4	10520.8	
E_103y_SLD_q=1_141	10638.3	731.912	2538.13	8363.82	34031.1	
E_103z_SLD_q=1_142	10832.8	731.912	864.027	8363.82	10520.8	


BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	20338.6	425.25	128.885	6170.12	2133.15	
SLE_rar_gr3+vento_91	20338.6	860.109	416.343	14460.7	7150.82	
SLE_rar_vento_gr4_96	19927.5	696.415	618.853	11681	10692.9	
SLE_rar_gr3+vento_91	20338.6	860.109	416.343	14460.7	7150.82	
SLE_rar_vento_gr4_96	19927.5	696.415	618.853	11681	10692.9	
SLE_rar_gr4_centrif_88	19927.5	680.4	87.9374	11464.8	1391.31	
SLE_rar_vento_gr4_96	19927.5	696.415	618.853	11681	10692.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	19927.5	696.415	618.853	11681	10692.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	19927.5	696.415	618.853	11681	10692.9	
SLE_rar_vento_gr4_96	19927.5	696.415	618.853	11681	10692.9	
SLE_qp_gr1_Treno_115	18283.1	0	40.3709	0	563.175	
SLE_qp_gr1+vento_119	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_119	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_119	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_119	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
E_103x_SLD_q=1_140	18397.6	2900.99	1004.65	35131.9	13032.5	
E_103y_SLD_q=1_141	18397.6	1200.67	2678.76	11365.5	40728	
E_103z_SLD_q=1_142	18664.7	1200.67	1004.65	11365.5	13032.5	

Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		10483.7	425.25	128.885	429.243	393.201	
SLE_rar_gr3+vento_162		10483.7	860.109	447.418	620.605	1673.66	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		10483.7	850.5	128.868	620.605	393.104	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18	
SLE_rar_gr4_centrif_159		9813.66	680.4	112.797	496.484	318.921	
SLE_rar_vento_gr4_167		9813.66	696.415	643.713	496.484	2453.18	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	3.20308	146.554	0	445.019	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	3.20308	146.554	0	445.019	
SLE_qp_gr1_Treno_186		7133.47	0	40.3709	0	18.1669	
SLE_qp_gr1+vento_190		7133.47	3.20308	146.554	146.554	445.019	
E_103x_SLD_q=1_211		7216.83	2432.23	864.027	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		7216.83	731.912	2538.13	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		7411.35	731.912	864.027	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	13905.1	425.25	128.885	5106.99	1810.94	
SLE_rar_gr3+vento_162	13905.1	860.109	447.418	10081.8	6595.25	
SLE_rar_vento_gr4_167	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_gr3+vento_162	13905.1	860.109	447.418	10081.8	6595.25	
SLE_rar_vento_gr4_167	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_gr4_centrif_159	13235.1	680.4	112.797	7980.88	1559.69	
SLE_rar_vento_gr4_167	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_vento_gr4_167	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_vento_gr4_167	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_rar_vento_gr4_167	13235.1	696.415	643.713	8157.05	9534.03	
SLE_qp_gr1_Treno_186	10554.9	0	40.3709	0	462.247	
SLE_qp_gr1+vento_190	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_190	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_190	10554.9	3.20308	146.554	35.2339	2057.11	
SLE_qp_gr1+vento_190	10554.9	3.20308	146.554	146.554	2057.11	
E_103x_SLD_q=1_211	10638.3	2432.23	864.027	27879.4	10520.8	
E_103y_SLD_q=1_212	10638.3	731.912	2538.13	8363.82	34031.1	
E_103z_SLD_q=1_213	10832.8	731.912	864.027	8363.82	10520.8	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	21633.3	425.25	128.885	6170.12	2133.15	
SLE_rar_gr3+vento_162	21633.3	860.109	447.418	12232.1	7713.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_gr3+vento_162	21633.3	860.109	447.418	12232.1	7713.8	
SLE_rar_vento_gr4_167	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_gr4_centrif_159	20963.3	680.4	112.797	9681.88	1841.69	
SLE_rar_vento_gr4_167	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_rar_vento_gr4_167	20963.3	696.415	643.713	9898.09	11143.3	
SLE_qp_gr1_Treno_186	18283.1	0	40.3709	0	563.175	
SLE_qp_gr1+vento_190	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_190	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_190	18283.1	3.20308	146.554	43.2416	2423.5	
SLE_qp_gr1+vento_190	18283.1	3.20308	146.554	146.554	2423.5	
E_103x_SLD_q=1_211	18397.6	2900.99	1004.65	35131.9	13032.5	
E_103y_SLD_q=1_212	18397.6	1200.67	2678.76	11365.5	40728	
E_103z_SLD_q=1_213	18664.7	1200.67	1004.65	11365.5	13032.5	

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

## 6.2.2 Stati limiti ultimi

### Configurazione1


TESTA PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		14950.6	616.613	247.6	622.402	597.464
A1_SLU_gr3+vento_7		14950.6	1247.64	725.399	899.878	2518.16
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	1010.6	1008.99	719.902	3685.9
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		14950.6	1233.23	247.575	899.878	597.323
A1_SLU_vento_gr4_12		13979	1010.6	1008.99	719.902	3685.9
E_103x_SLV_q=1.5_60		7444.94	3516.53	1164.59	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		7444.94	1057.2	3540	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		8171.69	1057.2	1164.59	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		7444.94	5272.1	1673.08	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		7444.94	1583.87	5234.97	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		8171.69	1583.87	1673.08	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		19569.5	616.613	247.6	7405.14	3321.07
A1_SLU_gr3+vento_7		19569.5	1247.64	725.399	14623.9	10497.6
A1_SLU_vento_gr4_12		18597.9	1010.6	1008.99	11836.5	14784.8
A1_SLU_gr3+vento_7		19569.5	1247.64	725.399	14623.9	10497.6
A1_SLU_vento_gr4_12		18597.9	1010.6	1008.99	11836.5	14784.8
E_103x_SLV_q=1.5_60		10866.4	3516.53	1164.59	37305.1	13581.6
E_103y_SLV_q=1.5_61		10866.4	1057.2	3540	11191.5	44233.7
E_103z_SLV_q=1.5_62		11593.1	1057.2	1164.59	11191.5	13581.6
E_103x_SLV_q=1_66		10866.4	5272.1	1673.08	55957.3	20149.8
E_103y_SLV_q=1_67		10866.4	1583.87	5234.97	16787.2	66127.5
E_103z_SLV_q=1_68		11593.1	1583.87	1673.08	16787.2	20149.8
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		30002.6	616.613	247.6	8946.67	3940.07
A1_SLU_gr3+vento_7		30002.6	1247.64	725.399	17743	12311
A1_SLU_vento_gr4_12		29031	1010.6	1008.99	14363	17307.2
A1_SLU_gr3+vento_7		30002.6	1247.64	725.399	17743	12311
A1_SLU_vento_gr4_12		29031	1010.6	1008.99	14363	17307.2
E_103x_SLV_q=1.36_63		18684.1	4821.99	1552.63	53090.6	18776.9
E_103y_SLV_q=1.36_64		18684.1	2116.73	4165.59	17602.5	59026.6
E_103z_SLV_q=1.36_65		19619.7	2116.73	1552.63	17602.5	18776.9
E_103x_SLV_q=1_66		18684.1	6226.23	1959.32	71522.8	25048.1
E_103y_SLV_q=1_67		18684.1	2538	5521.21	23132.2	79930.6
E_103z_SLV_q=1_68		19619.7	2538	1959.32	23132.2	25048.1

Configurazione2

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	13073.1	616.613	180.012	3853.96	379.305	
A1_SLU_gr3+vento_78	13073.1	1247.64	657.811	4131.43	2300	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1010.6	954.917	3305.15	3511.38	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	13073.1	1233.23	179.987	4131.43	379.164	
A1_SLU_vento_gr4_83	12477.1	1010.6	954.917	3305.15	3511.38	
E_103x_SLV_q=1.5_131	7444.94	3516.53	1164.59	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_132	7444.94	1057.2	3540	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_133	8171.69	1057.2	1164.59	0	0	
E_103x_SLV_q=1_137	7444.94	5272.1	1673.08	0	0	
E_103y_SLV_q=1_138	7444.94	1583.87	5234.97	0	0	
E_103z_SLV_q=1_139	8171.69	1583.87	1673.08	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	17692.1	616.613	180.012	10636.7	2359.44	
A1_SLU_gr3+vento_78	17692.1	1247.64	657.811	17855.5	9535.92	
A1_SLU_vento_gr4_83	17096	1010.6	954.917	14421.8	14015.5	
A1_SLU_gr3+vento_78	17692.1	1247.64	657.811	17855.5	9535.92	
A1_SLU_vento_gr4_83	17096	1010.6	954.917	14421.8	14015.5	
E_103x_SLV_q=1.5_131	10866.4	3516.53	1164.59	37305.1	13581.6	
E_103y_SLV_q=1.5_132	10866.4	1057.2	3540	11191.5	44233.7	
E_103z_SLV_q=1.5_133	11593.1	1057.2	1164.59	11191.5	13581.6	
E_103x_SLV_q=1_137	10866.4	5272.1	1673.08	55957.3	20149.8	
E_103y_SLV_q=1_138	10866.4	1583.87	5234.97	16787.2	66127.5	
E_103z_SLV_q=1_139	11593.1	1583.87	1673.08	16787.2	20149.8	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_72	28125.1	616.613	180.012	12178.2	2809.47	
A1_SLU_gr3+vento_78	28125.1	1247.64	657.811	20974.6	11180.5	
A1_SLU_vento_gr4_83	27529.1	1010.6	954.917	16948.3	16402.8	
A1_SLU_gr3+vento_78	28125.1	1247.64	657.811	20974.6	11180.5	
A1_SLU_vento_gr4_83	27529.1	1010.6	954.917	16948.3	16402.8	
E_103x_SLV_q=1.36_134	18684.1	4821.99	1552.63	53090.6	18776.9	
E_103y_SLV_q=1.36_135	18684.1	2116.73	4165.59	17602.5	59026.6	
E_103z_SLV_q=1.36_136	19619.7	2116.73	1552.63	17602.5	18776.9	
E_103x_SLV_q=1_137	18684.1	6226.23	1959.32	71522.8	25048.1	
E_103y_SLV_q=1_138	18684.1	2538	5521.21	23132.2	79930.6	
E_103z_SLV_q=1_139	19619.7	2538	1959.32	23132.2	25048.1	

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	14950.6	616.613	247.6	622.402	597.464	
A1_SLU_gr3+vento_149	14950.6	1247.64	725.399	899.878	2518.16	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1010.6	1008.99	719.902	3685.9	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	14950.6	1233.23	247.575	899.878	597.323	
A1_SLU_vento_gr4_154	13979	1010.6	1008.99	719.902	3685.9	
E_103x_SLV_q=1.5_202	7444.94	3516.53	1164.59	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	7444.94	1057.2	3540	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	8171.69	1057.2	1164.59	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	7444.94	5272.1	1673.08	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	7444.94	1583.87	5234.97	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	8171.69	1583.87	1673.08	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	19569.5	616.613	247.6	7405.14	3321.07	
A1_SLU_gr3+vento_149	19569.5	1247.64	725.399	14623.9	10497.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	18597.9	1010.6	1008.99	11836.5	14784.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	19569.5	1247.64	725.399	14623.9	10497.6	
A1_SLU_vento_gr4_154	18597.9	1010.6	1008.99	11836.5	14784.8	
E_103x_SLV_q=1.5_202	10866.4	3516.53	1164.59	37305.1	13581.6	
E_103y_SLV_q=1.5_203	10866.4	1057.2	3540	11191.5	44233.7	
E_103z_SLV_q=1.5_204	11593.1	1057.2	1164.59	11191.5	13581.6	
E_103x_SLV_q=1_208	10866.4	5272.1	1673.08	55957.3	20149.8	
E_103y_SLV_q=1_209	10866.4	1583.87	5234.97	16787.2	66127.5	
E_103z_SLV_q=1_210	11593.1	1583.87	1673.08	16787.2	20149.8	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	30002.6	616.613	247.6	8946.67	3940.07	
A1_SLU_gr3+vento_149	30002.6	1247.64	725.399	17743	12311	
A1_SLU_vento_gr4_154	29031	1010.6	1008.99	14363	17307.2	
A1_SLU_gr3+vento_149	30002.6	1247.64	725.399	17743	12311	
A1_SLU_vento_gr4_154	29031	1010.6	1008.99	14363	17307.2	
E_103x_SLV_q=1.36_205	18684.1	4821.99	1552.63	53090.6	18776.9	
E_103y_SLV_q=1.36_206	18684.1	2116.73	4165.59	17602.5	59026.6	
E_103z_SLV_q=1.36_207	19619.7	2116.73	1552.63	17602.5	18776.9	
E_103x_SLV_q=1_208	18684.1	6226.23	1959.32	71522.8	25048.1	
E_103y_SLV_q=1_209	18684.1	2538	5521.21	23132.2	79930.6	
E_103z_SLV_q=1_210	19619.7	2538	1959.32	23132.2	25048.1	

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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	206 $\Phi 20$ interasse 20 cm*	$\Phi 14/10$	8.7 cm
plinto	Trasv: 2.5 strati $\Phi 30/10$ Long 2.5 strati $\Phi 30/10$	-	8.7 cm
pali	56 $\Phi 30$ interasse 20 cm*	$\Phi 12/20$	9.7 cm

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.


## 8. FUSTO PILA

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

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

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

*“Nel caso di analisi lineare la verifica di duttilità si può ritenere soddisfatta, rispettando per tutti gli elementi strutturali, sia primari sia secondari, le regole specifiche per i dettagli costruttivi precisate nel presente capitolo per le diverse tipologie costruttive; tali regole sono da considerarsi aggiuntive rispetto a quanto previsto nel Cap. 4 e a quanto imposto dalle regole della progettazione in capacità, il cui rispetto è comunque obbligatorio per gli elementi strutturali primari delle strutture a comportamento dissipativo.*”


	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

*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.*

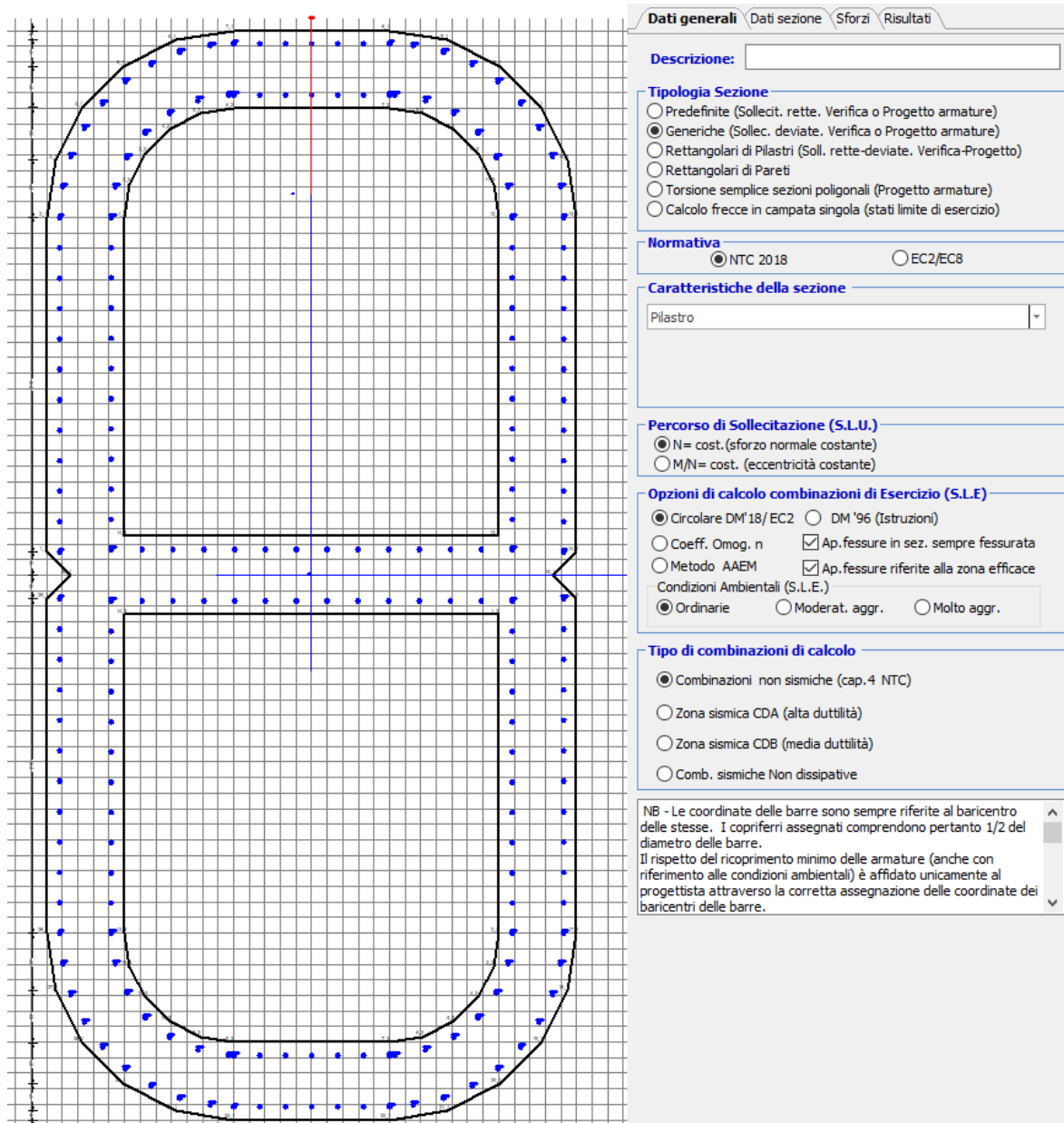
*Le verifiche di duttilità non sono dovute nel caso di progettazione con  $q \leq 1,5$ .*



 <b>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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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.



The image shows a software interface for RC-SEC. On the left is a grid-based diagram of a pile cross-section with reinforcement bars. On the right is a configuration panel with the following sections:

- Dati generali**: Includes tabs for 'Dati sezione', 'Sforzi', and 'Risultati'.
- Descrizione:** A text input field.
- Tipologia Sezione**:
  - Predefinite (Sollecit. rette. Verifica o Progetto armature)
  - Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)
  - Rettangolari di Pilastrì (Soll. rette-deviate. Verifica-Progetto)
  - Rettangolari di Pareti
  - Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)
  - Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)
- Normativa**:
  - NTC 2018
  - EC2/EC8
- Caratteristiche della sezione**:
  - Pilastrò: [dropdown menu]
- Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)**:
  - N= cost. (sforzo normale costante)
  - M/N= cost. (eccentricità costante)
- Opzioni di calcolo combinazioni di Esercizio (S.L.E.)**:
  - Circolare DM'18/ EC2
  - DM '96 (Istruzioni)
  - Coeff. Omog. n
  - Ap.fessure in sez. sempre fessurata
  - Metodo AAEM
  - Ap.fessure riferite alla zona efficace
  - Condizioni Ambientali (S.L.E.):
    - Ordinarie
    - Moderat. aggr.
    - Molto aggr.
- Tipo di combinazioni di calcolo**:
  - Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)
  - Zona sismica CDA (alta duttilità)
  - Zona sismica CDB (media duttilità)
  - Comb. sismiche Non dissipative
- NB**: Le coordinate delle barre sono sempre riferite al baricentro delle stesse. I copriferri assegnati comprendono pertanto 1/2 del diametro delle barre. Il rispetto del ricoprimento minimo delle armature (anche con riferimento alle condizioni ambientali) è affidato unicamente al progettista attraverso la corretta assegnazione delle coordinate dei baricentri delle barre.

Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 206 di diametro  $\Phi 20$  che corrispondono ad un passo di 20cm lungo il bordo esterno ed interno della sezione.

## 8.2 Verifica a presso flessione

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

#### NOME SEZIONE: sezione s50

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:	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 DOMINI CONGLOMERATO

#### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-170.0	15.0
2	-170.0	230.0
3	-164.1	267.1
4	-147.1	300.5
5	-120.5	327.1
6	-87.1	344.1
7	-50.0	350.0
8	50.0	350.0
9	87.1	344.1
10	120.5	327.1
11	147.1	300.5

12	164.1	267.1
13	170.0	230.0
14	170.0	15.0
15	155.0	0.0
16	170.0	-15.0
17	170.0	-230.0
18	164.1	-267.1
19	147.1	-300.5
20	120.5	-327.1
21	87.1	-344.1
22	50.0	-350.0
23	-50.0	-350.0
24	-87.1	-344.1
25	-120.5	-327.1
26	-147.1	-300.5
27	-164.1	-267.1
28	-170.0	-230.0
29	-170.0	-15.0
30	-155.0	0.0

**DOMINIO N° 2**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-120.0	230.0
2	-116.6	251.6
3	-106.6	271.1
4	-91.1	286.6
5	-71.6	296.6
6	-50.0	300.0
7	50.0	300.0
8	71.6	296.6
9	91.1	286.6
10	106.6	271.1
11	116.6	251.6
12	120.0	230.0
13	120.0	25.0
14	-120.0	25.0

**DOMINIO N° 3**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	120.0	-25.0
2	120.0	-230.0
3	116.6	-251.6
4	106.6	-271.1
5	91.1	-286.6
6	71.6	-296.6
7	50.0	-300.0
8	-50.0	-300.0
9	-71.6	-296.6
10	-91.1	-286.6
11	-106.6	-271.1
12	-116.6	-251.6
13	-120.0	-230.0
14	-120.0	-25.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-162.0	15.0	20
2	-162.0	230.0	20
3	-50.0	342.0	20
4	50.0	342.0	20
5	162.0	230.0	20
6	162.0	15.0	20
7	-162.0	-15.0	20
8	-162.0	-230.0	20
9	-50.0	-342.0	20
10	50.0	-342.0	20
11	162.0	-230.0	20
12	162.0	-15.0	20
13	-128.0	17.0	20
14	-128.0	230.0	20
15	-50.0	308.0	20
16	50.0	308.0	20
17	128.0	230.0	20
18	128.0	17.0	20
19	-128.0	-17.0	20
20	-128.0	-230.0	20
21	-50.0	-308.0	20
22	50.0	-308.0	20
23	128.0	-230.0	20
24	128.0	-17.0	20
25	-160.2	249.9	20
26	-154.9	269.2	20
27	-146.3	287.2	20
28	-134.6	303.4	20
29	-120.2	317.2	20
30	-103.6	328.3	20
31	-85.3	336.3	20
32	-65.9	340.9	20
33	-125.4	249.8	20
34	-118.0	268.3	20
35	-106.0	284.3	20
36	-90.4	296.7	20
37	-72.2	304.8	20
38	-52.5	308.0	20
39	160.2	249.9	20
40	154.9	269.2	20
41	146.3	287.2	20
42	134.6	303.4	20
43	120.2	317.2	20
44	103.6	328.3	20
45	85.3	336.3	20
46	65.9	340.9	20
47	125.4	249.8	20
48	118.0	268.3	20
49	106.0	284.3	20
50	90.4	296.7	20
51	72.2	304.8	20
52	52.5	308.0	20
53	-160.2	-249.9	20
54	-154.9	-269.2	20
55	-146.3	-287.2	20
56	-134.6	-303.4	20

57	-120.2	-317.2	20
58	-103.6	-328.3	20
59	-85.3	-336.3	20
60	-65.9	-340.9	20
61	-125.4	-249.8	20
62	-118.0	-268.3	20
63	-106.0	-284.3	20
64	-90.4	-296.7	20
65	-72.2	-304.8	20
66	-52.5	-308.0	20
67	160.2	-249.9	20
68	154.9	-269.2	20
69	146.3	-287.2	20
70	134.6	-303.4	20
71	120.2	-317.2	20
72	103.6	-328.3	20
73	85.3	-336.3	20
74	65.9	-340.9	20
75	125.4	-249.8	20
76	118.0	-268.3	20
77	106.0	-284.3	20
78	90.4	-296.7	20
79	72.2	-304.8	20
80	52.5	-308.0	20

#### 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	1	2	10	20
2	5	6	10	20
3	7	8	10	20
4	11	12	10	20
5	13	14	10	20
6	17	18	10	20
7	19	20	10	20
8	23	24	10	20
9	3	4	5	20
10	9	10	5	20
11	15	16	5	20
12	18	13	12	20
13	21	22	5	20
14	24	19	12	20

#### 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	19569.51	7405.14	3321.07	0.00	0.00
2	19569.51	14623.91	10497.55	0.00	0.00
3	18597.94	11836.54	14784.76	0.00	0.00
4	19569.51	14623.91	10497.55	0.00	0.00
5	18597.94	11836.54	14784.76	0.00	0.00
6	10866.36	37305.13	13581.63	0.00	0.00
7	10866.36	11191.54	44233.72	0.00	0.00
8	11593.12	11191.54	13581.63	0.00	0.00
9	17692.06	10636.70	2359.44	0.00	0.00
10	17692.06	17855.46	9535.92	0.00	0.00
11	17095.98	14421.78	14015.46	0.00	0.00
12	17692.06	17855.46	9535.92	0.00	0.00
13	17095.98	14421.78	14015.46	0.00	0.00
14	10866.36	37305.13	13581.63	0.00	0.00
15	10866.36	11191.54	44233.72	0.00	0.00
16	11593.12	11191.54	13581.63	0.00	0.00
17	19569.51	7405.14	3321.07	0.00	0.00
18	19569.51	14623.91	10497.55	0.00	0.00
19	18597.94	11836.54	14784.76	0.00	0.00
20	19569.51	14623.91	10497.55	0.00	0.00
21	18597.94	11836.54	14784.76	0.00	0.00
22	10866.36	37305.13	13581.63	0.00	0.00
23	10866.36	11191.54	44233.72	0.00	0.00
24	11593.12	11191.54	13581.63	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	13905.13	5106.99	1810.94
2	13905.13	10081.81	6595.25
3	13235.09	8157.05	9534.03
4	13905.13	10081.81	6595.25
5	13235.09	8157.05	9534.03
6	12610.35	5106.99	1810.94
7	12610.35	12310.47	6109.97
8	12199.26	9939.98	9145.80
9	12610.35	12310.47	6109.97
10	12199.26	9939.98	9145.80
11	13905.13	5106.99	1810.94
12	13905.13	10081.81	6595.25
13	13235.09	8157.05	9534.03
14	13905.13	10081.81	6595.25
15	13235.09	8157.05	9534.03
16	10657.71	25854.81	9549.51
17	10657.71	7756.44	30793.33
18	10897.62	7756.44	9549.51
19	10638.26	27879.40	10520.84
20	10638.26	8363.82	34031.10
21	10832.77	8363.82	10520.84
22	10638.26	27879.40	10520.84
23	10638.26	8363.82	34031.10
24	10832.77	8363.82	10520.84

**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	13235.09	7980.88 (0.00)	1559.69 (0.00)
2	13235.09	8157.05 (117253.33)	9534.03 (137046.70)
3	13235.09	8157.05 (117253.33)	9534.03 (137046.70)
4	13235.09	8157.05 (117253.33)	9534.03 (137046.70)
5	13235.09	8157.05 (117253.33)	9534.03 (137046.70)
6	12199.26	9763.81 (0.00)	1171.46 (0.00)
7	12199.26	9939.98 (82102.90)	9145.80 (75543.08)
8	12199.26	9939.98 (82102.90)	9145.80 (75543.08)
9	12199.26	9939.98 (82102.90)	9145.80 (75543.08)
10	12199.26	9939.98 (82102.90)	9145.80 (75543.08)
11	13235.09	7980.88 (0.00)	1559.69 (0.00)
12	13235.09	8157.05 (117253.33)	9534.03 (137046.70)
13	13235.09	8157.05 (117253.33)	9534.03 (137046.70)
14	13235.09	8157.05 (117253.33)	9534.03 (137046.70)
15	13235.09	8157.05 (117253.33)	9534.03 (137046.70)

**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	10554.90	0.00 (0.00)	462.25 (0.00)
2	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
3	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
4	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
5	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
6	10554.90	0.00 (0.00)	462.25 (0.00)
7	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
8	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
9	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
10	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
11	10554.90	0.00 (0.00)	462.25 (0.00)
12	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
13	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
14	10554.90	35.23 (0.00)	2057.11 (0.00)
15	10554.90	146.55 (0.00)	2057.11 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 0.5 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente 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	19569.51	7405.14	3321.07	19569.47	104524.01	46799.80	14.11640.9(290.7)	
2	S	19569.51	14623.91	10497.55	19569.46	80903.86	57530.30	5.51640.9(290.7)	
3	S	18597.94	11836.54	14784.76	18598.18	50302.58	62858.60	4.25640.9(290.7)	
4	S	19569.51	14623.91	10497.55	19569.46	80903.86	57530.30	5.51640.9(290.7)	
5	S	18597.94	11836.54	14784.76	18598.18	50302.58	62858.60	4.25640.9(290.7)	
6	S	10866.36	37305.13	13581.63	10866.12	95904.30	34757.50	2.57640.9(290.7)	
7	S	10866.36	11191.54	44233.72	10866.10	13791.91	55350.84	1.25640.9(290.7)	
8	S	11593.12	11191.54	13581.63	11592.98	44264.69	53939.26	3.96640.9(290.7)	
9	S	17692.06	10636.70	2359.44	17692.28	121154.88	26841.11	11.39640.9(290.7)	
10	S	17692.06	17855.46	9535.92	17692.07	93797.05	49688.42	5.24640.9(290.7)	
11	S	17095.98	14421.78	14015.46	17096.10	61217.42	59064.88	4.23640.9(290.7)	
12	S	17692.06	17855.46	9535.92	17692.07	93797.05	49688.42	5.24640.9(290.7)	
13	S	17095.98	14421.78	14015.46	17096.10	61217.42	59064.88	4.23640.9(290.7)	
14	S	10866.36	37305.13	13581.63	10866.12	95904.30	34757.50	2.57640.9(290.7)	
15	S	10866.36	11191.54	44233.72	10866.10	13791.91	55350.84	1.25640.9(290.7)	
16	S	11593.12	11191.54	13581.63	11592.98	44264.69	53939.26	3.96640.9(290.7)	
17	S	19569.51	7405.14	3321.07	19569.47	104524.01	46799.80	14.11640.9(290.7)	
18	S	19569.51	14623.91	10497.55	19569.46	80903.86	57530.30	5.51640.9(290.7)	
19	S	18597.94	11836.54	14784.76	18598.18	50302.58	62858.60	4.25640.9(290.7)	
20	S	19569.51	14623.91	10497.55	19569.46	80903.86	57530.30	5.51640.9(290.7)	
21	S	18597.94	11836.54	14784.76	18598.18	50302.58	62858.60	4.25640.9(290.7)	
22	S	10866.36	37305.13	13581.63	10866.12	95904.30	34757.50	2.57640.9(290.7)	
23	S	10866.36	11191.54	44233.72	10866.10	13791.91	55350.84	1.25640.9(290.7)	
24	S	11593.12	11191.54	13581.63	11592.98	44264.69	53939.26	3.96640.9(290.7)	

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	147.1	300.5	0.00332	146.3	287.2	-0.00966	-146.3	-287.2
2	0.00350	164.1	267.1	0.00326	154.9	269.2	-0.01040	-154.9	-269.2
3	0.00350	170.0	230.0	0.00318	160.2	249.9	-0.01468	-160.2	-249.9
4	0.00350	164.1	267.1	0.00326	154.9	269.2	-0.01040	-154.9	-269.2
5	0.00350	170.0	230.0	0.00318	160.2	249.9	-0.01468	-160.2	-249.9
6	0.00350	147.1	300.5	0.00330	134.6	303.4	-0.01340	-134.6	-303.4
7	0.00350	170.0	230.0	0.00283	162.0	230.0	-0.02556	-162.0	-230.0
8	0.00350	170.0	230.0	0.00309	160.2	249.9	-0.01788	-160.2	-249.9
9	0.00350	120.5	327.1	0.00331	103.6	328.3	-0.01202	-103.6	-328.3



10	0.00350	147.1	300.5	0.00332	146.3	287.2	-0.01034	-146.3	-287.2
11	0.00350	164.1	267.1	0.00321	160.2	249.9	-0.01331	-160.2	-249.9
12	0.00350	147.1	300.5	0.00332	146.3	287.2	-0.01034	-146.3	-287.2
13	0.00350	164.1	267.1	0.00321	160.2	249.9	-0.01331	-160.2	-249.9
14	0.00350	147.1	300.5	0.00330	134.6	303.4	-0.01340	-134.6	-303.4
15	0.00350	170.0	230.0	0.00283	162.0	230.0	-0.02556	-162.0	-230.0
16	0.00350	170.0	230.0	0.00309	160.2	249.9	-0.01788	-160.2	-249.9
17	0.00350	147.1	300.5	0.00332	146.3	287.2	-0.00966	-146.3	-287.2
18	0.00350	164.1	267.1	0.00326	154.9	269.2	-0.01040	-154.9	-269.2
19	0.00350	170.0	230.0	0.00318	160.2	249.9	-0.01468	-160.2	-249.9
20	0.00350	164.1	267.1	0.00326	154.9	269.2	-0.01040	-154.9	-269.2
21	0.00350	170.0	230.0	0.00318	160.2	249.9	-0.01468	-160.2	-249.9
22	0.00350	147.1	300.5	0.00330	134.6	303.4	-0.01340	-134.6	-303.4
23	0.00350	170.0	230.0	0.00283	162.0	230.0	-0.02556	-162.0	-230.0
24	0.00350	170.0	230.0	0.00309	160.2	249.9	-0.01788	-160.2	-249.9

**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	0.000019401	0.000012705	-0.003172016	----	----
2	0.000027982	0.000009269	-0.003568183	----	----
3	0.000045839	0.000006347	-0.005752531	----	----
4	0.000027982	0.000009269	-0.003568183	----	----
5	0.000045839	0.000006347	-0.005752531	----	----
6	0.000020537	0.000018407	-0.005052607	----	----
7	0.000083692	0.000002767	-0.011364100	----	----
8	0.000055094	0.000006632	-0.007391337	----	----
9	0.000012491	0.000019414	-0.004355440	----	----
10	0.000023343	0.000011904	-0.003511022	----	----
11	0.000039614	0.000007660	-0.005047510	----	----
12	0.000023343	0.000011904	-0.003511022	----	----
13	0.000039614	0.000007660	-0.005047510	----	----
14	0.000020537	0.000018407	-0.005052607	----	----
15	0.000083692	0.000002767	-0.011364100	----	----
16	0.000055094	0.000006632	-0.007391337	----	----
17	0.000019401	0.000012705	-0.003172016	----	----
18	0.000027982	0.000009269	-0.003568183	----	----
19	0.000045839	0.000006347	-0.005752531	----	----
20	0.000027982	0.000009269	-0.003568183	----	----
21	0.000045839	0.000006347	-0.005752531	----	----
22	0.000020537	0.000018407	-0.005052607	----	----
23	0.000083692	0.000002767	-0.011364100	----	----
24	0.000055094	0.000006632	-0.007391337	----	----

**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	1.79	147.1	300.5	12.5	-134.6	-303.4	---	---
2	S	2.55	164.1	267.1	1.4	-146.3	-287.2	---	---
3	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
4	S	2.55	164.1	267.1	1.4	-146.3	-287.2	---	---
5	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
6	S	1.67	147.1	300.5	10.6	-134.6	-303.4	---	---
7	S	2.53	147.1	300.5	-1.9	-146.3	-287.2	619	9.4
8	S	2.69	164.1	267.1	-5.9	-154.9	-269.2	2022	18.8
9	S	2.53	147.1	300.5	-1.9	-146.3	-287.2	619	9.4
10	S	2.69	164.1	267.1	-5.9	-154.9	-269.2	2022	18.8
11	S	1.79	147.1	300.5	12.5	-134.6	-303.4	---	---
12	S	2.55	164.1	267.1	1.4	-146.3	-287.2	---	---
13	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
14	S	2.55	164.1	267.1	1.4	-146.3	-287.2	---	---
15	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
16	S	4.52	147.1	300.5	-60.5	-134.6	-303.4	11234	94.2
17	S	7.37	170.0	230.0	-246.3	-162.0	-230.0	27247	213.6
18	S	2.52	164.1	267.1	-7.3	-160.2	-249.9	2545	22.0
19	S	5.00	147.1	300.5	-76.0	-134.6	-303.4	12062	100.5
20	S	8.16	170.0	230.0	-292.4	-162.0	-230.0	27499	213.6
21	S	2.72	164.1	267.1	-11.7	-154.9	-269.2	3666	31.4
22	S	5.00	147.1	300.5	-76.0	-134.6	-303.4	12062	100.5
23	S	8.16	170.0	230.0	-292.4	-162.0	-230.0	27499	213.6
24	S	2.72	164.1	267.1	-11.7	-154.9	-269.2	3666	31.4

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver.	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]
sr max	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
wk	Massima distanza tra le fessure [mm]
Mx 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
My fess.	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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (990.00)	117253.33	137046.70
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (990.00)	117253.33	137046.70
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00001	0	0.833	20.0	58	0.00001 (0.00001)	568	0.003 (990.00)	239981.24	119108.22
8	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00002 (0.00002)	820	0.015 (990.00)	82102.90	75543.08
9	S	-0.00001	0	0.833	20.0	58	0.00001 (0.00001)	568	0.003 (990.00)	239981.24	119108.22
10	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00002 (0.00002)	820	0.015 (990.00)	82102.90	75543.08
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
13	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (990.00)	117253.33	137046.70
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (990.00)	117253.33	137046.70
16	S	-0.00031	0	0.833	20.0	58	0.00018 (0.00018)	873	0.158 (990.00)	51720.25	19102.94

17	S	-0.00127	0	0.833	20.0	69	0.00074 (0.00074)	957	0.708 (990.00)	8552.91	33955.34
18	S	-0.00004	0	0.833	20.0	55	0.00002 (0.00002)	844	0.018 (990.00)	57069.94	70262.90
19	S	-0.00039	0	0.833	20.0	58	0.00023 (0.00023)	877	0.200 (990.00)	48673.12	18367.76
20	S	-0.00151	0	0.833	20.0	69	0.00088 (0.00088)	964	0.846 (990.00)	8083.95	32892.37
21	S	-0.00006	0	0.833	20.0	63	0.00003 (0.00003)	874	0.031 (990.00)	45673.42	57452.54
22	S	-0.00039	0	0.833	20.0	58	0.00023 (0.00023)	877	0.200 (990.00)	48673.12	18367.76
23	S	-0.00151	0	0.833	20.0	69	0.00088 (0.00088)	964	0.846 (990.00)	8083.95	32892.37
24	S	-0.00006	0	0.833	20.0	63	0.00003 (0.00003)	874	0.031 (990.00)	45673.42	57452.54

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.90	120.5	327.1	9.0	-103.6	-328.3	---	---
2	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
3	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
4	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
5	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
6	S	1.90	87.1	344.1	6.1	-85.3	-336.3	---	---
7	S	2.69	164.1	267.1	-5.9	-154.9	-269.2	2022	18.8
8	S	2.69	164.1	267.1	-5.9	-154.9	-269.2	2022	18.8
9	S	2.69	164.1	267.1	-5.9	-154.9	-269.2	2022	18.8
10	S	2.69	164.1	267.1	-5.9	-154.9	-269.2	2022	18.8
11	S	1.90	120.5	327.1	9.0	-103.6	-328.3	---	---
12	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
13	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
14	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3
15	S	2.70	164.1	267.1	-2.6	-154.9	-269.2	475	6.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
2	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (0.40)	117253.33	137046.70
3	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (0.40)	117253.33	137046.70
4	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (0.40)	117253.33	137046.70
5	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (0.40)	117253.33	137046.70
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
7	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00002 (0.00002)	820	0.015 (0.40)	82102.90	75543.08
8	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00002 (0.00002)	820	0.015 (0.40)	82102.90	75543.08
9	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00002 (0.00002)	820	0.015 (0.40)	82102.90	75543.08
10	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00002 (0.00002)	820	0.015 (0.40)	82102.90	75543.08
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.40)	0.00	0.00
12	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (0.40)	117253.33	137046.70
13	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (0.40)	117253.33	137046.70
14	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (0.40)	117253.33	137046.70
15	S	-0.00002	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	641	0.005 (0.40)	117253.33	137046.70

**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	1.04	170.0	230.0	14.1	-162.0	-210.5	---	---
2	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
3	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
4	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
5	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
6	S	1.04	170.0	230.0	14.1	-162.0	-210.5	---	---
7	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
8	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---


9	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
10	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
11	S	1.04	170.0	230.0	14.1	-162.0	-210.5	---	---
12	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
13	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
14	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---
15	S	1.22	170.0	230.0	11.6	-162.0	-230.0	---	---

**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 (0.30)	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

### 8.3 Verifica a taglio

diametro armature trasversale	$\varphi$	14	mm	
bracci staffe	bs	6		
area armature trasversale	$A_{sw}$	9	cm <sup>2</sup>	
passo staffe	s	10	cm	
copriferro netto + staffa + $f_i/2$	$c'$	9	cm	
spessore anima sezione rettangolar	sb	50	cm	
sezione	tipo	rettangolare		
tipologia di verifica taglio	secondo	statica $q=1$		
<b>Direzione Longitudinale</b>				
resistenza ridotta	$f'c$	9	Mpa	
braccio delle forze interne	$z_1=0.9d$	289	cm	
braccio delle forze interne	$z_2=0.9d$	90	cm	
larghezza biella	bw1	66	gradi	
larghezza biella	bw2	33	gradi	
inclinazione staffe	$\alpha$	90	kN	
inclinazione biella	$\vartheta$	39	kN	
resistenza puntoni laterali	$V_{c1}$	2641	kN	
resistenza puntone interno	$V_{c1}$	4245	kN	
resistenza puntoni	$V_c$	6886	kN	
resistenza staffe	$V_s$	6886	kN	
taglio resisistente	$V_r$	6886	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5531	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.80		
<b>Direzione Trasversale</b>				
braccio delle forze interne	$z=0.9d$	622.35	cm	
larghezza biella	bw	66.00	cm	
inclinazione biella	$\vartheta$	39.37	gradi	
resistenza puntoni	$V_c$	18262	kN	
resistenza staffe	$V_s$	18262	kN	
taglio resisistente	$V_r$	18262	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	5469.33	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.30		

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</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>206</b>	
diametro del ferro longitudinale	fi	<b>20</b>	mm
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	As	64717	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	10000000.00	mm <sup>3</sup>
		<b>0.65%</b>	>0.6%
<b>minimi per confinamento se <math>q \leq 1.5</math></b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	<b>0.12</b>	g
coefficiente di verifica	$\zeta$	0.03	
interasse staffe	s	<b>100</b>	mm
diametro armature trasversale	$\varphi$	<b>14</b>	mm
Area della singola staffa	Asw	1.539	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	Asw	3.08	mm <sup>2</sup>
area totale legature	Asl	3.60	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	<b>0.2779</b>	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>87 di 112</b>

### 8.5 Verifica spostamenti

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

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

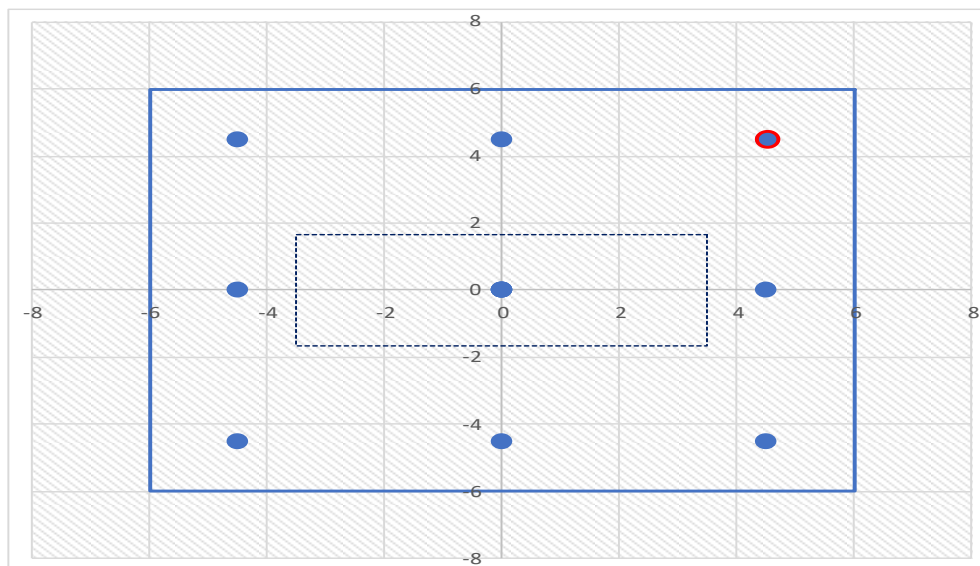
<b>L imp (m)</b>	<b>EL (cm)</b>	<b>Corsa appoggi (cm)</b>	<b>Escursione giunti (cm)</b>	<b>Varco (cm)</b>
<b>17.9</b>	12.0	7.5	7.0	8.0
<b>25</b>	14.0	8.8	8.0	9.0
<b>40</b>	17.0	10.6	9.5	10.5
<b>50</b>	19.0	11.9	10.5	11.5
<b>60</b>	22.0	13.8	12.0	13.0



## 9. PLINTO DI FONDAZIONE

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


numero di pali	n.	<b>9</b>		
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	0.1	m	
sbalzo direzione longitudinale	al	1.95	m	
direzione trasversale	a/h	0.04		<i>Plinto basso</i>
direzione longitudinale	a/h	0.78		<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	4155.1	3146.9	5387.3
2	0	-3.6	2512.2	1005.1	-1235.2
3	3.6	3.6	4725.0	6847.4	6546.9
4	3.6	-3.6	3082.1	4705.6	-75.6
5	-3.6	-3.6	1942.2	-2695.4	-2394.9
6	-3.6	3.6	3585.1	-553.5	4227.6
7	3.6	0	3903.6	5776.5	3235.6
8	-3.6	0	2763.7	-1624.5	916.4
9	0	0	3333.6	2076.0	2076.0
	0	0	3333.6	2076.0	2076.0
	0	0	3333.6	2076.0	2076.0
	0	0	3333.6	2076.0	2076.0
	taglio combinato in		120.2661	506.3845	543.937
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3250.9	3146.9	5387.3
2	0	-3.6	1109.0	1005.1	-1235.2
3	3.6	3.6	4410.5	6847.4	6546.9
4	3.6	-3.6	2268.7	4705.6	-75.6
5	-3.6	-3.6	-50.6	-2695.4	-2394.9
6	-3.6	3.6	2091.3	-553.5	4227.6
7	3.6	0	3339.6	5776.5	3235.6
8	-3.6	0	1020.3	-1624.5	916.4
9	0	0	2180.0	2076.0	2076.0
	0	0	2180.0	2076.0	2076.0
	0	0	2180.0	2076.0	2076.0
	0	0	2180.0	2076.0	2076.0
	taglio combinato in		267.1919	506.3845	543.937

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.

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

## 9.1 Dimensionamento armature

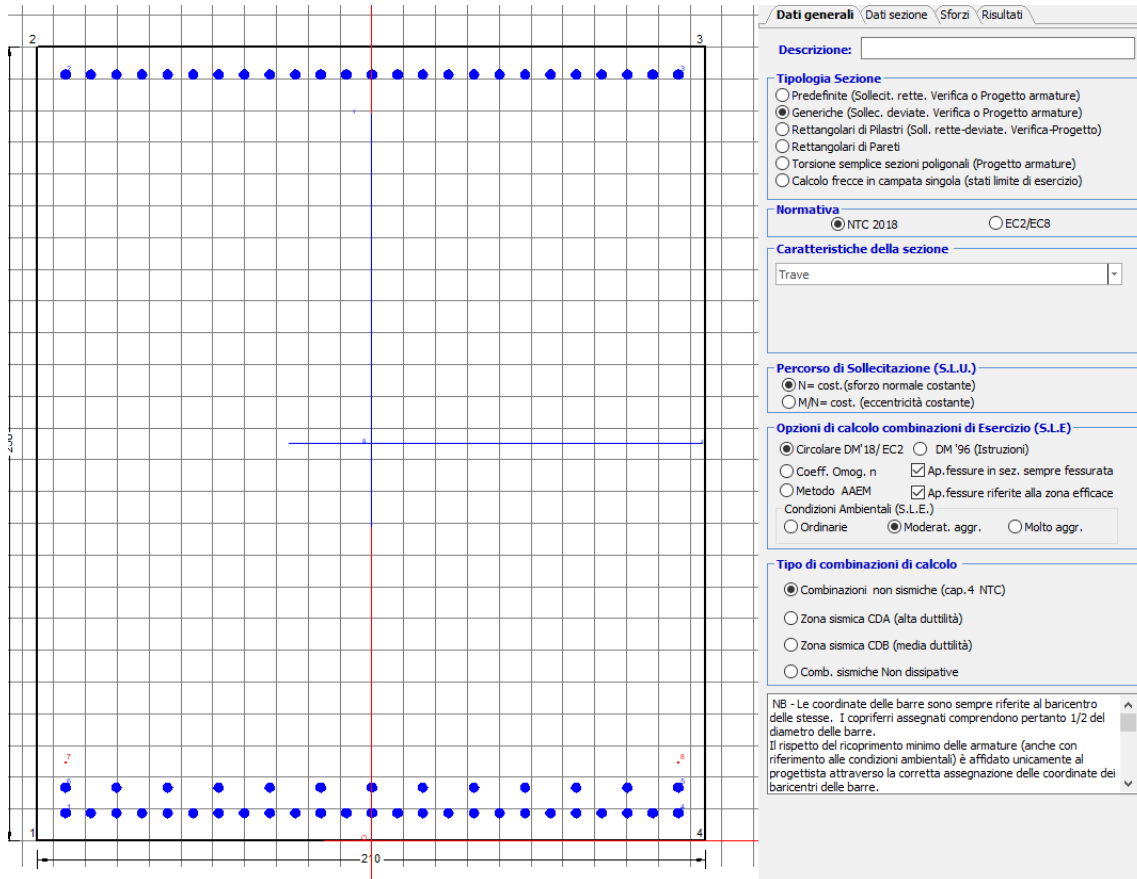
<b><i>posizione del palo più sollecitato</i></b>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	2.5	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	26.1532	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	5623.65	KN
forza di trazione risultante		T	11452.4	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	8098.06	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	8098.06	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<b><i>dimensionamento armature</i></b>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	20695.3	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		$\Phi$	30	mm
passo armatura trasversale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.10609	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	22266	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicurt	0.92945	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	20695.3	mm <sup>2</sup>
diámetro armatura		$\Phi$	30	
passo armatura longitudinale		p	10	cm
numero di strati		ns	1.5	
lunghezza di collaborazione		L	2.09996	m
numero di ferri per strato		n	21	
area complessiva sulla lunghezza collaborante		Ares	22266	mm <sup>2</sup>
		coef. Sicurt	0.92945	
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_t$	363.696	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		$\sigma_l$	363.696	MPa

## 9.2 Verifica a prso-flessione

### 9.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 210x300

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

**ACCIAIO -**

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

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-105.0	0.0
2	-105.0	250.0
3	105.0	250.0
4	105.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	241.3	30
3	96.3	241.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	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	6062.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	7410.00	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	5797.00	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	4206.00 (7544.31)	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	2608.00 (7544.31)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	6062.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	4.00	268.6(75.0)
2	S	0.00	7410.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.27	268.6(75.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.073	-105.0	250.0	0.01011	96.3	283.3	-0.04440	-96.3	8.7
2	0.00350	0.073	-105.0	250.0	0.01011	96.3	283.3	-0.04440	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000198506	-0.046126463	0.073	0.700
2	0.000000000	0.000198506	-0.046126463	0.073	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	2.74	105.0	250.0	-100.2	-72.2	8.7	5985	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*e1) [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	0.921	29.9	72	0.00030 (0.00030)	454	0.136 (990.00)	7544.31	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	1.99	105.0	250.0	-72.7	0.0	8.7	5985	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	-0.00038	0	0.921	29.9	72	0.00022 (0.00022)	454	0.099 (0.20)	7544.31	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	1.23	105.0	250.0	-45.1	-48.2	8.7	5985	268.6

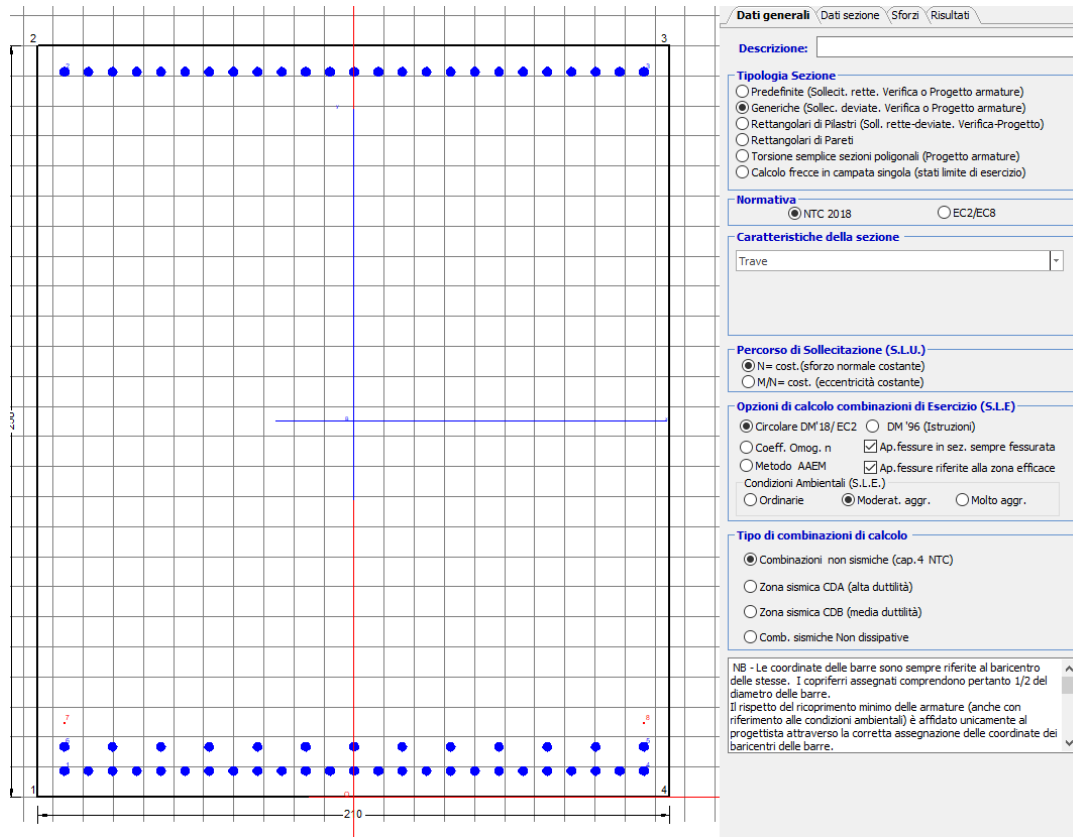
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	0.921	29.9	72	0.00014 (0.00014)	454	0.061 (0.20)	7544.31	0.00



### 9.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: **fondazione Y 210x300**

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm <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	-105.0	0.0
2	-105.0	250.0
3	105.0	250.0
4	105.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-96.3	8.7	30
2	-96.3	241.3	30
3	96.3	241.3	30
4	96.3	8.7	30
5	96.3	16.7	30
6	-96.3	16.7	30
7	-96.3	24.7	1
8	96.3	24.7	1
9	96.3	283.3	1
10	-96.3	283.3	1

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	23	30
2	6	5	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	6062.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	7410.00	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	5797.00	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	4206.00 (7544.31)	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	2608.00 (7544.31)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

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

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	6062.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	4.00	268.6(75.0)
2	S	0.00	7410.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.27	268.6(75.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.073	-105.0	250.0	0.01011	96.3	283.3	-0.04440	-96.3	8.7
2	0.00350	0.073	-105.0	250.0	0.01011	96.3	283.3	-0.04440	-96.3	8.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000198506	-0.046126463	0.073	0.700
2	0.000000000	0.000198506	-0.046126463	0.073	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	2.74	105.0	250.0	-100.2	-72.2	8.7	5985	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\*e1) [eq.(7.13)EC2]

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	0.921	29.9	72	0.00030 (0.00030)	454	0.136 (990.00)	7544.31	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	1.99	105.0	250.0	-72.7	0.0	8.7	5985	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	-0.00038	0	0.921	29.9	72	0.00022 (0.00022)	454	0.099 (0.20)	7544.31	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	1.23	105.0	250.0	-45.1	-48.2	8.7	5985	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	-0.00024	0	0.921	29.9	72	0.00014 (0.00014)	454	0.061 (0.20)	7544.31	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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

### 9.3 Verifica a punzonamento

perimetro del palo		uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo		secondo	EC (1999) - BS 8110	
angolo d'inclinazione superficie		$\vartheta$	33.6901	gradi
perimetro zona critica		u1	24.1274	m
altezza della sezione utile		d	2.16	m
raggio interno		r	0.6	m
raggio esterno		R	3.84	m
ipotenusa triangolo interno del cono		a	3.894	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	21.1229	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	5623.65	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>				
tensione di progetto di verifica su perimetro uo		ved	0.96686	MPa
resistenza associata		vRd,max	5	MPa
			0.19337	
<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		$\rho_{ly}$	0.00489	
percentuale geometrica armatura fless. long		$\rho_{lz}$	0.00491	
percentuale meccanica complessiva		$\rho_l$	0.00693	
coefficiente		k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1		ved	0.37273	MPa
		vRd,c	0.58601	MPa
			0.63604	

 <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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P5	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

## 10. PALI DI FONDAZIONE

### 10.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

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

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

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

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

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

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

dove H<sub>l</sub>, H<sub>t</sub> sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

### 10.2 Verifica strutturale

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

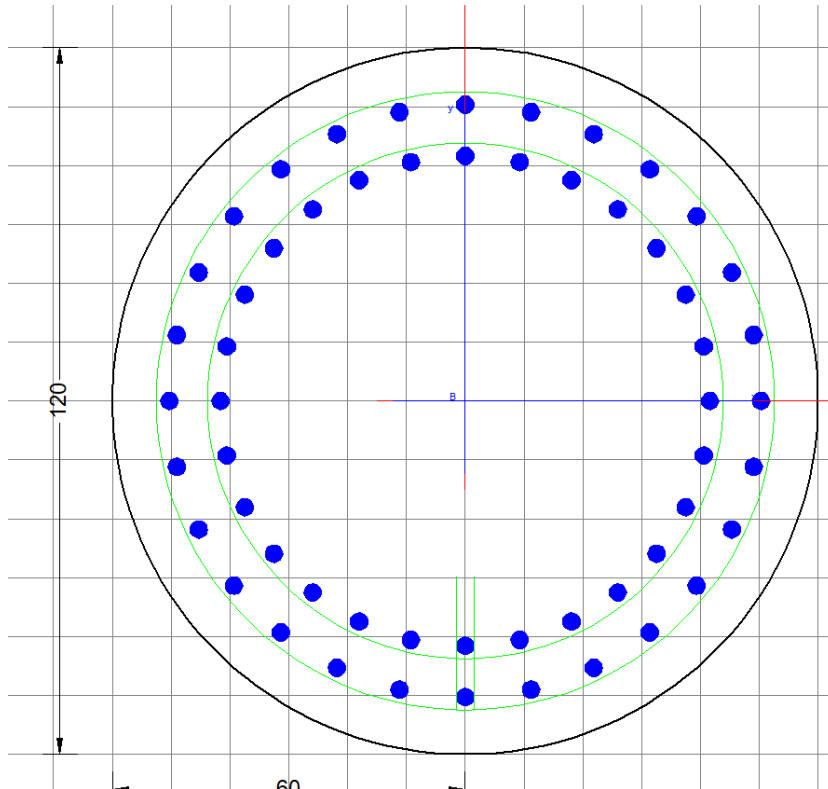
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>30003</b>	1248	725	17743	12311	
E_103x_SLV_q=1.36_63	18684	4822	1553	53091	18777	
E_103y_SLV_q=1.36_64	18684	2117	4166	17603	59027	
E_103x_SLV_q=1.36_63	18684	4822	1553	<b>53091</b>	18777	
E_103y_SLV_q=1.36_64	18684	2117	4166	17603	<b>59027</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	4155.06	4533.91	2890.94
2	0	-3.6	2512.19	-381.89	1261.08
3	3.6	3.6	4725.01	5403.21	5623.65
4	3.6	-3.6	3082.14	487.409	3993.79
5	-3.6	-3.6	1942.23	-1251.2	-1471.6
6	-3.6	3.6	3585.1	3664.61	158.229
7	3.6	0	3903.58	2945.31	4808.72
8	-3.6	0	2763.67	1206.71	-656.7
9	0	0	3333.62	2076.01	2076.01
taglio equivalente			160.355	562.866	519.172
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.22
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	4725	139	81	416	242
combo2	5403	536	173	1607	518
combo3	5624	235	463	706	1389
combo4	-1472	235	463	706	1389





**Dati generali** \ Dati sezione \ Storzi \ Risultati

Descrizione: \_\_\_\_\_

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollec. retta, Verifica o Progetto armature)

Generiche (Sollec. deviate, Verifica o Progetto armature)

Rettangolari di Pilastri (Sol. rette-deviate, Verifica-Progetto)

Rettangolari di Pareti

Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)

Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

**Normativa**

NTC 2018  EC2/EC8

**Caratteristiche della sezione**

Pilastro

**Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)**

N= cost. (sforzo normale costante)

M/N= cost. (eccentricità costante)

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

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

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

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

Ordinarie  Moderat. aggr.  Molto aggr.

**Tipo di combinazioni di calcolo**

Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)

Zona sismica CDA (alta duttilità)

Zona sismica CDB (media duttilità)

Comb. sismiche Non dissipative

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

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

##### NOME SEZIONE: palo 1.2

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	50.3	28	30
2	0.0	0.0	41.6	28	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	4725.01	259.23	150.72	0.00	0.00
2	1514.76	128.12	51.45	0.00	0.00
3	4725.01	259.23	150.72	0.00	0.00
4	4691.89	209.98	209.65	0.00	0.00
5	4725.01	259.23	150.72	0.00	0.00
6	4691.89	209.98	209.65	0.00	0.00
7	5623.65	439.81	865.52	0.00	0.00
8	-1471.63	439.81	865.52	0.00	0.00
9	5403.21	1001.90	322.60	0.00	0.00
10	5623.65	439.81	865.52	0.00	0.00
11	5403.21	1001.90	322.60	0.00	0.00
12	5623.65	439.81	865.52	0.00	0.00

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

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

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3327.13	178.71	92.96
2	1178.33	144.70	128.58
3	3327.13	178.71	92.96
4	3303.39	144.70	133.75
5	3327.13	178.71	92.96
6	3303.39	144.70	133.75
7	4455.91	249.82	548.20
8	-367.56	249.82	548.20
9	4136.70	603.91	206.23
10	4275.57	249.82	548.20
11	4136.70	603.91	206.23
12	4275.57	249.82	556.59

#### 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	3303.39	144.70 (0.00)	133.75 (0.00)
2	1178.33	144.70 (18007.82)	128.58 (16001.69)
3	3303.39	144.70 (0.00)	133.75 (0.00)
4	3303.39	144.70 (0.00)	133.75 (0.00)
5	3303.39	144.70 (0.00)	133.75 (0.00)
6	3303.39	144.70 (0.00)	133.75 (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	2145.66	0.67 (0.00)	30.45 (0.00)
2	1917.26	0.67 (0.00)	30.45 (0.00)
3	2145.66	0.67 (0.00)	30.45 (0.00)
4	2145.66	0.67 (0.00)	30.45 (0.00)
5	2145.66	0.67 (0.00)	30.45 (0.00)
6	2145.66	0.67 (0.00)	30.45 (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	4725.01	259.23	150.72	4725.12	5139.40	2988.55	19.83	395.8(33.9)
2	S	1514.76	128.12	51.45	1514.91	5268.60	2110.67	41.11	395.8(33.9)
3	S	4725.01	259.23	150.72	4725.12	5139.40	2988.55	19.83	395.8(33.9)
4	S	4691.89	209.98	209.65	4691.89	4208.96	4202.44	20.04	395.8(33.9)
5	S	4725.01	259.23	150.72	4725.12	5139.40	2988.55	19.83	395.8(33.9)
6	S	4691.89	209.98	209.65	4691.89	4208.96	4202.44	20.04	395.8(33.9)
7	S	5623.65	439.81	865.52	5623.58	2701.68	5314.47	6.14	395.8(33.9)
8	S	-1471.63	439.81	865.52	-1471.89	2340.65	4589.89	5.31	395.8(33.9)
9	S	5403.21	1001.90	322.60	5403.13	5671.90	1827.54	5.66	395.8(33.9)
10	S	5623.65	439.81	865.52	5623.58	2701.68	5314.47	6.14	395.8(33.9)
11	S	5403.21	1001.90	322.60	5403.13	5671.90	1827.54	5.66	395.8(33.9)
12	S	5623.65	439.81	865.52	5623.58	2701.68	5314.47	6.14	395.8(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	30.2	1.3	0.00289	21.8	45.3	-0.00334	-21.8	-45.3
2	0.00350	22.4	1.3	0.00278	21.8	45.3	-0.00460	-21.8	-45.3
3	0.00350	30.2	1.3	0.00289	21.8	45.3	-0.00334	-21.8	-45.3
4	0.00350	42.4	1.3	0.00288	31.4	39.3	-0.00335	-31.4	-39.3
5	0.00350	30.2	1.3	0.00289	21.8	45.3	-0.00334	-21.8	-45.3
6	0.00350	42.4	1.3	0.00288	31.4	39.3	-0.00335	-31.4	-39.3
7	0.00350	53.5	24.9	0.00292	45.3	21.8	-0.00307	-45.3	-21.8
8	0.00350	53.5	24.9	0.00264	45.3	21.8	-0.00622	-45.3	-21.8
9	0.00350	18.4	56.8	0.00290	11.2	49.0	-0.00313	-11.2	-49.0
10	0.00350	53.5	24.9	0.00292	45.3	21.8	-0.00307	-45.3	-21.8
11	0.00350	18.4	56.8	0.00290	11.2	49.0	-0.00313	-11.2	-49.0
12	0.00350	53.5	24.6	0.00292	45.3	21.8	-0.00307	-45.3	-21.8

**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	0.000031226	0.000053707	-0.000227520	----	----
2	0.000027380	0.000068181	-0.000908415	----	----
3	0.000031226	0.000053707	-0.000227520	----	----
4	0.000043987	0.000044057	-0.000235391	----	----
5	0.000031226	0.000053707	-0.000227520	----	----
6	0.000043987	0.000044057	-0.000235391	----	----
7	0.000053088	0.000026977	-0.000072950	----	----
8	0.000078573	0.000039927	-0.001788147	----	----
9	0.000018453	0.000057309	-0.000112414	----	----
10	0.000053088	0.000026977	-0.000072950	----	----
11	0.000018453	0.000057309	-0.000112414	----	----
12	0.000053088	0.000026977	-0.000072950	----	----

**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	2.66	27.7	0.0	19.7	-21.8	-45.3	---	---
2	S	1.39	39.9	0.0	1.4	-31.4	-39.3	0	0.0
3	S	2.66	27.7	0.0	19.7	-21.8	-45.3	---	---
4	S	2.63	40.7	0.0	19.7	-31.4	-39.3	---	---
5	S	2.66	27.7	0.0	19.7	-21.8	-45.3	---	---
6	S	2.63	40.7	0.0	19.7	-31.4	-39.3	---	---
7	S	4.77	54.6	0.0	11.2	-45.3	-21.8	---	---
8	S	2.81	54.6	0.0	-70.8	-45.3	-21.8	1835	84.8
9	S	4.72	19.4	0.0	7.0	-11.2	-49.0	---	---
10	S	4.67	54.6	0.0	9.6	-45.3	-21.8	---	---
11	S	4.72	19.4	0.0	7.0	-11.2	-49.0	---	---
12	S	4.70	54.7	0.0	9.3	-45.3	-21.8	---	---

**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	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0	.0	82	0.00000 (0.00000)	0	0.001 (990.00)	18007.82	16001.69	

3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	-0.00040	0	0.833	30.0	82	0.00021 (0.00021)	463	0.098 (990.00)	266.10	583.93
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.63	40.7	0.0	19.7	-31.4	-39.3	---	---
2	S	1.39	39.9	0.0	1.4	-31.4	-39.3	0	0.0
3	S	2.63	40.7	0.0	19.7	-31.4	-39.3	---	---
4	S	2.63	40.7	0.0	19.7	-31.4	-39.3	---	---
5	S	2.63	40.7	0.0	19.7	-31.4	-39.3	---	---
6	S	2.63	40.7	0.0	19.7	-31.4	-39.3	---	---

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0	0.833	30.0	82	0.00021 (0.00021)	0	0.001 (0.20)	18007.82	16001.69
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	1.35	60.0	0.0	17.3	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.22	60.0	0.0	15.3	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.35	60.0	0.0	17.3	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.35	60.0	0.0	17.3	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.35	60.0	0.0	17.3	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.35	60.0	0.0	17.3	-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>VI18 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 250 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P5</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1805001</b>	REV. <b>B</b>

### 10.3 Verifica a taglio

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

TABELLA PER TAGLIO						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	30003	1248	725	17743	12311	
E_103x_SLV_q=1_66	18684	<b>6226</b>	1959	71523	25048	
E_103y_SLV_q=1_67	18684	2538	<b>5521</b>	23132	79931	
E_103x_SLV_q=1_66	18684	6226	1959	71523	25048	
E_103y_SLV_q=1_67	18684	2538	5521	23132	79931	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	6226	2538
sollecitazione massima direzione y	Ty	1959	5521
vettore complessivo, singolo palo	T	725	675

Progetto armature

diametro armature trasversale	$\varphi$	12	mm
bracci staffe	bs	2	
diametro pali	R	0.6	m
area armature trasversale	Asw	2.3	cm <sup>2</sup>
passo staffe	s	20.0	cm
copriferro netto + staffa + fi/2	c'	9.7	cm
resistenza di calcolo armatura	f <sub>yd</sub>	391.0	Mpa
resistenza caratteristica res cls	f <sub>ck</sub>	25.0	
resistenza di calcolo res. Calc	f <sub>cd</sub>	18.5	Mpa
resistenza ridotta	f' <sub>c</sub>	9.2	Mpa
braccio delle forze interne	z=0.9d	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>	725	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.74	

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	130 kg/mc
Plinto di fondazione	120 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 290 kg/mc