

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)**

**VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 100m**

*Relazione di calcolo Pile - P1*

SCALA:

-

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


**RS3T 30 D 09 CL VI1305 002 B**

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

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


File: RS3T30D09CLVI1305002B

n. Elab.: 09\_330\_1


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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
6.	SOLLECITAZIONI .....	42
6.1	Combinazioni di carico .....	42
6.1.1	<i>Configurazione 1</i> .....	42
6.1.2	<i>Configurazione 2</i> .....	48

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

6.1.3	Configurazione 3 .....	54
6.2	Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni .....	60
6.2.1	Stati limiti di esercizio .....	60
6.2.2	Stati limiti ultimi .....	66
7.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	69
8.	FUSTO PILA .....	69
8.1	Modellazione .....	71
8.2	Verifica a presso flessione .....	72
8.3	Verifica a taglio .....	83
8.4	Verifica minimi di armatura .....	84
8.5	Verifica spostamenti.....	86
9.	PLINTO DI FONDAZIONE.....	87
9.1	Dimensionamento armature .....	89
9.1	Verifica a presso-flessione.....	91
9.1.1	Direzione trasversale.....	91
9.1.2	Direzione longitudinale.....	96
9.2	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>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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 VI13 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 1 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza inferiore o uguale a 9m, con variazione di luce 25-50m.

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

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI13 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 100m, ed è costituito da 2 campate isostatiche di luce 25m e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). La campata da 25 m è realizzata con un impalcato in cap a due travi mentre, la campata da 50m è realizzata con impalcato misto a due travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma rettangolare di dimensioni pari a 7x3.4m. Il pulvino ha una altezza pari a 2.00m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

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

Per l'implementazione delle geometrie, vista la vastità delle casistiche, sono state adottate delle schematizzazioni in special modo per plinto di fondazione e pulvino.

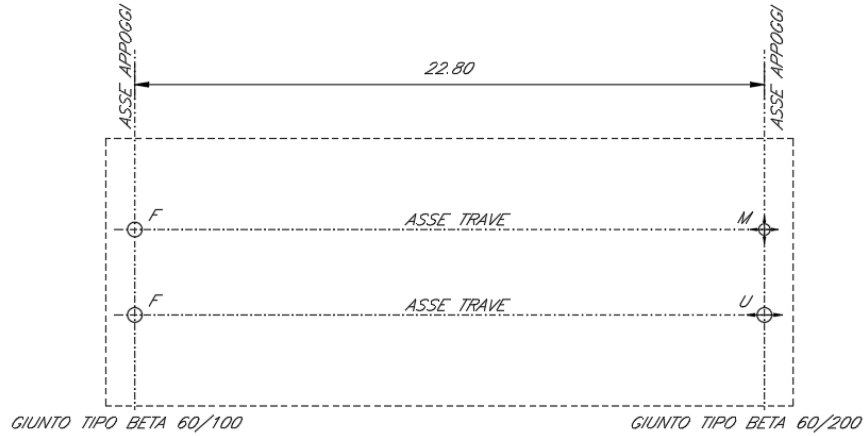
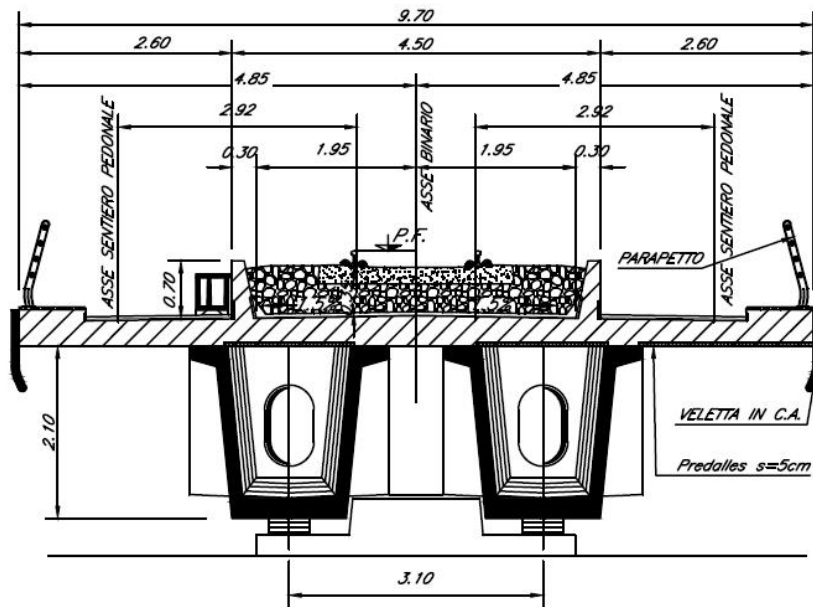


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



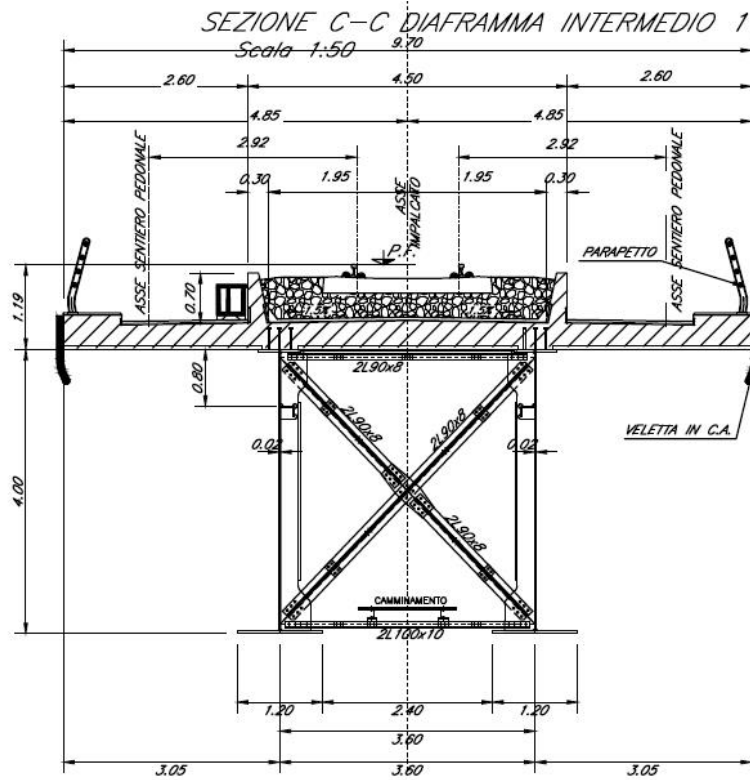


Figura 2: sezione trasversale impalcato

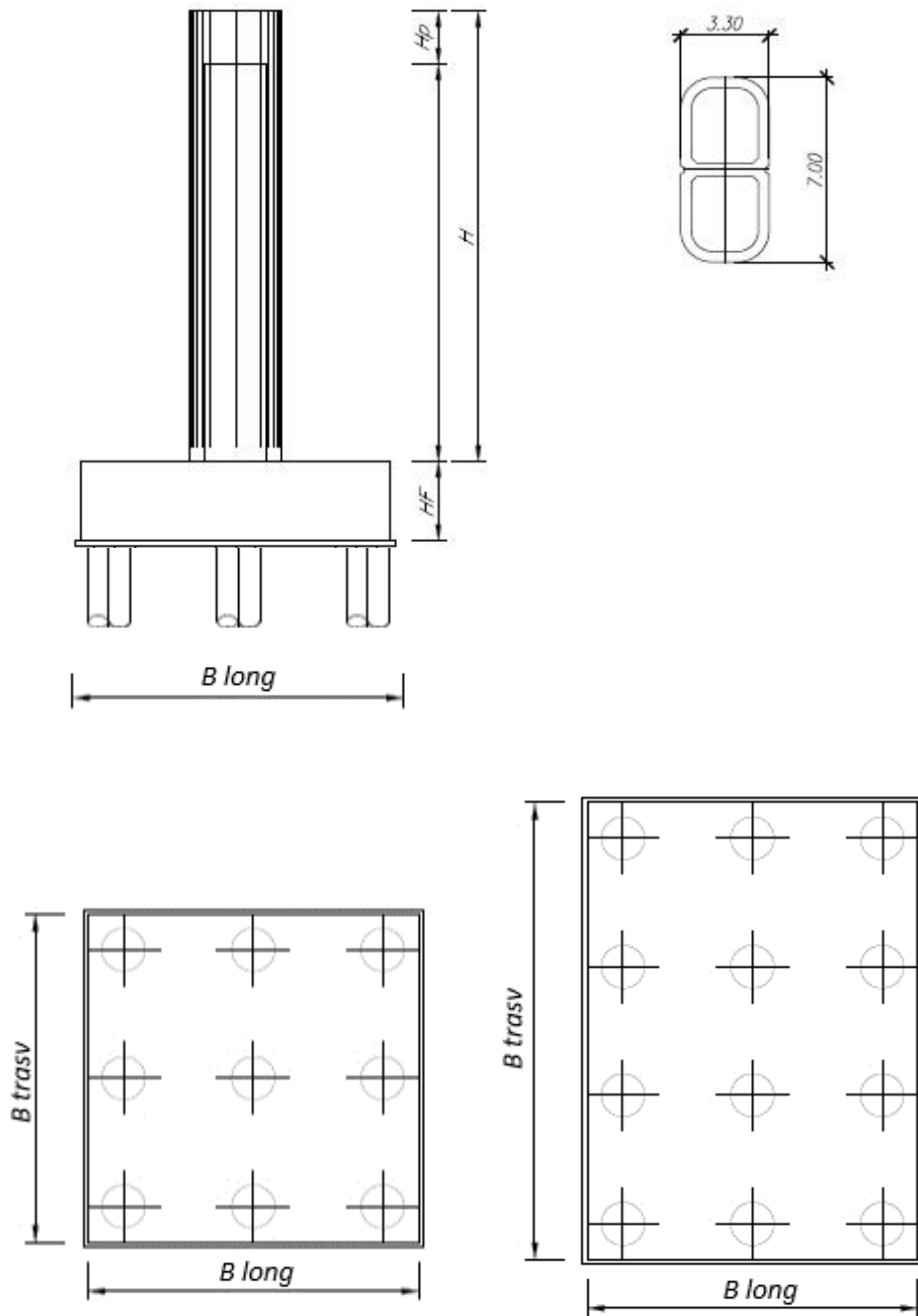



Figura 3: pianta, sezione e prospetti pila

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

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

## 3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:


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

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

- Calcestruzzo fondazioni armate

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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

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

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

### 3.1.2 Verifiche a fessurazione

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

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


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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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 7x3.4m, una altezza complessiva di 9.00m. 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 3m.

<b>PILA</b>						
altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino			Hp	9	m	
tipologia di sezione				<b>rettangolare</b>		
larghezza trasversale pila			b	7.000	m	
larghezza longitudinale pila			d	3.400	m	
raggio angolo esterno			r	1	m	
area della sezione			A	10.230	m <sup>2</sup>	
inerzia sezione direzione trasversale			I11	37.308	m <sup>4</sup>	
inerzia sezione direzione longitudinale			I22	12.621	m <sup>4</sup>	
calcestruzzo			fck	32	MPa	
massa pulvino			mp	1452	kN	
<b>PULVINO</b>						
larghezza in direzione trasversale			b	7	m	
larghezza in direzione longitudinale			d	3.4	m	
altezza pulvino			h	2	m	
massa pulvino		<i>compresa del +10%</i>	mp	1309	kN	
<b>FONDAZIONE</b>						
larghezza in direzione trasversale			b	9.6	m	
larghezza in direzione longitudinale			d	9.6	m	
altezza della fondazione			h	3	m	
altezza terreno di ricoprimento			ht	1.5	m	
area netta per calcolo ricoprimento			A	68.4	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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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	1	0,8	0	0,4	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	1	0,8	0	0,8	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	1	0,8	0	0,4	0,8	0,8	0,4	0,2	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	1	0,8	0	0,8	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 riportate in quanto poco significative.

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

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

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


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

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

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

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
- [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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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:

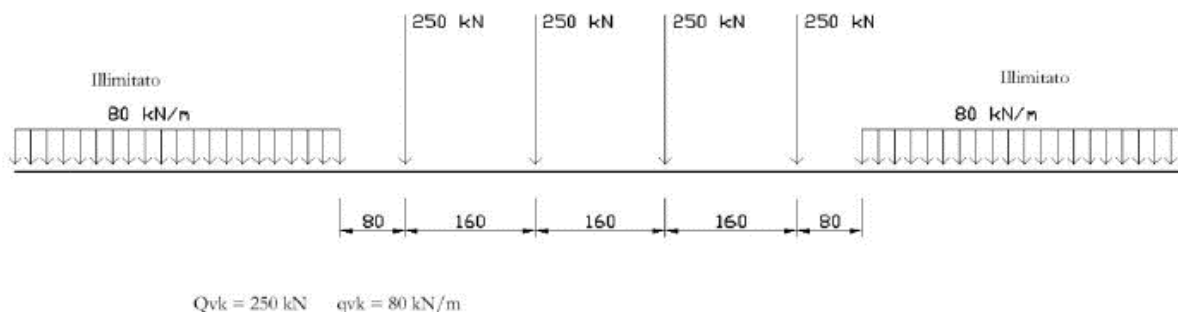
	N	Mlong
	KN	kN m
scarichi estradosso Pila - G1	5297	1497
scarichi estradosso Pila - G2	4327	1492
scarichi estradosso Fondazione - G1	7939	1497
scarichi estradotto Fondazione - G2	4327	1492
scarichi sui Pali - G1	16800	1497
scarichi sui Pali - G2	4327	1492

## 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;

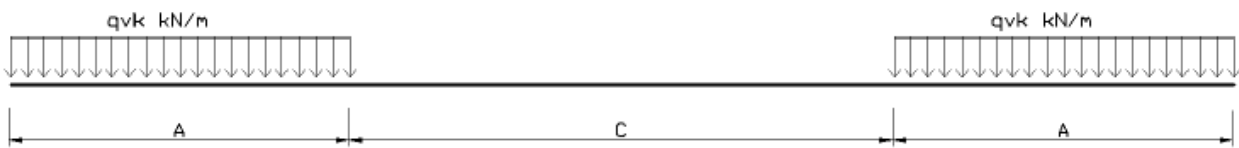
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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	5121	2111	512
COMBO ML	3806	4568	381
COMBO MT	5121	2111	512

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

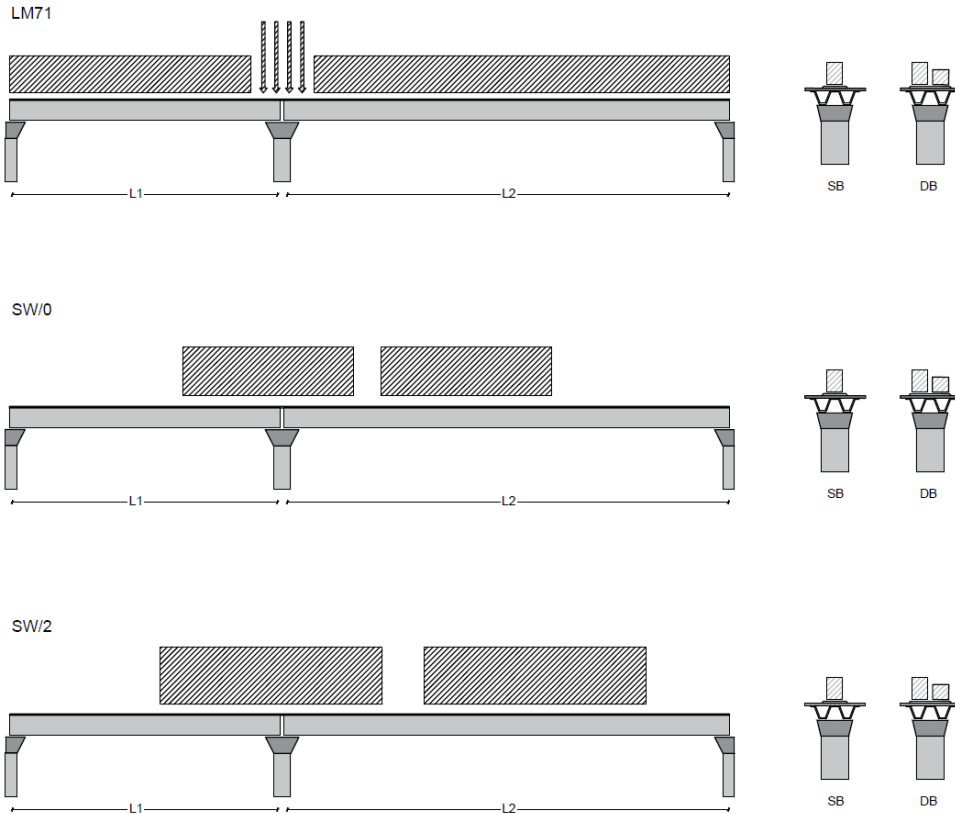


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

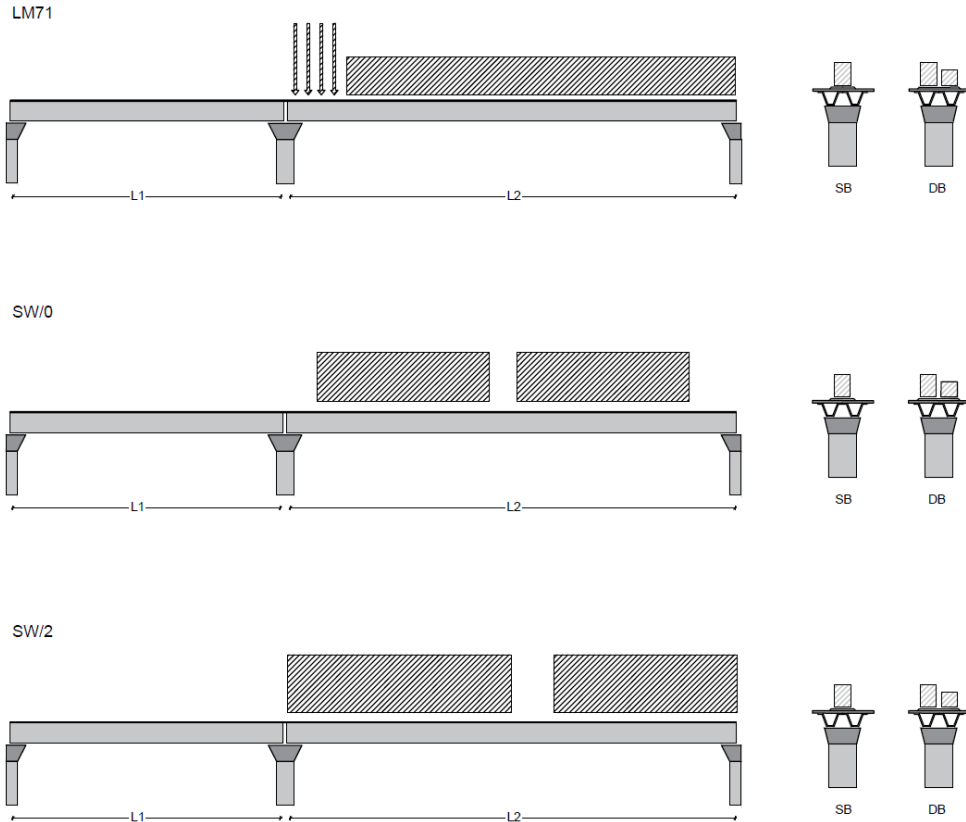


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

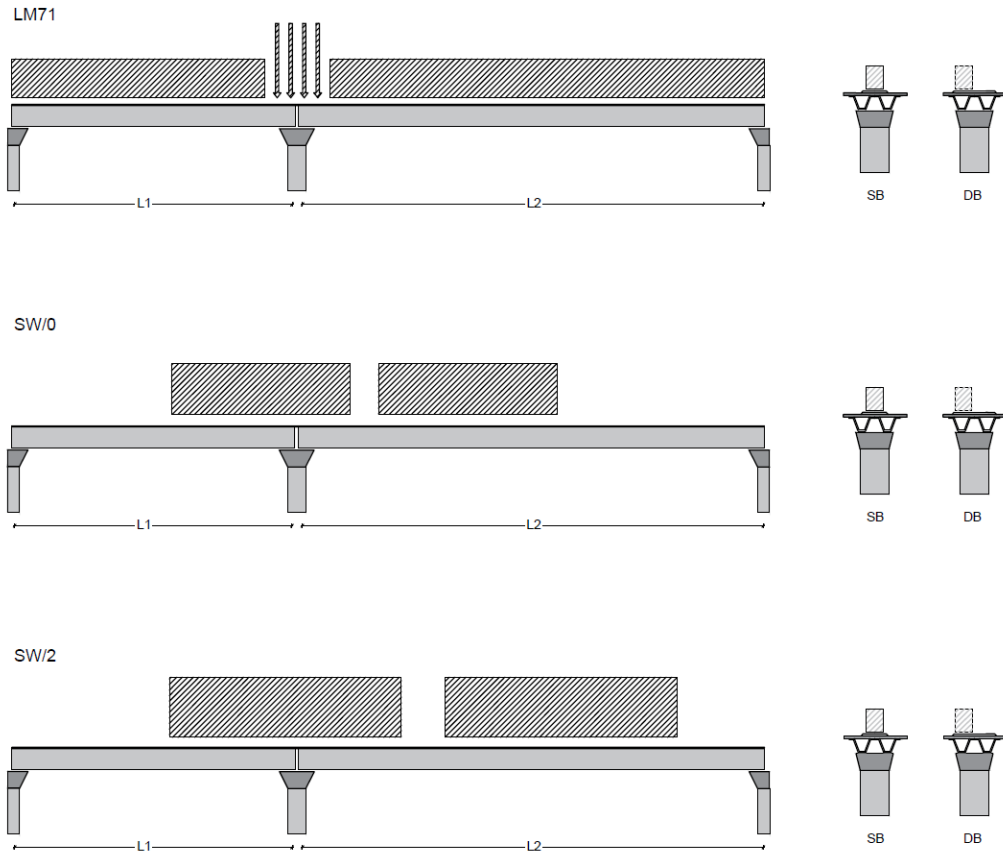


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale



## 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>				
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	<b>0.0</b>	kN x asse
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>0.0</b>	kN/m
<b>SW/2</b>						
Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di $\alpha$ pari a 1,						
	velocità massima compatibile con il tracciato della linea			Vmax	100	
	fattore di riduzione funzione della Lf e della V			f	1.00	
	coefficiente di adattamento			a	1.00	
	valore caratteristico dei carichi verticali			qvk	<b>180.32</b>	kN/m
	valore caratteristico della forza centrifuga			qtk	<b>0.00</b>	kN/m

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

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

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trac
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_SW/2_1	0	0.0014198	0	0.00142	0.052463	0.33209


 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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				3.2	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>463</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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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>49.6</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	49.6	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1091.2	kN	
SW/0					
coefficiente di adattamento		a	1.1		
lunghezza del binario		L	35.3	m	
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	776.6	kN	
SW/2					
coefficiente di adattamento		a	1		
lunghezza del binario		L	42.6		
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1491		

#### AVVIAMENTO

LM/71					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	kN	
SW/0					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	kN	
SW/2					
valore caratteristico da della forza		Q <sub>la,k</sub>	1000	kN	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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	49.6	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg1	<b>5297</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti		Vg2	<b>4327</b>	kN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili		Vq	<b>7682</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>384.3</b>	kN
momento longitudinale in testa pila		M	<b>172.9</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>342</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.36</b>	
coefficiente di altitudine	ca	1	
velocità di base di riferimento	Vb	28	m/s

	tempo di ritorno azione del vento	Tr	112.5	anni
	coefficiente di ritorno	cr	1.04562	
	velocità di riferimento	Vr	29.2775	m/s
	tab. 3.3.I	Zona	4	
	tab.3.3.II	Categoria	II	
	tab. 3.3.III	Classe rug	D	
	fattore di terreno	Kr	0.19	
	lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
	altezza minima	zmin	4	m
	<b>VENTO SULL'IMPALCATO</b>			
	ponte carico			
	altezza pila	z1	9	m
	altezza baggioli e app. appoggio	z2	0.45	m
	altezza all'intradosso	zintradosso	9.45	m
	altezza di riferimento	z	13.84	m
	coefficiente di topografia	ct	1	
	coefficiente di esposizione	ce	2.56	
	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	1372.83	n/m <sup>2</sup>
	larghezza impalcato	d	9.7	m
	altezza impalcato+soletta	z3	3.78	m
	armamento	z4	0.88	m
	altezza treno	z5a	4	m
	altezza barriere	z5b	5	m
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.78	m
		d/h	1.10478	
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09618	
	forza trasversale	fx	25.3	
	forza equivalente in testa pila	Fx	933.6	kN
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	4518.6	kn/m

ponte scarico						
	altezza di impatto treno o barriere	htot	8.66	m		
	rapporto geometrico	d/h	1.12009			
	coefficiente di forza trasversale	cfx	2.09197			
	forza trasversale	fx	<b>24.9</b>			
	forza equivalente in testa pila	Fx	<b>604.4</b>	kN		
	momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2888.9</b>	kn/m		
VENTO SULLA PILA						
direzione trasversale						
	altezza di riferimento	z	9	m		
	coefficiente di topografia	ct	1			
	coefficiente di esposizione	ce	2.28576			
	densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m <sup>3</sup>		
	pressione statica di riferimento	qr	535.732	n/m <sup>2</sup>		
	pressione statica di picco	qpicco	1372.83	n/m <sup>2</sup>		
			1.37283	Kpa		
	tipologia di sezione		rettangolare			
	larghezza trasversale pila	b	7	m		
	larghezza longitudinale pila	d	3.4	m		
	raggio della sezione	R	1	m		
	rapporto geometrico	b/d	2.05882			
	rapporto geometrico	r/b	0.14286			
	coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.63184			
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286			
	viscosità cinematica dell'aria	$\nu$	1.5E-05	m/s		
	numero di Reynolds	Re	5001650			
	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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

	coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.91867	
	rapporto geometrico	l/b	1.28571	
	snellezza effettiva	$\lambda$	1.28571	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.61038	
	forza trasversale	f tras	<b>1.4</b>	
	forza equivalente in testa pila	F tras	<b>13.0</b>	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h tra	<b>5.4</b>	m
direzione longitudinale				
	tipolgoia di sezione	rettangolare		
	larghezza trasversale pila	b	7	m
	larghezza longitudinale pila	d	3.4	m
	raggio della sezione	R	1	m
	rapporto geometrico	b/d	2.05882	
	rapporto geometrico	r/b	0.14286	
	coefficiente di forza longitu sez.ret	cf,0	1.63184	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.64286	
	coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.91867	
	rapporto geometrico	l/b	2.64706	
	snellezza effettiva	$\lambda$	2.64706	
	rapporto di solidità	$\phi$	1	
	end-effect factor	$\psi\lambda$	0.6402	
	forza longitudinale	f lon	1.44016	
	forza equivalente in testa pila	F lon	12.9614	kN
	alteza di applicatione sulla pila	h lon	5.4	m

## 5.7 Azione Sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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.

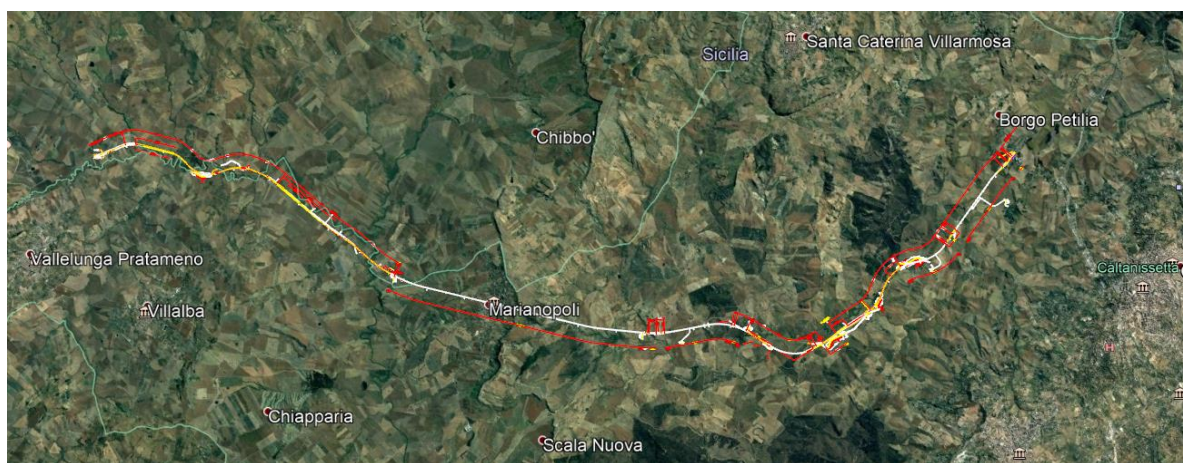


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 5.7.2 Definizione della domanda sismica

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

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE      LATITUDINE

13.94101      37.57435

---

Ricerca per comune

REGIONE      PROVINCIA      COMUNE

Sicilia      Catania      Mineo

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo


Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

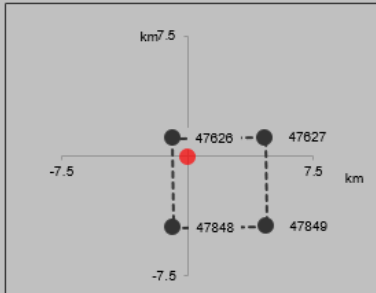
Interpolazione

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".

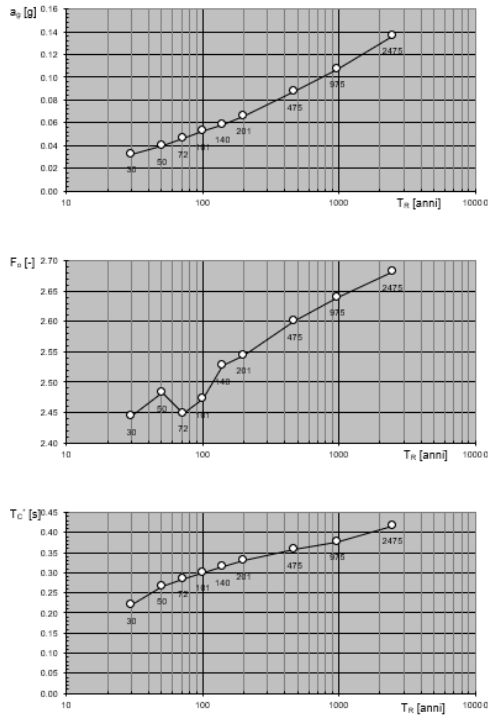
**Nodi del reticolo intorno al sito**



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

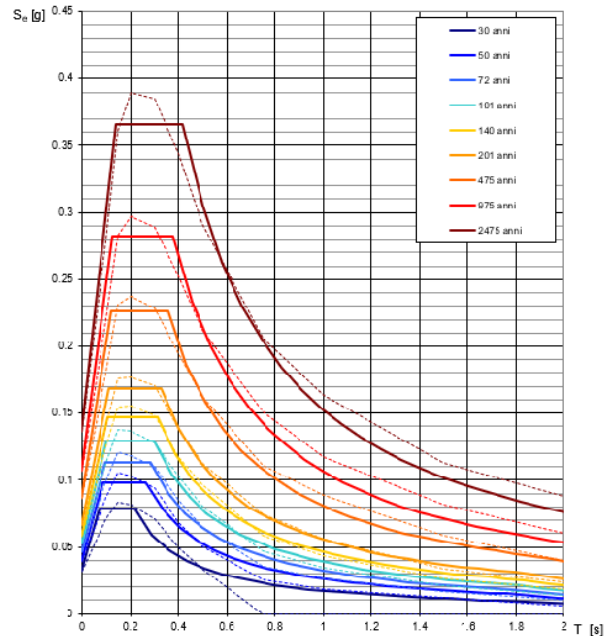
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

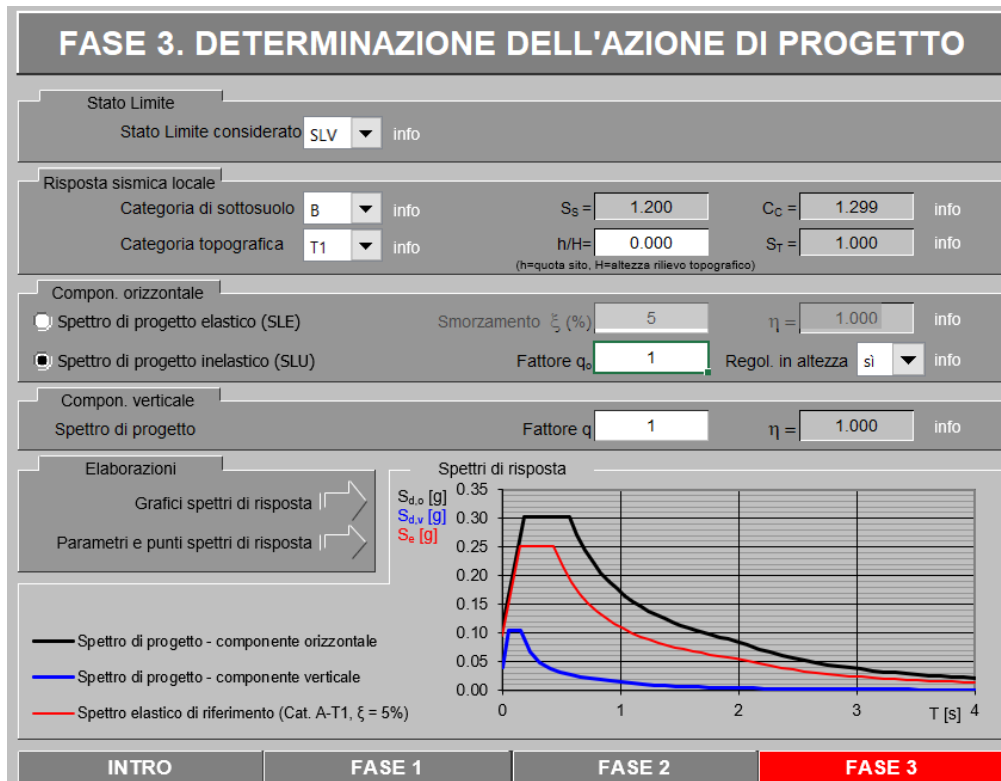


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV

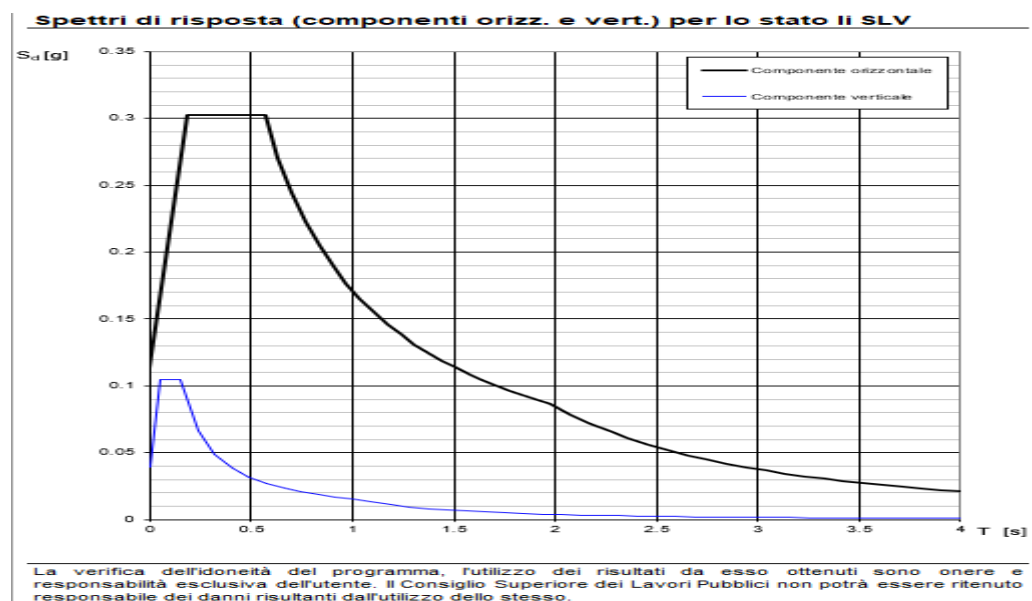


Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.095 g
$F_o$	2.667
$T_c$	0.436 s
$S_s$	1.200
$C_c$	1.299
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.189 s
$T_C$	0.566 s
$T_D$	1.978 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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


Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.113
$T_B$	0.189	0.303
$T_C$	0.566	0.303
	0.633	0.270
	0.700	0.244
	0.768	0.223
	0.835	0.205
	0.902	0.190
	0.969	0.177
	1.037	0.165
	1.104	0.155
	1.171	0.146
	1.238	0.138
	1.306	0.131
	1.373	0.125
	1.440	0.119
	1.507	0.114
	1.575	0.109
	1.642	0.104
	1.709	0.100
	1.776	0.096
	1.844	0.093
	1.911	0.090
$T_D$	1.978	0.087
	2.074	0.079
	2.171	0.072
	2.267	0.066
	2.363	0.061
	2.460	0.056
	2.556	0.052
	2.652	0.048
	2.748	0.045
	2.845	0.042
	2.941	0.039
	3.037	0.037
	3.134	0.034
	3.230	0.032
	3.326	0.031
	3.422	0.029
	3.519	0.027
	3.615	0.026
	3.711	0.025
	3.807	0.023
	3.904	0.022
	4.000	0.021

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

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>


### 5.7.3 *Calcolo dell'azione Sismica*

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

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

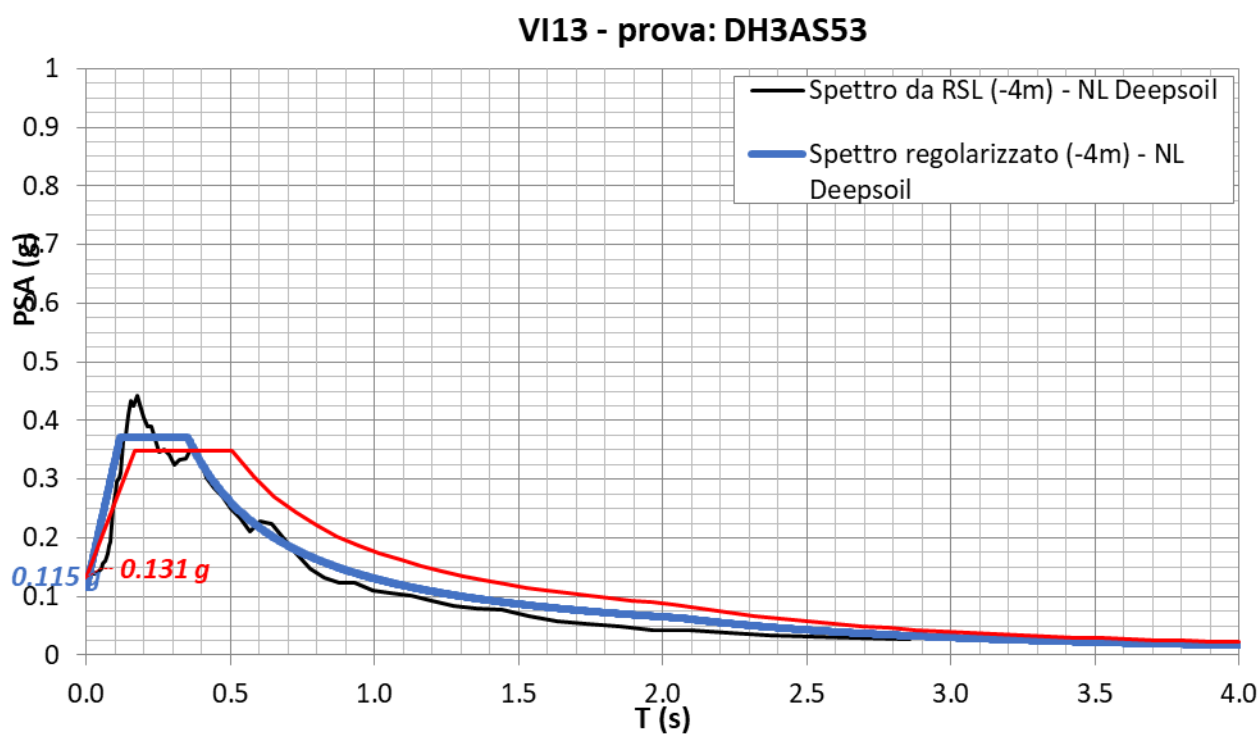
Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

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

 <b>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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

#### 5.7.4 Risposta sismica locale

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



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




5.7.5 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>				
massa treno per direzione long		Com Nmax	7613	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1523	kN
			0	
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	12114	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	13637	kN
1/5 della massa sismica sopra la pila		1/5 Mimp t	2727	kN
massa pulvino		Mpul	1190	kN
massa pila		Mpila	1790	kN
massa efficace pila		Mpe	1787	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long		Mtot long	15424	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>OK</b>

<b>Direzione Trasversale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5121	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1024	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9624	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10648	kN
massa pulvino		Mpul	1190	kN
massa pila		Mpila	1790	kN
massa efficace pila		Mpe	1787	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv		Mtot tras	12435	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>OK</b>


<b>Direzione Verticale</b>				
massa treno per direzione long		Com Mmax	5121	kN
massa sismica treno per direzione long		treno	1024	kN
massa impalcato (G1 + G2)		Mimp	9624	kN
massa sismica portata sopra pila		Mimp t	10648	kN
massa pulvino		Mpul	1190	kN
massa pila		Mpila	1790	kN
massa efficace pila		Mpe	1787	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert		Mtot vert	12435	kN
verifica di requisito di norma	$M_{ep} < 1/5 M_{imp}$			<b>OK</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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

5.7.6 *Analisi statica equivalente*

area della sezione		A	10.23	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale		I11	37.31	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale		I22	12.62	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila		E <sub>c</sub>	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo		%	45.00	
modulo di calcolo		E	18340	MPa
calcestruzzo		f <sub>ck</sub>	32.0	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino		H	9.00	m
altezza plinto di fondazione		h <sub>f</sub>	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio		h <sub>ap</sub>	0.45	m
altezza equivalente sdof		H <sub>e</sub>	9.45	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv		K <sub>tra</sub>	9.9E+08	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long		K <sub>long</sub>	8.2E+08	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert		K <sub>vert</sub>	2.7E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale		T <sub>tra</sub>	0.25	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale		T <sub>long</sub>	0.25	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	0.29	0.29	0.43	0.18	g
accelerazione componente longitudinale	0.29	0.29	0.43	0.18	g
accelerazione componente verticale	0.09	0.09	0.09	0.03	g
Sforzo assiale	1166	1166	1166	392	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	3548	3903	5322	2183	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinal	4401	4841	6601	2708	kN
Momento flessionale trasversale	45214	49735	67821	27824	kN m
Momento flessionale longitudinale	41968	46127	62761	25788	kN m

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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	21067.2	1080.98	365.625	7805.42	907.568	
A1_SLU_gr2_Scarico_2	14154.6	0	116.772	4477.47	52.9947	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	21067.2	2161.95	365.587	8291.86	907.327	
A1_SLU_gr4_centrif_4	19582	1729.56	312.144	7485.14	734.894	
A1_SLU_gr1+vento_5	21067.2	1092.64	921.219	7805.42	3507.54	
A1_SLU_gr2+vento_6	14154.6	11.6653	672.365	4477.47	2652.97	
A1_SLU_gr3+vento_7	21067.2	2173.62	921.181	8291.86	3507.3	
A1_SLU_gr4+vento_8	19582	1741.23	867.737	7485.14	3334.87	
A1_SLU_vento_gr1_9	19582	884.222	1175.72	7095.98	5040.1	
A1_SLU_vento_gr2_10	14051.9	19.4421	1016.45	4433.63	4374.36	
A1_SLU_vento_gr3_11	19582	1749	1175.69	7485.14	5039.91	
A1_SLU_vento_gr4_12	19582	1749	1238.13	7485.14	5068.19	
SLE_rar_gr1_Treno_14	14745.2	745.5	188.442	5434.82	597.238	
SLE_rar_gr2_Scarico_15	9977.88	0	74.0265	3139.69	33.6204	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	14745.2	1491	188.416	5770.3	597.072	
SLE_rar_gr4_centrif_17	13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683	
SLE_rar_gr1+vento_18	14745.2	753.277	558.837	5434.82	2330.56	
SLE_rar_gr2+vento_19	9977.88	7.77686	444.422	3139.69	1766.94	
SLE_rar_gr3+vento_20	14745.2	1498.78	558.811	5770.3	2330.39	
SLE_rar_gr4+vento_21	13720.9	1200.58	534.245	5213.94	2217	
SLE_rar_vento_gr1_22	13720.9	609.361	748.414	4945.56	3357.8	
SLE_rar_vento_gr2_23	9907.08	12.9614	675.188	3109.45	2915.15	
SLE_rar_vento_gr3_24	13720.9	1205.76	748.393	5213.94	3357.67	
SLE_rar_vento_gr4_25	13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55	

SLE_fre_gr1_Treno_27	13720.9	596.4	109.247	4945.56	459.112
SLE_fre_gr2_Scarico_28	9907.08	0	48.2252	3109.45	21.9481
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	13720.9	1192.8	109.226	5213.94	458.98
SLE_fre_gr4_centrif_30	13720.9	1192.8	136.548	5213.94	471.398
SLE_fre_gr1+vento_31	13720.9	598.992	232.712	4945.56	1036.88
SLE_fre_gr2+vento_32	9907.08	2.59229	171.69	3109.45	599.721
SLE_fre_gr3+vento_33	13720.9	1195.39	232.691	5213.94	1036.75
SLE_fre_gr4+vento_34	13720.9	1195.39	260.013	5213.94	1049.17
SLE_fre_vento_gr1_35	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_vento_gr2_36	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_vento_gr3_37	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_vento_gr4_38	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_gr1_temp39	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr2_temp40	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr3_temp41	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr3_temp42	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_qp_gr1_Treno_44	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_45	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_47	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr2+vento_49	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr3+vento_50	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr4+vento_51	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr1_52	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr2_53	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr3_54	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr4_55	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr1_temp56	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp57	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp58	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp59	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_60	9973.68	4403.19	1242.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61	9973.68	1322.77	3725.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62	10789.9	1322.77	1242.39	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_63	9973.68	4843.25	1348.83	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_64	9973.68	1454.79	4080.69	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_65	10789.9	1454.79	1348.83	0	0
E_103x_SLV_q=1_66	9973.68	6603.49	1774.57	0	0
E_103y_SLV_q=1_67	9973.68	1982.86	5499.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_68	10789.9	1982.86	1774.57	0	0
E_103x_SLD_q=1_69	9741.43	2710.68	833.029	0	0
E_103y_SLD_q=1_70	9741.43	815.019	2361.36	0	0
E_103z_SLD_q=1_71	10015.7	815.019	833.029	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	25090.5	1080.98	365.625	17534.2	4198.2
A1_SLU_gr2_Scarico_2	18177.9	0	116.772	4477.47	1103.94
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	25090.5	2161.95	365.587	27749.4	4197.61
A1_SLU_gr4_centrif_4	23605.3	1729.56	312.144	23051.2	3544.19
A1_SLU_gr1+vento_5	25090.5	1092.64	921.219	17639.2	11798.5
A1_SLU_gr2+vento_6	18177.9	11.6653	672.365	4582.46	8704.26
A1_SLU_gr3+vento_7	25090.5	2173.62	921.181	27854.4	11797.9
A1_SLU_gr4+vento_8	23605.3	1741.23	867.737	23156.2	11144.5
A1_SLU_vento_gr1_9	23605.3	884.222	1175.72	15054	15621.5
A1_SLU_vento_gr2_10	18075.2	19.4421	1016.45	4608.6	13522.4
A1_SLU_vento_gr3_11	23605.3	1749	1175.69	23226.2	15621.1
A1_SLU_vento_gr4_12	23605.3	1749	1238.13	23226.2	16211.4
SLE_rar_gr1_Treno_14	17725.4	745.5	188.442	12144.3	2293.21
SLE_rar_gr2_Scarico_15	12958.1	0	74.0265	3139.69	699.859
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	17725.4	1491	188.416	19189.3	2292.81
SLE_rar_gr4_centrif_17	16701.2	1192.8	163.849	15949.1	1958.33
SLE_rar_gr1+vento_18	17725.4	753.277	558.837	12214.3	7360.09
SLE_rar_gr2+vento_19	12958.1	7.77686	444.422	3209.68	5766.74
SLE_rar_gr3+vento_20	17725.4	1498.78	558.811	19259.3	7359.69
SLE_rar_gr4+vento_21	16701.2	1200.58	534.245	16019.1	7025.2
SLE_rar_vento_gr1_22	16701.2	609.361	748.414	10429.8	10093.5
SLE_rar_vento_gr2_23	12887.3	12.9614	675.188	3226.1	8991.84
SLE_rar_vento_gr3_24	16701.2	1205.76	748.393	16065.8	10093.2
SLE_rar_vento_gr4_25	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1
SLE_fre_gr1_Treno_27	16701.2	596.4	109.247	10313.2	1442.33
SLE_fre_gr2_Scarico_28	12887.3	0	48.2252	3109.45	455.975
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	16701.2	1192.8	109.226	15949.1	1442.01
SLE_fre_gr4_centrif_30	16701.2	1192.8	136.548	15949.1	1700.33
SLE_fre_gr1+vento_31	16701.2	598.992	232.712	10336.5	3131.29
SLE_fre_gr2+vento_32	12887.3	2.59229	171.69	3132.78	2144.93
SLE_fre_gr3+vento_33	16701.2	1195.39	232.691	15972.5	3130.97
SLE_fre_gr4+vento_34	16701.2	1195.39	260.013	15972.5	3389.29
SLE_fre_vento_gr1_35	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04

SLE_fre_vento_gr2_36	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_vento_gr3_37	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_vento_gr4_38	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_gr1_temp39	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr2_temp40	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr3_temp41	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr3_temp42	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_qp_gr1_Treno_44	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr2_Scarico_45	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr4_centrif_47	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr1+vento_48	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr2+vento_49	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr3+vento_50	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr4+vento_51	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr1_52	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr2_53	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr3_54	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr4_55	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr1_temp56	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr2_temp57	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_temp58	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_temp59	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
E_103x_SLV_q=1.5_60	12953.9	4403.19	1242.39	44956.8	14166.4
E_103y_SLV_q=1.5_61	12953.9	1322.77	3725.9	15579	45816
E_103z_SLV_q=1.5_62	13770.2	1322.77	1242.39	15579	14166.4
E_103x_SLV_q=1.36_63	12953.9	4843.25	1348.83	49153.6	15522.9
E_103y_SLV_q=1.36_64	12953.9	1454.79	4080.69	16838	50337.4
E_103z_SLV_q=1.36_65	13770.2	1454.79	1348.83	16838	15522.9
E_103x_SLV_q=1_66	12953.9	6603.49	1774.57	65749.6	20948.5
E_103y_SLV_q=1_67	12953.9	1982.86	5499.84	21816.8	68422.9
E_103z_SLV_q=1_68	13770.2	1982.86	1774.57	21816.8	20948.5
E_103x_SLD_q=1_69	12721.7	2710.68	833.029	28776.5	8949.56
E_103y_SLD_q=1_70	12721.7	815.019	2361.36	10724.9	28426.5
E_103z_SLD_q=1_71	12996	815.019	833.029	10724.9	8949.56

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	37051.8	1080.98	365.625	20777.1	5295.07
A1_SLU_gr2_Scarico_2	30139.3	0	116.772	4477.47	1454.26
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	37051.8	2161.95	365.587	34235.3	5294.38
A1_SLU_gr4_centrif_4	35566.7	1729.56	312.144	28239.9	4480.62
A1_SLU_gr1+vento_5	37051.8	1092.64	921.219	20917.1	14562.2
A1_SLU_gr2+vento_6	30139.3	11.6653	672.365	4617.46	10721.4
A1_SLU_gr3+vento_7	37051.8	2173.62	921.181	34375.2	14561.5
A1_SLU_gr4+vento_8	35566.7	1741.23	867.737	28379.8	13747.7
A1_SLU_vento_gr1_9	35566.7	884.222	1175.72	17706.7	19148.7
A1_SLU_vento_gr2_10	30036.6	19.4421	1016.45	4666.93	16571.8
A1_SLU_vento_gr3_11	35566.7	1749	1175.69	28473.2	19148.1
A1_SLU_vento_gr4_12	35566.7	1749	1238.13	28473.2	19925.8
SLE_rar_gr1_Treno_14	26585.7	745.5	188.442	14380.8	2858.54
SLE_rar_gr2_Scarico_15	21818.4	0	74.0265	3139.69	921.939
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16	26585.7	1491	188.416	23662.3	2858.06
SLE_rar_gr4_centrif_17	25561.4	1192.8	163.849	19527.5	2449.87
SLE_rar_gr1+vento_18	26585.7	753.277	558.837	14474.1	9036.6
SLE_rar_gr2+vento_19	21818.4	7.77686	444.422	3233.01	7100
SLE_rar_gr3+vento_20	26585.7	1498.78	558.811	23755.6	9036.12
SLE_rar_gr4+vento_21	25561.4	1200.58	534.245	19620.9	8627.94
SLE_rar_vento_gr1_22	25561.4	609.361	748.414	12257.9	12338.8
SLE_rar_vento_gr2_23	21747.6	12.9614	675.188	3264.98	11017.4
SLE_rar_vento_gr3_24	25561.4	1205.76	748.393	19683.1	12338.4
SLE_rar_vento_gr4_25	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6
SLE_fre_gr1_Treno_27	25561.4	596.4	109.247	12102.4	1770.07
SLE_fre_gr2_Scarico_28	21747.6	0	48.2252	3109.45	600.651
SLE_fre_gr3_Fre/avv_29	25561.4	1192.8	109.226	19527.5	1769.69
SLE_fre_gr4_centrif_30	25561.4	1192.8	136.548	19527.5	2109.97
SLE_fre_gr1+vento_31	25561.4	598.992	232.712	12133.5	3829.43
SLE_fre_gr2+vento_32	21747.6	2.59229	171.69	3140.55	2660.01
SLE_fre_gr3+vento_33	25561.4	1195.39	232.691	19558.6	3829.04
SLE_fre_gr4+vento_34	25561.4	1195.39	260.013	19558.6	4169.33
SLE_fre_vento_gr1_35	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_vento_gr2_36	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72

SLE_fre_vento_gr3_37	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_vento_gr4_38	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_gr1_temp39	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr2_temp40	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr3_temp41	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr3_temp42	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_qp_gr1_Treno_44	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr2_Scarico_45	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_Fre/avv_46	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr4_centrif_47	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr1+vento_48	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr2+vento_49	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr3+vento_50	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr4+vento_51	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr1_52	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr2_53	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr3_54	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr4_55	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr1_temp56	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr2_temp57	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_temp58	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_temp59	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
E_103x_SLV_q=1.5_60	21918.5	5330.97	1520.73	60949.7	18728.6
E_103y_SLV_q=1.5_61	21918.5	2250.55	4004.24	22330.6	57828.8
E_103z_SLV_q=1.5_62	22978.2	2250.55	1520.73	22330.6	18728.6
E_103x_SLV_q=1.36_63	21918.5	5771.03	1627.16	66466.7	20404.3
E_103y_SLV_q=1.36_64	21918.5	2382.57	4359.02	23985.7	63414.5
E_103z_SLV_q=1.36_65	22978.2	2382.57	1627.16	23985.7	20404.3
E_103x_SLV_q=1_66	21918.5	7531.27	2052.91	88343.4	27107.2
E_103y_SLV_q=1_67	21918.5	2910.64	5778.17	30548.7	85757.4
E_103z_SLV_q=1_68	22978.2	2910.64	2052.91	30548.7	27107.2
E_103x_SLD_q=1_69	21619.2	3114.05	954.041	38118.7	11811.7
E_103y_SLD_q=1_70	21619.2	1218.39	2482.37	14380.1	35873.6
E_103z_SLD_q=1_71	21980.4	1218.39	954.041	14380.1	11811.7



6.1.2 Configurazione 2

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	19160.5	1080.98	296.987	11367.8	686.018
A1_SLU_gr2_Scarico_73	14154.6	0	116.772	4477.47	52.9947
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	19160.5	2161.95	296.949	11854.2	685.777
A1_SLU_gr4_centrif_75	18056.7	1729.56	257.233	10335	557.654
A1_SLU_gr1+vento_76	19160.5	1092.64	852.58	11367.8	3285.99
A1_SLU_gr2+vento_77	14154.6	11.6653	672.365	4477.47	2652.97
A1_SLU_gr3+vento_78	19160.5	2173.62	852.542	11854.2	3285.75
A1_SLU_gr4+vento_79	18056.7	1741.23	812.826	10335	3157.63
A1_SLU_vento_gr1_80	18056.7	884.222	1131.79	9945.88	4867.8
A1_SLU_vento_gr2_81	14051.9	19.4421	1016.45	4433.63	4374.36
A1_SLU_vento_gr3_82	18056.7	1749	1131.76	10335	4867.61
A1_SLU_vento_gr4_83	18056.7	1749	1183.22	10335	4890.95
SLE_rar_gr1_Treno_85	13430.3	745.5	156.884	7891.63	451.545
SLE_rar_gr2_Scarico_86	9977.88	0	74.0265	3139.69	33.6204
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	13430.3	1491	156.858	8227.1	451.379
SLE_rar_gr4_centrif_88	12669	1192.8	138.603	7179.38	367.129
SLE_rar_gr1+vento_89	13430.3	753.277	527.279	7891.63	2184.86
SLE_rar_gr2+vento_90	9977.88	7.77686	444.422	3139.69	1766.94
SLE_rar_gr3+vento_91	13430.3	1498.78	527.253	8227.1	2184.7
SLE_rar_gr4+vento_92	12669	1200.58	508.998	7179.38	2100.45
SLE_rar_vento_gr1_93	12669	609.361	728.216	6911	3243.52
SLE_rar_vento_gr2_94	9907.08	12.9614	675.188	3109.45	2915.15
SLE_rar_vento_gr3_95	12669	1205.76	728.195	7179.38	3243.39
SLE_rar_vento_gr4_96	12669	1205.76	755.929	7179.38	3255.99
SLE_fre_gr1_Treno_98	12669	596.4	92.4158	6911	346.345
SLE_fre_gr2_Scarico_99	9907.08	0	48.2252	3109.45	21.9481
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	12669	1192.8	92.3948	7179.38	346.212
SLE_fre_gr4_centrif_101	12669	1192.8	115.509	7179.38	356.737
SLE_fre_gr1+vento_102	12669	598.992	215.881	6911	924.117
SLE_fre_gr2+vento_103	9907.08	2.59229	171.69	3109.45	599.721
SLE_fre_gr3+vento_104	12669	1195.39	215.86	7179.38	923.985
SLE_fre_gr4+vento_105	12669	1195.39	238.974	7179.38	934.509

SLE_fre_vento_gr1_106	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_vento_gr2_107	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_vento_gr3_108	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_vento_gr4_109	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_gr1_temp110	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr2_temp111	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr3_temp112	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr3_temp113	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_qp_gr1_Treno_115	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_116	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_118	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_119	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr2+vento_120	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr3+vento_121	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr4+vento_122	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr1_123	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr2_124	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr3_125	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr4_126	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr1_temp127	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp128	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp129	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp130	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_131	9973.68	4403.19	1242.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132	9973.68	1322.77	3725.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133	10789.9	1322.77	1242.39	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_134	9973.68	4843.25	1348.83	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_135	9973.68	1454.79	4080.69	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_136	10789.9	1454.79	1348.83	0	0
E_103x_SLV_q=1_137	9973.68	6603.49	1774.57	0	0
E_103y_SLV_q=1_138	9973.68	1982.86	5499.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_139	10789.9	1982.86	1774.57	0	0
E_103x_SLD_q=1_140	9741.43	2710.68	833.029	0	0
E_103y_SLD_q=1_141	9741.43	815.019	2361.36	0	0
E_103z_SLD_q=1_142	10015.7	815.019	833.029	0	0

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	23183.9	1080.98	296.987	21096.6	3358.9
A1_SLU_gr2_Scarico_73	18177.9	0	116.772	4477.47	1103.94
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	23183.9	2161.95	296.949	31311.8	3358.31
A1_SLU_gr4_centrif_75	22080	1729.56	257.233	25901.1	2872.75
A1_SLU_gr1+vento_76	23183.9	1092.64	852.58	21201.6	10959.2
A1_SLU_gr2+vento_77	18177.9	11.6653	672.365	4582.46	8704.26
A1_SLU_gr3+vento_78	23183.9	2173.62	852.542	31416.8	10958.6
A1_SLU_gr4+vento_79	22080	1741.23	812.826	26006.1	10473.1
A1_SLU_vento_gr1_80	22080	884.222	1131.79	17903.9	15053.9
A1_SLU_vento_gr2_81	18075.2	19.4421	1016.45	4608.6	13522.4
A1_SLU_vento_gr3_82	22080	1749	1131.76	26076	15053.4
A1_SLU_vento_gr4_83	22080	1749	1183.22	26076	15539.9
SLE_rar_gr1_Treno_85	16410.5	745.5	156.884	14601.1	1863.5
SLE_rar_gr2_Scarico_86	12958.1	0	74.0265	3139.69	699.859
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	16410.5	1491	156.858	21646.1	1863.1
SLE_rar_gr4_centrif_88	15649.2	1192.8	138.603	17914.6	1614.55
SLE_rar_gr1+vento_89	16410.5	753.277	527.279	14671.1	6930.38
SLE_rar_gr2+vento_90	12958.1	7.77686	444.422	3209.68	5766.74
SLE_rar_gr3+vento_91	16410.5	1498.78	527.253	21716.1	6929.97
SLE_rar_gr4+vento_92	15649.2	1200.58	508.998	17984.6	6681.43
SLE_rar_vento_gr1_93	15649.2	609.361	728.216	12395.3	9797.47
SLE_rar_vento_gr2_94	12887.3	12.9614	675.188	3226.1	8991.84
SLE_rar_vento_gr3_95	15649.2	1205.76	728.195	18031.2	9797.15
SLE_rar_vento_gr4_96	15649.2	1205.76	755.929	18031.2	10059.3
SLE_fre_gr1_Treno_98	15649.2	596.4	92.4158	12278.6	1178.09
SLE_fre_gr2_Scarico_99	12887.3	0	48.2252	3109.45	455.975
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	15649.2	1192.8	92.3948	17914.6	1177.77
SLE_fre_gr4_centrif_101	15649.2	1192.8	115.509	17914.6	1396.32
SLE_fre_gr1+vento_102	15649.2	598.992	215.881	12301.9	2867.05
SLE_fre_gr2+vento_103	12887.3	2.59229	171.69	3132.78	2144.93
SLE_fre_gr3+vento_104	15649.2	1195.39	215.86	17937.9	2866.72
SLE_fre_gr4+vento_105	15649.2	1195.39	238.974	17937.9	3085.28
SLE_fre_vento_gr1_106	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04

SLE_fre_vento_gr2_107	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_vento_gr3_108	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_vento_gr4_109	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_gr1_temp110	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr2_temp111	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr3_temp112	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr3_temp113	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_qp_gr1_Treno_115	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr2_Scarico_116	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr4_centrif_118	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr1+vento_119	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr2+vento_120	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr3+vento_121	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr4+vento_122	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr1_123	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr2_124	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr3_125	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr4_126	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr1_temp127	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr2_temp128	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_temp129	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_temp130	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
E_103x_SLV_q=1.5_131	12953.9	4403.19	1242.39	44956.8	14166.4
E_103y_SLV_q=1.5_132	12953.9	1322.77	3725.9	15579	45816
E_103z_SLV_q=1.5_133	13770.2	1322.77	1242.39	15579	14166.4
E_103x_SLV_q=1.36_134	12953.9	4843.25	1348.83	49153.6	15522.9
E_103y_SLV_q=1.36_135	12953.9	1454.79	4080.69	16838	50337.4
E_103z_SLV_q=1.36_136	13770.2	1454.79	1348.83	16838	15522.9
E_103x_SLV_q=1_137	12953.9	6603.49	1774.57	65749.6	20948.5
E_103y_SLV_q=1_138	12953.9	1982.86	5499.84	21816.8	68422.9
E_103z_SLV_q=1_139	13770.2	1982.86	1774.57	21816.8	20948.5
E_103x_SLD_q=1_140	12721.7	2710.68	833.029	28776.5	8949.56
E_103y_SLD_q=1_141	12721.7	815.019	2361.36	10724.9	28426.5
E_103z_SLD_q=1_142	12996	815.019	833.029	10724.9	8949.56

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_72	35145.2	1080.98	296.987	24339.5	4249.86
A1_SLU_gr2_Scarico_73	30139.3	0	116.772	4477.47	1454.26
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74	35145.2	2161.95	296.949	37797.6	4249.16
A1_SLU_gr4_centrif_75	34041.4	1729.56	257.233	31089.7	3644.45
A1_SLU_gr1+vento_76	35145.2	1092.64	852.58	24479.5	13517
A1_SLU_gr2+vento_77	30139.3	11.6653	672.365	4617.46	10721.4
A1_SLU_gr3+vento_78	35145.2	2173.62	852.542	37937.6	13516.3
A1_SLU_gr4+vento_79	34041.4	1741.23	812.826	31229.7	12911.5
A1_SLU_vento_gr1_80	34041.4	884.222	1131.79	20556.5	18449.2
A1_SLU_vento_gr2_81	30036.6	19.4421	1016.45	4666.93	16571.8
A1_SLU_vento_gr3_82	34041.4	1749	1131.76	31323.1	18448.7
A1_SLU_vento_gr4_83	34041.4	1749	1183.22	31323.1	19089.6
SLE_rar_gr1_Treno_85	25270.8	745.5	156.884	16837.6	2334.15
SLE_rar_gr2_Scarico_86	21818.4	0	74.0265	3139.69	921.939
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87	25270.8	1491	156.858	26119.1	2333.67
SLE_rar_gr4_centrif_88	24509.5	1192.8	138.603	21493	2030.36
SLE_rar_gr1+vento_89	25270.8	753.277	527.279	16931	8512.21
SLE_rar_gr2+vento_90	21818.4	7.77686	444.422	3233.01	7100
SLE_rar_gr3+vento_91	25270.8	1498.78	527.253	26212.4	8511.73
SLE_rar_gr4+vento_92	24509.5	1200.58	508.998	21586.3	8208.42
SLE_rar_vento_gr1_93	24509.5	609.361	728.216	14223.3	11982.1
SLE_rar_vento_gr2_94	21747.6	12.9614	675.188	3264.98	11017.4
SLE_rar_vento_gr3_95	24509.5	1205.76	728.195	21648.5	11981.7
SLE_rar_vento_gr4_96	24509.5	1205.76	755.929	21648.5	12327.1
SLE_fre_gr1_Treno_98	24509.5	596.4	92.4158	14067.8	1455.33
SLE_fre_gr2_Scarico_99	21747.6	0	48.2252	3109.45	600.651
SLE_fre_gr3_Fre/avv_100	24509.5	1192.8	92.3948	21493	1454.95
SLE_fre_gr4_centrif_101	24509.5	1192.8	115.509	21493	1742.85
SLE_fre_gr1+vento_102	24509.5	598.992	215.881	14098.9	3514.69
SLE_fre_gr2+vento_103	21747.6	2.59229	171.69	3140.55	2660.01
SLE_fre_gr3+vento_104	24509.5	1195.39	215.86	21524.1	3514.3
SLE_fre_gr4+vento_105	24509.5	1195.39	238.974	21524.1	3802.2
SLE_fre_vento_gr1_106	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72

SLE_fre_vento_gr2_107	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_vento_gr3_108	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_vento_gr4_109	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_gr1_temp110	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr2_temp111	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr3_temp112	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr3_temp113	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_qp_gr1_Treno_115	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr2_Scarico_116	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_Fre/avv_117	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr4_centrif_118	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr1+vento_119	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr2+vento_120	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr3+vento_121	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr4+vento_122	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr1_123	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr2_124	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr3_125	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr4_126	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr1_temp127	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr2_temp128	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_temp129	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_temp130	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
E_103x_SLV_q=1.5_131	21918.5	5330.97	1520.73	60949.7	18728.6
E_103y_SLV_q=1.5_132	21918.5	2250.55	4004.24	22330.6	57828.8
E_103z_SLV_q=1.5_133	22978.2	2250.55	1520.73	22330.6	18728.6
E_103x_SLV_q=1.36_134	21918.5	5771.03	1627.16	66466.7	20404.3
E_103y_SLV_q=1.36_135	21918.5	2382.57	4359.02	23985.7	63414.5
E_103z_SLV_q=1.36_136	22978.2	2382.57	1627.16	23985.7	20404.3
E_103x_SLV_q=1_137	21918.5	7531.27	2052.91	88343.4	27107.2
E_103y_SLV_q=1_138	21918.5	2910.64	5778.17	30548.7	85757.4
E_103z_SLV_q=1_139	22978.2	2910.64	2052.91	30548.7	27107.2
E_103x_SLD_q=1_140	21619.2	3114.05	954.041	38118.7	11811.7
E_103y_SLD_q=1_141	21619.2	1218.39	2482.37	14380.1	35873.6
E_103z_SLD_q=1_142	21980.4	1218.39	954.041	14380.1	11811.7

6.1.3 Configurazione 3

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	21067.2	1080.98	365.625	7805.42	907.568
A1_SLU_gr2_Scarico_144	14154.6	0	116.772	4477.47	52.9947
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21067.2	2161.95	365.587	8291.86	907.327
A1_SLU_gr4_centrif_146	19582	1729.56	312.144	7485.14	734.894
A1_SLU_gr1+vento_147	21067.2	1092.64	921.219	7805.42	3507.54
A1_SLU_gr2+vento_148	14154.6	11.6653	672.365	4477.47	2652.97
A1_SLU_gr3+vento_149	21067.2	2173.62	921.181	8291.86	3507.3
A1_SLU_gr4+vento_150	19582	1741.23	867.737	7485.14	3334.87
A1_SLU_vento_gr1_151	19582	884.222	1175.72	7095.98	5040.1
A1_SLU_vento_gr2_152	14051.9	19.4421	1016.45	4433.63	4374.36
A1_SLU_vento_gr3_153	19582	1749	1175.69	7485.14	5039.91
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1749	1238.13	7485.14	5068.19
SLE_rar_gr1_Treno_156	14745.2	745.5	188.442	5434.82	597.238
SLE_rar_gr2_Scarico_157	9977.88	0	74.0265	3139.69	33.6204
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	14745.2	1491	188.416	5770.3	597.072
SLE_rar_gr4_centrif_159	13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683
SLE_rar_gr1+vento_160	14745.2	753.277	558.837	5434.82	2330.56
SLE_rar_gr2+vento_161	9977.88	7.77686	444.422	3139.69	1766.94
SLE_rar_gr3+vento_162	14745.2	1498.78	558.811	5770.3	2330.39
SLE_rar_gr4+vento_163	13720.9	1200.58	534.245	5213.94	2217
SLE_rar_vento_gr1_164	13720.9	609.361	748.414	4945.56	3357.8
SLE_rar_vento_gr2_165	9907.08	12.9614	675.188	3109.45	2915.15
SLE_rar_vento_gr3_166	13720.9	1205.76	748.393	5213.94	3357.67
SLE_rar_vento_gr4_167	13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55
SLE_fre_gr1_Treno_169	13720.9	596.4	109.247	4945.56	459.112
SLE_fre_gr2_Scarico_170	9907.08	0	48.2252	3109.45	21.9481
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	13720.9	1192.8	109.226	5213.94	458.98
SLE_fre_gr4_centrif_172	13720.9	1192.8	136.548	5213.94	471.398
SLE_fre_gr1+vento_173	13720.9	598.992	232.712	4945.56	1036.88
SLE_fre_gr2+vento_174	9907.08	2.59229	171.69	3109.45	599.721
SLE_fre_gr3+vento_175	13720.9	1195.39	232.691	5213.94	1036.75
SLE_fre_gr4+vento_176	13720.9	1195.39	260.013	5213.94	1049.17
SLE_fre_vento_gr1_177	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99

SLE_fre_vento_gr2_178	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_vento_gr3_179	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_vento_gr4_180	9623.88	6.48071	363.228	2988.49	1468.99
SLE_fre_gr1_temp181	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr2_temp182	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr3_temp183	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_fre_gr3_temp184	9623.88	2.59229	188.943	2988.49	607.238
SLE_qp_gr1_Treno_186	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_Scarico_187	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr4_centrif_189	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_190	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr2+vento_191	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr3+vento_192	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr4+vento_193	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr1_194	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr2_195	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr3_196	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_vento_gr4_197	9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr1_temp198	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr2_temp199	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp200	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr3_temp201	9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
E_103x_SLV_q=1.5_202	9973.68	4403.19	1242.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_203	9973.68	1322.77	3725.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_204	10789.9	1322.77	1242.39	0	0
E_103x_SLV_q=1.36_205	9973.68	4843.25	1348.83	0	0
E_103y_SLV_q=1.36_206	9973.68	1454.79	4080.69	0	0
E_103z_SLV_q=1.36_207	10789.9	1454.79	1348.83	0	0
E_103x_SLV_q=1_208	9973.68	6603.49	1774.57	0	0
E_103y_SLV_q=1_209	9973.68	1982.86	5499.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_210	10789.9	1982.86	1774.57	0	0
E_103x_SLD_q=1_211	9741.43	2710.68	833.029	0	0
E_103y_SLD_q=1_212	9741.43	815.019	2361.36	0	0
E_103z_SLD_q=1_213	10015.7	815.019	833.029	0	0



**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA**


combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	25090.5	1080.98	365.625	17534.2	4198.2
A1_SLU_gr2_Scarico_144	18177.9	0	116.772	4477.47	1103.94
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	25090.5	2161.95	365.587	27749.4	4197.61
A1_SLU_gr4_centrif_146	23605.3	1729.56	312.144	23051.2	3544.19
A1_SLU_gr1+vento_147	25090.5	1092.64	921.219	17639.2	11798.5
A1_SLU_gr2+vento_148	18177.9	11.6653	672.365	4582.46	8704.26
A1_SLU_gr3+vento_149	25090.5	2173.62	921.181	27854.4	11797.9
A1_SLU_gr4+vento_150	23605.3	1741.23	867.737	23156.2	11144.5
A1_SLU_vento_gr1_151	23605.3	884.222	1175.72	15054	15621.5
A1_SLU_vento_gr2_152	18075.2	19.4421	1016.45	4608.6	13522.4
A1_SLU_vento_gr3_153	23605.3	1749	1175.69	23226.2	15621.1
A1_SLU_vento_gr4_154	23605.3	1749	1238.13	23226.2	16211.4
SLE_rar_gr1_Treno_156	17725.4	745.5	188.442	12144.3	2293.21
SLE_rar_gr2_Scarico_157	12958.1	0	74.0265	3139.69	699.859
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	17725.4	1491	188.416	19189.3	2292.81
SLE_rar_gr4_centrif_159	16701.2	1192.8	163.849	15949.1	1958.33
SLE_rar_gr1+vento_160	17725.4	753.277	558.837	12214.3	7360.09
SLE_rar_gr2+vento_161	12958.1	7.77686	444.422	3209.68	5766.74
SLE_rar_gr3+vento_162	17725.4	1498.78	558.811	19259.3	7359.69
SLE_rar_gr4+vento_163	16701.2	1200.58	534.245	16019.1	7025.2
SLE_rar_vento_gr1_164	16701.2	609.361	748.414	10429.8	10093.5
SLE_rar_vento_gr2_165	12887.3	12.9614	675.188	3226.1	8991.84
SLE_rar_vento_gr3_166	16701.2	1205.76	748.393	16065.8	10093.2
SLE_rar_vento_gr4_167	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1
SLE_fre_gr1_Treno_169	16701.2	596.4	109.247	10313.2	1442.33
SLE_fre_gr2_Scarico_170	12887.3	0	48.2252	3109.45	455.975
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	16701.2	1192.8	109.226	15949.1	1442.01
SLE_fre_gr4_centrif_172	16701.2	1192.8	136.548	15949.1	1700.33
SLE_fre_gr1+vento_173	16701.2	598.992	232.712	10336.5	3131.29
SLE_fre_gr2+vento_174	12887.3	2.59229	171.69	3132.78	2144.93
SLE_fre_gr3+vento_175	16701.2	1195.39	232.691	15972.5	3130.97
SLE_fre_gr4+vento_176	16701.2	1195.39	260.013	15972.5	3389.29
SLE_fre_vento_gr1_177	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04

SLE_fre_vento_gr2_178	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_vento_gr3_179	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_vento_gr4_180	12604.1	6.48071	363.228	3046.81	4738.04
SLE_fre_gr1_temp181	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr2_temp182	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr3_temp183	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_fre_gr3_temp184	12604.1	2.59229	188.943	3011.82	2307.73
SLE_qp_gr1_Treno_186	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr2_Scarico_187	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr4_centrif_189	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr1+vento_190	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr2+vento_191	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr3+vento_192	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr4+vento_193	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr1_194	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr2_195	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr3_196	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_vento_gr4_197	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6
SLE_qp_gr1_temp198	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr2_temp199	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_temp200	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
SLE_qp_gr3_temp201	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64
E_103x_SLV_q=1.5_202	12953.9	4403.19	1242.39	44956.8	14166.4
E_103y_SLV_q=1.5_203	12953.9	1322.77	3725.9	15579	45816
E_103z_SLV_q=1.5_204	13770.2	1322.77	1242.39	15579	14166.4
E_103x_SLV_q=1.36_205	12953.9	4843.25	1348.83	49153.6	15522.9
E_103y_SLV_q=1.36_206	12953.9	1454.79	4080.69	16838	50337.4
E_103z_SLV_q=1.36_207	13770.2	1454.79	1348.83	16838	15522.9
E_103x_SLV_q=1_208	12953.9	6603.49	1774.57	65749.6	20948.5
E_103y_SLV_q=1_209	12953.9	1982.86	5499.84	21816.8	68422.9
E_103z_SLV_q=1_210	13770.2	1982.86	1774.57	21816.8	20948.5
E_103x_SLD_q=1_211	12721.7	2710.68	833.029	28776.5	8949.56
E_103y_SLD_q=1_212	12721.7	815.019	2361.36	10724.9	28426.5
E_103z_SLD_q=1_213	12996	815.019	833.029	10724.9	8949.56

**CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE**

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_143	37051.8	1080.98	365.625	20777.1	5295.07
A1_SLU_gr2_Scarico_144	30139.3	0	116.772	4477.47	1454.26
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	37051.8	2161.95	365.587	34235.3	5294.38
A1_SLU_gr4_centrif_146	35566.7	1729.56	312.144	28239.9	4480.62
A1_SLU_gr1+vento_147	37051.8	1092.64	921.219	20917.1	14562.2
A1_SLU_gr2+vento_148	30139.3	11.6653	672.365	4617.46	10721.4
A1_SLU_gr3+vento_149	37051.8	2173.62	921.181	34375.2	14561.5
A1_SLU_gr4+vento_150	35566.7	1741.23	867.737	28379.8	13747.7
A1_SLU_vento_gr1_151	35566.7	884.222	1175.72	17706.7	19148.7
A1_SLU_vento_gr2_152	30036.6	19.4421	1016.45	4666.93	16571.8
A1_SLU_vento_gr3_153	35566.7	1749	1175.69	28473.2	19148.1
A1_SLU_vento_gr4_154	35566.7	1749	1238.13	28473.2	19925.8
SLE_rar_gr1_Treno_156	26585.7	745.5	188.442	14380.8	2858.54
SLE_rar_gr2_Scarico_157	21818.4	0	74.0265	3139.69	921.939
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158	26585.7	1491	188.416	23662.3	2858.06
SLE_rar_gr4_centrif_159	25561.4	1192.8	163.849	19527.5	2449.87
SLE_rar_gr1+vento_160	26585.7	753.277	558.837	14474.1	9036.6
SLE_rar_gr2+vento_161	21818.4	7.77686	444.422	3233.01	7100
SLE_rar_gr3+vento_162	26585.7	1498.78	558.811	23755.6	9036.12
SLE_rar_gr4+vento_163	25561.4	1200.58	534.245	19620.9	8627.94
SLE_rar_vento_gr1_164	25561.4	609.361	748.414	12257.9	12338.8
SLE_rar_vento_gr2_165	21747.6	12.9614	675.188	3264.98	11017.4
SLE_rar_vento_gr3_166	25561.4	1205.76	748.393	19683.1	12338.4
SLE_rar_vento_gr4_167	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6
SLE_fre_gr1_Treno_169	25561.4	596.4	109.247	12102.4	1770.07
SLE_fre_gr2_Scarico_170	21747.6	0	48.2252	3109.45	600.651
SLE_fre_gr3_Fre/avv_171	25561.4	1192.8	109.226	19527.5	1769.69
SLE_fre_gr4_centrif_172	25561.4	1192.8	136.548	19527.5	2109.97
SLE_fre_gr1+vento_173	25561.4	598.992	232.712	12133.5	3829.43
SLE_fre_gr2+vento_174	21747.6	2.59229	171.69	3140.55	2660.01
SLE_fre_gr3+vento_175	25561.4	1195.39	232.691	19558.6	3829.04
SLE_fre_gr4+vento_176	25561.4	1195.39	260.013	19558.6	4169.33
SLE_fre_vento_gr1_177	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72

SLE_fre_vento_gr2_178	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_vento_gr3_179	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_vento_gr4_180	21464.4	6.48071	363.228	3066.25	5827.72
SLE_fre_gr1_temp181	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr2_temp182	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr3_temp183	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_fre_gr3_temp184	21464.4	2.59229	188.943	3019.59	2874.56
SLE_qp_gr1_Treno_186	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr2_Scarico_187	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_Fre/avv_188	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr4_centrif_189	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr1+vento_190	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr2+vento_191	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr3+vento_192	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr4+vento_193	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr1_194	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr2_195	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr3_196	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_vento_gr4_197	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69
SLE_qp_gr1_temp198	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr2_temp199	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_temp200	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
SLE_qp_gr3_temp201	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335
E_103x_SLV_q=1.5_202	21918.5	5330.97	1520.73	60949.7	18728.6
E_103y_SLV_q=1.5_203	21918.5	2250.55	4004.24	22330.6	57828.8
E_103z_SLV_q=1.5_204	22978.2	2250.55	1520.73	22330.6	18728.6
E_103x_SLV_q=1.36_205	21918.5	5771.03	1627.16	66466.7	20404.3
E_103y_SLV_q=1.36_206	21918.5	2382.57	4359.02	23985.7	63414.5
E_103z_SLV_q=1.36_207	22978.2	2382.57	1627.16	23985.7	20404.3
E_103x_SLV_q=1_208	21918.5	7531.27	2052.91	88343.4	27107.2
E_103y_SLV_q=1_209	21918.5	2910.64	5778.17	30548.7	85757.4
E_103z_SLV_q=1_210	22978.2	2910.64	2052.91	30548.7	27107.2
E_103x_SLD_q=1_211	21619.2	3114.05	954.041	38118.7	11811.7
E_103y_SLD_q=1_212	21619.2	1218.39	2482.37	14380.1	35873.6
E_103z_SLD_q=1_213	21980.4	1218.39	954.041	14380.1	11811.7

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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		14745.2	745.5	188.442	5434.82	597.238
SLE_rar_gr3+vento_20		14745.2	1498.78	558.811	5770.3	2330.39
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55
SLE_rar_gr3_Fre/avv_16		14745.2	1491	188.416	5770.3	597.072
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55
SLE_rar_gr4_centrif_17		13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1205.76	163.849	5213.94	3372.55
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55
SLE_rar_gr4_centrif_17		13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683
SLE_rar_vento_gr4_25		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55
SLE_qp_gr1_Treno_44		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
SLE_qp_gr1_Treno_44		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543
SLE_qp_gr1+vento_48		9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327
E_103x_SLD_q=1_69		9741.43	2710.68	833.029	0	0
E_103y_SLD_q=1_70		9741.43	815.019	2361.36	0	0
E_103z_SLD_q=1_71		10015.7	815.019	833.029	0	0

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	17725.4	745.5	188.442	12144.3	2293.21	
SLE_rar_gr3+vento_20	17725.4	1498.78	558.811	19259.3	7359.69	
SLE_rar_vento_gr4_25	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_gr3+vento_20	17725.4	1498.78	558.811	19259.3	7359.69	
SLE_rar_vento_gr4_25	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_gr4_centrif_17	16701.2	1192.8	163.849	15949.1	1958.33	
SLE_rar_vento_gr4_25	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_vento_gr4_25	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_qp_gr1_Treno_44	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64	
SLE_qp_gr1+vento_48	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_48	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_48	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_48	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
E_103x_SLD_q=1_69	12721.7	2710.68	833.029	28776.5	8949.56	
E_103y_SLD_q=1_70	12721.7	815.019	2361.36	10724.9	28426.5	
E_103z_SLD_q=1_71	12996	815.019	833.029	10724.9	8949.56	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_14	26585.7	745.5	188.442	14380.8	2858.54	
SLE_rar_gr3+vento_20	26585.7	1498.78	558.811	23755.6	9036.12	
SLE_rar_vento_gr4_25	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_gr3+vento_20	26585.7	1498.78	558.811	23755.6	9036.12	
SLE_rar_vento_gr4_25	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_gr4_centrif_17	25561.4	1192.8	163.849	19527.5	2449.87	
SLE_rar_vento_gr4_25	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_vento_gr4_25	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_qp_gr1_Treno_44	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335	
SLE_qp_gr1+vento_48	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_48	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_48	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_48	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
E_103x_SLD_q=1_69	21619.2	3114.05	954.041	38118.7	11811.7	
E_103y_SLD_q=1_70	21619.2	1218.39	2482.37	14380.1	35873.6	
E_103z_SLD_q=1_71	21980.4	1218.39	954.041	14380.1	11811.7	

Configurazione2

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85		13430.3	745.5	156.884	7891.63	451.545	
SLE_rar_gr3+vento_91		13430.3	1498.78	527.253	8227.1	2184.7	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1205.76	755.929	7179.38	3255.99	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_87		13430.3	1491	156.858	8227.1	451.379	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1205.76	755.929	7179.38	3255.99	
SLE_rar_gr4_centrif_88		12669	1192.8	138.603	7179.38	367.129	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1205.76	755.929	7179.38	3255.99	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1205.76	755.929	7179.38	3255.99	
SLE_rar_gr4_centrif_88		12669	1192.8	138.603	7179.38	367.129	
SLE_rar_vento_gr4_96		12669	1205.76	755.929	7179.38	3255.99	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327	
SLE_qp_gr1_Treno_115		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_119		9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327	
E_103x_SLD_q=1_140		9741.43	2710.68	833.029	0	0	
E_103y_SLD_q=1_141		9741.43	815.019	2361.36	0	0	
E_103z_SLD_q=1_142		10015.7	815.019	833.029	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	16410.5	745.5	188.442	12144.3	2293.21	
SLE_rar_gr3+vento_91	16410.5	1498.78	527.253	21716.1	6929.97	
SLE_rar_vento_gr4_96	15649.2	1205.76	755.929	18031.2	10059.3	
SLE_rar_gr3+vento_91	16410.5	1498.78	527.253	21716.1	6929.97	
SLE_rar_vento_gr4_96	15649.2	1205.76	755.929	18031.2	10059.3	
SLE_rar_gr4_centrif_88	15649.2	1192.8	138.603	17914.6	1614.55	
SLE_rar_vento_gr4_96	15649.2	1205.76	755.929	18031.2	10059.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	15649.2	1205.76	755.929	18031.2	10059.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	15649.2	1205.76	755.929	18031.2	10059.3	
SLE_rar_vento_gr4_96	15649.2	1205.76	755.929	18031.2	10059.3	
SLE_qp_gr1_Treno_115	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64	
SLE_qp_gr1+vento_119	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_119	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_119	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_119	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
E_103x_SLD_q=1_140	12721.7	2710.68	833.029	28776.5	8949.56	
E_103y_SLD_q=1_141	12721.7	815.019	2361.36	10724.9	28426.5	
E_103z_SLD_q=1_142	12996	815.019	833.029	10724.9	8949.56	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_85	25270.8	745.5	188.442	14380.8	2858.54	
SLE_rar_gr3+vento_91	25270.8	1498.78	527.253	26212.4	8511.73	
SLE_rar_vento_gr4_96	24509.5	1205.76	755.929	21648.5	12327.1	
SLE_rar_gr3+vento_91	25270.8	1498.78	527.253	26212.4	8511.73	
SLE_rar_vento_gr4_96	24509.5	1205.76	755.929	21648.5	12327.1	
SLE_rar_gr4_centrif_88	24509.5	1192.8	138.603	21493	2030.36	
SLE_rar_vento_gr4_96	24509.5	1205.76	755.929	21648.5	12327.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	24509.5	1205.76	755.929	21648.5	12327.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	24509.5	1205.76	755.929	21648.5	12327.1	
SLE_rar_vento_gr4_96	24509.5	1205.76	755.929	21648.5	12327.1	
SLE_qp_gr1_Treno_115	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335	
SLE_qp_gr1+vento_119	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_119	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_119	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_119	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
E_103x_SLD_q=1_140	21619.2	3114.05	954.041	38118.7	11811.7	
E_103y_SLD_q=1_141	21619.2	1218.39	2482.37	14380.1	35873.6	
E_103z_SLD_q=1_142	21980.4	1218.39	954.041	14380.1	11811.7	




Configurazione3

TESTA PILA							
combo		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156		14745.2	745.5	188.442	5434.82	597.238	
SLE_rar_gr3+vento_162		14745.2	1498.78	558.811	5770.3	2330.39	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55	
SLE_rar_gr3_Fre/avv_158		14745.2	1491	188.416	5770.3	597.072	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55	
SLE_rar_gr4_centrif_159		13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55	
SLE_rar_gr4_centrif_159		13720.9	1192.8	163.849	5213.94	483.683	
SLE_rar_vento_gr4_167		13720.9	1205.76	781.175	5213.94	3372.55	
SLE_qp_gr1_Treno_186		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_190		9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327	
SLE_qp_gr1+vento_190		9623.88	2.59229	178.03	2988.49	602.327	
SLE_qp_gr1_Treno_186		9623.88	0	54.5651	2988.49	24.5543	
SLE_qp_gr1+vento_190		9623.88	2.59229	178.03	178.03	602.327	
E_103x_SLD_q=1_211		9741.43	2710.68	833.029	0	0	
E_103y_SLD_q=1_212		9741.43	815.019	2361.36	0	0	
E_103z_SLD_q=1_213		10015.7	815.019	833.029	0	0	

BASE PILA						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	17725.4	745.5	188.442	12144.3	2293.21	
SLE_rar_gr3+vento_162	17725.4	1498.78	558.811	19259.3	7359.69	
SLE_rar_vento_gr4_167	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_gr3+vento_162	17725.4	1498.78	558.811	19259.3	7359.69	
SLE_rar_vento_gr4_167	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_gr4_centrif_159	16701.2	1192.8	163.849	15949.1	1958.33	
SLE_rar_vento_gr4_167	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_rar_vento_gr4_167	16701.2	1205.76	781.175	16065.8	10403.1	
SLE_qp_gr1_Treno_186	12604.1	0	54.5651	2988.49	515.64	
SLE_qp_gr1+vento_190	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_190	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_190	12604.1	2.59229	178.03	3011.82	2204.6	
SLE_qp_gr1+vento_190	12604.1	2.59229	178.03	178.03	2204.6	
E_103x_SLD_q=1_211	12721.7	2710.68	833.029	28776.5	8949.56	
E_103y_SLD_q=1_212	12721.7	815.019	2361.36	10724.9	28426.5	
E_103z_SLD_q=1_213	12996	815.019	833.029	10724.9	8949.56	

BASE FONDAZIONE						
combo	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
SLE_rar_gr1_Treno_156	26585.7	745.5	188.442	14380.8	2858.54	
SLE_rar_gr3+vento_162	26585.7	1498.78	558.811	23755.6	9036.12	
SLE_rar_vento_gr4_167	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_gr3+vento_162	26585.7	1498.78	558.811	23755.6	9036.12	
SLE_rar_vento_gr4_167	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_gr4_centrif_159	25561.4	1192.8	163.849	19527.5	2449.87	
SLE_rar_vento_gr4_167	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_rar_vento_gr4_167	25561.4	1205.76	781.175	19683.1	12746.6	
SLE_qp_gr1_Treno_186	21464.4	0	54.5651	2988.49	679.335	
SLE_qp_gr1+vento_190	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_190	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_190	21464.4	2.59229	178.03	3019.59	2738.69	
SLE_qp_gr1+vento_190	21464.4	2.59229	178.03	178.03	2738.69	
E_103x_SLD_q=1_211	21619.2	3114.05	954.041	38118.7	11811.7	
E_103y_SLD_q=1_212	21619.2	1218.39	2482.37	14380.1	35873.6	
E_103z_SLD_q=1_213	21980.4	1218.39	954.041	14380.1	11811.7	

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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		21067.2	1080.98	365.625	7805.42	907.568
A1_SLU_gr3+vento_7		21067.2	2173.62	921.181	8291.86	3507.3
A1_SLU_vento_gr4_12		19582	1749	1238.13	7485.14	5068.19
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3		21067.2	2161.95	365.587	8291.86	907.327
A1_SLU_vento_gr4_12		19582	1749	1238.13	7485.14	5068.19
E_103x_SLV_q=1.5_60		9973.68	4403.19	1242.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_61		9973.68	1322.77	3725.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_62		10789.9	1322.77	1242.39	0	0
E_103x_SLV_q=1_66		9973.68	6603.49	1774.57	0	0
E_103y_SLV_q=1_67		9973.68	1982.86	5499.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_68		10789.9	1982.86	1774.57	0	0
BASE PILA						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		25090.5	1080.98	365.625	17534.2	4198.2
A1_SLU_gr3+vento_7		25090.5	2173.62	921.181	27854.4	11797.9
A1_SLU_vento_gr4_12		23605.3	1749	1238.13	23226.2	16211.4
A1_SLU_gr3+vento_7		25090.5	2173.62	921.181	27854.4	11797.9
A1_SLU_vento_gr4_12		23605.3	1749	1238.13	23226.2	16211.4
E_103x_SLV_q=1.5_60		12953.9	4403.19	1242.39	44956.8	14166.4
E_103y_SLV_q=1.5_61		12953.9	1322.77	3725.9	15579	45816
E_103z_SLV_q=1.5_62		13770.2	1322.77	1242.39	15579	14166.4
E_103x_SLV_q=1_66		12953.9	6603.49	1774.57	65749.6	20948.5
E_103y_SLV_q=1_67		12953.9	1982.86	5499.84	21816.8	68422.9
E_103z_SLV_q=1_68		13770.2	1982.86	1774.57	21816.8	20948.5
BASE FONDAZIONE						
		<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttras</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtras</b>
A1_SLU_gr1_Treno_1		37051.8	1080.98	365.625	20777.1	5295.07
A1_SLU_gr3+vento_7		37051.8	2173.62	921.181	34375.2	14561.5
A1_SLU_vento_gr4_12		35566.7	1749	1238.13	28473.2	19925.8
A1_SLU_gr3+vento_7		37051.8	2173.62	921.181	34375.2	14561.5
A1_SLU_vento_gr4_12		35566.7	1749	1238.13	28473.2	19925.8
E_103x_SLV_q=1.36_63		21918.5	5771.03	1627.16	66466.7	20404.3
E_103y_SLV_q=1.36_64		21918.5	2382.57	4359.02	23985.7	63414.5
E_103z_SLV_q=1.36_65		22978.2	2382.57	1627.16	23985.7	20404.3
E_103x_SLV_q=1_66		21918.5	7531.27	2052.91	88343.4	27107.2
E_103y_SLV_q=1_67		21918.5	2910.64	5778.17	30548.7	85757.4
E_103z_SLV_q=1_68		22978.2	2910.64	2052.91	30548.7	27107.2

Configurazione2

TESTA PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		19160.5	1080.98	296.987	11367.8	686.018
A1_SLU_gr3+vento_78		19160.5	2173.62	852.542	11854.2	3285.75
A1_SLU_vento_gr4_83		18056.7	1749	1183.22	10335	4890.95
A1_SLU_gr3_Fre/avv_74		19160.5	2161.95	296.949	11854.2	685.777
A1_SLU_vento_gr4_83		18056.7	1749	1183.22	10335	4890.95
E_103x_SLV_q=1.5_131		9973.68	4403.19	1242.39	0	0
E_103y_SLV_q=1.5_132		9973.68	1322.77	3725.9	0	0
E_103z_SLV_q=1.5_133		10789.9	1322.77	1242.39	0	0
E_103x_SLV_q=1_137		9973.68	6603.49	1774.57	0	0
E_103y_SLV_q=1_138		9973.68	1982.86	5499.84	0	0
E_103z_SLV_q=1_139		10789.9	1982.86	1774.57	0	0
BASE PILA						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		23183.9	1080.98	296.987	21096.6	3358.9
A1_SLU_gr3+vento_78		23183.9	2173.62	852.542	31416.8	10958.6
A1_SLU_vento_gr4_83		22080	1749	1183.22	26076	15539.9
A1_SLU_gr3+vento_78		23183.9	2173.62	852.542	31416.8	10958.6
A1_SLU_vento_gr4_83		22080	1749	1183.22	26076	15539.9
E_103x_SLV_q=1.5_131		12953.9	4403.19	1242.39	44956.8	14166.4
E_103y_SLV_q=1.5_132		12953.9	1322.77	3725.9	15579	45816
E_103z_SLV_q=1.5_133		13770.2	1322.77	1242.39	15579	14166.4
E_103x_SLV_q=1_137		12953.9	6603.49	1774.57	65749.6	20948.5
E_103y_SLV_q=1_138		12953.9	1982.86	5499.84	21816.8	68422.9
E_103z_SLV_q=1_139		13770.2	1982.86	1774.57	21816.8	20948.5
BASE FONDAZIONE						
		N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras
A1_SLU_gr1_Treno_72		35145.2	1080.98	296.987	24339.5	4249.86
A1_SLU_gr3+vento_78		35145.2	2173.62	852.542	37937.6	13516.3
A1_SLU_vento_gr4_83		34041.4	1749	1183.22	31323.1	19089.6
A1_SLU_gr3+vento_78		35145.2	2173.62	852.542	37937.6	13516.3
A1_SLU_vento_gr4_83		34041.4	1749	1183.22	31323.1	19089.6
E_103x_SLV_q=1.36_134		21918.5	5771.03	1627.16	66466.7	20404.3
E_103y_SLV_q=1.36_135		21918.5	2382.57	4359.02	23985.7	63414.5
E_103z_SLV_q=1.36_136		22978.2	2382.57	1627.16	23985.7	20404.3
E_103x_SLV_q=1_137		21918.5	7531.27	2052.91	88343.4	27107.2
E_103y_SLV_q=1_138		21918.5	2910.64	5778.17	30548.7	85757.4
E_103z_SLV_q=1_139		22978.2	2910.64	2052.91	30548.7	27107.2

Configurazione3

TESTA PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	21067.2	1080.98	365.625	7805.42	907.568	
A1_SLU_gr3+vento_149	21067.2	2173.62	921.181	8291.86	3507.3	
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1749	1238.13	7485.14	5068.19	
A1_SLU_gr3_Fre/avv_145	21067.2	2161.95	365.587	8291.86	907.327	
A1_SLU_vento_gr4_154	19582	1749	1238.13	7485.14	5068.19	
E_103x_SLV_q=1.5_202	9973.68	4403.19	1242.39	0	0	
E_103y_SLV_q=1.5_203	9973.68	1322.77	3725.9	0	0	
E_103z_SLV_q=1.5_204	10789.9	1322.77	1242.39	0	0	
E_103x_SLV_q=1_208	9973.68	6603.49	1774.57	0	0	
E_103y_SLV_q=1_209	9973.68	1982.86	5499.84	0	0	
E_103z_SLV_q=1_210	10789.9	1982.86	1774.57	0	0	
BASE PILA						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	25090.5	1080.98	365.625	17534.2	4198.2	
A1_SLU_gr3+vento_149	25090.5	2173.62	921.181	27854.4	11797.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	23605.3	1749	1238.13	23226.2	16211.4	
A1_SLU_gr3+vento_149	25090.5	2173.62	921.181	27854.4	11797.9	
A1_SLU_vento_gr4_154	23605.3	1749	1238.13	23226.2	16211.4	
E_103x_SLV_q=1.5_202	12953.9	4403.19	1242.39	44956.8	14166.4	
E_103y_SLV_q=1.5_203	12953.9	1322.77	3725.9	15579	45816	
E_103z_SLV_q=1.5_204	13770.2	1322.77	1242.39	15579	14166.4	
E_103x_SLV_q=1_208	12953.9	6603.49	1774.57	65749.6	20948.5	
E_103y_SLV_q=1_209	12953.9	1982.86	5499.84	21816.8	68422.9	
E_103z_SLV_q=1_210	13770.2	1982.86	1774.57	21816.8	20948.5	
BASE FONDAZIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr1_Treno_143	37051.8	1080.98	365.625	20777.1	5295.07	
A1_SLU_gr3+vento_149	37051.8	2173.62	921.181	34375.2	14561.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	35566.7	1749	1238.13	28473.2	19925.8	
A1_SLU_gr3+vento_149	37051.8	2173.62	921.181	34375.2	14561.5	
A1_SLU_vento_gr4_154	35566.7	1749	1238.13	28473.2	19925.8	
E_103x_SLV_q=1.36_205	21918.5	5771.03	1627.16	66466.7	20404.3	
E_103y_SLV_q=1.36_206	21918.5	2382.57	4359.02	23985.7	63414.5	
E_103z_SLV_q=1.36_207	22978.2	2382.57	1627.16	23985.7	20404.3	
E_103x_SLV_q=1_208	21918.5	7531.27	2052.91	88343.4	27107.2	
E_103y_SLV_q=1_209	21918.5	2910.64	5778.17	30548.7	85757.4	
E_103z_SLV_q=1_210	22978.2	2910.64	2052.91	30548.7	27107.2	

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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*	$\Phi 12/20$	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 15 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*


	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

quanto imposto dalle regole della progettazione in capacità, il cui rispetto è comunque obbligatorio per gli elementi strutturali primari delle strutture a comportamento dissipativo.

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

## 8.1 Modellazione

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

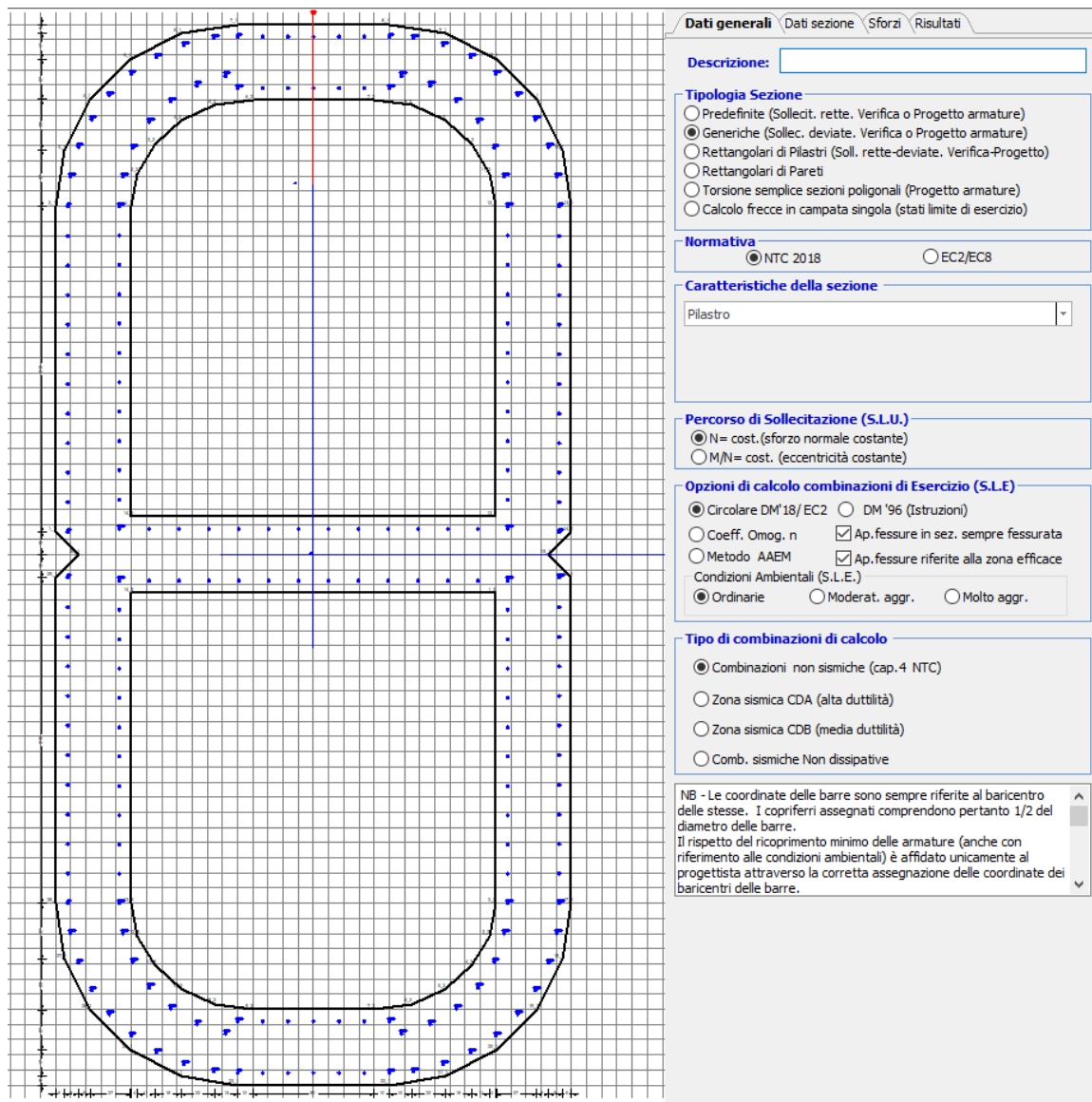


Figura 11 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 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: Biscotto 3.4

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:	0.200 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 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	-116.1	251.6
3	-104.7	271.1
4	-87.0	286.6
5	-64.7	296.6
6	-40.0	300.0
7	40.0	300.0
8	64.7	296.6
9	87.0	286.6
10	104.7	271.1
11	116.1	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	116.1	-251.6
4	104.7	-271.1
5	87.0	-286.6
6	64.7	-296.6
7	40.0	-300.0
8	-40.0	-300.0
9	-64.7	-296.6
10	-87.0	-286.6
11	-104.7	-271.1
12	-116.1	-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	-125.7	249.8	20
34	-119.1	268.6	20
35	-108.3	285.5	20
36	-94.1	299.4	20
37	-77.0	309.8	20
38	-58.1	316.1	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	125.7	249.8	20
48	119.1	268.6	20
49	108.3	285.5	20
50	94.1	299.4	20
51	77.0	309.8	20
52	58.1	316.1	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	-125.7	-249.8	20
62	-119.1	-268.6	20
63	-108.3	-285.5	20
64	-94.1	-299.4	20
65	-77.0	-309.8	20
66	-58.1	-316.1	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	125.7	-249.8	20
76	119.1	-268.6	20
77	108.3	-285.5	20
78	94.1	-299.4	20
79	77.0	-309.8	20
80	58.1	-316.1	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	25090.49	17534.20	4198.20	0.00	0.00
2	25090.49	27854.40	11797.93	0.00	0.00
3	23605.32	23226.15	16211.38	0.00	0.00
4	25090.49	27854.40	11797.93	0.00	0.00
5	23605.32	23226.15	16211.38	0.00	0.00
6	12953.93	44956.80	14166.44	0.00	0.00
7	12953.93	15578.98	45816.05	0.00	0.00
8	13770.15	15578.98	14166.44	0.00	0.00
9	23183.86	21096.56	3358.90	0.00	0.00
10	23183.86	31416.77	10958.63	0.00	0.00
11	22080.01	26076.05	15539.94	0.00	0.00
12	23183.86	31416.77	10958.63	0.00	0.00
13	22080.01	26076.05	15539.94	0.00	0.00
14	12953.93	44956.80	14166.44	0.00	0.00
15	12953.93	15578.98	45816.05	0.00	0.00
16	13770.15	15578.98	14166.44	0.00	0.00
17	25090.49	17534.20	4198.20	0.00	0.00
18	25090.49	27854.40	11797.93	0.00	0.00
19	23605.32	23226.15	16211.38	0.00	0.00
20	25090.49	27854.40	11797.93	0.00	0.00
21	23605.32	23226.15	16211.38	0.00	0.00
22	12953.93	44956.80	14166.44	0.00	0.00
23	12953.93	15578.98	45816.05	0.00	0.00
24	13770.15	15578.98	14166.44	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	17725.43	12144.32	2293.21
2	17725.43	19259.29	7359.69
3	16701.17	16065.79	10403.12
4	17725.43	19259.29	7359.69
5	16701.17	16065.79	10403.12
6	16410.51	12144.32	2293.21
7	16410.51	21716.09	6929.97
8	15649.24	18031.23	10059.35
9	16410.51	21716.09	6929.97
10	15649.24	18031.23	10059.35
11	17725.43	12144.32	2293.21
12	17725.43	19259.29	7359.69
13	16701.17	16065.79	10403.12
14	17725.43	19259.29	7359.69
15	16701.17	16065.79	10403.12
16	12721.68	28776.53	8949.56
17	12721.68	10724.90	28426.45
18	12995.97	10724.90	8949.56
19	12721.68	28776.53	8949.56
20	12721.68	10724.90	28426.45
21	12995.97	10724.90	8949.56
22	12721.68	28776.53	8949.56
23	12721.68	10724.90	28426.45
24	12995.97	10724.90	8949.56

**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	16701.17	15949.14 (0.00)	1958.33 (0.00)
2	16701.17	16065.79 (118808.21)	10403.12 (76932.17)
3	16701.17	16065.79 (118808.21)	10403.12 (76932.17)
4	16701.17	16065.79 (118808.21)	10403.12 (76932.17)
5	16701.17	16065.79 (118808.21)	10403.12 (76932.17)
6	15649.24	17914.58 (0.00)	1614.55 (0.00)
7	15649.24	18031.23 (91969.25)	10059.35 (51308.25)
8	15649.24	18031.23 (91969.25)	10059.35 (51308.25)
9	15649.24	18031.23 (91969.25)	10059.35 (51308.25)
10	15649.24	18031.23 (91969.25)	10059.35 (51308.25)
11	16701.17	15949.14 (0.00)	1958.33 (0.00)
12	16701.17	16065.79 (118808.21)	10403.12 (76932.17)
13	16701.17	16065.79 (118808.21)	10403.12 (76932.17)
14	16701.17	16065.79 (118808.21)	10403.12 (76932.17)
15	16701.17	16065.79 (118808.21)	10403.12 (76932.17)

**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	12604.13	2988.49 (0.00)	515.64 (0.00)
2	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
3	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
4	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
5	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
6	12604.13	2988.49 (0.00)	515.64 (0.00)
7	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
8	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
9	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
10	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
11	12604.13	2988.49 (0.00)	515.64 (0.00)
12	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
13	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
14	12604.13	3011.82 (0.00)	2204.60 (0.00)
15	12604.13	178.03 (0.00)	2204.60 (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: 9.5 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	25090.49	17534.20	4198.20	25090.62	134359.40	32563.92	7.67640.9(292.6)	
2	S	25090.49	27854.40	11797.93	25090.21	116416.49	48714.62	4.17640.9(292.6)	
3	S	23605.32	23226.15	16211.38	23605.37	87363.37	60968.66	3.76640.9(292.6)	
4	S	25090.49	27854.40	11797.93	25090.21	116416.49	48714.62	4.17640.9(292.6)	
5	S	23605.32	23226.15	16211.38	23605.37	87363.37	60968.66	3.76640.9(292.6)	
6	S	12953.93	44956.80	14166.44	12954.14	104047.32	33058.98	2.32640.9(292.6)	
7	S	12953.93	15578.98	45816.05	12953.94	19750.61	57956.16	1.27640.9(292.6)	
8	S	13770.15	15578.98	14166.44	13770.31	59863.36	54734.24	3.85640.9(292.6)	
9	S	23183.86	21096.56	3358.90	23184.16	137644.15	21261.15	6.52640.9(292.6)	
10	S	23183.86	31416.77	10958.63	23183.69	120511.84	42259.94	3.84640.9(292.6)	
11	S	22080.01	26076.05	15539.94	22079.95	94366.14	56219.58	3.62640.9(292.6)	
12	S	23183.86	31416.77	10958.63	23183.69	120511.84	42259.94	3.84640.9(292.6)	
13	S	22080.01	26076.05	15539.94	22079.95	94366.14	56219.58	3.62640.9(292.6)	
14	S	12953.93	44956.80	14166.44	12954.14	104047.32	33058.98	2.32640.9(292.6)	
15	S	12953.93	15578.98	45816.05	12953.94	19750.61	57956.16	1.27640.9(292.6)	
16	S	13770.15	15578.98	14166.44	13770.31	59863.36	54734.24	3.85640.9(292.6)	
17	S	25090.49	17534.20	4198.20	25090.62	134359.40	32563.92	7.67640.9(292.6)	
18	S	25090.49	27854.40	11797.93	25090.21	116416.49	48714.62	4.17640.9(292.6)	
19	S	23605.32	23226.15	16211.38	23605.37	87363.37	60968.66	3.76640.9(292.6)	
20	S	25090.49	27854.40	11797.93	25090.21	116416.49	48714.62	4.17640.9(292.6)	
21	S	23605.32	23226.15	16211.38	23605.37	87363.37	60968.66	3.76640.9(292.6)	
22	S	12953.93	44956.80	14166.44	12954.14	104047.32	33058.98	2.32640.9(292.6)	
23	S	12953.93	15578.98	45816.05	12953.94	19750.61	57956.16	1.27640.9(292.6)	
24	S	13770.15	15578.98	14166.44	13770.31	59863.36	54734.24	3.85640.9(292.6)	

**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	120.5	327.1	0.00335	120.2	317.2	-0.00915	-120.2	-317.2
2	0.00350	147.1	300.5	0.00333	146.3	287.2	-0.00833	-146.3	-287.2
3	0.00350	164.1	267.1	0.00329	154.9	269.2	-0.00927	-154.9	-269.2
4	0.00350	147.1	300.5	0.00333	146.3	287.2	-0.00833	-146.3	-287.2
5	0.00350	164.1	267.1	0.00329	154.9	269.2	-0.00927	-154.9	-269.2
6	0.00350	120.5	327.1	0.00331	120.2	317.2	-0.01310	-120.2	-317.2
7	0.00350	170.0	230.0	0.00291	162.0	230.0	-0.02269	-162.0	-230.0
8	0.00350	164.1	267.1	0.00319	160.2	249.9	-0.01449	-160.2	-249.9
9	0.00350	87.1	344.1	0.00335	103.6	328.3	-0.01084	-103.6	-328.3

10	0.00350	147.1	300.5	0.00335	134.6	303.4	-0.00905	-134.6	-303.4
11	0.00350	164.1	267.1	0.00331	154.9	269.2	-0.00929	-154.9	-269.2
12	0.00350	147.1	300.5	0.00335	134.6	303.4	-0.00905	-134.6	-303.4
13	0.00350	164.1	267.1	0.00331	154.9	269.2	-0.00929	-154.9	-269.2
14	0.00350	120.5	327.1	0.00331	120.2	317.2	-0.01310	-120.2	-317.2
15	0.00350	170.0	230.0	0.00291	162.0	230.0	-0.02269	-162.0	-230.0
16	0.00350	164.1	267.1	0.00319	160.2	249.9	-0.01449	-160.2	-249.9
17	0.00350	120.5	327.1	0.00335	120.2	317.2	-0.00915	-120.2	-317.2
18	0.00350	147.1	300.5	0.00333	146.3	287.2	-0.00833	-146.3	-287.2
19	0.00350	164.1	267.1	0.00329	154.9	269.2	-0.00927	-154.9	-269.2
20	0.00350	147.1	300.5	0.00333	146.3	287.2	-0.00833	-146.3	-287.2
21	0.00350	164.1	267.1	0.00329	154.9	269.2	-0.00927	-154.9	-269.2
22	0.00350	120.5	327.1	0.00331	120.2	317.2	-0.01310	-120.2	-317.2
23	0.00350	170.0	230.0	0.00291	162.0	230.0	-0.02269	-162.0	-230.0
24	0.00350	164.1	267.1	0.00319	160.2	249.9	-0.01449	-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	0.000011570	0.000015304	-0.002900372	----	----
2	0.000016580	0.000011846	-0.002498840	----	----
3	0.000025023	0.000008934	-0.002993163	----	----
4	0.000016580	0.000011846	-0.002498840	----	----
5	0.000025023	0.000008934	-0.002993163	----	----
6	0.000017986	0.000019043	-0.004896369	----	----
7	0.000074092	0.000003466	-0.009892829	----	----
8	0.000042467	0.000008159	-0.005648991	----	----
9	0.000008709	0.000018851	-0.003745417	----	----
10	0.000015369	0.000013607	-0.002849735	----	----
11	0.000023034	0.000010145	-0.002989869	----	----
12	0.000015369	0.000013607	-0.002849735	----	----
13	0.000023034	0.000010145	-0.002989869	----	----
14	0.000017986	0.000019043	-0.004896369	----	----
15	0.000074092	0.000003466	-0.009892829	----	----
16	0.000042467	0.000008159	-0.005648991	----	----
17	0.000011570	0.000015304	-0.002900372	----	----
18	0.000016580	0.000011846	-0.002498840	----	----
19	0.000025023	0.000008934	-0.002993163	----	----
20	0.000016580	0.000011846	-0.002498840	----	----
21	0.000025023	0.000008934	-0.002993163	----	----
22	0.000017986	0.000019043	-0.004896369	----	----
23	0.000074092	0.000003466	-0.009892829	----	----
24	0.000042467	0.000008159	-0.005648991	----	----

**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	2.64	120.5	327.1	10.4	-103.6	-328.3	----	----
2	S	3.53	147.1	300.5	-2.8	-134.6	-303.4	689	9.4
3	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
4	S	3.53	147.1	300.5	-2.8	-134.6	-303.4	689	9.4
5	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
6	S	2.52	120.5	327.1	8.5	-103.6	-328.3	----	----
7	S	3.57	147.1	300.5	-8.0	-134.6	-303.4	2529	22.0
8	S	3.61	147.1	300.5	-11.1	-146.3	-287.2	2876	25.1
9	S	3.57	147.1	300.5	-8.0	-134.6	-303.4	2529	22.0
10	S	3.61	147.1	300.5	-11.1	-146.3	-287.2	2876	25.1
11	S	2.64	120.5	327.1	10.4	-103.6	-328.3	----	----
12	S	3.53	147.1	300.5	-2.8	-134.6	-303.4	689	9.4
13	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
14	S	3.53	147.1	300.5	-2.8	-134.6	-303.4	689	9.4
15	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
16	S	4.62	120.5	327.1	-50.6	-134.6	-303.4	10998	88.0
17	S	7.01	170.0	230.0	-183.8	-160.2	-249.9	23847	185.4
18	S	2.76	164.1	267.1	-4.6	-154.9	-269.2	1517	15.7
19	S	4.62	120.5	327.1	-50.6	-134.6	-303.4	10998	88.0
20	S	7.01	170.0	230.0	-183.8	-160.2	-249.9	23847	185.4
21	S	2.76	164.1	267.1	-4.6	-154.9	-269.2	1517	15.7
22	S	4.62	120.5	327.1	-50.6	-134.6	-303.4	10998	88.0
23	S	7.01	170.0	230.0	-183.8	-160.2	-249.9	23847	185.4
24	S	2.76	164.1	267.1	-4.6	-154.9	-269.2	1517	15.7

**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 = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(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	-0.00002	0	0.833	20.0	58	0.00001 (0.00001)	612	0.005 (990.00)	267367.31	102170.98
3	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (990.00)	118808.21	76932.17
4	S	-0.00002	0	0.833	20.0	58	0.00001 (0.00001)	612	0.005 (990.00)	267367.31	102170.98
5	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (990.00)	118808.21	76932.17
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	-0.00004	0	0.833	20.0	58	0.00002 (0.00002)	849	0.020 (990.00)	145136.72	46315.57
8	S	-0.00006	0	0.833	20.0	58	0.00003 (0.00003)	844	0.028 (990.00)	91969.25	51308.25
9	S	-0.00004	0	0.833	20.0	58	0.00002 (0.00002)	849	0.020 (990.00)	145136.72	46315.57
10	S	-0.00006	0	0.833	20.0	58	0.00003 (0.00003)	844	0.028 (990.00)	91969.25	51308.25
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00002	0	0.833	20.0	58	0.00001 (0.00001)	612	0.005 (990.00)	267367.31	102170.98
13	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (990.00)	118808.21	76932.17
14	S	-0.00002	0	0.833	20.0	58	0.00001 (0.00001)	612	0.005 (990.00)	267367.31	102170.98
15	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (990.00)	118808.21	76932.17
16	S	-0.00026	0	0.833	20.0	58	0.00015 (0.00015)	906	0.138 (990.00)	60838.72	18920.97

17	S	-0.00095	0	0.833	20.0	55	0.00055 (0.00055)	918	0.506 (990.00)	13402.75	35524.12
18	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	760	0.011 (990.00)	104282.23	87019.93
19	S	-0.00026	0	0.833	20.0	58	0.00015 (0.00015)	906	0.138 (990.00)	60838.72	18920.97
20	S	-0.00095	0	0.833	20.0	55	0.00055 (0.00055)	918	0.506 (990.00)	13402.75	35524.12
21	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	760	0.011 (990.00)	104282.23	87019.93
22	S	-0.00026	0	0.833	20.0	58	0.00015 (0.00015)	906	0.138 (990.00)	60838.72	18920.97
23	S	-0.00095	0	0.833	20.0	55	0.00055 (0.00055)	918	0.506 (990.00)	13402.75	35524.12
24	S	-0.00003	0	0.833	20.0	63	0.00001 (0.00001)	760	0.011 (990.00)	104282.23	87019.93

**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	2.79	87.1	344.1	5.4	-85.3	-336.3	---	---
2	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
3	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
4	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
5	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
6	S	2.81	87.1	344.1	2.2	-85.3	-336.3	---	---
7	S	3.61	147.1	300.5	-11.1	-146.3	-287.2	2876	25.1
8	S	3.61	147.1	300.5	-11.1	-146.3	-287.2	2876	25.1
9	S	3.61	147.1	300.5	-11.1	-146.3	-287.2	2876	25.1
10	S	3.61	147.1	300.5	-11.1	-146.3	-287.2	2876	25.1
11	S	2.79	87.1	344.1	5.4	-85.3	-336.3	---	---
12	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
13	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
14	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8
15	S	3.56	164.1	267.1	-6.4	-146.3	-287.2	1927	18.8

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (0.20)	118808.21	76932.17
3	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (0.20)	118808.21	76932.17
4	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (0.20)	118808.21	76932.17
5	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (0.20)	118808.21	76932.17
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	-0.00006	0	0.833	20.0	58	0.00003 (0.00003)	844	0.028 (0.20)	91969.25	51308.25
8	S	-0.00006	0	0.833	20.0	58	0.00003 (0.00003)	844	0.028 (0.20)	91969.25	51308.25
9	S	-0.00006	0	0.833	20.0	58	0.00003 (0.00003)	844	0.028 (0.20)	91969.25	51308.25
10	S	-0.00006	0	0.833	20.0	58	0.00003 (0.00003)	844	0.028 (0.20)	91969.25	51308.25
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (0.20)	118808.21	76932.17
13	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (0.20)	118808.21	76932.17
14	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (0.20)	118808.21	76932.17
15	S	-0.00004	0	0.834	20.0	58	0.00002 (0.00002)	775	0.015 (0.20)	118808.21	76932.17

**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	1.42	120.5	327.1	14.1	-103.6	-328.3	---	---
2	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
3	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
4	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
5	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
6	S	1.42	120.5	327.1	14.1	-103.6	-328.3	---	---
7	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
8	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---


9	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
10	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
11	S	1.42	120.5	327.1	14.1	-103.6	-328.3	---	---
12	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
13	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
14	S	1.57	164.1	267.1	11.9	-154.9	-269.2	---	---
15	S	1.42	170.0	230.0	14.1	-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 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
15	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

### 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	$z_1=0.9d$	298	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	$V_{c1}$	4377	kN	
resistenza puntoni	$V_c$	7018	kN	
resistenza staffe	$V_s$	7018	kN	
taglio resisistente	$V_r$	7018	kN	
taglio massimo agente	$V_{ed}$	6838	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.97		
<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	$V_{ed}$	5846.37	kN	
	$V_{ed}/V_{rd}$	0.32		

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P1	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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;*

- *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	206	
diametro del ferro longitudinale	f <sub>i</sub>	20	mm
diametro minimo armatura a taglio	f <sub>i</sub>	8	mm
passo massimo longitudinale	p	30	cm
area dell'armatura longitudinale	A <sub>s</sub>	64717	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	A <sub>c</sub>	10230000.00	mm <sup>3</sup>
		0.63%	>0.6%
<b>minimi per confinamento se q ≤ 1.5</b>			
accelerazione al suolo per SLV	ag	0.12	g
coefficiente di verifica	ζ	0.03	
interasse staffe	s	100	mm
diametro armature trasversale	φ	14	mm
Area della singola staffa	A <sub>sw</sub>	1.539	mm <sup>2</sup>
Area totale staffe	A <sub>sw</sub>	3.08	mm <sup>2</sup>
area totale legature	A <sub>sl</sub>	3.60	mm <sup>2</sup>
percentuale meccanica arm. Trasv	<b>wwd,r</b>	0.2779	

## 8.5 Verifica spostamenti

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

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

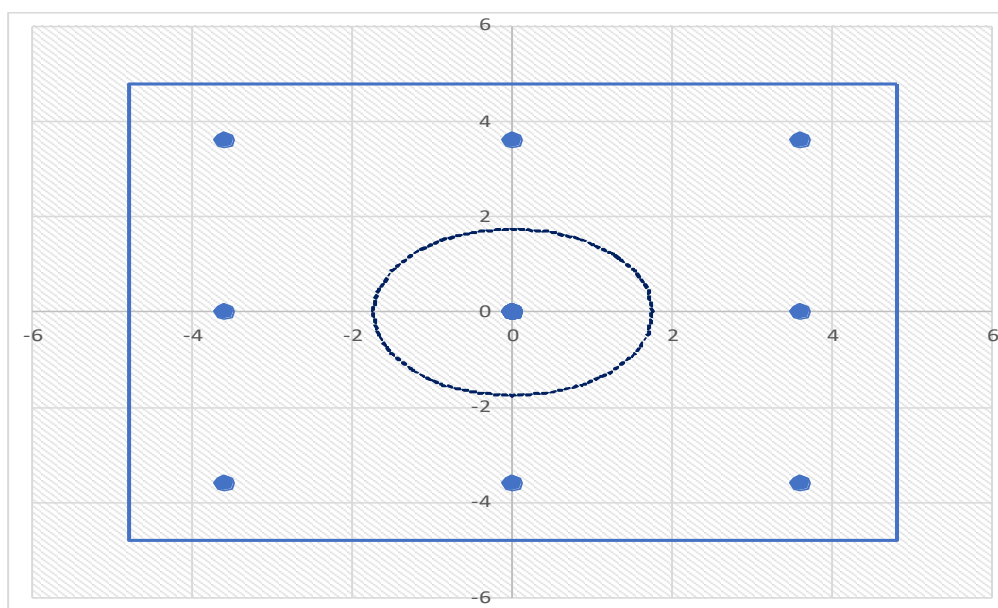
L imp (m)	EL (cm)	Corsa appoggi (cm)	Escursione giunti (cm)	Varco (cm)
17.9	12.0	7.5	7.0	8.0
25	14.0	8.8	8.0	9.0
40	17.0	10.6	9.5	10.5
50	19.0	11.9	10.5	11.5
60	22.0	13.8	12.0	13.0

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

## 9. PLINTO DI FONDAZIONE

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

numero di pali		n.	<b>9</b>	
diametro pali		D	<b>1.2</b>	m
interasse pali		i	<b>3.6</b>	m
altezza plinto di fondazione		h	<b>3</b>	m
Check verifica				
sbalzo direzione trasversale		at	0.1	m
sbalzo direzione longitudinale		al	1.9	m
direzione trasversale		a/h	0.033333	<i>Plinto basso</i>
direzione longitudinale		a/h	0.633333	<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	5708.3	3849.7	6525.4
2	0	-3.6	2525.4	1021.1	-1654.6
3	3.6	3.6	6382.5	7819.9	7780.3
4	3.6	-3.6	3199.6	4991.3	-399.6
5	-3.6	-3.6	1851.3	-2949.2	-2909.5
6	-3.6	3.6	5034.2	-120.6	5270.4
7	3.6	0	4791.0	6405.6	3690.4
8	-3.6	0	3442.7	-1534.9	1180.4
9	0	0	4116.9	2435.4	2435.4
	0	0	4116.9	2435.4	2435.4
	0	0	4116.9	2435.4	2435.4
	0	0	4116.9	2435.4	2435.4
taglio combinato in			196.7298	539.1552	650.504
Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio					
n. palo	X	Y	Ncombo1	Ncombo2	Ncombo3
1	0	3.6	3967.4	3849.7	6525.4
2	0	-3.6	1138.8	1021.1	-1654.6
3	3.6	3.6	5222.4	7819.9	7780.3
4	3.6	-3.6	2393.8	4991.3	-399.6
5	-3.6	-3.6	-116.1	-2949.2	-2909.5
6	-3.6	3.6	2712.5	-120.6	5270.4
7	3.6	0	3808.1	6405.6	3690.4
8	-3.6	0	1298.2	-1534.9	1180.4
9	0	0	2553.1	2435.4	2435.4
	0	0	2553.1	2435.4	2435.4
	0	0	2553.1	2435.4	2435.4
	0	0	2553.1	2435.4	2435.4
taglio combinato in			296.8146	539.1552	650.504

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

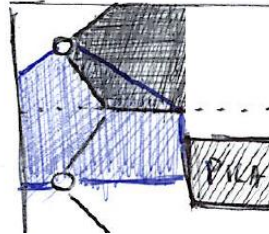


Figura 12 - mensola di riferimento

### 9.1 Dimensionamento armature

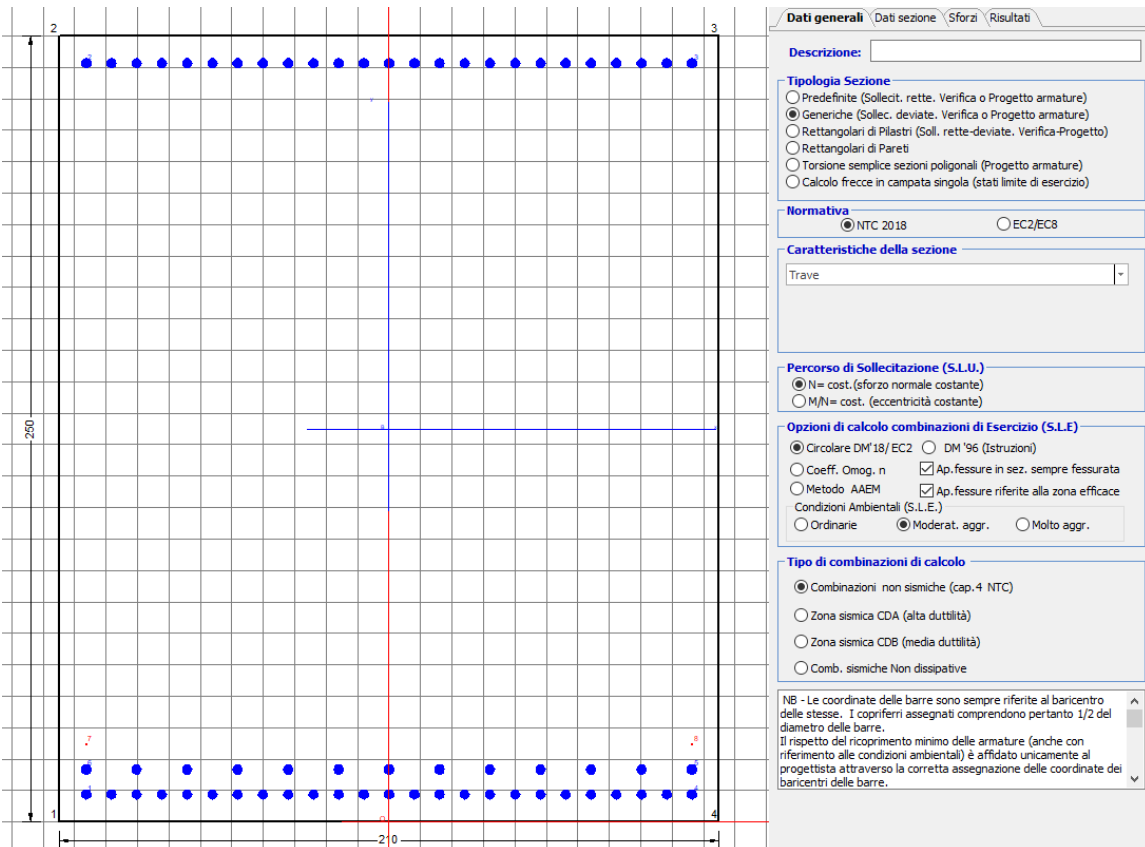
<i>posizione del palo più sollecitato</i>				
coordinata in direzione trasversale		X	3.6	m
coordinata in direzione longitudinale		Y	3.6	m
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse		$\alpha$	45	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone		L	5.09117	m
altezza della fondazione		h	3	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone		$\vartheta$	30.509	gradi
reazione in testa palo più sollecitato		Rmax	6481.7	KN
forza di trazione risultante		T	10999.8	KN
proiezione forza di trazione in trasversale		Tt	7778.04	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale		Tl	7778.04	KN
lunghezza collaborante				media 45°

<i>dimensionamento armature</i>				
area dell'armatura inferiore richiesta in tras		At	19877.4	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		Φ	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. Sicur	0.89272	
area dell'armatura inferiore richiesta in long		Al	19877.4	mm <sup>2</sup>
diametro armatura		Φ	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. Sicur	0.89272	
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>t</sub>	349.323	MPa
tasso di lavoro armatura allo SLU		σ <sub>l</sub>	349.323	MPa

## 9.1 Verifica a prso-flessione

### 9.1.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



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

NOME SEZIONE: fondazione X 210x250

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	8021.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	6822.00	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	5584.00	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	5408.00 (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	3134.00 (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	8021.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.02	268.6(75.0)
2	S	0.00	6822.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.55	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	2.64	105.0	250.0	-96.6	-96.3	8.7	5985	268.6

#### 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*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	-0.00051	0	0.921	29.9	72	0.00029 (0.00029)	454	0.131 (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	2.55	105.0	250.0	-93.5	-80.3	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	-0.00049	0	0.921	29.9	72	0.00028 (0.00028)	454	0.127 (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	1.48	105.0	250.0	-54.2	-24.1	8.7	5985	268.6

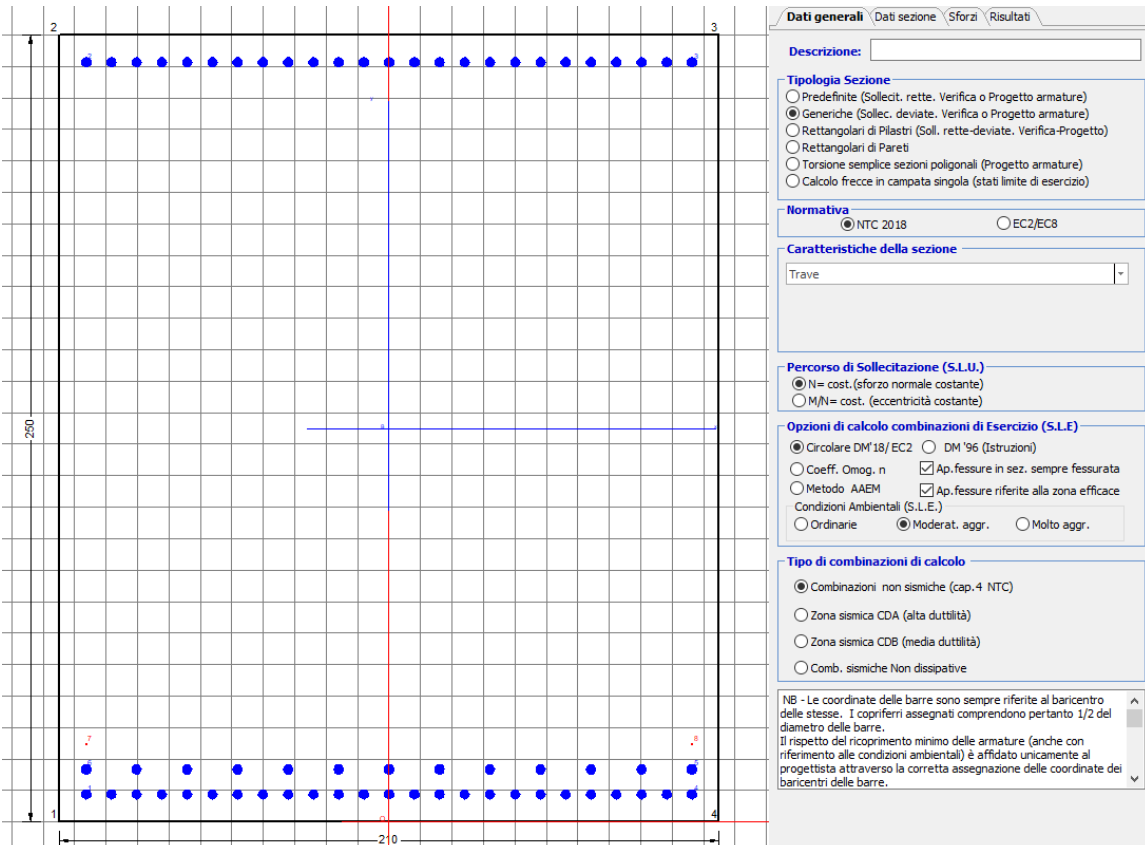
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00028	0	0.921	29.9	72	0.00016 (0.00016)	454	0.074 (0.20)	7544.31	0.00



### 9.1.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: fondazione Y 210x250

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	8021.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	6822.00	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	5584.00	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	5408.00 (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	3134.00 (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	8021.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.02	268.6(75.0)
2	S	0.00	6822.00	0.00	0.00	24219.59	0.00	3.55	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	2.64	105.0	250.0	-96.6	-96.3	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	-0.00051	0	0.921	29.9	72	0.00029 (0.00029)	454	0.131 (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	2.55	105.0	250.0	-93.5	-80.3	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	-0.00049	0	0.921	29.9	72	0.00028 (0.00028)	454	0.127 (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	1.48	105.0	250.0	-54.2	-24.1	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	-0.00028	0	0.921	29.9	72	0.00016 (0.00016)	454	0.074 (0.20)	7544.31	0.00

0.00013 (0.00013)    4540.057 (0.20)    7544.31    0.00

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</b>	REV. <b>B</b>

## 9.2 Verifica a punzonamento

perimetro del palo			uo	3.76991	m
diffusione dello sforzo			secondo	NS 3483E	
angolo d'inclinazione superficie			$\vartheta$	45	gradi
perimetro zona critica			u1	20.169	m
altezza della sezione utile			d	2.61	m
raggio interno			r	0.6	m
raggio esterno			R	3.21	m
ipotenusa triangolo interno del cono			a	3.6911	m
angolo massimo di sviluppo			$\alpha 1$	25	gradi
angolo minimo di sviluppo			$\alpha 2$	-115	gradi
sviluppo della superficie resistente			$\alpha$	1.22173	rad
superficie totale del tronco cono			S1	17.1813	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	6481.7	kN
<b>valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo</b>					
tensione di progetto di verifica su perimetro uo			ved	0.92224	MPa
resistenza associata			vRd,max	5	MPa
				0.18445	
<b>valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento</b>					
coefficiente di dato dai carichi			CRd,c	0.12	
fattore di scala			k	1.97358	
percentuale geometrica armatura fless. trasv			qly	0.00405	
percentuale geometrica armatura fless. long			qlz	0.00406	
percentuale meccanica complessiva			ql	0.00574	
coefficiente			k1	0.1	
tensione di progetto di verifica su perimetro u1			ved	0.52815	MPa
			vRd,c	0.54292	MPa
				0.97281	

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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:

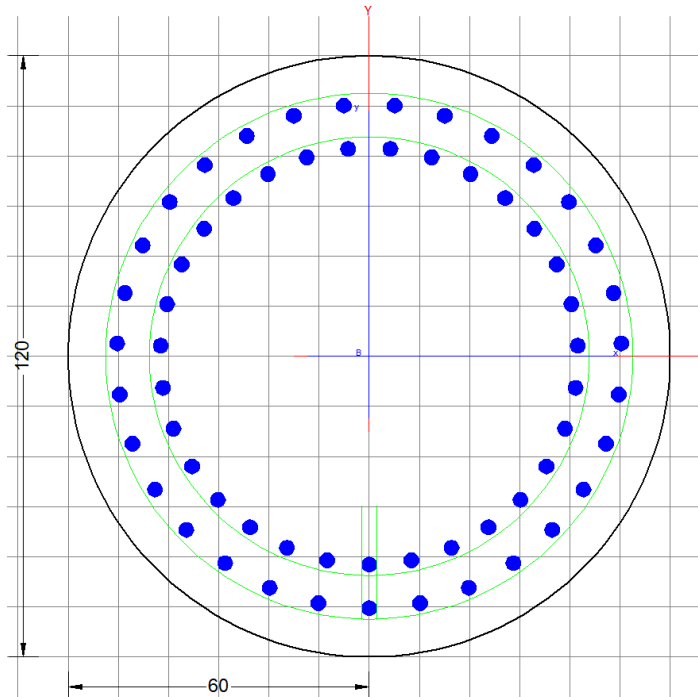
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

TABELLA PER FLESSIONE						
	N	Tlong	Ttras	Mlong	Mtras	
A1_SLU_gr3+vento_7	<b>37052</b>	2174	921	34375	14561	
E_103x_SLV_q=1.36_63	21919	5771	1627	66467	20404	
E_103y_SLV_q=1.36_64	21919	2383	4359	23986	63414	
E_103x_SLV_q=1.36_63	21919	5771	1627	<b>66467</b>	20404	
E_103y_SLV_q=1.36_64	21919	2383	4359	23986	<b>63414</b>	

Ridistribuzione

n. palo	X	Y	combo1	combo2	combo3
1	0	3.6	5708.32	5512.55	3545.84
2	0	-3.6	2525.43	-641.77	1324.94
3	3.6	3.6	6382.46	6457.2	6481.7
4	3.6	-3.6	3199.57	302.874	4260.8
5	-3.6	-3.6	1851.28	-1586.4	-1610.9
6	-3.6	3.6	5034.18	4567.91	609.986
7	3.6	0	4791.01	3380.04	5371.25
8	-3.6	0	3442.73	1490.75	-500.46
9	0	0	4116.87	2435.39	2435.39
taglio equivalente			262.306	666.226	551.963
alfa derivante dall'analisi geotecnica				$\alpha$	2.64
	N	Tl	Tt	ML	Mt
combo1	6382	242	102	725	307
combo2	6457	641	181	1924	542
combo3	6482	265	484	794	1453
combo4	-1611	265	484	794	1453





**Dati generali** Dati sezione Sforza Risultati

**Descrizione:**

**Tipologia Sezione**

Predefinite (Sollecit. rette. 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 A4EM  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 copriferrati 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 circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	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	6382.46	637.59	270.21	0.00	0.00
2	1448.45	317.09	107.25	0.00	0.00
3	6382.46	637.59	270.21	0.00	0.00
4	6192.54	513.04	363.19	0.00	0.00
5	6382.46	637.59	270.21	0.00	0.00
6	6192.54	513.04	363.19	0.00	0.00
7	6481.70	698.89	1278.65	0.00	0.00
8	-1610.91	698.89	1278.65	0.00	0.00
9	6457.20	1692.83	477.30	0.00	0.00
10	6481.70	698.89	1278.65	0.00	0.00
11	6457.20	1692.83	477.30	0.00	0.00
12	6481.70	698.89	1278.65	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	4472.10	439.64	163.92
2	1150.33	353.69	221.74
3	4472.10	439.64	163.92
4	4341.53	353.69	229.14
5	4472.10	439.64	163.92
6	4341.53	353.69	229.14
7	4728.69	357.39	728.16
8	75.58	357.39	728.16
9	4713.72	913.46	279.85
10	4728.69	357.39	728.16
11	4713.72	913.46	279.85
12	4728.69	357.39	728.16

**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	4341.53	353.69 (0.00)	229.14 (0.00)
2	1150.33	353.69 (1064.30)	221.74 (667.25)
3	4341.53	353.69 (0.00)	229.14 (0.00)
4	4341.53	353.69 (0.00)	229.14 (0.00)
5	4341.53	353.69 (0.00)	229.14 (0.00)
6	4341.53	353.69 (0.00)	229.14 (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	2651.52	0.76 (0.00)	52.22 (0.00)
2	2118.34	0.76 (0.00)	52.22 (0.00)
3	2651.52	0.76 (0.00)	52.22 (0.00)
4	2651.52	0.76 (0.00)	52.22 (0.00)
5	2651.52	0.76 (0.00)	52.22 (0.00)
6	2651.52	0.76 (0.00)	52.22 (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	6382.46	637.59	270.21	6382.71	5485.79	2318.67	8.60	395.8(33.9)
2	S	1448.45	317.09	107.25	1448.29	5369.40	1816.60	16.93	395.8(33.9)
3	S	6382.46	637.59	270.21	6382.71	5485.79	2318.67	8.60	395.8(33.9)
4	S	6192.54	513.04	363.19	6192.36	4869.28	3437.47	9.48	395.8(33.9)
5	S	6382.46	637.59	270.21	6382.71	5485.79	2318.67	8.60	395.8(33.9)
6	S	6192.54	513.04	363.19	6192.36	4869.28	3437.47	9.48	395.8(33.9)
7	S	6481.70	698.89	1278.65	6481.87	2859.01	5221.53	4.09	395.8(33.9)
8	S	-1610.91	698.89	1278.65	-1611.03	2464.10	4490.46	3.52	395.8(33.9)
9	S	6457.20	1692.83	477.30	6457.33	5728.97	1620.23	3.39	395.8(33.9)
10	S	6481.70	698.89	1278.65	6481.87	2859.01	5221.53	4.09	395.8(33.9)
11	S	6457.20	1692.83	477.30	6457.33	5728.97	1620.23	3.39	395.8(33.9)
12	S	6481.70	698.89	1278.65	6481.87	2859.01	5221.53	4.09	395.8(33.9)

#### 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	23.4	0.9	0.00294	21.8	45.3	-0.00285	-21.8	-45.3
2	0.00350	19.2	0.9	0.00277	11.2	49.0	-0.00461	-11.2	-49.0
3	0.00350	23.4	0.9	0.00294	21.8	45.3	-0.00285	-21.8	-45.3
4	0.00350	34.7	0.9	0.00293	31.4	39.3	-0.00290	-31.4	-39.3
5	0.00350	23.4	0.9	0.00294	21.8	45.3	-0.00285	-21.8	-45.3
6	0.00350	34.7	0.9	0.00293	31.4	39.3	-0.00290	-31.4	-39.3
7	0.00350	52.6	26.4	0.00294	45.3	21.8	-0.00283	-45.3	-21.8
8	0.00350	52.6	26.4	0.00263	45.3	21.8	-0.00631	-45.3	-21.8
9	0.00350	16.3	57.4	0.00294	11.2	49.0	-0.00283	-11.2	-49.0
10	0.00350	52.6	26.4	0.00294	45.3	21.8	-0.00283	-45.3	-21.8
11	0.00350	16.3	57.4	0.00294	11.2	49.0	-0.00283	-11.2	-49.0
12	0.00350	52.6	26.4	0.00294	45.3	21.8	-0.00283	-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	0.000022488	0.000053064	0.000042070	----	----
2	0.000023625	0.000069848	-0.000924134	----	----

3	0.000022488	0.000053064	0.000042070	----	----
4	0.000033565	0.000047413	0.000014506	----	----
5	0.000022488	0.000053064	0.000042070	----	----
6	0.000033565	0.000047413	0.000014506	----	----
7	0.000050354	0.000027523	0.000056918	----	----
8	0.000078085	0.000042680	-0.001839257	----	----
9	0.000015589	0.000055290	0.000053230	----	----
10	0.000050354	0.000027523	0.000056918	----	----
11	0.000015589	0.000055290	0.000053230	----	----
12	0.000050354	0.000027523	0.000056918	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.30	21.0	0.0	17.5	-21.8	-45.3	----	----
2	S	2.35	31.9	0.0	-13.8	-21.8	-45.3	712	28.3
3	S	4.30	21.0	0.0	17.5	-21.8	-45.3	----	----
4	S	4.05	32.6	0.0	18.6	-31.4	-39.3	----	----
5	S	4.30	21.0	0.0	17.5	-21.8	-45.3	----	----
6	S	4.05	32.6	0.0	18.6	-31.4	-39.3	----	----
7	S	5.69	53.9	0.0	4.0	-45.3	-21.8	0	0.0
8	S	3.99	53.9	0.0	-79.0	-45.3	-21.8	1626	84.8
9	S	6.24	17.6	0.0	-3.3	-11.2	-49.0	467	14.1
10	S	5.69	53.9	0.0	4.0	-45.3	-21.8	0	0.0
11	S	6.24	17.6	0.0	-3.3	-11.2	-49.0	467	14.1
12	S	5.69	53.9	0.0	4.0	-45.3	-21.8	0	0.0

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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	-0.00009	0	0.833	30.0	82	0.00004 (0.00004)	493	0.020 (990.00)	1064.30	667.25
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	-0.00002	0	0.833	30.0	82	0.00004 (0.00004)	0	0.004 (990.00)	4413.20	8991.62
8	S	-0.00046	0	0.833	30.0	82	0.00024 (0.00024)	442	0.105 (990.00)	314.93	641.64
9	S	-0.00006	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	482	0.005 (990.00)	3158.55	967.66
10	S	-0.00002	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.004 (990.00)	4413.20	8991.62
11	S	-0.00006	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	482	0.005 (990.00)	3158.55	967.66
12	S	-0.00002	0	0.602	30.0	82	0.00001 (0.00001)	0	0.004 (990.00)	4413.20	8991.62

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.05	32.6	0.0	18.6	-31.4	-39.3	---	---
2	S	2.35	31.9	0.0	-13.8	-21.8	-45.3	712	28.3
3	S	4.05	32.6	0.0	18.6	-31.4	-39.3	---	---
4	S	4.05	32.6	0.0	18.6	-31.4	-39.3	---	---
5	S	4.05	32.6	0.0	18.6	-31.4	-39.3	---	---
6	S	4.05	32.6	0.0	18.6	-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	-0.00009	0	0.833	30.0	82	0.00004 (0.00004)	493	0.020 (0.20)	1064.30	667.25
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	1.73	60.0	0.0	20.7	-50.3	0.0	---	---
2	S	1.42	60.0	0.0	16.0	-50.3	0.0	---	---
3	S	1.73	60.0	0.0	20.7	-50.3	0.0	---	---
4	S	1.73	60.0	0.0	20.7	-50.3	0.0	---	---
5	S	1.73	60.0	0.0	20.7	-50.3	0.0	---	---
6	S	1.73	60.0	0.0	20.7	-50.3	0.0	---	---

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

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

 <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>VI13 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 100 m</b>					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P1</i>	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA <b>D09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI1305002</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	37052	2174	921	34375	14561	
E_103x_SLV_q=1_66	21919	<b>7531</b>	2053	88343	27107	
E_103y_SLV_q=1_67	21919	2911	<b>5778</b>	30549	85757	
E_103x_SLV_q=1_66	21919	7531	2053	88343	27107	
E_103y_SLV_q=1_67	21919	2911	5778	30549	85757	

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

		combo1	combo2
sollecitazione massima direzione x	Tx	7531	2911
sollecitazione massima direzione y	Ty	2053	5778
vettore complessivo, singolo palo	T	867	719

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>	867	kN
	V <sub>ed</sub> /V <sub>rd</sub>	0.89	

## 11. INCIDENZE

Baggioli/Ritegni	350 kg/mc
Pulvino	180 kg/mc
Fusto Pila	130 kg/mc
Plinto di fondazione	125 kg/mc
Pali di fondazione	primo tratto 290 kg/mc