

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

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

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)**

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

VI07 - Viadotto ferroviario a Singolo Binario

Relazione di calcolo Pile 2 di 2

SCALA:

-
---

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

RS3E   50   D   09   CL   VI0705   002   A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	Abbasiano	Novembre 2019	A. Ferri	Novembre 2019	F. Spasolino	Novembre 2019	A. Vitozzi	Novembre 2019

ITALFERR S.p.A.  
 U.O. Opere Civili e Gestione della varianti  
 Dott. Ing. Angelo Vitozzi  
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
 N° A20783

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	4
1.2	ASPETTI LEGATI ALLE OPERE DI FONDAZIONE .....	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	6
3	MATERIALI .....	7
3.1	VERIFICA S.L.E. ....	8
3.1.1	<i>Verifiche alle tensioni</i> .....	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	8
4	ANALISI E VERIFICHE PILA .....	10
4.1	GENERALITÀ .....	10
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE PILE .....	10
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	10
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA .....	14
4.5	GEOMETRIA DELLA PILA .....	15
4.6	ANALISI DEI CARICHI .....	16
4.6.1	<i>Peso proprio elementi strutturali</i> .....	16
4.6.2	<i>Carichi trasmessi dall'impalcato</i> .....	16
4.6.3	<i>Azione del Vento</i> .....	19
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i> .....	21
4.6.5	<i>Effetti dinamici</i> .....	22
4.6.6	<i>Carichi da traffico orizzontali</i> .....	22
4.6.7	<i>Azione sismica</i> .....	24
4.6.8	<i>Calcolo delle sollecitazioni in testa pali</i> .....	28
4.6.9	<i>Riepilogo risultati</i> .....	28
4.7	SOLLECITAZIONI .....	30

4.7.1	<i>Plinto di fondazione</i> .....	31
4.8	PALI DI FONDAZIONE .....	32
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	33
4.9.1	<i>Pila</i> .....	36
4.9.2	<i>Zattera di fondazione</i> .....	42
4.9.3	<i>Palo di fondazione L=39.0m</i> .....	45

## 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 **VI07** della tratta ferroviaria Dittaino-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 02** che presenta l'**altezza maggiore per tipologia di pila ed impalcati afferenti**.

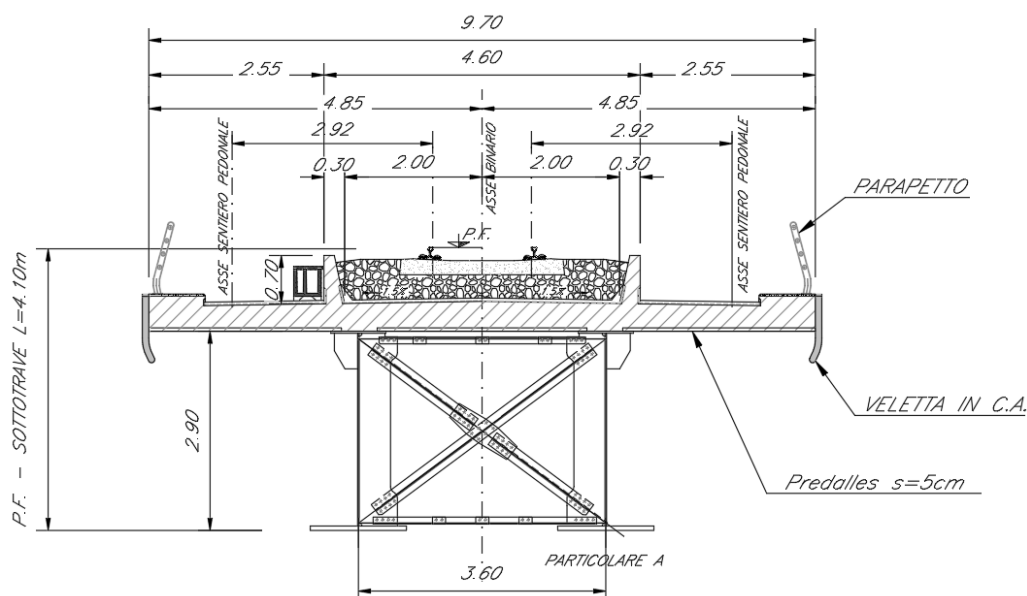
Verranno ipotizzati appoggi fissi sulla campata di luce maggiore, indipendentemente dal reale posizionamento degli stessi.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 14 gennaio 2008.

### 1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto ferroviario VI07 ha una lunghezza totale di circa 168 m, è costituito da 3 impalcati in sezione mista acciaio/cls di luce 40m ed 1 in sezione mista acciaio/cls di luce 50m. Il viadotto è previsto a singolo binario.

Pile e spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera.



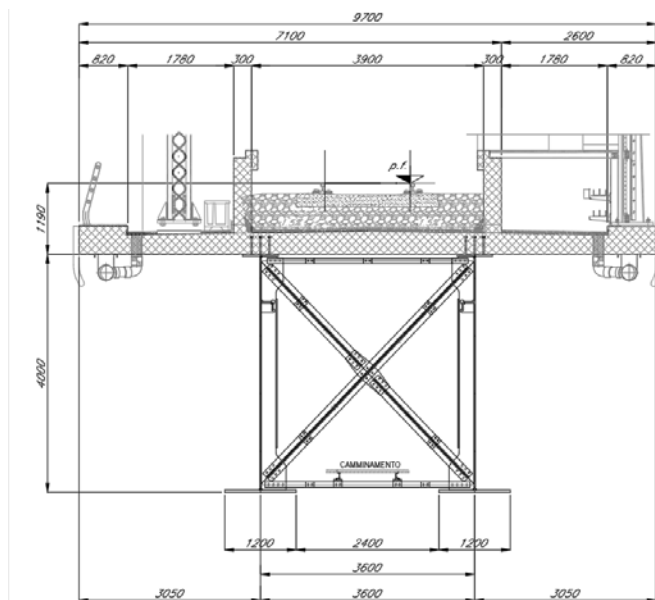
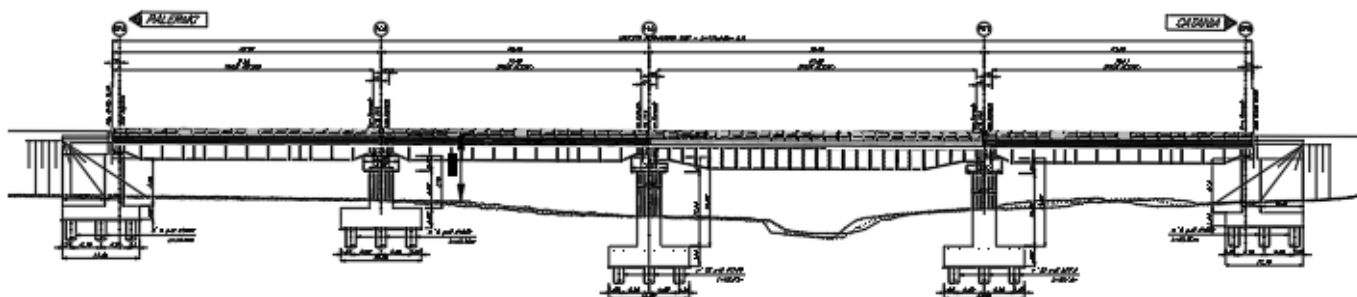


Figura 1: sezione trasversale impalcato sx edx

## 1.2 Aspetti legati alle opere di fondazione

Le fondazioni sono realizzate sia per le pile che per le spalle con plinti su pali di grande diametro.



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Singolo Binario</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILA	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 05 002	REV. A

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 14/01/2008;
- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 02/02/2009 n.617: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A del 30/12/2016: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 A del 30/12/2016: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- o STI 2014 –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 magro e getto di livellamento

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- TIPO CEMENTO CEM I+V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : X0

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

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.60$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

➤ Calcestruzzo fondazioni armate

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.60$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 40mm
- DIAMETRO INERTI : 25 mm

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

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.50$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO MINIMO = 50mm
- DIAMETRO INERTI : 25 mm

➤ Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

IN BARRE E RETI ELETTRISALDATE

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :

- Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
  - Tensione caratteristica a rottura  $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

(\*) : I VALORI DI COPRIFERRO RIPORTATI SI RIFERISCONO AD OPERE CON VITA NOMINALE DI 75 ANNI. PER COSTRUZIONI CON VITA NOMINALE DI 100 ANNI TALI VALORI DOVRANNO ESSERE AUMENTATI DI 5 mm.

### 3.1 Verifica S.L.E.

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 attese, secondo quanto di seguito specificato

#### 3.1.1 Verifiche alle tensioni

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 a trazione" 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 RFI DTC INC PO SP IFS 001 A", ovvero:

##### Strutture in c.a.

##### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara):  $0,55 f_{ck}$ ;
- per combinazioni di carico quasi permanente:  $0,40 f_{ck}$ ;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

##### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare  $0,75 f_{yk}$ .

#### 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	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$



RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	9 di 50

		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 4.1.III – 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:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Data la maggior restrittività, 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 DM 14.1.2008, 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 riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 617/09.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Singolo Binario</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILA	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 05 002	REV. A

## 4 ANALISI E VERIFICHE PILA

### 4.1 Generalità

La pila presenta una sezione **circolare** di diametro 4.5x 4.50m, una altezza complessiva di 11.00m.

Il pulvino è costituito da una sezione piena di dimensione 5.3x 8.00m ed altezza 3.00m.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.50 m collegate in testa da una platea di spessore 3.00m.

Per le verifiche dei singoli elementi della pila (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccato della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

### 4.2 Modelli a mensola per la verifica delle pile

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 vanno 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 NTC08, 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  $A_d$  (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 omissi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

		Coefficiente	EQ <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.

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3E 50 D 09 CL VI 07 05 002 A 13 di 50

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti  $\Psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\Psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e, quindi, alle verifiche strutturali.

	A2- SIU - N max gr.1	A2- SIU - MT max gr.1	A2- SIU - ML max gr.1	A2- SIU - N max gr.3	A2- SIU - MT max gr.3	A2- SIU - ML max gr.3	A2- SIU - Vento ponte scarico	A2- SIU Gmin - N max gr.1	A2- SIU Gmin - MT max gr.1	A2- SIU Gmin - ML max gr.1	A2- SIU Gmin - N max gr.3	A2- SIU Gmin - MT max gr.3	A2- SIU Gmin - ML max gr.3	A2- SIU Gmin - Vento ponte scarico	A1- SIU - N max gr.1	A1- SIU - MT max gr.1	A1- SIU - ML max gr.1	A1- SIU - N max gr.3	A1- SIU - MT max gr.3	A1- SIU - ML max gr.3	A1- SIU - Vento ponte scarico	A1- SIU Gmin - N max gr.1	A1- SIU Gmin - MT max gr.1	A1- SIU Gmin - ML max gr.1
Peso proprio g1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,00	1,00
Permanenti G2	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
Ballast	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
Comb. Nmax Qv	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. Nmax Q frenatura	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00
Comb. Nmax Q centrifuga	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. Nmax Q serpeggio	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. Mmax Qv	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. Mmax Q frenatura	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00
Comb. Mmax Q centrifuga	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. Mmax Q serpeggio	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. MLmax Qv	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. MLmax Q frenatura	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00
Comb. MLmax Q centrifuga	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Comb. MLmax Q serpeggio	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
Vento Ponte Scarico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	
Vento Ponte Carico	0,78	0,78	0,00	0,78	0,78	0,00	0,00	0,78	0,78	0,00	0,78	0,78	0,00	0,00	0,90	0,90	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00	0,90	0,90	0,00
Attrito permanente	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Attrito carichi mobili	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,00	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Sisma longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma verticale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento x	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90
Vento y	0,78	0,78	0,00	0,78	0,78	0,00	1,30	0,78	0,78	0,00	0,78	0,78	0,00	1,30	0,90	0,90	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00	1,50	0,90	0,90

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3E 50 D 09 CL VI 07 05 002 A 14 di 50

A1 - S1U G min - N max gr.3	A1 - S1U G min - MT max gr.3	A1 - S1U G min - ML max gr.3	A1 - S1U G min - Vento ponte scarico	S1E min - N max gr.1	S1E min - MT max gr.1	S1E min - ML max gr.1	S1E min - N max gr.3	S1E min - MT max gr.3	S1E min - ML max gr.3	S1E min - Vento ponte scarico	S1E freq - N max gr.1	S1E freq - MT max gr.1	S1E freq - ML max gr.1	S1E freq - N max gr.3	S1E freq - MT max gr.3	S1E freq - ML max gr.3	S1E freq - Vento ponte scarico	S1E quasi permanente	S1V - N max	S1V - MT max	S1V - ML max	S1V - MT max	S1V - ML max	S1V - N min	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Peso proprio g1
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Permanenti G2
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Ballast
1.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Qr
1.45	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q frenatura
0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q centrifuga
0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q serpeggio
0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Qr
0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q frenatura
0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q centrifuga
0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q serpeggio
0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Qr
0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q frenatura
0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q centrifuga
0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q serpeggio
0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento Ponte Scarico
0.90	0.90	0.00	0.00	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento Ponte Carico
1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	Attrito permanente
1.45	1.45	1.45	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	Attrito carichi mobili
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	Sisma longitudinale
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	0.30	Sisma trasversale
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-1.00	Sisma verticale
0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento x
0.90	0.90	0.00	1.50	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento y

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

- asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse trasversale 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 dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

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

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
- Lunghezze = m
- Forze = kN

#### 4.5 Geometria della Pila

Generali			
Peso cls	$\gamma_{cls}$	25	kN/m <sup>3</sup>
Peso terreno	$\gamma_t$	20	kN/m <sup>3</sup>
Sovraccarico accidentale sul rilevato	$q_{acc}$	53.0	kN/m <sup>2</sup>
Altezza appoggio + baggiolo	$h_{ap}$	0.45	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	$H_1$	14.45	m
Pulvino			
Altezza	$H_p$	3.00	m
Lunghezza lungo asse X	$b_p$	5.3	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_p$	8.00	m
Area Sezione		42.40	m <sup>2</sup>
% Vuoti sezione		0%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	$x_p$	0.00	m
Pila			
Altezza	$H_m$	11.00	m
Lunghezza lungo asse X	$b_m$	4.5	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_m$	4.50	m
Area Sezione		15.90	m <sup>2</sup>
% Vuoti sezione		0%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	$x_m$	0.00	m
Distanza asse baggioli- asse pila (sx)	$x_{m1}$	-1.20	m
Distanza asse baggioli- asse pila (dx)	$x_{m2}$	1.20	m
Plinto			
Altezza	$H_f$	3.00	m
Lunghezza lungo asse X	$b_f$	12.00	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_f$	16.50	m
Spessore ricoprimento medio	$h_t$	3.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto (sx)		-1.20	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto (dx)		1.20	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno ( $\varphi$ )		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo	▼	Ko = 0.426	▼
Sisma			
$S_s$		1.472	
$a_g$		0.150	
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	0.221	

Tabella 2 – Dati di input

## 4.6 Analisi dei carichi

### 4.6.1 Peso proprio elementi strutturali

➤ *Peso proprio strutture*

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

Impalcato (sx)			
N° Binari		<b>1</b>	
Lunghezza	L	<b>40</b>	m
Peso Proprio	G <sub>1</sub>	<b>131</b>	kN/m
Permanenti portati	G <sub>2</sub>	<b>120</b>	kN/m
Ballast		<b>0</b>	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	<b>2</b>	
Reazione appoggio i = (G <sub>1</sub> *L/2)/n	R <sub>i</sub>	1310.0	kN
Reazione appoggio i = (G <sub>2</sub> *L/2)/n	R <sub>i</sub>	1200.0	kN
Reazione appoggio i = (G <sub>2</sub> *L/2)/n (ballast)	R <sub>i</sub>	0	kN

Impalcato (dx)			
N° Binari		<b>1</b>	
Lunghezza	L	<b>50</b>	m
Peso Proprio	G <sub>1</sub>	<b>135</b>	kN/m
Permanenti portati	G <sub>2</sub>	<b>120</b>	kN/m
Ballast	G <sub>2</sub>	<b>0</b>	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	<b>2</b>	
Reazione appoggio i = (G <sub>1</sub> *L/2)/n	R <sub>i</sub>	1687.5	kN
Reazione appoggio i = (G <sub>2</sub> *L/2)/n	R <sub>i</sub>	1500.0	kN
Reazione appoggio i = (G <sub>2</sub> *L/2)/n (ballast)	R <sub>i</sub>	0	kN

### 4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, per la campata sinistra e destra (la condizione di Momento Longitudinale massimo "MLmax" è riferita alla situazione in cui solo uno dei due impalcati venga caricato):



RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3E 50 D 09 CL VI 07 05 002 A 17 di 50

sx									
SEZIONE MISTA 40 ML SINGOLO BINARIO									
APPOGGIO	REAZIONE	y	REAZ. LM71	REAZ. SW2	$\alpha$ LM71	$\alpha$ SW2	$\phi$ 3	REAZ. LM71	REAZ. SW2
1	0.530	1.8	1841	2617	1.1	1	1.09	2211	2858
2	0.470	-1.8	1841	2617	1.1	1	1.09	2211	2858
dx									
SEZIONE MISTA 50 ML SINGOLO BINARIO									
APPOGGIO	REAZIONE	y	REAZ. LM71	REAZ. SW2	$\alpha$ LM71	$\alpha$ SW2	$\phi$ 3	REAZ. LM71	REAZ. SW2
1	0.530	1.8	2241	2305	1.1	1	1.05	2591	2423
2	0.470	-1.8	2241	2305	1.1	1	1.05	2591	2423
dx ML max									
SEZIONE MISTA 50 ML SINGOLO BINARIO									
APPOGGIO	REAZIONE	y	REAZ. LM71	REAZ. SW2	$\alpha$ LM71	$\alpha$ SW2	$\phi$ 3	REAZ. LM71	REAZ. SW2
1	0.530	1.8	2540	3302	1.1	1	1.05	2936	3470
2	0.470	-1.8	2540	3302	1.1	1	1.05	2936	3470

Che ripartiti con il metodo Courbon sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente.

**REAZIONI VINCOLARI [kN,m]**

sx

Appoggio	A			B			biz
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]
Peso proprio g1	1310			1310			0.00
Permanenti G2	1200			1200			0.00
Ballast							0.00
Comb. Nmax Qv	1515			1343			0.00
Comb. Nmax Q frenatura		0			0		3.00
Comb. Nmax Q centrifuga			142			142	4.80
Comb. Nmax Q serpeggio			13			13	3.00
Comb. MTmax Qv	1172			1039			0.00
Comb. MTmax Q frenatura		0			0		3.00
Comb. MTmax Q centrifuga			217			217	4.80
Comb. MTmax Q serpeggio			13			13	3.00
Comb. MLmax Qv	0			0			0.00
Comb. MLmax Q frenatura		0			0		3.00
Comb. MLmax Q centrifuga							0.00
Comb. MLmax Q serpeggio						0	3.00
Vento Ponte Scanco			170			170	3.15
Vento Ponte Carico			282			282	3.50
Attrito permanente		75	75		75	75	0.00
Attrito canchi mobili		45	45		40	40	0.00
q=1.5	Sisma longitudinale						2.30
	Sisma trasversale			1598		1598	2.30
	Sisma verticale	472			472		0.00
q=1.36	Sisma longitudinale		0		0		2.30
	Sisma trasversale			1763		1763	2.30
	Sisma verticale	472			472		0.00
q=1	Sisma longitudinale		0		0		2.30
	Sisma trasversale			2397		2397	2.30
	Sisma verticale	472			472		0.00

**REAZIONI VINCOLARI** [kN,m]

dx

Appoggio	A			B			biz	
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY		
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	
Peso proprio g1	1688			1688			0.00	
Permanenti G2	1500			1500			0.00	
Ballast							0.00	
Comb. Nmax Qv	1284			1139			0.00	
Comb. Nmax Q frenatura		753			753		3.00	
Comb. Nmax Q centrifuga			178			178	4.80	
Comb. Nmax Q serpeggio			13			13	3.00	
Comb. Mmax Qv	1373			1218			0.00	
Comb. Mmax Q frenatura		753			753		3.00	
Comb. Mmax Q centrifuga			251			251	4.80	
Comb. Mmax Q serpeggio			13			13	3.00	
Comb. MLmax Qv	1839			1631			0.00	
Comb. MLmax Q frenatura		753			753		3.00	
Comb. MLmax Q centrifuga			178			178	4.80	
Comb. MLmax Q serpeggio			25			25	3.00	
Vento Ponte Scarico			212			212	3.15	
Vento Ponte Carico			352			352	3.50	
Attrito permanente		96	96		96	96	0.00	
Attrito carichi mobili		55	55		49	49	0.00	
q=1,5	Sisma longitudinale	3432			3432		2.30	
	Sisma trasversale		1598			1598	2.30	
	Sisma verticale	472			472		0.00	
q=1,36	Sisma longitudinale		3785			3785	2.30	
	Sisma trasversale			1763			1763	2.30
	Sisma verticale	472			472		0.00	
q=1	Sisma longitudinale		5148			5148	2.30	
	Sisma trasversale			2397			2397	2.30
	Sisma verticale	472			472		0.00	

#### 4.6.3 Azione del Vento

<b>Azione del Vento - generale - NTC e EC 1-1-4:2005</b>					
Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico		
Altitudine sul livello del mare	as	250	250	m	
Zona	Z	4	4		
Parametri	Vb,0	28	28	m/s	
Parametri	a0	500	500	m	
Parametri	ks	0.36	0.36	1/s	
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	$v_b = v_{b0} * (1 + k_s(a_s/a_0 - 1))$	28	28	m/s	
Periodo di ritorno considerato	TR	112.5	112.5	anni	
	$\alpha_R$	1.05	1.05		
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.28	29.28	m/s	
Densità dell'aria	$\rho$	1.25	1.25	kg/mc	
Pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	0.54	0.54	kN/mq	
Classe di rugosità del terreno	D	D	D		
Distanza dalla costa		>10	>10	km	
Altitudine sul livello del mare		<750	<750	m	
Categoria di esposizione del sito	Cat	II	II		
<b>Vento su impalcato</b>					
Parametri	kr	0.19	0.19		
Parametri	z0	0.05	0.05	m	
Parametri	zmin	4	4	m	
Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	15	15	m	
Coefficiente di topografia	ct	1	1		
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.62	2.62		
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7	m	
Altezza impalcato	h1	4.5	5.2	m	
Altezza treno o parapetto	h2	1.5	4	m	
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	6	9.2	m	
Rapporto di forma	b/dtot	1.62	1.05		
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.02	2.18		
<b>Riepilogo</b>					
Pressione cinetica di riferimento	qb	0.54	0.54	kN/mq	
Coefficiente di esposizione	ce	2.62	2.62		
Coefficiente di forza	cfx	2.02	2.18		
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	6	9.2	m	
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	16.9	28.2	kN/m	
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.82	3.06	kN/mq	
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq	
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	16.9	28.2	kN/m	
<b>Vento impalcato a ponte scarico</b>					
		sx	dx		
Forza statica equivalente	f	16.9	16.9	kN/m	
Luce impalcato	L	40	50	m	
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	339	424	kN/m	
<b>Vento impalcato a ponte carico</b>					
Forza statica equivalente	f	28.2	28.2	kN/m	
Luce impalcato	L	40	50	m	
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	563	704	kN/m	

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	20 di 50

Vento su Pila e Pulvino				
Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	14.00	14	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.57	2.57	
		<b>dir.x</b>	<b>dir.x</b>	
Altezza (dir.z)	h	3.00	11.00	m
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	8.00	4.50	m
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	5.3	4.5	m
Rapporto di forma	d/b	0.66	1.00	
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	2.38	2.15	
Raggio di arrotondamento (figura 7.24 EC)	r	0	2.25	m
Rapporto di forma II	r/b	0.00	0.50	
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	Ψ	1.00	0.50	
Pressione di riferimento	$q=\Psi*cfx*ce*qb$	3.28	1.48	kN/mq
Area investita dal vento	$A=b*h$	24	49.5	mq
Forza statica equivalente	$F=q*A$	79	73	kN
		<b>dir.y</b>	<b>dir.y</b>	
Altezza (dir.z)	h	3.00	11.00	m
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	5.3	4.5	m
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	8	4.5	m
Rapporto di forma	d/b	1.51	1.00	
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	1.86	2.15	
Raggio di arrotondamento (figura 7.24 EC)	r	0	2.25	m
Rapporto di forma II	r/b	0.00	0.50	
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	Ψ	1.00	0.50	
Pressione di riferimento	$q=\Psi*cfx*ce*qb$	2.56	1.48	kN/mq
Area investita dal vento	$A=b*h$	15.9	49.5	mq
Forza statica equivalente	$F=q*A$	41	73	kN
<b>Riepilogo</b>				
<b>Vento x</b>				
Pulvino	F	79	kN	
Pila	F	73	kN	
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	14.00	m	
Forza totale	F Tot	152	kN	
<b>Vento y</b>				
Pulvino	F	41	kN	
Pila	F	73	kN	
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	14.00	m	
Forza totale	F Tot	114	kN	

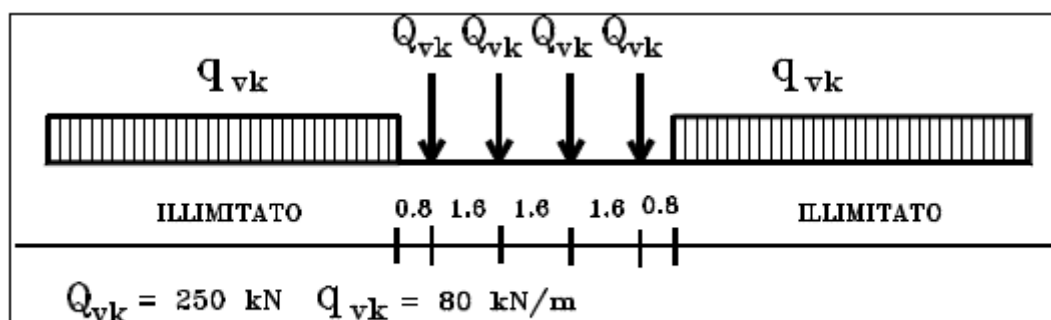
#### 4.6.4 Carichi da traffico verticali

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 2008 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



*Treno di carico LM 71*

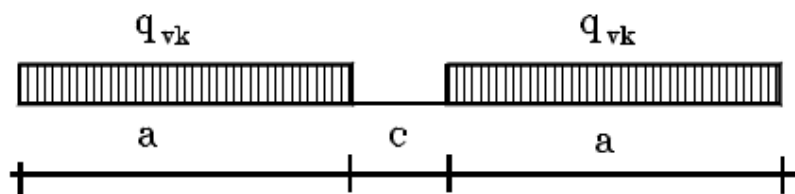
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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

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 2008 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



*Treno di carico SW*

Tipo di Carico	$q_{vk}$ [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

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 A).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"
LM71	1,10
SW/0	1,10
SW/2	1,00

#### 4.6.5 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 14.1.2008 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,73 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00 \quad [5.2.7]$$

#### 4.6.6 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	50	m
L <sub>calc</sub>	50	per Treno LM 71
	30	per Treno SW/0
	43	per SW/2
Q <sub>lb,k</sub>	1100	per Treno LM 71
Q <sub>lb,k</sub>	660	per Treno SW/0
Q <sub>lb,k</sub>	1505	per SW/2
Q <sub>lb,k</sub> (filtrata) per Treno LM 71	1100	kN
Q <sub>lb,k</sub> (filtrata) per Treno SW/0	660	kN
Q <sub>lb,k</sub> (filtrata) per SW/2	1505	kN

Avviamento		
L	50	m
L <sub>calc</sub>	50	per Treno LM 71
	30	per Treno SW/0
	43	per SW/2
Q <sub>la,k</sub>	1815	per Treno LM 71
Q <sub>la,k</sub>	1089	per Treno SW/0
Q <sub>la,k</sub>	1419	per SW/2
Q <sub>la,k</sub> (filtrata) per Treno LM 71	1000	kN
Q <sub>la,k</sub> (filtrata) per Treno SW/0	1000	kN
Q <sub>la,k</sub> (filtrata) per SW/2	1000	kN

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	23 di 50

Serpeggio		
FT=100kN /2	50	kN*m
<b>Treno LM 71</b>		
$\alpha$	1.1	
FT* $\alpha$	55	kN
<b>Treno SW/0</b>		
$\alpha$	1.1	
FT* $\alpha$	55	kN
<b>Treno SW/2</b>		
$\alpha$	1	
FT* $\alpha$	50	kN

Forza centrifuga sx

L	40	m	L <sub>0</sub>	38	m
velocità di progetto	160	km/h	o <sub>3</sub> Coeff. Dinamico	1.092	
raggio planimetrico	750	m			
f	0.80	Per V>120 km/h			
f	1	Per V<120 km/h			

Treno LM 71		Treno SW/0		Treno SW/2				
Qvk	1000	kN						
qvk	80	kN/m	qvk	133	kN/m			
$\alpha$	1	Per V>120 km/h	$\alpha$	1.1				
$\alpha$	1.1	Per V<120 km/h			qvk	150	kN/m	
					$\alpha$	1		
Qtk	235	Per V>120 km/h						
	182	Per V<120 km/h						
Qtk scelto	235							
qtk	19	Per V>120 km/h	qtk	17	Per V=100 km/h	qtk	17	Per V=100 km/h
	15	Per V<120 km/h						
qtk scelto	19							
L calc=L-6.4m	33.6	m	L calc	30	m	L calc	33	m
qtk*Lcalc	631	kN	qtk*Lcalc	503	kN	qtk*Lcalc	568	kN
FT=(qtk*Lcalc + qtk)/2	433	kN	FT= qtk*Lcalc /2	252		FT= qtk*Lcalc /2	284	

Forza centrifuga dx

L	50	m	L <sub>0</sub>	48	m
velocità di progetto	160	km/h	o <sub>3</sub> Coeff. Dinamico	1.051	
raggio planimetrico	750	m			
f	0.79	Per V>120 km/h			
f	1	Per V<120 km/h			

Treno LM 71		Treno SW/0		Treno SW/2				
Qvk	1000	kN						
qvk	80	kN/m	qvk	133	kN/m			
$\alpha$	1	Per V>120 km/h	$\alpha$	1.1				
$\alpha$	1.1	Per V<120 km/h			qvk	150	kN/m	
					$\alpha$	1		
Qtk	224	Per V>120 km/h						
	175	Per V<120 km/h						
Qtk scelto	224							
qtk	18	Per V>120 km/h	qtk	16	Per V=100 km/h	qtk	17	Per V=100 km/h
	14	Per V<120 km/h						
qtk scelto	18							
L calc=L-6.4m	43.6	m	L calc	30	m	L calc	43	m
qtk*Lcalc	780	kN	qtk*Lcalc	484	kN	qtk*Lcalc	712	kN
FT=(qtk*Lcalc + qtk)/2	502	kN	FT= qtk*Lcalc /2	242		FT= qtk*Lcalc /2	356	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>VI07 - Viadotto ferroviario a Singolo Binario</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILA	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 05 002	REV. A

#### 4.6.7 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. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

##### ➤ Valori di progetto

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:

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

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.



### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_{n1}$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_u$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Di seguito si riportano gli spettri di risposta orizzontale e verticale allo Stato limite di salvaguardia della vita SLV utilizzati per il calcolo dell'azione sismica.

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

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info  $S_S = 1.472$   $C_C = 1.287$  info

Categoria topografica **T1** info  $h/H = 1.000$   $S_T = 1.000$  info  
(in quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%)   $\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_b$   Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore  $q_v$    $\eta = 0.667$  info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

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

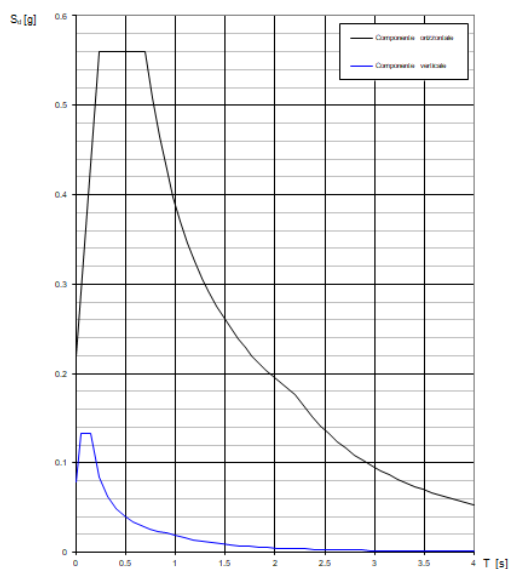
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_n$	0.150 g
$F_n$	2.543
$T_c^*$	0.540 s
$S_s$	1.472
$C_c$	1.287
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.472
$\eta$	1.000
$T_B$	0.232 s
$T_C$	0.695 s
$T_D$	2.199 s



➤ 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 Normative. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello tridimensionale agli Elementi Finiti semplificato.

I Fattori di struttura 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 e verifica del plinto
- $q = 1$  per le verifiche a taglio degli elementi strutturali (vedi anche punto successivo), verifiche a capacità portante orizzontale dei pali.
- Solo per la verifica a taglio dello spiccato della pila, il criterio adottato è quello della gerarchia delle resistenze, così come indicato al punto 7.9.5 delle NTC

Condizione Sismica			
Massa sismica impalcato dir x	mix	13719	kN
Massa efficace pila dir x	mpx	4638	kN
Massa complessiva dir x	mix + mpx	18357	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir x	mix/5	2744	kN
Verifica requisito dir x		no	
Massa sismica impalcato dir. y	mi <sub>y</sub>	12451	kN
Massa efficace pila dir. Y	mp <sub>y</sub>	4638	kN
Massa complessiva dir. Y	mi <sub>y</sub> + mp <sub>y</sub>	17089	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Y	mi <sub>y</sub> /5	2490	kN
Verifica requisito dir. Y		no	
Massa sismica impalcato dir. z	mi <sub>z</sub>	12451	kN
Massa efficace pila dir. Z	mp <sub>z</sub>	4638	kN
Massa complessiva dir. Z	mi <sub>z</sub> + mp <sub>z</sub>	17089	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Z	mi <sub>z</sub> /5	2490	kN
Verifica requisito dir. Z		no	

Inerzia Pila asse y	J <sub>yy</sub>	20.1	m <sup>4</sup>
Inerzia Pila asse x	J <sub>xx</sub>	20.1	m <sup>4</sup>
Area Pila	A <sub>p</sub>	15.90	m <sup>2</sup>
Rigidità Pila asse y	K <sub>y</sub>	460142486.7	N/m
Rigidità Pila asse x	K <sub>x</sub>	460142486.7	N/m
rigidità Pila asse z	K <sub>z</sub>	37488737335	N/m
Periodo x	T <sub>x</sub>	0.40	s
Periodo y	T <sub>y</sub>	0.38	s
Periodo z	T <sub>z</sub>	0.04	s

Accelerazione orizzontale Se(Tx) direzione x	a <sub>g</sub> x	0.56	
Accelerazione orizzontale Se(Ty) direzione y	a <sub>g</sub> y	0.56	
Accelerazione Verticale Se(Tz) direzione z	a <sub>g</sub> z	0.11	

**q=1.5**

Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a <sub>g</sub> x	0.37	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a <sub>g</sub> y	0.37	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a <sub>g</sub> z	0.11	

**q=1.36**

Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a <sub>g</sub> x	0.41	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a <sub>g</sub> y	0.41	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a <sub>g</sub> z	0.11	

**q=1**

Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	a <sub>g</sub> x	0.6	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	a <sub>g</sub> y	0.6	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	a <sub>g</sub> z	0.110	

**Condizione Sismica - Taglienti Totali**

**q=1.5**

Tagliante direzione x	F x	6863	kN
Tagliante direzione y	F y	6389	kN
Tagliante direzione z	F z	1887	kN

**q=1.36**

Tagliante direzione x	F x	7570	kN
Tagliante direzione y	F y	7047	kN
Tagliante direzione z	F z	1887	kN

**q=1**

Tagliante direzione x	F x	10295	kN
Tagliante direzione y	F y	9584	kN
Tagliante direzione z	F z	1887	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>VI07 - Viadotto ferroviario a Singolo Binario</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILA	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 05 002	REV. A

#### 4.6.8 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

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

$N, M_l, M_t$  sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata,  $n$  è il numero di pali e  $J_l, J_t$  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  $H_l, H_t$  sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

#### 4.6.9 Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale  $N$ , forza orizzontale  $T$  e momento ribaltante  $M$ .
- Per i carichi sui pali in termini di  $N_{\max}, N_{\min}, T$  ed  $M$ .

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	29 di 50

**SPICCATO PILA: condizione statica**

Descrizione carico	F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Pila	7554			0.00	0.00	0	0	0
Vento su pila dir. x		152		0.00	0.00	14.00	0	2127
Vento su pila dir.y			113.9	0.00	0.00	14.00	1595	0

**INTRADOSSO FONDAZIONE: condizione statica**

Descrizione carico	F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Pila	7554			0.00	0.00	0	0	0
Plinto	14850			0.00	0.00	1.50	0.00	0
Rinterro	10665			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Vento su pila dir. x		152		0.00	0.00	17.00	0	2582
Vento su pila dir.y			113.9	0.00	0.00	17.00	1937	0

**INTRADOSSO FONDAZIONE: condizione sismica**

Descrizione carico	F <sub>Z</sub>	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	b <sub>ix</sub>	b <sub>iy</sub>	b <sub>iz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Plinto sisma x		3279		0.00	0.00	1.50	0.00	4918
Plinto sisma y			3279	0.00	0.00	1.50	4918	0
Plinto sisma z	1639			0.00	0.00	1.50	0	0
Rinterro sisma z	1177			0.00	0.00	0.00	0	0

## 4.7 Sollecitazioni

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DELLA PILA						
	Nz	Tx	Ty	Mx	My	
A2 - SLU - N max gr.1	27171	1520	2520	44570	25985	
A2 - SLU - MT max gr.1	26572	1520	2890	51628	27207	
A2 - SLU - ML max gr.1	24907	1639	1087	18494	33501	
A2 - SLU - N max gr.3	27171	2462	2088	36325	42409	
A2 - SLU - MT max gr.3	26572	2462	2273	39821	43632	
A2 - SLU - ML max gr.3	24907	2580	833	13666	49926	
A2 - SLU - Vento ponte scarico	20570	342	1483	24494	6783	
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	20151	1520	2520	44570	25049	
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	19552	1520	2890	51628	26271	
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	17887	1639	1087	18494	32565	
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	20151	2462	2088	36325	41473	
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	19552	2462	2273	39821	42696	
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	17887	2580	833	13666	48990	
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	13550	342	1483	24494	5847	
A1 - SLU - N max gr.1	34050	1829	2981	52523	31247	
A1 - SLU - MT max gr.1	33355	1829	3410	60710	32666	
A1 - SLU - ML max gr.1	31424	1965	1326	22392	39956	
A1 - SLU - N max gr.3	34050	2922	2481	42959	50327	
A1 - SLU - MT max gr.3	33355	2922	2695	47014	51745	
A1 - SLU - ML max gr.3	31424	3059	1031	16791	59035	
A1 - SLU - Vento ponte scarico	26392	462	1778	29231	8974	
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	21207	1829	2981	52523	29850	
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	20513	1829	3410	60710	31268	
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	18581	1965	1326	22392	38559	
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	21207	2922	2481	42959	48929	
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	20513	2922	2695	47014	50347	
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	18581	3059	1031	16791	57638	
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	13550	342	1659	27502	5847	
SLE rara - N max gr.1	24231	1285	2051	36060	21928	
SLE rara - MT max gr.1	23752	1285	2347	41706	22906	
SLE rara - ML max gr.1	22420	1376	938	15783	27890	
SLE rara - N max gr.3	24231	2038	1706	29463	35068	
SLE rara - MT max gr.3	23752	2038	1854	32260	36046	
SLE rara - ML max gr.3	22420	2129	735	11921	41030	
SLE rara - Vento ponte scarico	18950	342	1220	19981	6567	
SLE freq. - N max gr.1	23174	1096	1046	18145	18856	
SLE freq. - MT max gr.1	22791	1096	1283	22662	19639	
SLE freq. - ML max gr.1	21726	1096	819	13615	22605	
SLE freq. - N max gr.3	23174	1699	770	12868	29368	
SLE freq. - MT max gr.3	22791	1699	888	15106	30150	
SLE freq. - ML max gr.3	21726	1699	656	10524	33117	
SLE freq. - Vento ponte scarico	18950	342	724	11663	6567	
SLE quasi permanente	18950	342	342	4940	6567	
q = 1,5	SLV - N max	21894	2569	2265	37891	44289
q = 1,5	SLV - MT max gr.1	20476	2569	6798	113967	44485
q = 1,5	SLV - ML max gr.1	20210	7374	2208	36759	125707
q = 1,5	SLV - MT max gr.3	19344	2569	6798	113967	44485
q = 1,5	SLV - ML max gr.3	19077	7374	2208	36759	125707
q = 1,5	SLV - N min	18118	2569	2265	37891	44289
q = 1,36	SLV - N max	21894	2781	2462	41136	47840
q = 1,36	SLV - MT max gr.1	20476	2781	7456	124940	48035
q = 1,36	SLV - ML max gr.1	20210	8081	2405	40065	137542
q = 1,36	SLV - MT max gr.3	19344	2781	7456	124940	48035
q = 1,36	SLV - ML max gr.3	19077	8081	2405	40065	137542
q = 1,36	SLV - N min	18118	2781	2462	41136	47840
q = 1	SLV - N max	21894	3599	3223	53951	61535
q = 1	SLV - MT max gr.1	20476	3599	9994	167500	61730
q = 1	SLV - ML max gr.1	20210	10806	3167	52818	183193
q = 1	SLV - MT max gr.3	19344	3599	9994	167500	61730
q = 1	SLV - ML max gr.3	19077	10806	3167	52818	183193
q = 1	SLV - N min	18118	3599	3223	53951	61535

Tabella 3 – Sollecitazioni della base della pila

#### 4.7.1 Plinto di fondazione

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE					
	Nz	Tx	Ty	Mx	My
A2 - SLU - N max gr.1	55885	1520	2520	52129	30546
A2 - SLU - MT max gr.1	55287	1520	2890	60296	31768
A2 - SLU - ML max gr.1	53622	1639	1087	21754	38418
A2 - SLU - N max gr.3	55885	2462	2088	42590	49795
A2 - SLU - MT max gr.3	55287	2462	2273	46641	51017
A2 - SLU - ML max gr.3	53622	2580	833	16164	57666
A2 - SLU - Vento ponte scarico	49284	342	1483	28943	7809
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	35001	1520	2520	52129	29610
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	34402	1520	2890	60296	30832
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	32737	1639	1087	21754	37482
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	35001	2462	2088	42590	48859
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	34402	2462	2273	46641	50081
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	32737	2580	833	16164	56730
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	28400	342	1483	28943	6873
A1 - SLU - N max gr.1	70095	1829	2981	61466	36733
A1 - SLU - MT max gr.1	69400	1829	3410	70940	38152
A1 - SLU - ML max gr.1	67469	1965	1326	26368	45852
A1 - SLU - N max gr.3	70095	2922	2481	50401	59093
A1 - SLU - MT max gr.3	69400	2922	2695	55100	60511
A1 - SLU - ML max gr.3	67469	3059	1031	19884	68211
A1 - SLU - Vento ponte scarico	62437	462	1778	34566	10359
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	36057	1829	2981	61466	35336
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	35363	1829	3410	70940	36754
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	33431	1965	1326	26368	44455
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	36057	2922	2481	50401	57695
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	35363	2922	2695	55100	59113
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	33431	3059	1031	19884	66814
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	28400	342	1659	32478	6873
SLE rara - N max gr.1	49746	1285	2051	42212	25783
SLE rara - MT max gr.1	49267	1285	2347	48746	26761
SLE rara - ML max gr.1	47935	1376	938	18596	32018
SLE rara - N max gr.3	49746	2038	1706	34581	41181
SLE rara - MT max gr.3	49267	2038	1854	37822	42159
SLE rara - ML max gr.3	47935	2129	735	14125	47417
SLE rara - Vento ponte scarico	44465	342	1220	23641	7593
SLE freq. - N max gr.1	48689	1096	1046	21282	22145
SLE freq. - MT max gr.1	48306	1096	1283	26509	22927
SLE freq. - ML max gr.1	47241	1096	819	16070	25893
SLE freq. - N max gr.3	48689	1699	770	15177	34464
SLE freq. - MT max gr.3	48306	1699	888	17770	35246
SLE freq. - ML max gr.3	47241	1699	656	12493	38213
SLE freq. - Vento ponte scarico	44465	342	724	13835	7593
SLE quasi permanente	44465	342	342	5966	7593
SLV - N max	50226	3553	3248	46160	53472
SLV - MT max gr.1	46837	3553	10077	139279	53668
SLV - ML max gr.1	46570	10653	3191	44857	152747
SLV - MT max gr.3	44014	3553	10077	139279	53668
SLV - ML max gr.3	43747	10653	3191	44857	152747
SLV - N min	40816	3553	3248	46160	53472
SLV - N max	50226	3765	3446	49997	57659
SLV - MT max gr.1	46837	3765	10735	152227	57855
SLV - ML max gr.1	46570	11360	3389	48756	166702
SLV - MT max gr.3	44014	3765	10735	152227	57855
SLV - ML max gr.3	43747	11360	3389	48756	166702
SLV - N min	40816	3765	3446	49997	57659
SLV - N max	50226	4583	4207	65096	73807
SLV - MT max gr.1	46837	4583	13273	202400	74003
SLV - ML max gr.1	46570	14085	4150	63793	220529
SLV - MT max gr.3	44014	4583	13273	202400	74003
SLV - ML max gr.3	43747	14085	4150	63793	220529
SLV - N min	40816	4583	4207	65096	73807

Tabella 4 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

#### 4.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

<b>SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA</b>								
C.C.	N	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	N <sub>max/palo</sub>	N <sub>min/palo</sub>	T <sub>/palo</sub>
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
AI - SLU - N max gr.1	70095	1829	2981	61466	36733	8228	3455	291
AI - SLU - MT max gr.1	69400	1829	3410	70940	38152	8420	3147	322
AI - SLU - ML max gr.1	67469	1965	1326	26368	45852	7482	3763	198
AI - SLU - N max gr.3	70095	2922	2481	50401	59093	8603	3080	319
AI - SLU - MT max gr.3	69400	2922	2695	55100	60511	8689	2878	331
AI - SLU - ML max gr.3	67469	3059	1031	19884	68211	7959	3286	269
AI - SLU - Vento ponte scarico	62437	462	1778	34566	10359	6259	4147	153
AI - SLU Gmin - N max gr.1	36057	1829	2981	61466	35336	5352	657	291
AI - SLU Gmin - MT max gr.1	35363	1829	3410	70940	36754	5544	349	322
AI - SLU Gmin - ML max gr.1	33431	1965	1326	26368	44455	4607	965	198
AI - SLU Gmin - N max gr.3	36057	2922	2481	50401	57695	5727	282	319
AI - SLU Gmin - MT max gr.3	35363	2922	2695	55100	59113	5813	80	331
AI - SLU Gmin - ML max gr.3	33431	3059	1031	19884	66814	5084	488	269
AI - SLU Gmin - Vento ponte scarico	28400	342	1659	32478	6873	3279	1454	141
						8689	80	331

Tabella 5 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

<b>SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA</b>								
C.C.	N	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	N <sub>max/palo</sub>	N <sub>min/palo</sub>	T <sub>/palo</sub>
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV - N max	50226	3765	3446	49997	57659	6898	1473	425
SLV - MT max gr.1	46837	3765	10735	152227	57855	8893	-1087	948
SLV - ML max gr.1	46570	11360	3389	48756	166702	9595	-1833	988
SLV - MT max gr.3	44014	3765	10735	152227	57855	8658	-1322	948
SLV - ML max gr.3	43747	11360	3389	48756	166702	9360	-2068	988
SLV - N min	40816	3765	3446	49997	57659	6114	689	425
						9595	-2068	988

Tabella 6 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV q=1.36

<b>SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA</b>								
C.C.	N	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	N <sub>max/palo</sub>	N <sub>min/palo</sub>	T <sub>/palo</sub>
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV - N max	50226	4583	4207	65096	73807	7682	689	518
SLV - MT max gr.1	46837	4583	13273	202400	74003	10456	-2650	1170
SLV - ML max gr.1	46570	14085	4150	63793	220529	11424	-3663	1224
SLV - MT max gr.3	44014	4583	13273	202400	74003	10221	-2886	1170
SLV - ML max gr.3	43747	14085	4150	63793	220529	11189	-3898	1224
SLV - N min	40816	4583	4207	65096	73807	6898	-95	518
						11424	-3898	1224

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV q=1



**SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA**

C.C. n°	N kN	T <sub>x</sub> kN	T <sub>y</sub> kN	M <sub>x</sub> kNm	M <sub>y</sub> kNm	N <sub>max/palo</sub> kN	N <sub>min/palo</sub> kN	T <sub>/palo</sub> kN
SLE rara - N max gr.1	49746	1285	2051	42212	25783	6806	2622	202
SLE rara - MT max gr.1	49267	1285	2347	48746	26761	7066	2458	223
SLE rara - ML max gr.1	47935	1376	938	18596	32018	5932	2558	139
SLE rara - N max gr.3	49746	2038	1706	34581	41181	7068	2154	221
SLE rara - MT max gr.3	49267	2038	1854	37822	42159	7195	2035	230
SLE rara - ML max gr.3	47935	2129	735	14125	47417	6321	2048	188
SLE rara - Vento ponte scarico	44465	342	1220	23641	7593	4942	3106	106
						7195	2035	230

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE

#### 4.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DELLA PILA							
			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A <sub>max</sub>	A2 - SLU - N max gr.1	27171	1520	2520	44570	25985
	Tx,A <sub>max</sub>	A2 - SLU - ML max gr.3	24907	2580	833	13666	49926
	Ty,A <sub>max</sub>	A2 - SLU - MT max gr.1	26572	1520	2890	51628	27207
	Mxx <sub>max</sub>	A2 - SLU - MT max gr.1	26572	1520	2890	51628	27207
	Myy <sub>max</sub>	A2 - SLU - ML max gr.3	24907	2580	833	13666	49926
SLU STR	Nz,A <sub>max</sub>	A1 - SLU - N max gr.1	34050	1829	2981	52523	31247
	Tx,A <sub>max</sub>	A1 - SLU - ML max gr.3	31424	3059	1031	16791	59035
	Ty,A <sub>max</sub>	A1 - SLU - MT max gr.1	33355	1829	3410	60710	32666
	Mxx <sub>max</sub>	A1 - SLU - MT max gr.1	33355	1829	3410	60710	32666
	Myy <sub>max</sub>	A1 - SLU - ML max gr.3	31424	3059	1031	16791	59035
SLE RARA	Nz,A <sub>max</sub>	SLE rara - N max gr.1	24231	1285	2051	36060	21928
	Tx,A <sub>max</sub>	SLE rara - ML max gr.3	22420	2129	735	11921	41030
	Ty,A <sub>max</sub>	SLE rara - MT max gr.1	23752	1285	2347	41706	22906
	Mxx <sub>max</sub>	SLE rara - MT max gr.1	23752	1285	2347	41706	22906
	Myy <sub>max</sub>	SLE rara - ML max gr.3	22420	2129	735	11921	41030
SLE FREQUENTE	Nz,A <sub>max</sub>	SLE freq.- N max gr.1	23174	1096	1046	18145	18856
	Tx,A <sub>max</sub>	SLE freq.- N max gr.3	23174	1699	770	12868	29368
	Ty,A <sub>max</sub>	SLE freq.- MT max gr.1	22791	1096	1283	22662	19639
	Mxx <sub>max</sub>	SLE freq.- MT max gr.1	22791	1096	1283	22662	19639
	Myy <sub>max</sub>	SLE freq.- ML max gr.3	21726	1699	656	10524	33117
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	18950	342	342	4940	6567
SLV q=1.5	Nz,A <sub>max</sub>	SLV - N max	21894	2569	2265	37891	44289
	Tx,A <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	20210	7374	2208	36759	125707
	Ty,A <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	20476	2569	6798	113967	44485
	Mxx <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	20476	2569	6798	113967	44485
	Myy <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.3	19077	7374	2208	36759	125707
SLV q=1.36	Nz,A <sub>max</sub>	SLV - N max	21894	2781	2462	41136	47840
	Tx,A <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	20210	8081	2405	40065	137542
	Ty,A <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	20476	2781	7456	124940	48035
	Mxx <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	20476	2781	7456	124940	48035
	Myy <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	20210	8081	2405	40065	137542
SLV q=1	Nz,A <sub>max</sub>	SLV - N max	21894	3599	3223	53951	61535
	Tx,A <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	20210	10806	3167	52818	183193
	Ty,A <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	20476	3599	9994	167500	61730
	Mxx <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	20476	3599	9994	167500	61730
	Myy <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	20210	10806	3167	52818	183193

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE							
			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A <sub>max</sub>	A2 - SLU - N max gr.1	55885	1520	2520	52129	30546
	Tx,A <sub>max</sub>	A2 - SLU - ML max gr.3	53622	2580	833	16164	57666
	Ty,A <sub>max</sub>	A2 - SLU - MT max gr.1	55287	1520	2890	60296	31768
	Mxx <sub>max</sub>	A2 - SLU - MT max gr.1	55287	1520	2890	60296	31768
	Myy <sub>max</sub>	A2 - SLU - ML max gr.3	53622	2580	833	16164	57666
SLU STR	Nz,A <sub>max</sub>	A1 - SLU - N max gr.1	70095	1829	2981	61466	36733
	Tx,A <sub>max</sub>	A1 - SLU - ML max gr.3	67469	3059	1031	19884	68211
	Ty,A <sub>max</sub>	A1 - SLU - MT max gr.1	69400	1829	3410	70940	38152
	Mxx <sub>max</sub>	A1 - SLU - MT max gr.1	69400	1829	3410	70940	38152
	Myy <sub>max</sub>	A1 - SLU - ML max gr.3	67469	3059	1031	19884	68211
SLE RARA	Nz,A <sub>max</sub>	SLE rara - N max gr.1	49746	1285	2051	42212	25783
	Tx,A <sub>max</sub>	SLE rara - ML max gr.3	47935	2129	735	14125	47417
	Ty,A <sub>max</sub>	SLE rara - MT max gr.1	49267	1285	2347	48746	26761
	Mxx <sub>max</sub>	SLE rara - MT max gr.1	49267	1285	2347	48746	26761
	Myy <sub>max</sub>	SLE rara - ML max gr.3	47935	2129	735	14125	47417
SLE FREQUENTE	Nz,A <sub>max</sub>	SLE freq.- N max gr.1	48689	1096	1046	21282	22145
	Tx,A <sub>max</sub>	SLE freq.- N max gr.3	48689	1699	770	15177	34464
	Ty,A <sub>max</sub>	SLE freq.- MT max gr.1	48306	1096	1283	26509	22927
	Mxx <sub>max</sub>	SLE freq.- MT max gr.1	48306	1096	1283	26509	22927
	Myy <sub>max</sub>	SLE freq.- ML max gr.3	47241	1699	656	12493	38213
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	44465	342	342	5966	7593
SLV q=1.5	Nz,A <sub>max</sub>	SLV - N max	50226	3553	3248	46160	53472
	Tx,A <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	46570	10653	3191	44857	152747
	Ty,A <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	46837	3553	10077	139279	53668
	Mxx <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	46837	3553	10077	139279	53668
	Myy <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	46570	10653	3191	44857	152747
SLV q=1.36	Nz,A <sub>max</sub>	SLV - N max	50226	3765	3446	49997	57659
	Tx,A <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	46570	11360	3389	48756	166702
	Ty,A <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	46837	3765	10735	152227	57855
	Mxx <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	46837	3765	10735	152227	57855
	Myy <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	46570	11360	3389	48756	166702
SLV q=1	Nz,A <sub>max</sub>	SLV - N max	50226	4583	4207	65096	73807
	Tx,A <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	46570	14085	4150	63793	220529
	Ty,A <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	46837	4583	13273	202400	74003
	Mxx <sub>max</sub>	SLV - MT max gr.1	46837	4583	13273	202400	74003
	Myy <sub>max</sub>	SLV - ML max gr.1	46570	14085	4150	63793	220529

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	36 di 50

#### 4.9.1 Pila

Taglio di progetto:

Direzione		Long.(Myy,Tx)	Trasv.(Mxx,Ty)	
Altezza pila	H	16.8	16.8	m
Fattore di struttura		1.5	1.5	
Fattore di sovrarresistenza (eq. 7.9.7)	$\gamma_{Rd}$	1	1	
Fattore di sovrarresistenza filtrato (eq. 7.9.7)	$\gamma_{Rd}$	1	1	
Taglio agente (q=1)	V	10806	9994	kN
Momento agente (q=1)	M	183193	167500	kN*m
Taglio agente (con q)	VEd	7374	6798	kN
Momento agente (con q)	MEd	125707	113967	kN*m
Momento Resistente	MRd	140070	136244	kN*m
Rapporto di sovrarresistenza	MRd/MEd	1.11	1.20	
Tipo sezione (EC8-2; eq. 6.11)		CRITICA	CRITICA	
Angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	45	
Limite superiore Vgr	Vgr.max= V	10806	9994	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (eq. 7.9.12)	Vgr	8217	8127	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza filtrato (eq. 7.9.12)	Vgr	<b>8217</b>	<b>8127</b>	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq. 7.9.10)	$\gamma_{Bd}$	1	1.00	
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio filtrato (eq. 7.9.10)	$\gamma_{Bd}$	<b>1</b>	<b>1.00</b>	
<b>Riassumendo</b>				
Taglio di calcolo	Vgr	<b>8217</b>	<b>8127</b>	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq. 7.9.10)	$\gamma_{Bd}$	1.00	1.00	
Angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	45	

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	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	

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	37 di 50

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

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

**DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE**

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	210.0	120	30
2	0.0	0.0	200.0	120	30

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe: 10 mm  
Passo staffe: 2.6 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

**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	34049.53	31247.45	52523.24	0.00	0.00
2	31423.58	59035.13	16790.71	0.00	0.00
3	33354.98	32665.55	60709.65	0.00	0.00
4	33354.98	32665.55	60709.65	0.00	0.00
5	31423.58	59035.13	16790.71	0.00	0.00
6	21893.89	44289.06	37891.14	0.00	0.00
7	20210.09	125706.66	36758.50	8217.00	0.00
8	20476.49	44484.66	113966.50	0.00	8127.00
9	20476.49	44484.66	113966.50	0.00	0.00
10	19077.29	125706.66	36758.50	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)

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	38 di 50

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
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	24231.00	36060.00	21928.00
2	22420.00	11921.00	41030.00
3	23752.00	41706.00	22906.00
4	23752.00	41706.00	22906.00
5	22420.00	11921.00	41030.00

**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	23174.00	18145.00 (53328.87)	18856.00 (55418.53)
2	23174.00	12868.00 (25322.08)	29368.00 (57791.33)
3	22791.00	22662.00 (49726.08)	19639.00 (43092.87)
4	22791.00	22662.00 (49726.08)	19639.00 (43092.87)
5	21726.00	10524.00 (17252.69)	33117.00 (54290.90)

**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	18950.00	4940.00 (0.00)	6567.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	13.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.0 cm
Copriferro netto minimo staffe:	12.5 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)

**RELAZIONE DI CALCOLO PILA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	39 di 50

As Totale Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	34049.53	31247.45	52523.24	34049.74	82643.58	138888.82	2.641696.5(477.1)	
2	S	31423.58	59035.13	16790.71	31423.58	152748.42	43425.66	2.591696.5(477.1)	
3	S	33354.98	32665.55	60709.65	33354.99	76226.36	141669.77	2.331696.5(477.1)	
4	S	33354.98	32665.55	60709.65	33354.99	76226.36	141669.77	2.331696.5(477.1)	
5	S	31423.58	59035.13	16790.71	31423.58	152748.42	43425.66	2.591696.5(477.1)	
6	S	21893.89	44289.06	37891.14	21894.09	112418.58	96179.39	2.541696.5(477.1)	
7	S	20210.09	125706.66	36758.50	20210.28	140070.40	40950.09	1.111696.5(477.1)	
8	S	20476.49	44484.66	113966.50	20476.75	53171.34	136244.85	1.201696.5(477.1)	
9	S	20476.49	44484.66	113966.50	20476.75	53171.34	136244.85	1.201696.5(477.1)	
10	S	19077.29	125706.66	36758.50	19077.27	138749.41	40571.14	1.101696.5(477.1)	

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	193.4	135.3	0.00310	181.9	105.0	-0.00805	-181.9	-105.0
2	0.00350	61.6	90.3	0.00309	54.4	202.8	-0.00833	-54.4	-202.8
3	0.00350	198.1	170.0	0.00310	187.1	95.3	-0.00812	-187.1	-95.3
4	0.00350	198.1	170.0	0.00310	187.1	95.3	-0.00812	-187.1	-95.3
5	0.00350	61.6	68.1	0.00309	54.4	202.8	-0.00833	-54.4	-202.8
6	0.00350	146.3	171.0	0.00305	140.5	156.1	-0.00952	-140.5	-156.1
7	0.00350	63.1	216.0	0.00304	54.4	202.8	-0.00976	-54.4	-202.8
8	0.00350	209.6	81.8	0.00304	196.1	75.3	-0.00972	-196.1	-75.3
9	0.00350	209.6	81.8	0.00304	196.1	75.3	-0.00972	-196.1	-75.3
10	0.00350	63.1	216.0	0.00304	54.4	202.8	-0.00992	-54.4	-202.8

**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	0.000022814	0.000013573	-0.002472925	----	----
2	0.000007443	0.000026170	-0.002621793	----	----
3	0.000023528	0.000012660	-0.002511507	----	----
4	0.000023528	0.000012660	-0.002511507	----	----
5	0.000007443	0.000026170	-0.002621793	----	----
6	0.000019466	0.000022753	-0.003237358	----	----
7	0.000008556	0.000029261	-0.003359355	----	----
8	0.000028319	0.000011054	-0.003339852	----	----
9	0.000028319	0.000011054	-0.003339852	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	40 di 50

10      0.000008663      0.000029625      -0.003444653      ----      ----

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe:                    10 mm  
Passo staffe:                    2.6 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver                    S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved                    Taglio di progetto [kN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd                    Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd                    Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
d | z                    Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
                          Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
                          I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw                    Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
                          E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg                    Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw                    Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast                    Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff                    Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
                          Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
                          L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
                          ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	0.00	69298.10	15386.52374.8	333.3	397.1	1.000	1.114	0.0	118.0(0.0)
2	S	0.00	68660.42	15483.29375.8	335.4	394.1	1.000	1.105	0.0	118.0(0.0)
3	S	0.00	69045.60	15423.61375.3	334.1	395.6	1.000	1.112	0.0	118.0(0.0)
4	S	0.00	69045.60	15423.61375.3	334.1	395.6	1.000	1.112	0.0	118.0(0.0)
5	S	0.00	68660.42	15483.29375.8	335.4	394.1	1.000	1.105	0.0	118.0(0.0)
6	S	0.00	66474.39	15816.18378.8	342.6	384.7	1.000	1.073	0.0	118.0(0.0)
7	S	7886.73	66084.82	15872.55379.3	343.8	383.1	1.000	1.068	58.6	118.0(0.0)
8	S	7570.71	66114.19	15862.81379.3	343.7	383.1	1.000	1.068	56.3	118.0(0.0)
9	S	0.00	66114.19	15862.81379.3	343.7	383.1	1.000	1.068	0.0	118.0(0.0)
10	S	0.00	65753.01	15917.90379.8	344.8	381.4	1.000	1.064	0.0	118.0(0.0)

**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	6.11	116.9	0.0	-71.7	-105.0	-181.9	12623	381.7
2	S	6.22	216.1	0.0	-81.3	-202.8	-54.4	13161	395.8
3	S	6.94	108.3	0.0	-95.8	-105.0	-181.9	13488	410.0
4	S	6.94	108.3	0.0	-95.8	-105.0	-181.9	13488	410.0
5	S	6.22	216.1	0.0	-81.3	-202.8	-54.4	13161	395.8

**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 fctm  
Ver.                    Esito della verifica  
e1                    Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata



**RELAZIONE DI CALCOLO PILA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	41 di 50

e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
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	= 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [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	-0.00039	0	0.500	30.0	135	0.00021 (0.00021)	628	0.135 (0.20)	46316.70	28165.07
2	S	-0.00044	0	0.500	30.0	135	0.00024 (0.00024)	629	0.153 (0.20)	14447.70	49726.47
3	S	-0.00051	0	0.500	30.0	135	0.00029 (0.00029)	627	0.180 (0.20)	44361.38	24364.40
4	S	-0.00051	0	0.500	30.0	135	0.00029 (0.00029)	627	0.180 (0.20)	44361.38	24364.40
5	S	-0.00044	0	0.500	30.0	135	0.00024 (0.00024)	629	0.153 (0.20)	14447.70	49726.47

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.80	162.1	0.0	-20.7	-148.5	-148.5	7803	254.5
2	S	4.61	206.1	0.0	-38.2	-191.8	-85.4	10679	325.2
3	S	4.32	147.4	0.0	-32.6	-140.5	-156.1	10119	311.0
4	S	4.32	147.4	0.0	-32.6	-140.5	-156.1	10119	311.0
5	S	5.01	214.4	0.0	-52.3	-199.7	-64.9	12002	367.6

**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	-0.00012	0	0.500	30.0	135	0.00006 (0.00006)	615	0.038 (0.20)	53328.87	55418.53
2	S	-0.00021	0	0.500	30.0	135	0.00011 (0.00011)	627	0.072 (0.20)	25322.08	57791.33
3	S	-0.00018	0	0.500	30.0	135	0.00010 (0.00010)	625	0.061 (0.20)	49726.08	43092.87
4	S	-0.00018	0	0.500	30.0	135	0.00010 (0.00010)	625	0.061 (0.20)	49726.08	43092.87
5	S	-0.00028	0	0.500	30.0	135	0.00016 (0.00016)	626	0.098 (0.20)	17252.69	54290.90

**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	1.75	179.8	0.0	5.2	-169.9	-123.4	----	----

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

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

#### 4.9.2 Zattera di fondazione

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

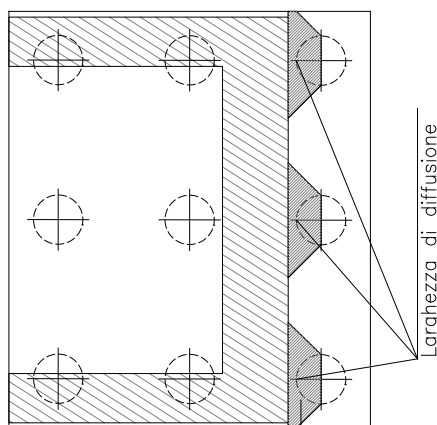
$$N_{\max} = 8689 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$N_{\max} = 9595 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

$$T_{\max} = 988 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

Il plinto fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo esterno della pila, mediante una diffusione a  $45^\circ$  a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a  $0.2 d_p$  (con  $d_p$  altezza utile della sezione del plinto).

La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.



**Figura 1 – Diffusione delle azioni dal palo alla pila**

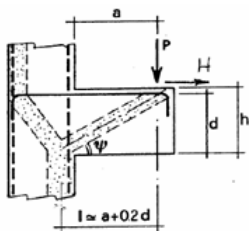
Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 617 del 02-02-09.

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	43 di 50

**VERIFICA MENSOLE TOZZE - MECCANISMO TIRANTE PUNTOE secondo Circ 617-09/ C4.1.2.1.5**

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTOE.



**P,H : Carichi Esterni di Progetto ( $P_{Fn}, H_{Fn}$ )**

**Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica**

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \geq 1 / (0,9d)$$

**Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa**

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

**CONDIZIONI DI VERIFICA**

- 1  $P_R \geq P_{Ed}$
- 2  $P_{Rc} \geq P_{Rs}$

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	44 di 50

**Dati di progetto**

$b(m) =$	<b>5.30</b>	m	dimensione trasversale verifica
$P_{Ed} (KN) =$	<b>9595.00</b>	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	<b>988.00</b>	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
$a(m) =$	<b>5.80</b>	m	distanza P da incastro
$h(m) =$	<b>3.00</b>	m	spessore mensola
$\delta(m) =$	<b>0.10</b>	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
$d(m) =$	<b>2.90</b>	m	altezza utile
$l(m) =$	<b>6.38</b>	m	$a+0,2d$
$\lambda =$	<b>2.44</b>		$\lambda=ctg\psi \leq l/(0,9d)$

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

$c(m) =$  **1.00**

**Caratteristiche Materiali**

$f_{cd} =$	<b>14.1</b>	MPa	Calcestruzzo
$f_{yd} =$	<b>391.0</b>	MPa	Acciaio

**Caratteristiche Armature di Progetto**

<b>Registro tipo</b>	<b>R1</b>				
$n^{\circ} R1 =$	<b>1</b>	$\phi 1(mm) =$	<b>24.0</b>	$p1(cm) =$	<b>10.0</b>
$A_{\phi i} (mm^2) =$	<b>452.39</b>	$nb \text{ tot } 1 =$	<b>53.0</b>	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	<b>23976.61</b>
				$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	<b>23976.61</b>
<b>Registro tipo</b>	<b>R2</b>				
$n^{\circ} R2 =$	<b>1</b>	$\phi 2(mm) =$	<b>24.0</b>	$p2(cm) =$	<b>10.0</b>
$A_{\phi i} (mm^2) =$	<b>452.39</b>	$nb \text{ tot } 2 =$	<b>53.0</b>	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	<b>23976.61</b>
				$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	<b>23976.61</b>
<b>Registro tipo</b>	<b>R3</b>				
$n^{\circ} R3 =$	<b>1</b>	$\phi 3(mm) =$	<b>24.0</b>	$p3(cm) =$	<b>10.0</b>
$A_{\phi i} (mm^2) =$	<b>452.39</b>	$nb \text{ tot } 3 =$	<b>53.0</b>	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	<b>23976.61</b>
				$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	<b>23976.61</b>

**Verifiche di resistenza**

$\Psi =$   rad =  °

$P_{RS} =$   KN

$P_{RC} =$   KN

### 4.9.3 Palo di fondazione $L=39.0m$

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 3.1 \text{ (vedi relazione geotecnica)}$$

$$N_{\max} = 11424 \text{ kN} \quad T = 1224 \text{ kN} \quad M = 1224 * 3.1 = 3794 \text{ kNm}$$

$$N_{\min} = -3898 \text{ kN} \quad T = 1224 \text{ kN} \quad M = 1224 * 3.1 = 3794 \text{ kNm}$$

$$N = -3898 \text{ kN} \quad T = 1224 \text{ kN} \quad M_{\max} = 1224 * 3.1 = 3794 \text{ kNm}$$

*Caratteristiche della sezione:*

*Sezione circolare  $\varnothing 150 \text{ cm}$*

$$A_s = 30+30 \phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/15$$

La lunghezza del palo è pari a  $L = 39.00m$

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	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
	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

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	46 di 50

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

**DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE**

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	65.0	30	26
2	0.0	0.0	59.0	30	26

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe: 14 mm  
Passo staffe: 15.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

**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	8689.00	1026.00	0.00	331.00	0.00
2	80.00	1026.00	0.00	331.00	0.00
3	11424.00	3794.00	0.00	1224.00	0.00
4	-3898.00	3794.00	0.00	1224.00	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	7195.00	713.00	0.00
2	2035.00	713.00	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	47 di 50

**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	6049.00	496.00 (2217.96)	0.00 (0.00)
2	2353.00	496.00 (28725.55)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.3 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	8689.00	1026.00	0.00	8688.93	8144.71	0.00	7.94	318.6(53.0)
2	S	80.00	1026.00	0.00	80.20	6432.40	0.00	6.27	318.6(53.0)
3	S	11424.00	3794.00	0.00	11423.82	8170.76	0.00	2.15	318.6(53.0)
4	S	-3898.00	3794.00	0.00	-3898.13	4826.26	0.00	1.27	318.6(53.0)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	75.0	0.00302	0.0	65.0	-0.00328	0.0	-65.0
2	0.00350	0.0	75.0	0.00270	0.0	65.0	-0.00772	0.0	-65.0
3	0.00350	0.0	75.0	0.00307	0.0	65.0	-0.00255	0.0	-65.0
4	0.00350	0.0	75.0	0.00236	0.0	65.0	-0.01242	0.0	-65.0

RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	48 di 50

**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	0.000048446	-0.000133468	----	----
2	0.000000000	0.000080126	-0.002509430	----	----
3	0.000000000	0.000043194	0.000260473	----	----
4	0.000000000	0.000113693	-0.005026995	----	----

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe:                    14 mm  
Passo staffe:                    15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver                    S = comb. verificata / N = comb. non verificata  
Ved                    Taglio di progetto [kN] = proiez. di  $V_x$  e  $V_y$  sulla normale all'asse neutro  
Vcd                    Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd                    Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
d | z                    Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
                          Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
                          I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw                    Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
                          E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg                    Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw                    Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast                    Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff                    Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
                          Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
                          L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L=lungh.legat.proietta-$   
                          sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	331.00	3907.69	3590.47117.3]	93.7	136.6	2.500	1.250	3.6	39.2(0.0)
2	S	331.00	3429.87	4080.13120.1]	106.5	131.5	2.500	1.003	3.2	39.2(0.0)
3	S	1224.00	3746.82	3469.63117.3]	90.6	135.5	2.500	1.250	13.8	39.2(0.0)
4	S	1224.00	3355.77	4384.93124.5]	114.5	120.1	2.500	1.000	10.9	39.2(0.0)

**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	4.78	0.0	0.0	27.7	0.0	-65.0	----	----
2	S	2.59	0.0	0.0	-9.9	0.0	-65.0	678	15.9

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



RELAZIONE DI CALCOLO PILA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 CL	VI 07 05 002	A	49 di 50

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 unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 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	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
$\emptyset$	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	$\emptyset$	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00048	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	2269.23	0.00
2	S	-0.00007	0	0.500	26.0	87	0.00003 (0.00003)	484	0.014 (0.20)	2749.99	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.79	0.0	0.0	26.2	0.0	-65.0	----	----
2	S	2.14	0.0	0.0	1.5	0.0	-65.0	0	0.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	$\emptyset$	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00049	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	2217.96	0.00
2	S	0.00000	0	0.500	26.0	87	0.00003 (0.00003)	0	0.002 (0.20)	28725.55	0.00

## 5 SINTESI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE

Nel presente paragrafo si riporta una sintesi in forma tabellare delle sollecitazioni massime sui pali e delle verifiche geotecniche per il viadotto in oggetto, con relativi coefficienti di sicurezza.

Per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche relazioni delle fondazioni.

PALI					SOLLECITAZIONI										
viadot to	spalla pila	D[m m]	npali[ -]	Lpalo [m]	SFORZO NORMALE SLU/SLV		SFORZO NORMALE SLE		TAGLI E MOMENTI						
					Nmax,c [kN]	Nmin[k N]	Nmax, SLE,rara [kN]	Nmax, SLE,FREQ [kN]	senza scalzamento			con scalzamento			
									Tmax [kN]	alfa [m]	Mmax	Tmax [kN]	alfa [m]	Mmax	
VI07	spalla 1	1500	9	31.0	6692	-	4752		855	3.1	2651	-	-	-	
VI07	spalla 2	1500	9	39.0	9741	-369	6823	6410	1895	3.1	5875	1184	3.1		
VI07	Pila 1	1500	9	32.0	7587	-1206	5170		1245	3.1	3860	-	-	-	
VI07	Pila 2	1500	12	39.0	9595	-2068	7195	6049	1224	3.1	3794	160	3.1		

VERIFICHE GEOTECNICHE						
Carico limite orizzontale		Capacità portante palo				
		COMPRESSIONE			TRAZIONE	
Hd[kN]	FS	Qd [kN]	Qd [kN], SCALZ	FS	Qd,trazione [kN]	
856	1.00	7251	-	1.08	-	-
1999.98	1.06	10604	10264	1.05	8684	23.53
1286.9	1.03	8218	-	1.08	6573	5.45
1233.9	1.01	10591	10102	1.05	8622	4.17