

**S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ  
LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA  
DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CA22

PROGETTAZIONE: ANAS – DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

**PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. M. RASIMELLI  
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A632

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

Ing. D. BONADIES	Ing. M. PROCACCI
Ing. P. LOSPENNATO	Ing. R. CERQUIGLINI
Ing. S. PELLEGRINI	Ing. M. CARAFFINI
Ing. A. POLLI	Geom. M. BINAGLIA
Ing. M. MARELLI	
Ing. A. LUCIA	

**IL RESPONSABILE DEL S.I.A.**

Arch. E. RASIMELLI

**IL GEOLOGO**

Dott. S. PIAZZOLI

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

Ing. L. IOVINE

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

Ing. F. RUGGIERI

PROTOCOLLO

DATA:

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**



MANDATARIA



**PINI SWISS ENGINEERS SA**  
Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



**PINI SWISS ENGINEERS Srl**  
Via Cavour, 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

**OPERE D'ARTE MAGGIORI  
Opere d'arte maggiori – Viadotto VI02  
Relazione di calcolo pila tipo**

CODICE PROGETTO

NOME FILE T00\_VI02\_STR\_RE03\_A

REVISIONE

PAG.

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

D P C A 2 2

D

2 0 0 2

CODICE ELAB.

T 0 0

V I 0 2

S T R

R E 0 3

A

1 di 59

D					
C					
B					
A	PRIMA EMISSIONE	AGOSTO 2020	MARELLI	POLLI	RASIMELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 2 di 59</p>
---	---

## INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	OGGETTO E SCOPO	3
1.2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3	MATERIALI	6
3.1	VERIFICA S.L.E.	7
3.1.1	Verifiche alle tensioni	7
3.1.2	Verifiche a fessurazione	7
4	ANALISI E VERIFICHE PILA	9
4.1	GENERALITÀ	9
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE PILE	9
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	9
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA	13
4.5	GEOMETRIA DELLA PILA	14
4.6	ANALISI DEI CARICHI	15
4.6.1	Peso proprio elementi strutturali	15
4.6.2	Carichi trasmessi dall'impalcato	16
4.6.3	Azione del Vento	17
4.6.4	Carichi da traffico verticali	19
4.6.5	Carichi da traffico orizzontali	20
4.6.6	Azione sismica	21
4.6.7	Analisi Dinamica Lineare	24
4.6.8	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali	28
4.7	SOLLECITAZIONI	30
4.7.1	Base pila	30
4.7.2	Plinto di fondazione	32
4.7.3	Pali di fondazione	33
4.8	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	40
4.8.1	Pila	40
4.8.2	Zattera di fondazione	50
4.8.3	Palo di fondazione	52

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 3 di 59</p>
---	---

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 OGGETTO E SCOPO

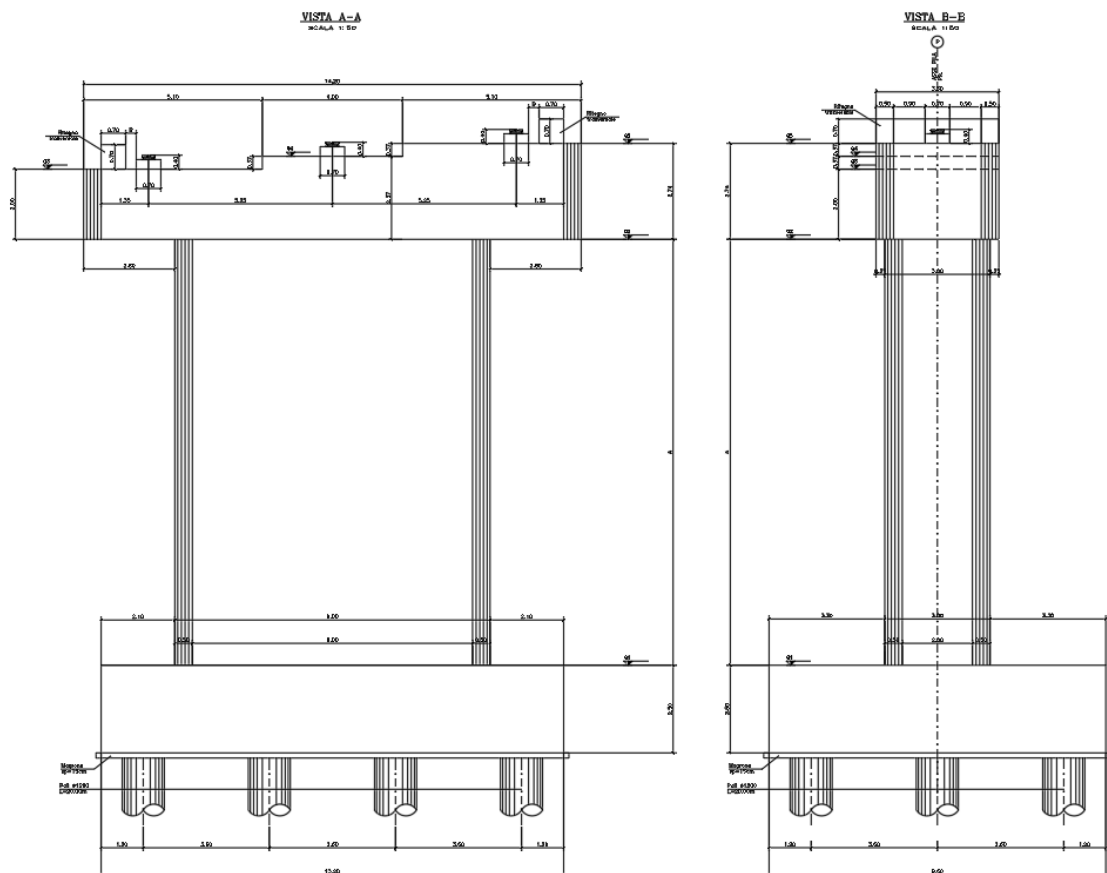
La presente relazione ha per oggetto la variante della SS389 nel tratto tra Villagrande Strisaili e Arzana, a due corsie (categoria C ex DM 05.11.2001) per una lunghezza di circa 6 km. La variante si sviluppa nell'ambito del corridoio già interessato dalla statale esistente, e prevede la realizzazione di diversi viadotti, gallerie artificiali ed opere di sostegno, oltre a svincoli di allaccio alla statale esistente.

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 VI02. In particolare si tratterà la pila 1 data la maggiore massa afferente.

### 1.2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto è suddiviso in 5 campate da 60, 60, 45, 45 e 45 m di luce; l'impalcato continuo è costituito da un sistema misto acciaio-calcestruzzo composto da 3 travi in carpenteria metallica e soletta superiore in c.a. collaborante.

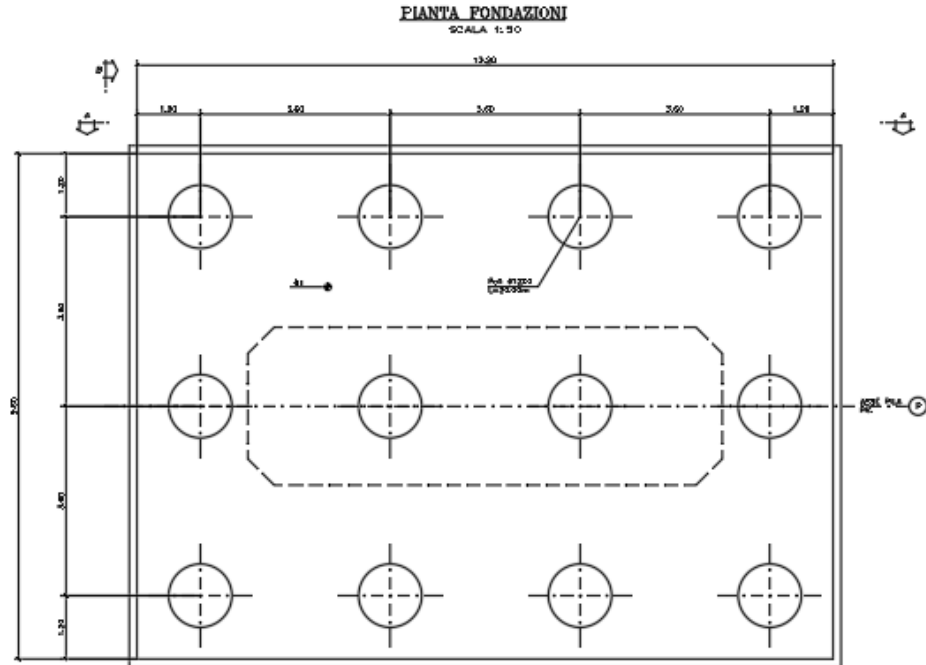
Pile e spalle saranno realizzate in c.a. gettato in opera e fondate su pali di grande diametro.



ANAS S.p.A.

S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ  
LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA  
DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389  
**Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo**

File:  
T00\_VI02\_STR\_RE\_O3\_A  
Data: Agosto 2020  
Pag. 4 di 59



*Figura 1.1. Sezione trasversale e pianta*

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI          LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA          DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389  <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:          T00_VI02_STR_RE_O3_A          Data: Agosto 2020          Pag. 5 di 59</p>
---	---

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- UNI EN 206-1:2006 Parte 1: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- EUROCODICE 7: progettazione geotecnica
- Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 6 di 59</p>
---	---

### 3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

#### Calcestruzzo per fondazioni e pali

<p>CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE - C25/30 (CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE XC2 SECONDO UNI EN 206-1)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIMENSIONE MASSIMA DELL'AGGREGATO <math>D_{max} = 32</math> mm;</li> <li>- RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MASSIMO 0.60, DA MISURARSI SECONDO UNI 206-1 CON PRELIEVI EFFETTUATI IMMEDIATAMENTE PRIMA DEL GETTO;</li> <li>- CEMENTO TIPO II, UNI 197-1 CLASSE 32.5</li> <li>- DOSAGGIO MINIMO 300 kg/mc</li> <li>- CONSISTENZA S4, SECONDO UNI EN 206-1;</li> <li>- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMB. XC2 SECONDO EN 206-1</li> <li>- COPRIFERRO MINIMO: 45 mm; PALI 75 mm;</li> <li>- CLASSE DI CONTENUTI IN CLORURI CI 0.20 SECONDO UNI EN 206-1</li> </ul>

#### Calcestruzzo elevazione

<p>CALCESTRUZZO PER PILE E SPALLE - C32/40 (CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE XC4 SECONDO UNI EN 206-1)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIMENSIONE MASSIMA DELL'AGGREGATO <math>D_{max} = 22</math> mm;</li> <li>- RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MASSIMO 0.50, DA MISURARSI SECONDO UNI 206-1 CON PRELIEVI EFFETTUATI IMMEDIATAMENTE PRIMA DEL GETTO;</li> <li>- CEMENTO TIPO II, UNI 197-1 CLASSE 42.5 - DOSAGGIO MINIMO 340 kg/mc</li> <li>- CONSISTENZA S3, SECONDO UNI EN 206-1;</li> <li>- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMB. XC4 SECONDO EN 206-1</li> <li>- COPRIFERRO MINIMO 40 mm;</li> <li>- CLASSE DI CONTENUTI IN CLORURI CI 0.20 SECONDO UNI EN 206-1</li> </ul>

#### Acciaio per armature

<p>ACCIAIO PER ARMATURE - B450C TRAFILATO IN BARRE TONDE <math>5 \leq \varnothing \leq 40</math> AD ADERENZA MIGLIORATA (CONFORME D.M. 17.01.2018)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- TENSIONE CARATTERISTICA DI SNERVAMENTO <math>f_{yk} &gt; 450</math> N/mm<sup>2</sup></li> <li>- TENSIONE CARATTERISTICA DI ROTTURA <math>f_{tk} &gt; 540</math> N/mm<sup>2</sup></li> <li>- ALLUNGAMENTO <math>(A_{gt})_k &gt; 7.5\%</math></li> </ul>

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 7 di 59</p>
---	---

### 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 attesa, secondo quanto di seguito specificato

#### 3.1.1 Verifiche alle tensioni

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

##### 4.1.2.2.5.1 Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_{c,max}$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} \leq 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica} \quad [4.1.15]$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.} \quad [4.1.16]$$

##### 4.1.2.2.5.2 Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

La tensione massima,  $\sigma_{s,max}$ , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} \leq 0,8 f_{yk} \quad [4.1.17]$$

#### 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:

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	$\leq w_3$
		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:

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 8 di 59</p>
--	--

w2= 0.3 mm

w3= 0.4 mm

Si adotterà pertanto:

- Condizioni ambientali ordinarie per gli elementi di fondazione
- Condizioni ambientali aggressive per gli elementi in elevazione

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. 7/19.



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 9 di 59</p>
---	---

## 4 ANALISI E VERIFICHE PILA

### 4.1 GENERALITÀ

La pila presenta una sezione rettangolare di dimensioni 3.00x 9.00 m, una altezza complessiva di 13.50m.

Il pulvino è costituito da una sezione piena di dimensione 3.5x 14.20m ed altezza 2.40m.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.20 m collegate in testa da una platea di spessore 2.50m.

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 NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 10 di 59
---	---

### 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  $G_2$ .

Per le verifiche geotecniche si è fatto riferimento alla combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2.

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qk}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{r1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{r2}, \gamma_{r3}, \gamma_{r4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 11 di 59
---	---

**Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\Psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\Psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\Psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

**Tab. 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali**

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

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



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 13 di 59</p>
---	--

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 14 di 59</p>
---	--

#### 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>
Altezza appoggio + baggiolo	$h_{sp}$	0.40	m
Pulvino			
Altezza	$H_p$	2.40	m
Lunghezza lungo asse X	$b_p$	3.5	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_p$	14.20	m
Area Sezione		49.20	m <sup>2</sup>
% Vuoti sezione		0%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	$x_p$	0.00	m
Pila			
Altezza	$H_m$	13.50	m
Lunghezza lungo asse X	$b_m$	3.00	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_m$	9.00	m
Area Sezione		26.50	m <sup>2</sup>
% Vuoti sezione		0%	
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	$x_m$	0.00	m
Distanza asse baggioli- asse pila (sx)	$x_{m1}$	0.00	m
Distanza asse baggioli- asse pila (dx)	$x_{m2}$	0.00	m
Plinto			
Altezza	$H_f$	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	$b_f$	9.60	m
Lunghezza lungo asse Y	$L_f$	13.20	m
Spessore ricoprimento medio	$h_t$	3.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto (sx)		0.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto (dx)		0.00	m

Tabella 4.1 – Dati di input.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 15 di 59</p>
---	--

#### 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° Corsie convenzionali		<b>3</b>	
Lunghezza	L	<b>60</b>	m
Peso Proprio	G <sub>1</sub>	<b>200</b>	kN/m
Permanenti portati	G <sub>2</sub>	<b>70</b>	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	<b>3</b>	
Reazione appoggio i = (G <sub>1</sub> *L/2)/n	R <sub>i</sub>	2000.0	kN
Reazione appoggio i = (G <sub>2</sub> *L/2)/n	R <sub>i</sub>	700.0	kN

Impalcato (dx)			
N° Corsie convenzionali		<b>3</b>	
Lunghezza	L	<b>60</b>	m
Peso Proprio	G1	<b>200</b>	kN/m
Permanenti portati	G2	<b>70</b>	kN/m
n° totale appoggi sulla pila	n	<b>3</b>	
Reazione appoggio i = (G <sub>1</sub> *L/2)/n	Ri	2000.0	kN
Reazione appoggio i = (G <sub>2</sub> *L/2)/n	Ri	700.0	kN

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 16 di 59
---	---

#### 4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

I carichi del traffico vengono dedotti dal modello FEM dell'impalcato. Sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente. Si considera un attrito degli appoggi pari al 3%.

Appoggio	A			B			C			biz
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]
Peso proprio G1	4000			4000			4000			0.00
Permanenti G2	1400			1400			1400			0.00
										0.00
Comb. Nmax Q1	1223			2890			995			0.00
Comb. Nmax Q3 frenatura										4.50
Comb. Nmax Q4 centrifuga						141				4.50
Comb. Nmax Q folla										0.00
Comb. MTmax Q1	2623			1350			-318			0.00
Comb. MTmax Q3 frenatura										4.50
Comb. MTmax Q4 centrifuga						141				4.50
Comb. MTmax Q folla										0.00
Comb. MLmax Q1										0.00
Comb. MLmax Q3 frenatura										4.50
Comb. MLmax Q4 centrifuga										4.50
Comb. MLmax Q folla										0.00
Vento Ponte Scarico						1060				4.50
Vento Ponte Carico						1443				4.50
Attrito permanente		162	162		162	162		162	162	0.00
Attrito carichi mobili		79	79		87	87		30	30	0.00



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 17 di 59</p>
---	--

#### 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	860	860	m
Zona	Z	5	5	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	a0	750	750	m
Parametri	ks	0.4	0.4	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	$vb= vb_0 * (1+ ks(as/ao-1))$	29.64267	29.64267	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	100	100	anni
	aR	1.04	1.04	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	30.81	30.81	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	$qb=0.5*ρ*vb^2$	0.59	0.59	kN/mq
Classe di rugosità del terreno		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	22	22	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.88	2.88	
Larghezza impalcato	b	15.5	15.5	m
Altezza impalcato	h1	4.5	4.5	m
Altezza veicolo o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicolo)	dtot	6	7.5	m
Rapporto di forma	b/dtot	2.58	2.07	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.73	1.88	
<b>Riepilogo</b>				
Pressione cinetica di riferimento	qb	0.59	0.59	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.88	2.88	
Coefficiente di forza	cfx	1.73	1.88	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	6	7.5	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	17.7	24.0	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.94	3.21	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	17.7	24.0	kN/m
<b>Vento impalcato a ponte scarico</b>				
		sx	dx	
Forza statica equivalente	f	17.7	17.7	kN/m
Luce impalcato	L	60	60	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	530	530	kN/m
<b>Vento impalcato a ponte carico</b>				
Forza statica equivalente	f	24.0	24.0	kN/m
Luce impalcato	L	60	60	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	721	721	kN/m

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 18 di 59</p>
---	--

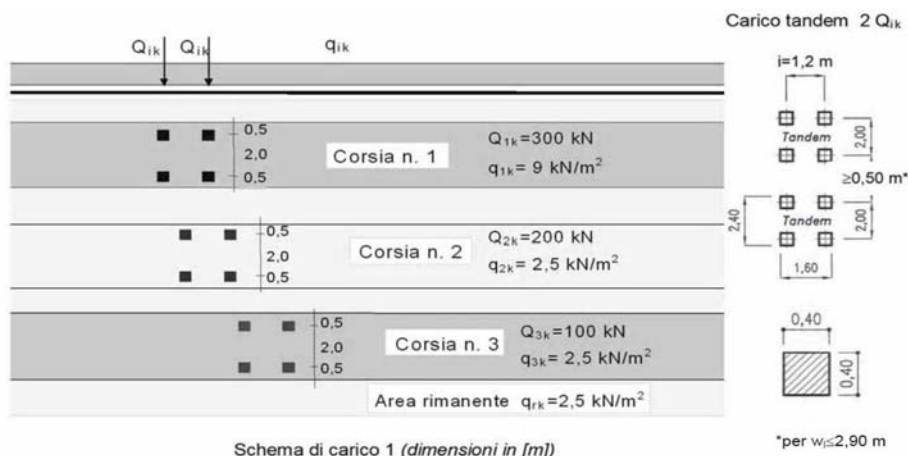
<b>Vento su Pila e Pulvino</b>				
Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	15.90	15.9	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.65	2.65	
		<b>dir.x</b>	<b>dir.x</b>	
Altezza (dir.z)	h	2.40	13.50	m
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	14.20	9.00	m
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	3.5	3	m
Rapporto di forma	d/b	0.25	0.33	
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	2.07	2.16	
Raggio di arrotondamento (figura 7.24 EC)	r	0	0	m
Rapporto di forma II	r/b	0.00	0.00	
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	Ψ	1.00	1.00	
Pressione di riferimento	$q=\Psi*cfx*ce*qb$	3.25	3.40	kN/mq
Area investita dal vento	$A=b*h$	34.08	121.5	mq
Forza statica equivalente	$F=q*A$	111	414	kN
		<b>dir.y</b>	<b>dir.y</b>	
Altezza (dir.z)	h	2.40	13.50	m
Larghezza in direz. Ortogonale al vento	b	3.5	3	m
Larghezza in direz. Parallela al vento	d	14.2	9	m
Rapporto di forma	d/b	4.06	3.00	
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cfx	1.15	1.37	
Raggio di arrotondamento (figura 7.24 EC)	r	0	0	m
Rapporto di forma II	r/b	0.00	0.00	
Fattore di riduzione (figura 7.24 EC)	Ψ	1.00	1.00	
Pressione di riferimento	$q=\Psi*cfx*ce*qb$	1.81	2.15	kN/mq
Area investita dal vento	$A=b*h$	8.4	40.5	mq
Forza statica equivalente	$F=q*A$	15	87	kN
<b>Riepilogo</b>				
<b>Vento x</b>				
Pulvino	F	111	kN	
Pila	F	414	kN	
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	15.90	m	
Forza totale	F Tot	524	kN	
<b>Vento y</b>				
Pulvino	F	15	kN	
Pila	F	87	kN	
Distanza tra spiccato fusto e testa pulvino	bz	15.90	m	
Forza totale	F Tot	102	kN	

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 19 di 59
---	---

#### 4.6.4 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico veicolare.

Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.



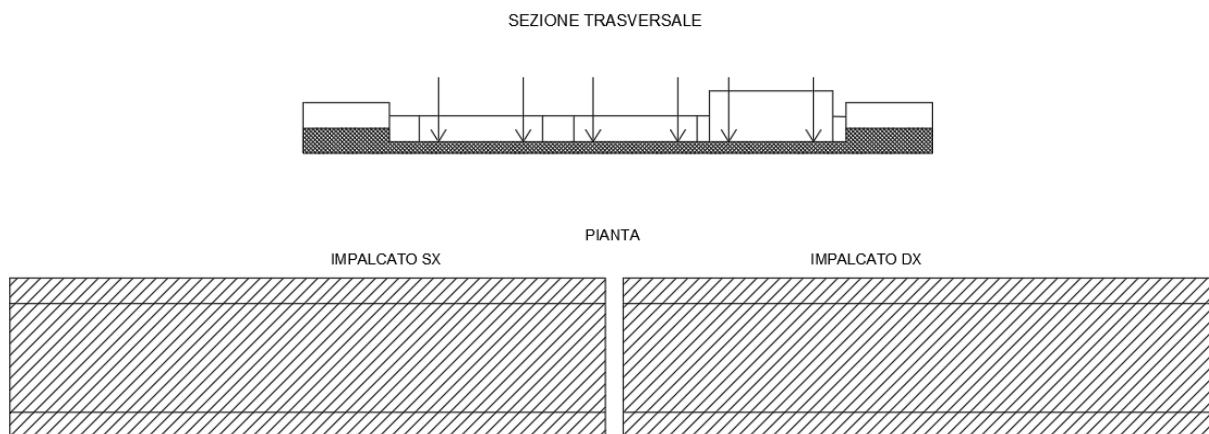
Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.

Posizione	Carico asse $Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

Sui marciapiedi si applica lo Schema di Carico 5 (folla) con valore  $q = 5 \text{ kN/mq}$ .

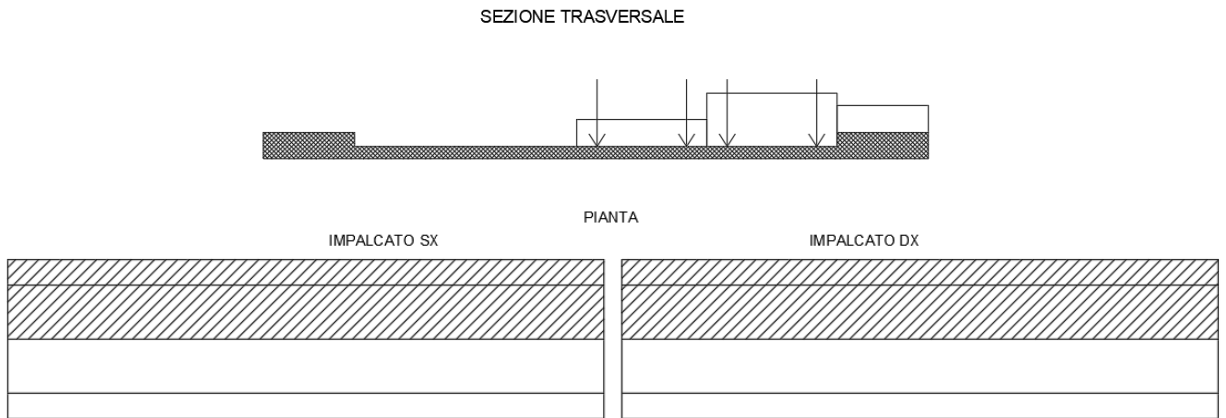
Di seguito si farà riferimento alle tre condizioni di carico seguenti:

- N max, massimo sforzo normale per la pila: il carico è presente su entrambi gli impalcati, con il numero massimo di corsie convenzionali geometricamente consentite. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

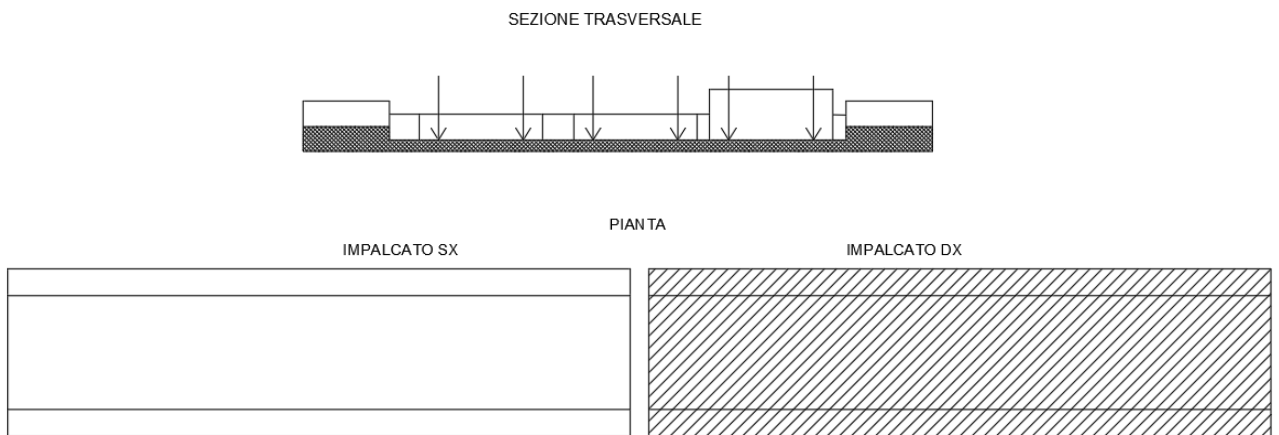


<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI          LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA          DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389  <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:          T00_VI02_STR_RE_O3_A          Data: Agosto 2020          Pag. 20 di 59</p>
---	--

- Mt max, massimo momento lungo l'asse x (direzione di marcia): il carico è presente su entrambi gli impalcati, ma solo da un lato della carreggiata. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:



- ML max, massimo momento lungo l'asse y: il carico è presente su un solo impalcato, con il numero massimo di corsie convenzionali geometricamente consentite. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:



#### 4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

L'azione di frenatura è assorbita dalla spalla.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 21 di 59</p>
---	--

Centrifuga		
Raggio planimetrico	340	m
n° corsie	3	
Qv	1200	kN
q4	141	kN

#### 4.6.6 Azione sismica

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

##### - Valori di progetto

Sulla base delle indicazioni delle NTC2018 si assumono i seguenti valori per determinare l'azione sismica di riferimento nei comuni di Arzana e Villagrande Strisali interessati dall'opera:

- vita nominale:  $V_N = 50$  anni (costruzioni con livelli di prestazione ordinari)
- coefficiente d'uso:  $C_U = 2$
- periodo di riferimento:  $V_R = V_N \times C_U = 100$  anni:
- stato limite ultimo di salvaguardia della vita, SLV
- probabilità di superamento associata allo stato limite SLV:  $PVR = 10\%$  periodo di ritorno:  $TR = -VR / \ln(1 - PVR) = 949$  anni
- categoria di sottosuolo: B
- categoria topografica: T1

I parametri sismici principali sono riassunti nella seguente Tabella 4-2 (le accelerazioni di riferimento sono riportate all'allegato 2 del DM2008 cui il DM2018 rimanda).

*Tabella 4-2 – Valori dei parametri per la definizione del sisma di progetto*

	P <sub>VR</sub> [%]	T <sub>R</sub> [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>0</sub> [-]	T <sub>C</sub> * [s]
SLO	81%	60	0,0254	2,685	0,300
SLD	63%	101	0,0313	2,730	0,307
SLV	10%	949	0,0599	2,976	0,371
SLC	5%	1950	0,0707	3,061	0,393

##### - 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, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello tridimensionale agli Elementi Finiti.

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 22 di 59</p>
---	--

- $q=1$  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
- Per l'azione sismica verticale si adotta  $q=1$

Condizione Sismica			
Massa sismica impalcato dir x	$m_{ix}$	0	kN
Massa efficace pila dir x	$m_{px}$	5933	kN
Massa complessiva dir x	$m_{ix} + m_{px}$	5933	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir x	$m_{ix}/5$	0	kN
Verifica requisito dir x		no	
Massa sismica impalcato dir. y	$m_{iy}$	16200	kN
Massa efficace pila dir. Y	$m_{py}$	5933	kN
Massa complessiva dir. Y	$m_{iy} + m_{py}$	22133	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Y	$m_{iy}/5$	3240	kN
Verifica requisito dir. Y		no	
Massa sismica impalcato dir. z	$m_{iz}$	16200	kN
Massa efficace pila dir. Z	$m_{pz}$	5933	kN
Massa complessiva dir. Z	$m_{iz} + m_{pz}$	22133	kN
1/5 Massa sismica impalcato dir. Z	$m_{iz}/5$	3240	kN
Verifica requisito dir. Z		no	

Inerzia Pila asse y	$J_{yy}$	<b>20.00</b>	$m^4$
Inerzia Pila asse x	$J_{xx}$	<b>182.00</b>	$m^4$
Area Pila	$A_p$	26.50	$m^2$
Rigidezza Pila asse y	$K_y$	271181463.7	N/m
Rigidezza Pila asse x	$K_x$	2467751319	N/m
rigidezza Pila asse z	$K_z$	55000000000	N/m
Periodo x	$T_x$	<b>0.29</b>	s
Periodo y	$T_y$	<b>0.19</b>	s
Periodo z	$T_z$	<b>0.04</b>	s

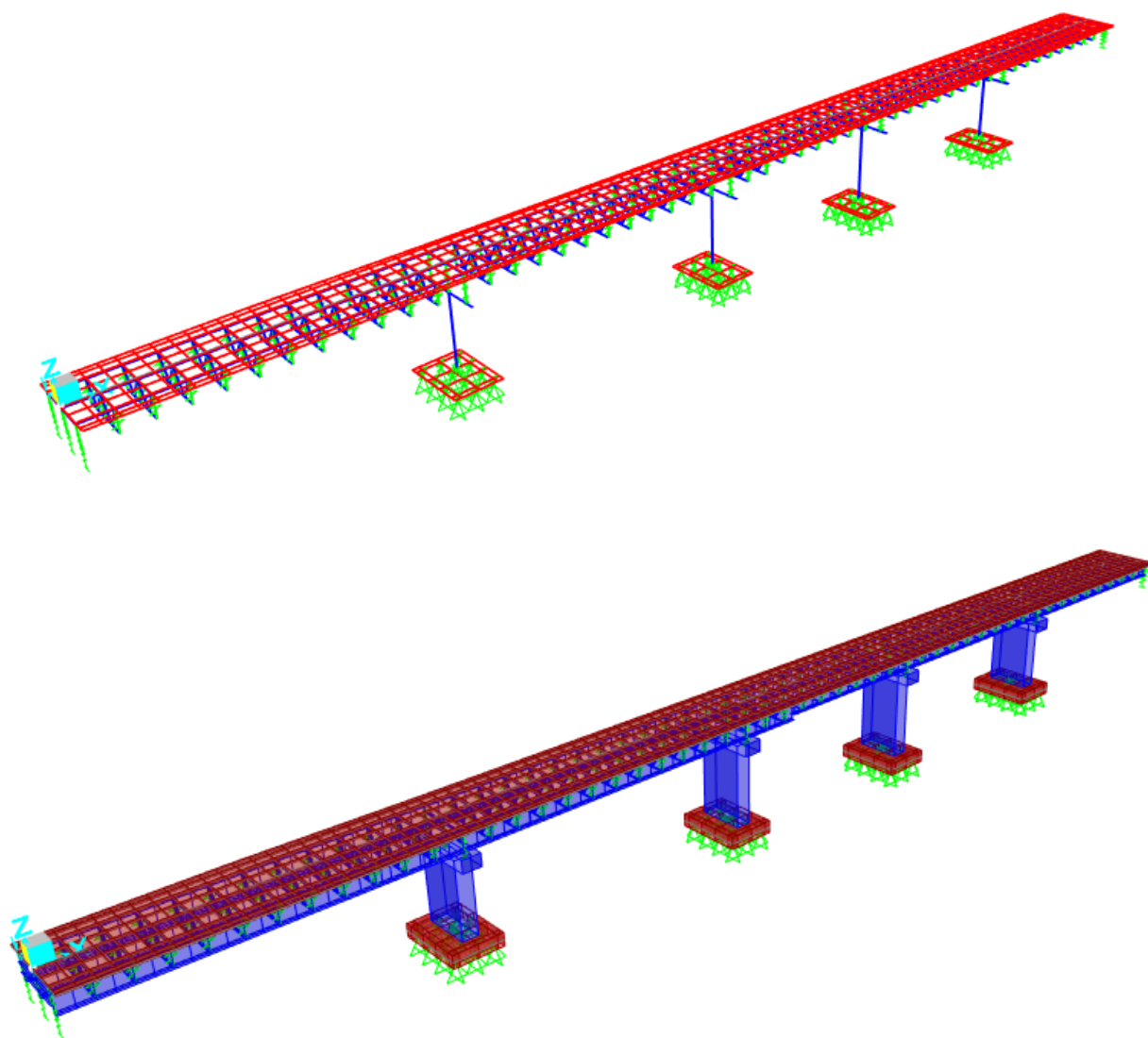
<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 23 di 59</p>
---	--

Accelerazione orizzontale Se(Tx) direzione x	$a_{\underline{g}}$ x	<b>0.215</b>	
Accelerazione orizzontale Se(Ty) direzione y	$a_{\underline{g}}$ y	<b>0.215</b>	
Accelerazione Verticale Se(Tz) direzione z	$a_{\underline{g}}$ z	<b>0.04</b>	
<b>q=1.5</b>			
Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	$a_{\underline{g}}$ x	0.14	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	$a_{\underline{g}}$ y	0.14	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	$a_{\underline{g}}$ z	0.04	
<b>q=1.36</b>			
Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	$a_{\underline{g}}$ x	0.16	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	$a_{\underline{g}}$ y	0.16	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	$a_{\underline{g}}$ z	0.04	
<b>q=1</b>			
Accelerazione orizzontale Sd(Tx) direzione x	$a_{\underline{g}}$ x	0.22	
Accelerazione orizzontale Sd(Ty) direzione y	$a_{\underline{g}}$ y	0.22	
Accelerazione Verticale Sd(Tz) direzione z	$a_{\underline{g}}$ z	0.04	
<b>Condizione Sismica - Taglianti Totali</b>			
<b>q=1.5</b>			
Tagliante direzione x	F x	850	kN
Tagliante direzione y	F y	3172	kN
Tagliante direzione z	F z	797	kN
<b>q=1.36</b>			
Tagliante direzione x	F x	938	kN
Tagliante direzione y	F y	3499	kN
Tagliante direzione z	F z	797	kN
<b>q=1</b>			
Tagliante direzione x	F x	1276	kN
Tagliante direzione y	F y	4759	kN
Tagliante direzione z	F z	797	kN

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File: T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 24 di 59</p>
---	---

#### 4.6.7 Analisi Dinamica Lineare

Non essendo soddisfatti i criteri per l'analisi statica si svolge una Analisi Dinamica Lineare. L'analisi viene svolta considerando per la pila una rigidità non fessurata e fessurata con riduzione della rigidità pari ad al 50%.



*Figura 4.1. Modello FEM*



<p><b>ANAS S.p.A.</b></p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 25 di 59</p>
--	--

Si riportano di seguito i risultati della analisi modale:

Analisi Modale (100% rigidezza)

TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
Output-Case	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unit-less	Sec	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less
MODAL	Mode	1.00	0.58	21%	0%	2%	21%	0%	2%	0%	5%	0%	0%	5%	0%
MODAL	Mode	2.00	0.45	0%	0%	0%	21%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	5%	1%
MODAL	Mode	3.00	0.40	8%	0%	0%	29%	0%	2%	0%	4%	0%	0%	9%	1%
MODAL	Mode	4.00	0.38	0%	1%	0%	29%	1%	2%	1%	0%	2%	1%	9%	3%
MODAL	Mode	5.00	0.36	7%	0%	3%	36%	1%	5%	0%	3%	0%	1%	12%	3%
MODAL	Mode	6.00	0.35	0%	33%	0%	36%	34%	5%	9%	0%	15%	10%	12%	18%
MODAL	Mode	7.00	0.32	0%	12%	0%	36%	46%	5%	16%	0%	3%	25%	12%	20%
MODAL	Mode	8.00	0.31	0%	5%	0%	36%	51%	5%	0%	0%	37%	25%	12%	58%
MODAL	Mode	9.00	0.29	10%	0%	6%	46%	51%	11%	0%	3%	0%	25%	15%	58%
MODAL	Mode	10.00	0.28	0%	2%	0%	46%	53%	11%	1%	0%	0%	26%	15%	58%
MODAL	Mode	11.00	0.27	0%	6%	0%	46%	60%	11%	4%	0%	0%	31%	15%	58%
MODAL	Mode	12.00	0.26	8%	0%	0%	54%	60%	11%	0%	0%	0%	31%	15%	58%
MODAL	Mode	13.00	0.26	2%	0%	0%	56%	60%	11%	0%	30%	0%	31%	45%	58%
MODAL	Mode	14.00	0.23	8%	0%	0%	64%	60%	11%	0%	0%	0%	31%	45%	58%
MODAL	Mode	15.00	0.22	0%	0%	0%	64%	60%	11%	7%	0%	1%	38%	45%	59%
MODAL	Mode	16.00	0.22	0%	0%	0%	64%	60%	11%	1%	0%	9%	38%	45%	68%
MODAL	Mode	17.00	0.22	0%	0%	0%	64%	60%	11%	0%	0%	2%	38%	45%	70%
MODAL	Mode	18.00	0.21	0%	0%	0%	64%	60%	11%	0%	0%	0%	38%	45%	70%
MODAL	Mode	19.00	0.21	0%	0%	0%	64%	60%	11%	0%	0%	0%	38%	45%	70%
MODAL	Mode	20.00	0.21	0%	0%	27%	64%	60%	38%	0%	1%	0%	38%	46%	70%
MODAL	Mode	21.00	0.20	7%	0%	0%	72%	60%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	70%
MODAL	Mode	22.00	0.19	7%	0%	0%	79%	60%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	70%
MODAL	Mode	23.00	0.17	0%	1%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	70%
MODAL	Mode	24.00	0.16	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	70%
MODAL	Mode	25.00	0.15	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	70%
MODAL	Mode	26.00	0.15	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	70%
MODAL	Mode	27.00	0.15	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	70%
MODAL	Mode	28.00	0.15	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	70%
MODAL	Mode	29.00	0.13	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	70%
MODAL	Mode	30.00	0.13	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	71%
MODAL	Mode	31.00	0.13	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	71%
MODAL	Mode	32.00	0.13	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	71%
MODAL	Mode	33.00	0.12	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	46%	71%
MODAL	Mode	34.00	0.12	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	1%	0%	39%	47%	71%
MODAL	Mode	35.00	0.12	0%	0%	0%	79%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	47%	71%
MODAL	Mode	36.00	0.12	0%	0%	0%	80%	61%	38%	0%	1%	0%	39%	48%	71%
MODAL	Mode	37.00	0.12	0%	0%	0%	80%	61%	38%	0%	0%	0%	39%	48%	71%
MODAL	Mode	38.00	0.11	0%	0%	0%	80%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	39.00	0.11	0%	0%	0%	80%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	40.00	0.11	2%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	41.00	0.11	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	42.00	0.11	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	43.00	0.11	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	44.00	0.10	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	45.00	0.10	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	46.00	0.10	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	47.00	0.10	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	48.00	0.10	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	49.00	0.09	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	71%
MODAL	Mode	50.00	0.09	0%	0%	0%	82%	61%	39%	1%	0%	0%	40%	49%	71%
MODAL	Mode	51.00	0.09	0%	0%	0%	82%	61%	39%	0%	1%	0%	40%	50%	71%
MODAL	Mode	52.00	0.08	0%	6%	0%	82%	67%	39%	1%	0%	1%	40%	50%	73%
MODAL	Mode	53.00	0.08	0%	0%	1%	82%	67%	40%	0%	2%	0%	40%	52%	73%
MODAL	Mode	54.00	0.08	0%	0%	0%	82%	67%	40%	0%	0%	1%	40%	52%	74%
MODAL	Mode	55.00	0.08	0%	0%	1%	82%	67%	41%	0%	0%	0%	40%	52%	74%

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 26 di 59
--	---

MODAL	Mode	56.00	0.07	0%	0%	1%	82%	67%	42%	0%	0%	0%	40%	53%	74%
MODAL	Mode	57.00	0.07	0%	5%	0%	82%	72%	42%	1%	0%	0%	42%	53%	74%
MODAL	Mode	58.00	0.07	0%	0%	0%	82%	72%	42%	0%	0%	4%	42%	53%	78%
MODAL	Mode	59.00	0.07	1%	0%	0%	83%	72%	43%	0%	0%	0%	42%	53%	78%
MODAL	Mode	60.00	0.07	0%	0%	2%	83%	72%	45%	0%	0%	0%	42%	53%	78%
MODAL	Mode	61.00	0.07	0%	7%	0%	83%	79%	45%	2%	0%	3%	43%	53%	81%
MODAL	Mode	62.00	0.06	0%	3%	0%	83%	82%	45%	1%	0%	7%	44%	53%	88%
MODAL	Mode	63.00	0.06	0%	0%	1%	83%	82%	46%	0%	2%	0%	44%	55%	88%
MODAL	Mode	64.00	0.05	0%	0%	4%	83%	82%	50%	0%	0%	0%	44%	55%	88%
MODAL	Mode	65.00	0.05	0%	1%	0%	83%	83%	50%	0%	0%	0%	45%	55%	88%
MODAL	Mode	66.00	0.05	0%	0%	0%	83%	83%	50%	0%	0%	1%	45%	55%	88%
MODAL	Mode	67.00	0.05	0%	0%	2%	83%	83%	52%	0%	0%	0%	45%	56%	88%
MODAL	Mode	68.00	0.04	2%	0%	0%	86%	83%	52%	0%	0%	0%	45%	56%	88%
MODAL	Mode	69.00	0.04	0%	1%	0%	86%	84%	52%	3%	0%	0%	47%	56%	88%
MODAL	Mode	70.00	0.04	0%	0%	0%	86%	84%	52%	0%	0%	1%	47%	56%	89%
MODAL	Mode	71.00	0.03	5%	0%	0%	90%	84%	52%	0%	0%	0%	47%	56%	89%
MODAL	Mode	72.00	0.03	0%	0%	10%	90%	84%	62%	0%	0%	0%	47%	56%	89%
MODAL	Mode	73.00	0.03	2%	0%	0%	93%	84%	62%	0%	0%	0%	47%	56%	89%
MODAL	Mode	74.00	0.02	0%	7%	0%	93%	91%	62%	19%	0%	0%	66%	56%	89%
MODAL	Mode	75.00	0.02	0%	0%	27%	93%	91%	89%	0%	1%	0%	66%	57%	89%
MODAL	Mode	76.00	0.02	0%	0%	0%	93%	91%	89%	0%	0%	5%	67%	57%	94%
MODAL	Mode	77.00	0.01	0%	3%	0%	93%	94%	89%	9%	0%	1%	76%	57%	95%
MODAL	Mode	78.00	0.01	0%	1%	0%	93%	96%	89%	4%	0%	2%	80%	57%	97%
MODAL	Mode	79.00	0.01	3%	0%	0%	96%	96%	89%	0%	0%	0%	80%	57%	97%
MODAL	Mode	80.00	0.01	0%	0%	5%	96%	96%	94%	0%	0%	0%	80%	57%	97%

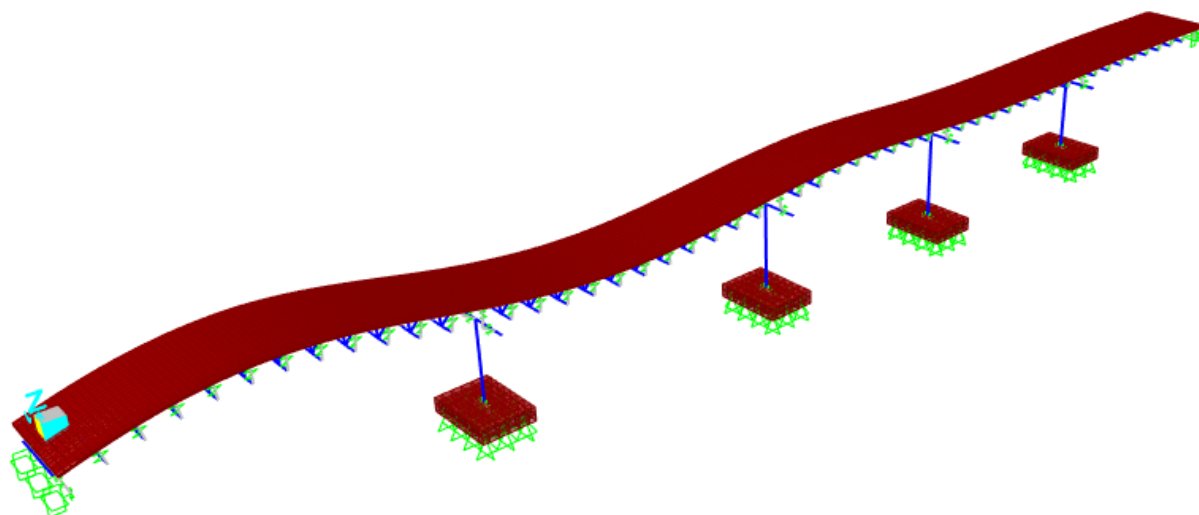
Analisi Modale (50% rigidezza)

TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
Output-Case	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	Su-mUX	Su-mUY	Su-mUZ	RX	RY	RZ	SumR X	SumR Y	SumR Z
Text	Text	Unit-less	Sec	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less	Unit-less
MODAL	Mode	1	0.58	21%	0%	2%	21%	0%	2%	0%	5%	0%	0%	5%	0%
MODAL	Mode	2	0.45	0%	1%	0%	21%	1%	2%	0%	0%	2%	0%	5%	2%
MODAL	Mode	3	0.40	8%	0%	0%	29%	1%	2%	0%	4%	0%	0%	9%	2%
MODAL	Mode	4	0.39	0%	32%	0%	29%	33%	2%	13%	0%	9%	13%	9%	11%
MODAL	Mode	5	0.38	0%	14%	0%	29%	47%	2%	4%	0%	0%	18%	9%	11%
MODAL	Mode	6	0.36	8%	0%	0%	37%	47%	2%	0%	0%	0%	18%	9%	11%
MODAL	Mode	7	0.36	7%	0%	3%	45%	47%	5%	0%	3%	0%	18%	12%	11%
MODAL	Mode	8	0.34	0%	6%	0%	45%	54%	5%	5%	0%	41%	23%	12%	52%
MODAL	Mode	9	0.33	8%	0%	0%	52%	54%	5%	0%	0%	0%	23%	12%	52%
MODAL	Mode	10	0.32	0%	0%	0%	52%	54%	5%	3%	0%	5%	26%	12%	58%
MODAL	Mode	11	0.29	10%	0%	6%	62%	54%	11%	0%	3%	0%	26%	15%	58%
MODAL	Mode	12	0.29	0%	7%	0%	62%	60%	11%	4%	0%	0%	29%	15%	58%
MODAL	Mode	13	0.28	7%	0%	0%	70%	60%	11%	0%	0%	0%	29%	15%	58%
MODAL	Mode	14	0.27	0%	2%	0%	70%	63%	11%	2%	0%	0%	31%	15%	58%
MODAL	Mode	15	0.27	7%	0%	0%	77%	63%	11%	0%	0%	0%	31%	15%	58%
MODAL	Mode	16	0.26	2%	0%	0%	79%	63%	11%	0%	30%	0%	31%	45%	58%
MODAL	Mode	17	0.23	0%	0%	0%	79%	63%	11%	3%	0%	8%	34%	45%	66%
MODAL	Mode	18	0.22	0%	0%	0%	79%	63%	11%	3%	0%	5%	38%	45%	71%
MODAL	Mode	19	0.22	0%	0%	0%	79%	63%	11%	0%	0%	1%	38%	45%	72%
MODAL	Mode	20	0.21	0%	0%	0%	79%	63%	11%	0%	0%	0%	38%	45%	72%
MODAL	Mode	21	0.21	0%	0%	0%	79%	63%	11%	0%	0%	0%	38%	45%	72%
MODAL	Mode	22	0.21	0%	0%	27%	79%	63%	38%	0%	1%	0%	38%	46%	72%
MODAL	Mode	23	0.17	0%	1%	0%	79%	64%	38%	1%	0%	0%	38%	46%	72%
MODAL	Mode	24	0.16	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	72%
MODAL	Mode	25	0.15	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	72%
MODAL	Mode	26	0.15	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	72%
MODAL	Mode	27	0.15	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	72%
MODAL	Mode	28	0.15	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	72%
MODAL	Mode	29	0.14	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	73%

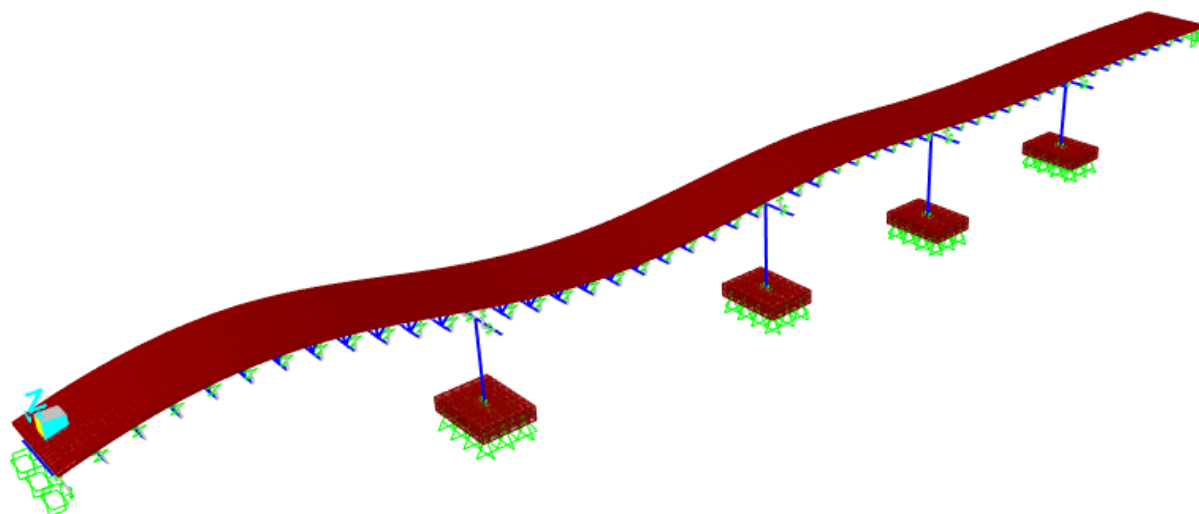
<p><b>ANAS S.p.A.</b></p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 27 di 59</p>
--	--

MODAL	Mode	30	0.13	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	73%
MODAL	Mode	31	0.13	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	73%
MODAL	Mode	32	0.13	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	73%
MODAL	Mode	33	0.13	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	46%	73%
MODAL	Mode	34	0.12	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	1%	0%	38%	47%	73%
MODAL	Mode	35	0.12	0%	0%	0%	79%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	48%	73%
MODAL	Mode	36	0.12	0%	0%	0%	80%	64%	38%	0%	1%	0%	38%	48%	73%
MODAL	Mode	37	0.12	0%	0%	0%	80%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	48%	74%
MODAL	Mode	38	0.12	0%	0%	0%	80%	64%	38%	0%	0%	0%	38%	48%	74%
MODAL	Mode	39	0.11	0%	0%	0%	80%	64%	39%	0%	0%	0%	38%	49%	74%
MODAL	Mode	40	0.11	2%	0%	0%	82%	64%	39%	0%	0%	0%	38%	49%	74%
MODAL	Mode	41	0.11	0%	0%	0%	82%	64%	39%	0%	0%	0%	38%	49%	74%
MODAL	Mode	42	0.11	0%	0%	0%	82%	64%	39%	0%	0%	0%	38%	49%	74%
MODAL	Mode	43	0.11	0%	0%	0%	82%	65%	39%	0%	0%	0%	38%	49%	74%
MODAL	Mode	44	0.11	0%	0%	0%	82%	65%	39%	0%	0%	0%	38%	49%	74%
MODAL	Mode	45	0.10	0%	0%	0%	82%	65%	39%	0%	0%	0%	38%	49%	74%
MODAL	Mode	46	0.10	0%	0%	0%	82%	65%	39%	0%	0%	0%	39%	49%	74%
MODAL	Mode	47	0.10	0%	6%	0%	82%	71%	39%	2%	0%	1%	41%	49%	75%
MODAL	Mode	48	0.10	0%	0%	0%	82%	71%	39%	0%	0%	0%	41%	49%	75%
MODAL	Mode	49	0.09	0%	1%	0%	82%	72%	39%	0%	0%	1%	41%	49%	75%
MODAL	Mode	50	0.09	0%	0%	0%	82%	72%	39%	0%	0%	0%	41%	49%	75%
MODAL	Mode	51	0.09	0%	0%	0%	82%	72%	39%	0%	1%	0%	41%	50%	75%
MODAL	Mode	52	0.09	0%	1%	0%	82%	73%	39%	0%	0%	3%	41%	50%	78%
MODAL	Mode	53	0.08	0%	0%	1%	82%	73%	40%	0%	2%	0%	41%	52%	78%
MODAL	Mode	54	0.08	0%	3%	0%	82%	76%	40%	1%	0%	0%	41%	52%	78%
MODAL	Mode	55	0.08	0%	0%	0%	82%	76%	40%	0%	0%	5%	41%	52%	83%
MODAL	Mode	56	0.08	0%	0%	1%	82%	76%	41%	0%	0%	0%	41%	52%	83%
MODAL	Mode	57	0.07	0%	4%	0%	82%	80%	41%	2%	0%	1%	43%	52%	84%
MODAL	Mode	58	0.07	0%	0%	2%	82%	80%	43%	0%	1%	0%	43%	53%	84%
MODAL	Mode	59	0.07	0%	1%	0%	82%	81%	43%	1%	0%	3%	45%	53%	87%
MODAL	Mode	60	0.07	1%	0%	0%	83%	81%	43%	0%	0%	0%	45%	53%	87%
MODAL	Mode	61	0.07	0%	1%	0%	83%	82%	43%	1%	0%	1%	46%	53%	87%
MODAL	Mode	62	0.07	0%	0%	2%	83%	82%	45%	0%	0%	0%	46%	53%	87%
MODAL	Mode	63	0.06	2%	0%	1%	85%	82%	46%	0%	0%	0%	46%	54%	87%
MODAL	Mode	64	0.05	0%	0%	0%	85%	82%	46%	0%	0%	0%	46%	54%	88%
MODAL	Mode	65	0.05	0%	0%	4%	85%	82%	50%	0%	0%	0%	46%	54%	88%
MODAL	Mode	66	0.05	0%	0%	0%	85%	83%	50%	1%	0%	0%	47%	54%	88%
MODAL	Mode	67	0.05	3%	0%	0%	88%	83%	50%	0%	1%	0%	47%	54%	88%
MODAL	Mode	68	0.04	0%	0%	2%	88%	83%	52%	0%	0%	0%	47%	55%	88%
MODAL	Mode	69	0.04	4%	0%	0%	92%	83%	52%	0%	0%	0%	47%	55%	88%
MODAL	Mode	70	0.04	0%	1%	0%	92%	83%	52%	1%	0%	1%	48%	55%	89%
MODAL	Mode	71	0.04	0%	1%	0%	92%	85%	52%	3%	0%	0%	51%	55%	89%
MODAL	Mode	72	0.03	0%	0%	10%	92%	85%	62%	0%	0%	0%	51%	55%	89%
MODAL	Mode	73	0.03	0%	6%	0%	92%	90%	62%	14%	0%	1%	65%	55%	90%
MODAL	Mode	74	0.02	0%	1%	0%	92%	91%	62%	3%	0%	3%	67%	55%	94%
MODAL	Mode	75	0.02	0%	0%	27%	92%	91%	89%	0%	1%	0%	67%	55%	94%
MODAL	Mode	76	0.02	2%	0%	0%	94%	91%	89%	0%	0%	0%	67%	55%	94%
MODAL	Mode	77	0.01	0%	3%	0%	94%	95%	89%	10%	0%	1%	78%	55%	95%
MODAL	Mode	78	0.01	0%	1%	0%	94%	96%	89%	3%	0%	2%	81%	55%	97%
MODAL	Mode	79	0.01	2%	0%	0%	96%	96%	89%	0%	0%	0%	81%	55%	97%
MODAL	Mode	80	0.01	0%	0%	5%	96%	96%	94%	0%	1%	0%	81%	56%	97%

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI          LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA          DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389  <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:          T00_VI02_STR_RE_O3_A          Data: Agosto 2020          Pag. 28 di 59</p>
---	--



*Figura 4.2. Modello FEM – Analisi Modale (100% rigidezza)*



*Figura 4.3. Modello FEM – Analisi Modale (50% rigidezza)*

Nota: i primi modi risultano identici poiché l’abbattimento di rigidezza riguarda le pile, che hanno periodi molto inferiori. I primi modi coincidono dunque con quelli visti per l’impalcato.

#### 4.6.8 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate, in fase statica, nell’ipotesi di platea di fondazione rigida, attraverso la relazione

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 29 di 59</p>
---	--

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

dove

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

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

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

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

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

In fase sismica le sollecitazioni agenti in testa palo sono lette direttamente dal modello tridimensionale.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File: T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 30 di 59</p>
---	---

#### 4.7 SOLLECITAZIONI

##### 4.7.1 Base pila

#### CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DELLA PILA

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	35230	856	2062	40016	13958
A2 - SLU - MT max gr.1	33559	856	2062	56396	13958
A2 - SLU - ML max gr.1	29356	1265	1982	37369	20462
A2 - SLU - N max gr.2	33761	856	2062	39672	13958
A2 - SLU - MT max gr.2	32508	856	2062	51957	13958
A2 - SLU - ML max gr.2	29356	1265	1982	37369	20462
A2 - SLU - N max gr.3	33761	856	2224	43045	13958
A2 - SLU - MT max gr.3	32508	856	2224	55330	13958
A2 - SLU - ML max gr.3	29356	1265	1982	37369	20462
A2 - SLU - Vento ponte scarico	29356	1314	2143	41078	21138
A2 - SLU - N max gr.1	33970	711	1916	37640	11582
A2 - SLU - MT max gr.1	32299	711	1916	54020	11582
A2 - SLU - ML max gr.1	28096	1120	1836	34993	18085
A2 - SLU - N max gr.2	32501	711	1916	37296	11582
A2 - SLU - MT max gr.2	31248	711	1916	49581	11582
A2 - SLU - ML max gr.2	28096	1120	1836	34993	18085
A2 - SLU - N max gr.3	32501	711	2078	40668	11582
A2 - SLU - MT max gr.3	31248	711	2078	52953	11582
A2 - SLU - ML max gr.3	28096	1120	1836	34993	18085
A2 - SLU - Vento ponte scarico	28096	1168	1997	38702	18761
A1 - SLU - N max gr.1	45455	993	2383	46274	16179
A1 - SLU - MT max gr.1	43494	993	2383	65502	16179
A1 - SLU - ML max gr.1	38559	1465	2291	43192	23683
A1 - SLU - N max gr.2	43731	993	2383	45870	16179
A1 - SLU - MT max gr.2	42260	993	2383	60291	16179
A1 - SLU - ML max gr.2	38559	1465	2291	43192	23683
A1 - SLU - N max gr.3	43731	993	2574	49829	16179
A1 - SLU - MT max gr.3	42260	993	2574	64250	16179
A1 - SLU - ML max gr.3	38559	1465	2291	43192	23683
A1 - SLU - Vento ponte scarico	38559	1779	2736	51694	28686
A1 - SLU - N max gr.1	34992	750	2140	42313	12218
A1 - SLU - MT max gr.1	33030	750	2140	61541	12218
A1 - SLU - ML max gr.1	28096	1222	2048	39231	19722
A1 - SLU - N max gr.2	33268	750	2140	41909	12218
A1 - SLU - MT max gr.2	33268	750	2140	41909	12218
A1 - SLU - ML max gr.2	31796	1222	2048	54864	19722
A1 - SLU - N max gr.3	28096	750	2140	40697	12218
A1 - SLU - MT max gr.3	33268	750	2331	45868	12218
A1 - SLU - ML max gr.3	31796	1222	2239	58824	19722
A1 - SLU - Vento ponte scarico	28096	1536	2202	41674	24725

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 31 di 59
---	---

SLE Rara - N max gr.1	28096	486	2137	41971	7922
SLE Rara - MT max gr.1	33204	681	1609	31287	11104
SLE Rara - ML max gr.1	31751	996	1547	44553	16107
SLE Rara - N max gr.2	28096	681	1609	30090	11104
SLE Rara - MT max gr.2	31927	681	1609	30988	11104
SLE Rara - ML max gr.2	30837	996	1547	40693	16107
SLE Rara - N max gr.3	28096	681	1609	30090	11104
SLE Rara - MT max gr.3	31927	681	1750	33921	11104
SLE Rara - ML max gr.3	30837	996	1688	43626	16107
SLE Rara - Vento ponte scarico	28096	1206	1649	30742	19442
SLE Freq. - N max gr.1	31927	632	632	11206	10309
SLE Freq. - MT max gr.1	30837	632	632	21889	10309
SLE Freq. - ML max gr.1	28096	632	632	10309	10309
SLE Freq. - N max gr.2	30969	632	632	10982	10309
SLE Freq. - MT max gr.2	30152	632	632	18994	10309
SLE Freq. - ML max gr.2	28096	632	632	10309	10309
SLE Freq. - N max gr.3	30969	632	738	13182	10309
SLE Freq. - MT max gr.3	30152	632	738	21193	10309
SLE Freq. - ML max gr.3	28096	632	632	10309	10309
SLE Freq. - Vento ponte scarico	28096	591	718	12657	9589
SLE Q.P. - ML max gr.3	28096	681	681	11104	11104

Tabella 4.3 – Sollecitazioni della base della pila – Analisi Statica.

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	MY	MX	TX	TY
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN-m	KN-m	KN	KN
688	0	EX	Combination	Max	28938	15242	14824	1227	773
688	0	EX	Combination	Min	31931	15242	14824	1227	773
688	0	EY	Combination	Max	29898	4581	49415	371	2577
688	0	EY	Combination	Min	30972	4581	49415	371	2577
688	0	EZ	Combination	Max	29606	4608	14824	379	773
688	0	EZ	Combination	Min	31264	4608	14824	379	773

Tabella 4.4 – Sollecitazioni della base della pila Dinamica 50%(EI).

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	MY	MX	TX	TY
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN-m	KN-m	KN	KN
688	0	EX	Combination	Max	28939	15285	14203	1233	750
688	0	EX	Combination	Min	31931	15285	14203	1233	750
688	0	EY	Combination	Max	29898	4599	47343	375	2499
688	0	EY	Combination	Min	30971	4599	47343	375	2499
688	0	EZ	Combination	Max	29607	4642	14203	392	750
688	0	EZ	Combination	Min	31263	4642	14203	392	750

Tabella 4.5 – Sollecitazioni della base della pila Dinamica 100%(EI).

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 32 di 59
---	---

#### 4.7.2 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

	<b>Nz [kN]</b>	<b>Tx [kN]</b>	<b>Ty [kN]</b>	<b>Mx [kN*m]</b>	<b>My [kN*m]</b>
A2 - SLU - N max gr.1	50928	856	2062	45171	16099
A2 - SLU - MT max gr.1	49257	856	2062	61551	16099
A2 - SLU - ML max gr.1	45054	1265	1982	42324	23625
A2 - SLU - N max gr.2	49460	856	2062	44827	16099
A2 - SLU - MT max gr.2	48206	856	2062	57112	16099
A2 - SLU - ML max gr.2	45054	1265	1982	42324	23625
A2 - SLU - N max gr.3	49460	856	2224	48605	16099
A2 - SLU - MT max gr.3	48206	856	2224	60890	16099
A2 - SLU - ML max gr.3	45054	1265	1982	42324	23625
A2 - SLU - Vento ponte scarico	45054	1314	2143	46436	24422
A2 - SLU - N max gr.1	47873	711	1916	42430	13358
A2 - SLU - MT max gr.1	46202	711	1916	58810	13358
A2 - SLU - ML max gr.1	41999	1120	1836	39583	20884
A2 - SLU - N max gr.2	46405	711	1916	42086	13358
A2 - SLU - MT max gr.2	45151	711	1916	54371	13358
A2 - SLU - ML max gr.2	41999	1120	1836	39583	20884
A2 - SLU - N max gr.3	46405	711	2078	45864	13358
A2 - SLU - MT max gr.3	45151	711	2078	58149	13358
A2 - SLU - ML max gr.3	41999	1120	1836	39583	20884
A2 - SLU - Vento ponte scarico	41999	1168	1997	43695	21681
A1 - SLU - N max gr.1	65122	993	2383	52233	18660
A1 - SLU - MT max gr.1	63160	993	2383	71461	18660
A1 - SLU - ML max gr.1	58226	1465	2291	48920	27345
A1 - SLU - N max gr.2	63398	993	2383	51829	18660
A1 - SLU - MT max gr.2	61927	993	2383	66250	18660
A1 - SLU - ML max gr.2	58226	1465	2291	48920	27345
A1 - SLU - N max gr.3	63398	993	2574	56264	18660
A1 - SLU - MT max gr.3	61927	993	2574	70685	18660
A1 - SLU - ML max gr.3	58226	1465	2291	48920	27345
A1 - SLU - Vento ponte scarico	58226	1779	2736	58535	33134
A1 - SLU - N max gr.1	48895	750	2140	47664	14092
A1 - SLU - MT max gr.1	46933	750	2140	66893	14092
A1 - SLU - ML max gr.1	41999	1222	2048	44352	22776
A1 - SLU - N max gr.2	47171	750	2140	47260	14092
A1 - SLU - MT max gr.2	47171	750	2140	47260	14092
A1 - SLU - ML max gr.2	45700	1222	2048	59985	22776
A1 - SLU - N max gr.3	41999	750	2140	46048	14092
A1 - SLU - MT max gr.3	47171	750	2331	51695	14092
A1 - SLU - ML max gr.3	45700	1222	2239	64420	22776
A1 - SLU - Vento ponte scarico	41999	1536	2202	47179	28566



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 33 di 59</p>
---	--

SLE Rara - N max gr.1	41999	486	2137	47315	9137
SLE Rara - MT max gr.1	47107	681	1609	35308	12807
SLE Rara - ML max gr.1	45654	996	1547	48421	18597
SLE Rara - N max gr.2	41999	681	1609	34111	12807
SLE Rara - MT max gr.2	45830	681	1609	35009	12807
SLE Rara - ML max gr.2	44740	996	1547	44561	18597
SLE Rara - N max gr.3	41999	681	1609	34111	12807
SLE Rara - MT max gr.3	45830	681	1750	38295	12807
SLE Rara - ML max gr.3	44740	996	1688	47846	18597
SLE Rara - Vento ponte scarico	41999	1206	1649	34865	22456
SLE Freq. - N max gr.1	45830	632	632	12787	11890
SLE Freq. - MT max gr.1	44740	632	632	23470	11890
SLE Freq. - ML max gr.1	41999	632	632	11890	11890
SLE Freq. - N max gr.2	44872	632	632	12563	11890
SLE Freq. - MT max gr.2	44055	632	632	20575	11890
SLE Freq. - ML max gr.2	41999	632	632	11890	11890
SLE Freq. - N max gr.3	44872	632	738	15027	11890
SLE Freq. - MT max gr.3	44055	632	738	23039	11890
SLE Freq. - ML max gr.3	41999	632	632	11890	11890
SLE Freq. - Vento ponte scarico	41999	591	718	14453	11067
SLE Q.P. - ML max gr.3	41999	681	681	12807	12807

Tabella 4.6 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione.

#### 4.7.3 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 34 di 59</p>
---	--

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
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
Al - SLU - N max gr.1	65122	993	2383	52233	18660	7526	3328	215
Al - SLU - MT max gr.1	63160	993	2383	71461	18660	7896	2630	215
Al - SLU - ML max gr.1	58226	1465	2291	48920	27345	7161	2544	227
Al - SLU - N max gr.2	63398	993	2383	51829	18660	7371	3196	215
Al - SLU - MT max gr.2	61927	993	2383	66250	18660	7649	2672	215
Al - SLU - ML max gr.2	58226	1465	2291	48920	27345	7161	2544	227
Al - SLU - N max gr.3	63398	993	2574	56264	18660	7494	3072	230
Al - SLU - MT max gr.3	61927	993	2574	70685	18660	7772	2549	230
Al - SLU - ML max gr.3	58226	1465	2291	48920	27345	7161	2544	227
Al - SLU - Vento ponte scarico	58226	1779	2736	58535	33134	7629	2076	272
Al - SLU - N max gr.1	48895	750	2140	47664	14092	5888	2261	189
Al - SLU - MT max gr.1	46933	750	2140	66893	14092	6259	1564	189
Al - SLU - ML max gr.1	41999	1222	2048	44352	22776	5523	1477	199
Al - SLU - N max gr.2	47171	750	2140	47260	14092	5733	2129	189
Al - SLU - MT max gr.2	47171	750	2140	47260	14092	5733	2129	189
Al - SLU - ML max gr.2	45700	1222	2048	59985	22776	6265	1351	199
Al - SLU - N max gr.3	41999	750	2140	46048	14092	5268	1731	189
Al - SLU - MT max gr.3	47171	750	2331	51695	14092	5856	2006	204
Al - SLU - ML max gr.3	45700	1222	2239	64420	22776	6389	1228	213
Al - SLU - Vento ponte scarico	41999	1536	2202	47179	28566	5802	1198	224
						7896	1198	272

Tabella 4.7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU.

TABLE: Joint Reactions				EJ 100%			TABLE: Joint Reactions				EJ 50%		
Joint	Output-Case	CaseType	StepType	F1	F2	F3	Joint	Output-Case	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
152		Combina- tion				415	152		Combina- tion				416
4	EX		Max	127	49	4	4	EX		Max	117	50	1
152		Combina- tion				354	152		Combina- tion				353
4	EX		Min	-127	-89	1	4	EX		Min	-117	-90	3
152		Combina- tion				445	152		Combina- tion				447
4	EY		Max	41	205	0	4	EY		Max	37	210	3
152		Combina- tion				324	152		Combina- tion				322
4	EY		Min	-41	246	5	4	EY		Min	-37	250	1
152		Combina- tion				408	152		Combina- tion				409
4	EZ		Max	48	48	8	4	EZ		Max	42	50	6
152		Combina- tion				360	152		Combina- tion				359
4	EZ		Min	-48	-88	6	4	EZ		Min	-42	-90	8
152		Combina- tion				470	152		Combina- tion				466
5	EX		Max	126	61	2	5	EX		Max	116	63	3
152		Combina- tion				293	152		Combina- tion				296
5	EX		Min	-136	-80	0	5	EX		Min	-126	-81	9
152		Combina- tion				458	152		Combina- tion				459
5	EY		Max	37	224	8	5	EY		Max	34	229	7
152		Combina- tion				304	152		Combina- tion				303
5	EY		Min	-47	243	4	5	EY		Min	-44	248	5
152		Combina- tion				423	152		Combina- tion				422
5	EZ		Max	45	61	2	5	EZ		Max	38	63	3
152		Combina- tion				340	152		Combina- tion				340
5	EZ		Min	-55	-80	0	5	EZ		Min	-48	-81	9
152		Combina- tion				471	152		Combina- tion				476
6	EX		Max	136	61	7	6	EX		Max	126	63	0
152		Combina- tion				291	152		Combina- tion				287
6	EX		Min	-126	-80	5	6	EX		Min	-116	-82	2
152		Combina- tion				459	152		Combina- tion				462
6	EY		Max	47	224	3	6	EY		Max	44	230	7
152		Combina- tion				303	152		Combina- tion				300
6	EY		Min	-37	243	9	6	EY		Min	-34	248	5

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>								File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 35 di 59			
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--

152		Combina-				423	152	Combina-				425
6	EZ	tion	Max	55	61	7	6	tion	Max	48	63	4
152		Combina-				339	152	Combina-				337
6	EZ	tion	Min	-45	-80	5	6	tion	Min	-38	-81	8
152		Combina-				435	152	Combina-				437
7	EX	tion	Max	130	55	2	7	tion	Max	120	56	3
152		Combina-				309	152	Combina-				307
7	EX	tion	Min	-130	-89	7	7	tion	Min	-120	-90	6
152		Combina-				541	152	Combina-				548
7	EY	tion	Max	42	219	6	7	tion	Max	38	224	7
152		Combina-				-	152	Combina-				196
7	EY	tion	Min	-42	253	3	7	tion	Min	-38	258	2
152		Combina-				429	152	Combina-				431
7	EZ	tion	Max	49	54	0	7	tion	Max	43	56	1
152		Combina-				315	152	Combina-				313
7	EZ	tion	Min	-49	-88	9	7	tion	Min	-43	-90	8
152		Combina-				492	152	Combina-				489
8	EX	tion	Max	128	55	0	8	tion	Max	118	57	6
152		Combina-				250	152	Combina-				253
8	EX	tion	Min	-133	-88	7	8	tion	Min	-123	-90	1
152		Combina-				557	152	Combina-				562
8	EY	tion	Max	41	219	1	8	tion	Max	37	224	7
152		Combina-				-	152	Combina-				179
8	EY	tion	Min	-46	252	6	8	tion	Min	-42	257	9
152		Combina-				445	152	Combina-				445
8	EZ	tion	Max	47	55	3	8	tion	Max	41	56	8
152		Combina-				297	152	Combina-				296
8	EZ	tion	Min	-52	-87	4	8	tion	Min	-46	-89	9
152		Combina-				493	152	Combina-				499
9	EX	tion	Max	133	55	4	9	tion	Max	124	57	0
152		Combina-				249	152	Combina-				243
9	EX	tion	Min	-128	-88	2	9	tion	Min	-118	-90	7
152		Combina-				557	152	Combina-				565
9	EY	tion	Max	46	219	6	9	tion	Max	42	225	6
152		Combina-				-	152	Combina-				177
9	EY	tion	Min	-41	252	1	9	tion	Min	-37	257	1
152		Combina-				445	152	Combina-				448
9	EZ	tion	Max	52	55	7	9	tion	Max	46	56	8
152		Combina-				297	152	Combina-				293
9	EZ	tion	Min	-47	-88	0	9	tion	Min	-41	-89	9
153		Combina-				435	153	Combina-				437
0	EX	tion	Max	130	89	2	0	tion	Max	120	90	3
153		Combina-				309	153	Combina-				307
0	EX	tion	Min	-130	-55	7	0	tion	Min	-120	-56	6
153		Combina-				541	153	Combina-				548
0	EY	tion	Max	42	253	6	0	tion	Max	38	258	7
153		Combina-				-	153	Combina-				196
0	EY	tion	Min	-42	219	3	0	tion	Min	-38	224	2
153		Combina-				429	153	Combina-				431
0	EZ	tion	Max	49	88	0	0	tion	Max	43	90	1
153		Combina-				315	153	Combina-				313
0	EZ	tion	Min	-49	-54	9	0	tion	Min	-43	-56	8
153		Combina-				492	153	Combina-				489
1	EX	tion	Max	128	88	0	1	tion	Max	118	90	6
153		Combina-				250	153	Combina-				253
1	EX	tion	Min	-133	-55	7	1	tion	Min	-123	-57	1
153		Combina-				557	153	Combina-				562
1	EY	tion	Max	41	252	1	1	tion	Max	37	257	7
153		Combina-				-	153	Combina-				179
1	EY	tion	Min	-46	219	6	1	tion	Min	-42	224	9
153		Combina-				445	153	Combina-				445
1	EZ	tion	Max	47	87	3	1	tion	Max	41	89	8
153		Combina-				297	153	Combina-				296
1	EZ	tion	Min	-52	-55	4	1	tion	Min	-46	-56	9

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 36 di 59
--	---

153		Combina-				493	153		Combina-				499
2	EX	tion	Max	133	88	4	2	EX	tion	Max	124	90	0
153		Combina-				249	153		Combina-				243
2	EX	tion	Min	-128	-55	2	2	EX	tion	Min	-118	-57	7
153		Combina-				557	153		Combina-				565
2	EY	tion	Max	46	252	6	2	EY	tion	Max	42	257	6
153		Combina-				-	153		Combina-				177
2	EY	tion	Min	-41	219	1	2	EY	tion	Min	-37	225	1
153		Combina-				445	153		Combina-				448
2	EZ	tion	Max	52	88	7	2	EZ	tion	Max	46	89	8
153		Combina-				297	153		Combina-				293
2	EZ	tion	Min	-47	-55	0	2	EZ	tion	Min	-41	-56	9
154		Combina-				415	154		Combina-				416
9	EX	tion	Max	127	89	4	9	EX	tion	Max	117	90	1
154		Combina-				354	154		Combina-				353
9	EX	tion	Min	-127	-49	1	9	EX	tion	Min	-117	-50	3
154		Combina-				445	154		Combina-				447
9	EY	tion	Max	41	246	0	9	EY	tion	Max	37	250	3
154		Combina-				-	154		Combina-				322
9	EY	tion	Min	-41	205	5	9	EY	tion	Min	-37	210	1
154		Combina-				408	154		Combina-				409
9	EZ	tion	Max	48	88	8	9	EZ	tion	Max	42	90	6
154		Combina-				360	154		Combina-				359
9	EZ	tion	Min	-48	-48	6	9	EZ	tion	Min	-42	-50	8
155		Combina-				470	155		Combina-				466
0	EX	tion	Max	126	80	2	0	EX	tion	Max	116	81	3
155		Combina-				293	155		Combina-				296
0	EX	tion	Min	-136	-61	0	0	EX	tion	Min	-126	-63	9
155		Combina-				458	155		Combina-				459
0	EY	tion	Max	37	243	8	0	EY	tion	Max	34	248	7
155		Combina-				-	155		Combina-				303
0	EY	tion	Min	-47	224	4	0	EY	tion	Min	-44	229	5
155		Combina-				423	155		Combina-				422
0	EZ	tion	Max	45	80	2	0	EZ	tion	Max	38	81	3
155		Combina-				340	155		Combina-				340
0	EZ	tion	Min	-55	-61	0	0	EZ	tion	Min	-48	-63	9
155		Combina-				471	155		Combina-				476
1	EX	tion	Max	136	80	7	1	EX	tion	Max	126	82	0
155		Combina-				291	155		Combina-				287
1	EX	tion	Min	-126	-61	5	1	EX	tion	Min	-116	-63	2
155		Combina-				459	155		Combina-				462
1	EY	tion	Max	47	243	3	1	EY	tion	Max	44	248	7
155		Combina-				-	155		Combina-				300
1	EY	tion	Min	-37	224	9	1	EY	tion	Min	-34	230	5
155		Combina-				423	155		Combina-				425
1	EZ	tion	Max	55	80	7	1	EZ	tion	Max	48	81	4
155		Combina-				339	155		Combina-				337
1	EZ	tion	Min	-45	-61	5	1	EZ	tion	Min	-38	-63	8

Tabella 4.8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV q=1.36.

TABLE: Joint Reactions				EJ 100%			TABLE: Joint Reactions				EJ 50%		
Joint	Output-Case	CaseType	StepType	F1	F2	F3	Joint	Output-Case	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
152		Combina-				425	152		Combina-				426
4	EX	tion	Max	165	72	9	4	EX	tion	Max	155	75	9
152		Combina-				343	152		Combina-				342
4	EX	tion	Min	-165	112	5	4	EX	tion	Min	-155	115	5
152		Combina-				466	152		Combina-				469
4	EY	tion	Max	52	283	1	4	EY	tion	Max	48	291	4

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>								File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 37 di 59			
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--

152		Combina-		-	303	152		Combina-		-	300		
4	EY	tion	Min	-52	323	3	4	EY	tion	Min	-48	331	0
152		Combina-				416	152		Combina-				417
4	EZ	tion	Max	60	71	2	4	EZ	tion	Max	53	74	2
152		Combina-				353	152		Combina-				352
4	EZ	tion	Min	-60	112	3	4	EZ	tion	Min	-53	114	2
152		Combina-				501	152		Combina-				496
5	EX	tion	Max	165	86	5	5	EX	tion	Max	155	88	2
152		Combina-				261	152		Combina-				267
5	EX	tion	Min	-175	104	7	5	EX	tion	Min	-165	107	0
152		Combina-				486	152		Combina-				487
5	EY	tion	Max	50	305	0	5	EY	tion	Max	46	314	3
152		Combina-				277	152		Combina-				275
5	EY	tion	Min	-60	324	2	5	EY	tion	Min	-56	332	8
152		Combina-				436	152		Combina-				435
5	EZ	tion	Max	56	85	7	5	EZ	tion	Max	50	88	6
152		Combina-				326	152		Combina-				327
5	EZ	tion	Min	-66	104	5	5	EZ	tion	Min	-60	106	6
152		Combina-				503	152		Combina-				509
6	EX	tion	Max	175	86	5	6	EX	tion	Max	166	89	5
152		Combina-				259	152		Combina-				253
6	EX	tion	Min	-165	105	7	6	EX	tion	Min	-156	107	7
152		Combina-				486	152		Combina-				491
6	EY	tion	Max	60	305	6	6	EY	tion	Max	56	314	4
152		Combina-				276	152		Combina-				271
6	EY	tion	Min	-50	324	6	6	EY	tion	Min	-46	332	8
152		Combina-				437	152		Combina-				439
6	EZ	tion	Max	66	85	3	6	EZ	tion	Max	60	88	8
152		Combina-				325	152		Combina-				323
6	EZ	tion	Min	-57	104	9	6	EZ	tion	Min	-50	107	4
152		Combina-				457	152		Combina-				460
7	EX	tion	Max	169	79	3	7	EX	tion	Max	160	82	2
152		Combina-				287	152		Combina-				284
7	EX	tion	Min	-169	113	7	7	EX	tion	Min	-160	116	7
152		Combina-				601	152		Combina-				611
7	EY	tion	Max	54	301	7	7	EY	tion	Max	50	310	5
152		Combina-				143	152		Combina-				133
7	EY	tion	Min	-54	334	3	7	EY	tion	Min	-50	343	4
152		Combina-				447	152		Combina-				450
7	EZ	tion	Max	61	79	9	7	EZ	tion	Max	55	81	9
152		Combina-				297	152		Combina-				294
7	EZ	tion	Min	-61	113	0	7	EZ	tion	Min	-55	115	0
152		Combina-				534	152		Combina-				531
8	EX	tion	Max	168	80	7	8	EX	tion	Max	158	82	6
152		Combina-				208	152		Combina-				211
8	EX	tion	Min	-173	113	0	8	EX	tion	Min	-163	115	1
152		Combina-				623	152		Combina-				631
8	EY	tion	Max	53	300	1	8	EY	tion	Max	50	309	0
152		Combina-				119	152		Combina-				111
8	EY	tion	Min	-58	333	6	8	EY	tion	Min	-55	342	7
152		Combina-				470	152		Combina-				471
8	EZ	tion	Max	59	79	3	8	EZ	tion	Max	53	82	3
152		Combina-				272	152		Combina-				271
8	EZ	tion	Min	-64	112	4	8	EZ	tion	Min	-58	115	4
152		Combina-				536	152		Combina-				544
9	EX	tion	Max	173	80	7	9	EX	tion	Max	163	83	4
152		Combina-				206	152		Combina-				198
9	EX	tion	Min	-168	113	0	9	EX	tion	Min	-158	116	3
152		Combina-				623	152		Combina-				634
9	EY	tion	Max	58	300	7	9	EY	tion	Max	55	309	9
152		Combina-				119	152		Combina-				107
9	EY	tion	Min	-53	333	0	9	EY	tion	Min	-50	342	8
152		Combina-				471	152		Combina-				475
9	EZ	tion	Max	64	79	0	9	EZ	tion	Max	58	82	3

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>								File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 38 di 59			
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--

152		Combina-		-	271	152		Combina-		-	267
9	EZ	tion	Min	-59	112	7	9	tion	Min	-53	115
153		Combina-				457	153	Combina-			460
0	EX	tion	Max	169	113	3	0	tion	Max	160	116
153		Combina-				287	153	Combina-			284
0	EX	tion	Min	-169	-79	7	0	tion	Min	-160	-82
153		Combina-				601	153	Combina-			611
0	EY	tion	Max	54	334	7	0	tion	Max	50	343
153		Combina-				-	143	153			-
0	EY	tion	Min	-54	301	3	0	tion	Min	-50	310
153		Combina-				447	153	Combina-			450
0	EZ	tion	Max	61	113	9	0	tion	Max	55	115
153		Combina-				297	153	Combina-			294
0	EZ	tion	Min	-61	-79	0	0	tion	Min	-55	-81
153		Combina-				534	153	Combina-			531
1	EX	tion	Max	168	113	7	1	tion	Max	158	115
153		Combina-				208	153	Combina-			211
1	EX	tion	Min	-173	-80	0	1	tion	Min	-163	-82
153		Combina-				623	153	Combina-			631
1	EY	tion	Max	53	333	1	1	tion	Max	50	342
153		Combina-				-	119	153			-
1	EY	tion	Min	-58	300	6	1	tion	Min	-55	309
153		Combina-				470	153	Combina-			471
1	EZ	tion	Max	59	112	3	1	tion	Max	53	115
153		Combina-				272	153	Combina-			271
1	EZ	tion	Min	-64	-79	4	1	tion	Min	-58	-82
153		Combina-				536	153	Combina-			544
2	EX	tion	Max	173	113	7	2	tion	Max	163	116
153		Combina-				206	153	Combina-			198
2	EX	tion	Min	-168	-80	0	2	tion	Min	-158	-83
153		Combina-				623	153	Combina-			634
2	EY	tion	Max	58	333	7	2	tion	Max	55	342
153		Combina-				-	119	153			-
2	EY	tion	Min	-53	300	0	2	tion	Min	-50	309
153		Combina-				471	153	Combina-			475
2	EZ	tion	Max	64	112	0	2	tion	Max	58	115
153		Combina-				271	153	Combina-			267
2	EZ	tion	Min	-59	-79	7	2	tion	Min	-53	-82
154		Combina-				425	154	Combina-			426
9	EX	tion	Max	165	112	9	9	tion	Max	155	115
154		Combina-				343	154	Combina-			342
9	EX	tion	Min	-165	-72	5	9	tion	Min	-155	-75
154		Combina-				466	154	Combina-			469
9	EY	tion	Max	52	323	1	9	tion	Max	48	331
154		Combina-				-	303	154			-
9	EY	tion	Min	-52	283	3	9	tion	Min	-48	291
154		Combina-				416	154	Combina-			417
9	EZ	tion	Max	60	112	2	9	tion	Max	53	114
154		Combina-				353	154	Combina-			352
9	EZ	tion	Min	-60	-71	3	9	tion	Min	-53	-74
155		Combina-				501	155	Combina-			496
0	EX	tion	Max	165	104	5	0	tion	Max	155	107
155		Combina-				261	155	Combina-			267
0	EX	tion	Min	-175	-86	7	0	tion	Min	-165	-88
155		Combina-				486	155	Combina-			487
0	EY	tion	Max	50	324	0	0	tion	Max	46	332
155		Combina-				-	277	155			-
0	EY	tion	Min	-60	305	2	0	tion	Min	-56	314
155		Combina-				436	155	Combina-			435
0	EZ	tion	Max	56	104	7	0	tion	Max	50	106
155		Combina-				326	155	Combina-			327
0	EZ	tion	Min	-66	-85	5	0	tion	Min	-60	-88
155		Combina-				503	155	Combina-			509
1	EX	tion	Max	175	105	5	1	tion	Max	166	107

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 39 di 59
---	---

155		Combina-				259	155		Combina-				253
1	EX	tion	Min	-165	-86	7	1	EX	tion	Min	-156	-89	7
155		Combina-				486	155		Combina-				491
1	EY	tion	Max	60	324	6	1	EY	tion	Max	56	332	4
155		Combina-				- 276	155		Combina-				271
1	EY	tion	Min	-50	305	6	1	EY	tion	Min	-46	314	8
155		Combina-				437	155		Combina-				439
1	EZ	tion	Max	66	104	3	1	EZ	tion	Max	60	107	8
155		Combina-				325	155		Combina-				323
1	EZ	tion	Min	-57	-85	9	1	EZ	tion	Min	-50	-88	4

Tabella 4.9 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV q=1.0.

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
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
SLE Rara - N max gr.1	41999	486	2137	47315	9137	5131	1868	183
SLE Rara - MT max gr.1	47107	681	1609	35308	12807	5351	2500	146
SLE Rara - ML max gr.1	45654	996	1547	48421	18597	5795	1814	153
SLE Rara - N max gr.2	41999	681	1609	34111	12807	4892	2108	146
SLE Rara - MT max gr.2	45830	681	1609	35009	12807	5236	2402	146
SLE Rara - ML max gr.2	44740	996	1547	44561	18597	5612	1845	153
SLE Rara - N max gr.3	41999	681	1609	34111	12807	4892	2108	146
SLE Rara - MT max gr.3	45830	681	1750	38295	12807	5328	2311	156
SLE Rara - ML max gr.3	44740	996	1688	47846	18597	5703	1754	163
SLE Rara - Vento ponte scarico	41999	1206	1649	34865	22456	5248	1752	170
						5795	1752	183

Tabella 4.10 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 40 di 59</p>
---	--

#### 4.8 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Per tutti gli elementi strutturali della pila (fusto, pali, ...) 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)

##### 4.8.1 Pila

Taglio di progetto:

Direzione		Long.(Myy,Tx)	Trasv.(Mxx,Ty)	
Altezza pila	H	20.8	20.8	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	1835	3848	kN
Momento agente (q=1)	M	22910	74046	kN*m
Taglio agente (con q)	VEd	1233	2577	kN
Momento agente (con q)	MEd	15285	49415	kN*m
Momento Resistente	MRd	90352	253367	kN*m
Rapporto di sovrarresistenza	MRd/MEd	5.91	5.13	
Tipo sezione (EC8-2; eq. 6.11)		NON CRITICA	NON CRITICA	
Angolo inclinazione bielle compresse	Teta	da calc.	da calc.	
Limite superiore Vgr	Vgr.max= V	1835	3848	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (eq. 7.9.12)	Vgr	7288	13213	kN
Taglio di progetto per la gerarchia della resistenza filtrato (eq. 7.9.12)	Vgr	<b>1835</b>	<b>3848</b>	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq. 7.9.10)	$\gamma_{Bd}$	1	1.25	
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio filtrato (eq. 7.9.10)	$\gamma_{Bd}$	<b>1</b>	<b>1.25</b>	
Riassumendo				
Taglio di calcolo	Vgr	<b>1835</b>	<b>3848</b>	kN
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq. 7.9.10)	$\gamma_{Bd}$	1.24	1.25	
Angolo inclinazione bielle compresse	Teta	da calc.	da calc.	

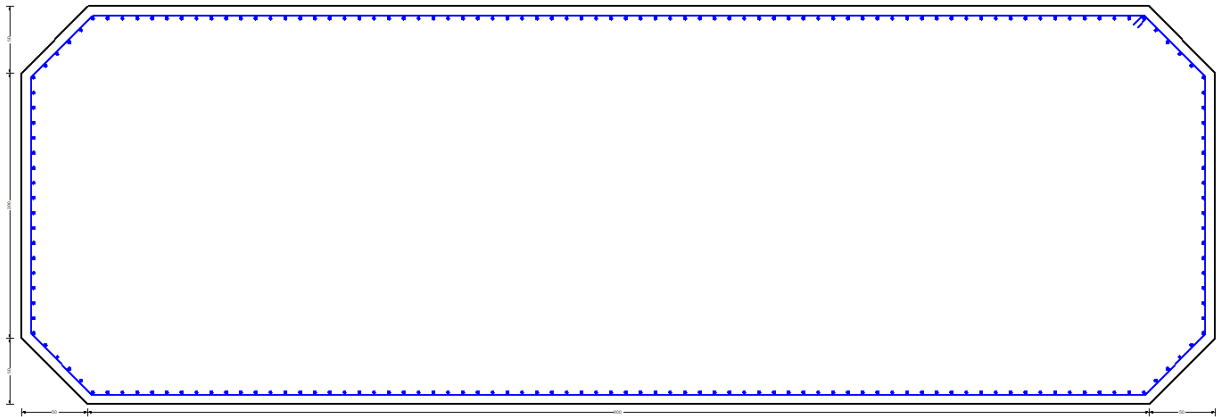
$$A_s = \phi 26/10$$

Per la verifica a taglio della sezione si considera l'area di ferro necessaria, come indicata dal codice di calcolo, e si assegna una armatura equivalente; in particolare si utilizzeranno:



<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 41 di 59
---	---

Spille 9φ10/mq.



#### 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:	199.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	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 β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	400.0	150.0
2	450.0	100.0
3	450.0	-100.0
4	400.0	-150.0

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 42 di 59
---	---

5	-400.0	-150.0
6	-450.0	-100.0
7	-450.0	100.0
8	-400.0	150.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	396.3	141.0	26
2	441.0	96.3	26
3	441.0	-96.3	26
4	396.3	-141.0	26
5	-396.3	-141.0	26
6	-441.0	-96.3	26
7	-441.0	96.3	26
8	-396.3	141.0	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	4	26
2	2	3	16	26
3	3	4	4	26
4	4	5	70	26
5	5	6	4	26
6	6	7	16	26
7	7	8	4	26
8	8	1	70	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	10 mm
Passo staffe:	11.6 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	45455.06	16178.96	46273.89	992.57	2383.48
2	43493.51	16178.96	65502.28	992.57	2383.48
3	38559.26	23683.20	43191.92	1464.54	2291.27
4	43731.11	16178.96	45869.91	992.57	2383.48
5	42259.95	16178.96	60291.20	992.57	2383.48
6	38559.26	23683.20	43191.92	1464.54	2291.27

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 43 di 59
--	---

7	43731.11	16178.96	49829.19	992.57	2573.83
8	42259.95	16178.96	64250.48	992.57	2573.83
9	38559.26	23683.20	43191.92	1464.54	2291.27
10	38559.26	28686.02	51694.33	1779.18	2736.25
11	34991.55	12218.06	42312.99	749.57	2140.48
12	33030.00	12218.06	61541.38	749.57	2140.48
13	28095.75	19722.30	39231.02	1221.54	2048.27
14	33267.60	12218.06	41909.01	749.57	2140.48
15	33267.60	12218.06	41909.01	749.57	2140.48
16	31796.44	19722.30	54864.27	1221.54	2048.27
17	28095.75	12218.06	40697.04	749.57	2140.48
18	33267.60	12218.06	45868.29	749.57	2330.83
19	31796.44	19722.30	58823.55	1221.54	2238.62
20	28095.75	24725.12	41674.39	1536.18	2201.95
21	28939.00	15285.00	14203.00	1233.00	750.00
22	31931.00	15285.00	14203.00	1233.00	750.00
23	29898.00	4599.00	47343.00	375.00	2499.00
24	30971.00	4599.00	47343.00	375.00	2499.00
25	29607.00	4642.00	14203.00	392.00	750.00
26	31263.00	4642.00	14203.00	392.00	750.00
27	28938.00	15242.00	14824.00	1227.00	773.00
28	31931.00	15242.00	14824.00	1227.00	773.00
29	29898.00	4581.00	49415.00	371.00	2577.00
30	30972.00	4581.00	49415.00	371.00	2577.00
31	29606.00	4608.00	14824.00	379.00	773.00
32	31264.00	4608.00	14824.00	379.00	773.00
33	0.00	0.10	0.00	1835.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00	0.00	3848.00

#### 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	28096.00	7922.00	41971.00
2	33204.00	11104.00	31287.00
3	31751.00	16107.00	44553.00
4	28096.00	11104.00	30090.00
5	31927.00	11104.00	30988.00
6	30837.00	16107.00	40693.00
7	28096.00	11104.00	30090.00
8	31927.00	11104.00	33921.00
9	30837.00	16107.00	43626.00
10	28096.00	19442.00	30742.00

#### 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
---------	---	----	----

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 44 di 59
--	---

1	31927.00	10309.00 (0.00)	11206.00 (0.00)
2	30837.00	10309.00 (424142.74)	21889.00 (900578.18)
3	28096.00	10309.00 (0.00)	10309.00 (0.00)
4	30969.00	10309.00 (0.00)	10982.00 (0.00)
5	30152.00	10309.00 (845920.97)	18994.00 (1558582.11)
6	28096.00	10309.00 (0.00)	10309.00 (0.00)
7	30969.00	10309.00 (0.00)	13182.00 (0.00)
8	30152.00	10309.00 (376606.84)	21193.00 (774219.48)
9	28096.00	10309.00 (0.00)	10309.00 (0.00)
10	28096.00	9589.00 (0.00)	12657.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	28096.00	11104.00 (0.00)	11104.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.7 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	45455.06	16178.96	46273.89	45455.25	84670.18	242906.97	5.25	
1040.6(795.0)									
2	S	43493.51	16178.96	65502.28	43493.22	67164.76	274587.91	4.19	
1040.6(795.0)									
3	S	38559.26	23683.20	43191.92	38559.23	93836.45	170954.68	3.96	
1040.6(795.0)									
4	S	43731.11	16178.96	45869.91	43731.39	84496.79	236360.49	5.16	
1040.6(795.0)									
5	S	42259.95	16178.96	60291.20	42259.97	71211.49	263077.41	4.37	
1040.6(795.0)									
6	S	38559.26	23683.20	43191.92	38559.23	93836.45	170954.68	3.96	
1040.6(795.0)									
7	S	43731.11	16178.96	49829.19	43731.11	80814.24	246753.34	4.96	
1040.6(795.0)									
8	S	42259.95	16178.96	64250.48	42259.84	68497.63	268109.14	4.18	
1040.6(795.0)									

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 45 di 59
--	---

9	S	38559.26	23683.20	43191.92	38559.23	93836.45	170954.68	3.96
1040.6(795.0)								
10	S	38559.26	28686.02	51694.33	38558.97	94266.95	168494.46	3.27
1040.6(795.0)								
11	S	34991.55	12218.06	42312.99	34991.35	69858.44	239230.12	5.66
1040.6(795.0)								
12	S	33030.00	12218.06	61541.38	33029.91	52972.64	260055.79	4.23
1040.6(795.0)								
13	S	28095.75	19722.30	39231.02	28095.79	82062.16	164313.34	4.18
1040.6(795.0)								
14	S	33267.60	12218.06	41909.01	33267.40	68947.05	234550.11	5.60
1040.6(795.0)								
15	S	33267.60	12218.06	41909.01	33267.40	68947.05	234550.11	5.60
1040.6(795.0)								
16	S	31796.44	19722.30	54864.27	31796.31	75820.92	210591.29	3.84
1040.6(795.0)								
17	S	28095.75	12218.06	40697.04	28095.85	66043.62	220348.13	5.41
1040.6(795.0)								
18	S	33267.60	12218.06	45868.29	33267.67	64902.55	242705.24	5.29
1040.6(795.0)								
19	S	31796.44	19722.30	58823.55	31796.42	73086.96	218500.98	3.71
1040.6(795.0)								
20	S	28095.75	24725.12	41674.39	28095.55	85262.30	144710.56	3.47
1040.6(795.0)								
21	S	28939.00	15285.00	14203.00	28938.73	92634.79	86012.73	6.06
1040.6(795.0)								
22	S	31931.00	15285.00	14203.00	31931.11	96028.22	89099.52	6.28
1040.6(795.0)								
23	S	29898.00	4599.00	47343.00	29897.89	26447.16	271908.58	5.74
1040.6(795.0)								
24	S	30971.00	4599.00	47343.00	30970.94	26509.09	275480.30	5.82
1040.6(795.0)								
25	S	29607.00	4642.00	14203.00	29606.92	70962.57	214739.73	15.14
1040.6(795.0)								
26	S	31263.00	4642.00	14203.00	31262.73	72198.00	218594.95	15.41
1040.6(795.0)								
27	S	28938.00	15242.00	14824.00	28938.05	92395.78	89077.55	6.04
1040.6(795.0)								
28	S	31931.00	15242.00	14824.00	31930.85	95770.31	92240.00	6.25
1040.6(795.0)								
29	S	29898.00	4581.00	49415.00	29898.20	26180.55	272052.92	5.51
1040.6(795.0)								
30	S	30972.00	4581.00	49415.00	30971.99	26239.39	275630.54	5.58
1040.6(795.0)								
31	S	29606.00	4608.00	14824.00	29606.11	68847.68	220060.37	14.85
1040.6(795.0)								
32	S	31264.00	4608.00	14824.00	31264.17	70012.09	224109.69	15.12
1040.6(795.0)								
33	S	0.00	0.10	0.00	0.00	57950.41	0.00	999.00
1040.6(795.0)								
34	S	0.00	0.00	0.00	0.00	57950.41	0.00	999.00
1040.6(795.0)								

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

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

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 46 di 59
--	---

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	400.0	150.0	0.00329	396.3	141.0	-0.00836	-396.3	-141.0
2	0.00350	400.0	150.0	0.00332	396.3	141.0	-0.00927	-396.3	-141.0
3	0.00350	400.0	150.0	0.00321	396.3	141.0	-0.00962	-396.3	-141.0
4	0.00350	400.0	150.0	0.00329	396.3	141.0	-0.00850	-396.3	-141.0
5	0.00350	400.0	150.0	0.00331	396.3	141.0	-0.00908	-396.3	-141.0
6	0.00350	400.0	150.0	0.00321	396.3	141.0	-0.00962	-396.3	-141.0
7	0.00350	400.0	150.0	0.00330	396.3	141.0	-0.00857	-396.3	-141.0
8	0.00350	400.0	150.0	0.00331	396.3	141.0	-0.00926	-396.3	-141.0
9	0.00350	400.0	150.0	0.00321	396.3	141.0	-0.00962	-396.3	-141.0
10	0.00350	400.0	150.0	0.00321	396.3	141.0	-0.00968	-396.3	-141.0
11	0.00350	400.0	150.0	0.00329	396.3	141.0	-0.00966	-396.3	-141.0
12	0.00350	400.0	150.0	0.00331	396.3	141.0	-0.01149	-396.3	-141.0
13	0.00350	400.0	150.0	0.00320	396.3	141.0	-0.01066	-396.3	-141.0
14	0.00350	400.0	150.0	0.00329	396.3	141.0	-0.00985	-396.3	-141.0
15	0.00350	400.0	150.0	0.00329	396.3	141.0	-0.00985	-396.3	-141.0
16	0.00350	400.0	150.0	0.00326	396.3	141.0	-0.00969	-396.3	-141.0
17	0.00350	400.0	150.0	0.00328	396.3	141.0	-0.01044	-396.3	-141.0
18	0.00350	400.0	150.0	0.00330	396.3	141.0	-0.01015	-396.3	-141.0
19	0.00350	400.0	150.0	0.00327	396.3	141.0	-0.00975	-396.3	-141.0
20	0.00350	400.0	150.0	0.00316	396.3	141.0	-0.01134	-396.3	-141.0
21	0.00350	400.0	150.0	0.00301	396.3	141.0	-0.01483	-396.3	-141.0
22	0.00350	400.0	150.0	0.00303	396.3	141.0	-0.01409	-396.3	-141.0
23	0.00350	450.0	100.0	0.00330	441.0	96.3	-0.01515	-441.0	-96.3
24	0.00350	450.0	100.0	0.00330	441.0	96.3	-0.01494	-441.0	-96.3
25	0.00350	400.0	150.0	0.00327	396.3	141.0	-0.01003	-396.3	-141.0
26	0.00350	400.0	150.0	0.00327	396.3	141.0	-0.00983	-396.3	-141.0
27	0.00350	400.0	150.0	0.00302	396.3	141.0	-0.01458	-396.3	-141.0
28	0.00350	400.0	150.0	0.00304	396.3	141.0	-0.01386	-396.3	-141.0
29	0.00350	450.0	100.0	0.00330	441.0	96.3	-0.01519	-441.0	-96.3
30	0.00350	450.0	100.0	0.00330	441.0	96.3	-0.01498	-441.0	-96.3
31	0.00350	400.0	150.0	0.00328	396.3	141.0	-0.01014	-396.3	-141.0
32	0.00350	400.0	150.0	0.00328	396.3	141.0	-0.00993	-396.3	-141.0
33	0.00334	400.0	150.0	0.00115	396.3	141.0	-0.06750	396.3	-141.0
34	0.00334	400.0	150.0	0.00115	396.3	141.0	-0.06750	396.3	-141.0

#### 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	0.00007566	0.000020058	-0.002534905	----	----
2	0.000010156	0.000016095	-0.002976533	----	----
3	0.000005594	0.000029783	-0.003205102	----	----
4	0.000007508	0.000020688	-0.002606297	----	----
5	0.000009502	0.000017245	-0.002887390	----	----
6	0.000005594	0.000029783	-0.003205102	----	----
7	0.000008052	0.000019428	-0.002635078	----	----
8	0.000009943	0.000016635	-0.002972443	----	----
9	0.000005594	0.000029783	-0.003205102	----	----
10	0.000005516	0.000030208	-0.003237598	----	----
11	0.000009563	0.000019061	-0.003184360	----	----
12	0.000013187	0.000015428	-0.004088961	----	----

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 47 di 59
--	---

13	0.000006380	0.000031190	-0.003730497	----	----
14	0.000009670	0.000019398	-0.003277824	----	----
15	0.000009670	0.000019398	-0.003277824	----	----
16	0.000008174	0.000022953	-0.003212741	----	----
17	0.000010017	0.000020501	-0.003581793	----	----
18	0.000010511	0.000018144	-0.003425998	----	----
19	0.000008732	0.000021650	-0.003240150	----	----
20	0.000005622	0.000035596	-0.004088376	----	----
21	0.000003764	0.000052690	-0.005909145	----	----
22	0.000003716	0.000050281	-0.005528572	----	----
23	0.000018920	0.000009145	-0.005928415	----	----
24	0.000018708	0.000009043	-0.005822669	----	----
25	0.000009007	0.000021851	-0.003380393	----	----
26	0.000008875	0.000021532	-0.003279779	----	----
27	0.000003848	0.000051585	-0.005776969	----	----
28	0.000003797	0.000049277	-0.005410577	----	----
29	0.000018982	0.000009073	-0.005949052	----	----
30	0.000018768	0.000008970	-0.005842525	----	----
31	0.000009475	0.000020929	-0.003429442	----	----
32	0.000009336	0.000020621	-0.003327451	----	----
33	0.000000000	0.000243443	-0.033174513	----	----
34	0.000000000	0.000243443	-0.033174513	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm  
Passo staffe: 11.6 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	1769.88	50585.07	3552.86301.8	268.2	533.2	2.500	1.091	6.7	13.5(0.0)
2	S	2111.32	42593.84	3755.55322.3	283.5	426.3	2.500	1.087	7.6	13.5(0.0)
3	S	1862.34	64279.94	3570.49293.0	269.5	682.9	2.500	1.077	7.1	13.5(0.0)
4	S	1746.14	50671.38	3552.17300.9	268.2	535.9	2.500	1.088	6.7	13.5(0.0)
5	S	2019.56	43756.44	3672.08314.5	277.2	448.9	2.500	1.085	7.4	13.5(0.0)
6	S	1862.34	64279.94	3570.49293.0	269.5	682.9	2.500	1.077	7.1	13.5(0.0)
7	S	1902.40	48249.66	3572.92304.2	269.7	507.4	2.500	1.088	7.2	13.5(0.0)
8	S	2172.46	42831.43	3719.00318.8	280.7	433.9	2.500	1.085	7.9	13.5(0.0)

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 48 di 59
--	---

9	S	1862.34	64279.94	3570.49293.0	269.5	682.9	2.500	1.077	7.1	13.5(0.0)
10	S	2241.76	65129.71	3571.38292.7	269.6	691.7	2.500	1.077	8.5	13.5(0.0)
11	S	1629.86	42657.72	3654.87310.5	275.9	445.7	2.500	1.070	6.0	13.5(0.0)
12	S	1960.52	38174.22	4091.55346.8	308.9	357.6	2.500	1.066	6.5	13.5(0.0)
13	S	1607.23	56349.27	3590.82293.5	271.1	607.1	2.500	1.056	6.1	13.5(0.0)
14	S	1625.80	42128.64	3656.61310.2	276.0	441.4	2.500	1.067	6.0	13.5(0.0)
15	S	1625.80	42128.64	3656.61310.2	276.0	441.4	2.500	1.067	6.0	13.5(0.0)
16	S	1837.93	46455.32	3586.71300.6	270.8	497.6	2.500	1.064	6.9	13.5(0.0)
17	S	1613.13	40633.29	3667.26309.4	276.8	428.6	2.500	1.056	6.0	13.5(0.0)
18	S	1816.98	40646.41	3725.60316.8	281.2	418.0	2.500	1.067	6.6	13.5(0.0)
19	S	1970.20	44483.74	3603.60303.4	272.0	474.2	2.500	1.064	7.4	13.5(0.0)
20	S	1860.92	63188.34	3605.31291.9	272.2	678.0	2.500	1.056	7.0	13.5(0.0)
21	S	1283.31	80851.73	3634.67289.4	274.4	859.2	2.500	1.058	4.8	13.5(0.0)
22	S	1284.92	81162.40	3622.91289.3	273.5	860.4	2.500	1.064	4.8	13.5(0.0)
23	S	2413.13	46297.16	6679.73540.8	504.3	267.2	2.500	1.060	4.9	13.5(0.0)
24	S	2413.13	46537.76	6684.06541.5	504.6	267.9	2.500	1.062	4.9	13.5(0.0)
25	S	648.23	43436.19	3616.39304.0	273.0	463.3	2.500	1.059	2.4	13.5(0.0)
26	S	648.23	44010.79	3610.19304.0	272.5	468.8	2.500	1.063	2.4	13.5(0.0)
27	S	1281.10	80775.93	3634.22289.4	274.3	858.5	2.500	1.058	4.8	13.5(0.0)
28	S	1282.77	81091.43	3622.50289.4	273.5	859.7	2.500	1.064	4.8	13.5(0.0)
29	S	2485.05	46598.09	6737.06545.1	508.6	266.7	2.500	1.060	5.0	13.5(0.0)
30	S	2485.05	46841.19	6741.53545.7	508.9	267.3	2.500	1.062	5.0	13.5(0.0)
31	S	664.07	42105.38	3639.45306.8	274.7	446.3	2.500	1.059	2.5	13.5(0.0)
32	S	664.07	42682.24	3633.71306.8	274.3	451.7	2.500	1.063	2.5	13.5(0.0)
33	S	1835.00	76524.99	3777.32294.1	285.1	827.9	2.500	1.000	6.6	13.5(0.0)
34	S	0.00	110961.23	1510.93294.1	285.1	827.9	1.000	1.000	0.0	13.5(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)



<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 49 di 59
--	---

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre			Ac eff.	As eff.
					Sf min	Xs min	Ys min		
1	S	2.49	400.0	150.0	-7.1	-396.3	-141.0	3134	58.4
2	S	2.62	400.0	150.0	-3.1	-396.3	-141.0	573	15.9
3	S	3.38	400.0	150.0	-17.4	-396.3	-141.0	4642	90.3
4	S	2.44	400.0	150.0	-6.0	-396.3	-141.0	1884	47.8
5	S	2.57	400.0	150.0	-3.7	-396.3	-141.0	815	21.2
6	S	3.24	400.0	150.0	-16.2	-396.3	-141.0	4508	90.3
7	S	2.44	400.0	150.0	-6.0	-396.3	-141.0	1884	47.8
8	S	2.64	400.0	150.0	-4.8	-396.3	-141.0	1241	31.9
9	S	3.34	400.0	150.0	-18.0	-396.3	-141.0	4790	90.3
10	S	3.26	400.0	150.0	-20.3	-396.3	-141.0	5881	122.1

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.08	400.0	150.0	3.6	-396.3	-141.0	----	----
2	S	2.27	400.0	150.0	-0.4	-396.3	-141.0	268	5.3
3	S	1.93	400.0	150.0	1.8	-396.3	-141.0	----	----
4	S	2.04	400.0	150.0	3.1	-396.3	-141.0	----	----
5	S	2.19	400.0	150.0	0.1	-396.3	-141.0	0	0.0
6	S	1.93	400.0	150.0	1.8	-396.3	-141.0	----	----
7	S	2.09	400.0	150.0	2.4	-396.3	-141.0	----	----
8	S	2.23	400.0	150.0	-0.6	-396.3	-141.0	260	5.3
9	S	1.93	400.0	150.0	1.8	-396.3	-141.0	----	----
10	S	1.93	400.0	150.0	1.7	-396.3	-141.0	----	----

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$										
e1	Esito della verifica										
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]										
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]										
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]										
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]										
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]										
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]										
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]										
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000		
(0.30)	0.00	0.00									
2	S	-0.00001	0	0.500	26.0	77	0.00000 (0.00000)	485	0.001		
(0.30)	424142.74900578.18										
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000		
(0.30)	0.00	0.00									
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000		
(0.30)	0.00	0.00									
5	S	0.00000	0	0.500	26.0	77	0.00000 (0.00000)	0	0.002		

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 50 di 59
---	---

(0.30)	845920.971558582.11									
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----				0.000
(0.30)	0.00	0.00								
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----				0.000
(0.30)	0.00	0.00								
8	S	-0.00001	0	0.500	26.0	77	0.00000 (0.00000)	478		0.001
(0.30)	376606.84774219.48									
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----				0.000
(0.30)	0.00	0.00								
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----				0.000
(0.30)	0.00	0.00								

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.00	400.0	150.0	0.8	-396.3	-141.0	----	----

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

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

#### 4.8.2 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 :

$$N_{max} = 7896 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$T_{max} = 272 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$N_{max} = 5656 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

$$T_{max} = 292 \text{ kN (CC. SLV } q=1.36)$$

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 51 di 59</p>
---	--

una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a 0.2 dp (con dp altezza utile della sezione del plinto).

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

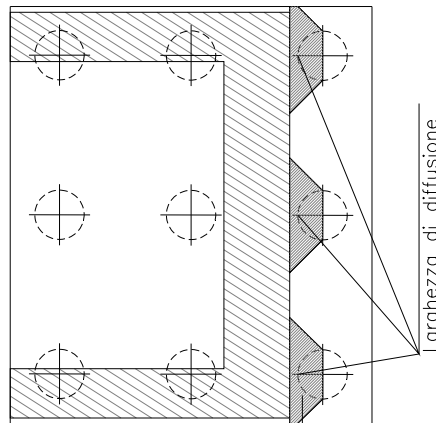
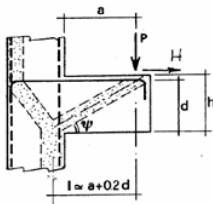


Figura 4.4. Diffusione delle azioni dal palo alla pila

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° 7/19.

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTONE.



**P,H : Carichi Esterni di Progetto (P<sub>Fn</sub>,H<sub>Fn</sub>)**

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

$$P_r = P_{R_s} = (A_s f_{sd} - H_{sd}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \geq 1 (0,9d).$$

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

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

**CONDIZIONI DI VERIFICA**

- 1  $P_R \geq P_{Ed}$
- 2  $\quad \geq P_{R_s}$

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 52 di 59
---	---

#### Dati di progetto

b(m)=	2.00	m	dimensione trasversale verifica
P <sub>Ed</sub> (KN) =	7896.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
H <sub>Ed</sub> (KN) =	272.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
a(m) =	2.50	m	distanza P da incastro
h(m) =	2.50	m	spessore mensola
δ(m) =	0.12	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
d(m) =	2.38	m	altezza utile
l(m) =	2.98	m	a+0,2d
λ =	1.39		λ=ctgψ±l/(0,9d).

#### Tipo di mensola (Valutazione coefficiente C)

sblazi di piastre (no staffatura) ▼

c(m) = 1.00

#### Caratteristiche Materiali

f <sub>cd</sub> =	14.1	MPa	Calcestruzzo
f <sub>yd</sub> =	391.0	MPa	Acciaio

#### Caratteristiche Armature di Progetto

<b>Registro tipo R1</b>							
n° R1=	1	φ1(mm) =	26.0	p1(cm) =	10.0	θ1° =	0.0
A <sub>φ i</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	530.93	nb tot 1=	20.0	A <sub>φ TOT</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	10618.57	A <sub>φ CAL</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	10618.57
<b>Registro tipo R2</b>							
n° R2=	1	φ2(mm) =	26.0	p2(cm) =	10.0	θ2° =	0.0
A <sub>φ i</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	530.93	nb tot 2 =	20.0	A <sub>φ TOT</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	10618.57	A <sub>φ CAL</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	10618.57
<b>Registro tipo R3</b>							
n° R3=	1	φ3(mm) =	26.0	p3(cm) =	10.0	θ3° =	0.0
A <sub>φ i</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	530.93	nb tot 3 =	20.0	A <sub>φ TOT</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	10618.57	A <sub>φ CAL</sub> (mm <sup>2</sup> ) =	10618.57

#### Verifiche di resistenza

Ψ =	0.624	rad	=	35.74	°
P <sub>RS</sub> =	8769.2	KN		PRs>PEd- Verifica Soddisfatta	
P <sub>RC</sub> =	9161.6	KN		PRc>PRs - Verifica Soddisfatta	

#### 4.8.3 Palo di fondazione

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione; le sollecitazioni sono ricavate dall'analisi elastica con q=1.

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. Risultata:

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 2.48(\text{vedi relazione geotecnica})$$

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b></p>	<p>File: T00_VI02_STR_RE_O3_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 53 di 59</p>
---	---

	N	M	V
SLU	7896	675	272
SLU	1198	675	272
SLV q=1	7983	1265	510
SLV q=1	1978	1265	510
sle rara	5795	453	183
sle rara	1752	453	183
sle freq.	4793	201	81
freq	2618	201	81

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare  $\phi 120$  cm

$A_s = 20 \phi 26$  staffe  $\phi 12/20$

La lunghezza del palo è pari a  $L = 28.00$ m

Per i dettagli su calcolo di portanza pali e carico limite si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto.

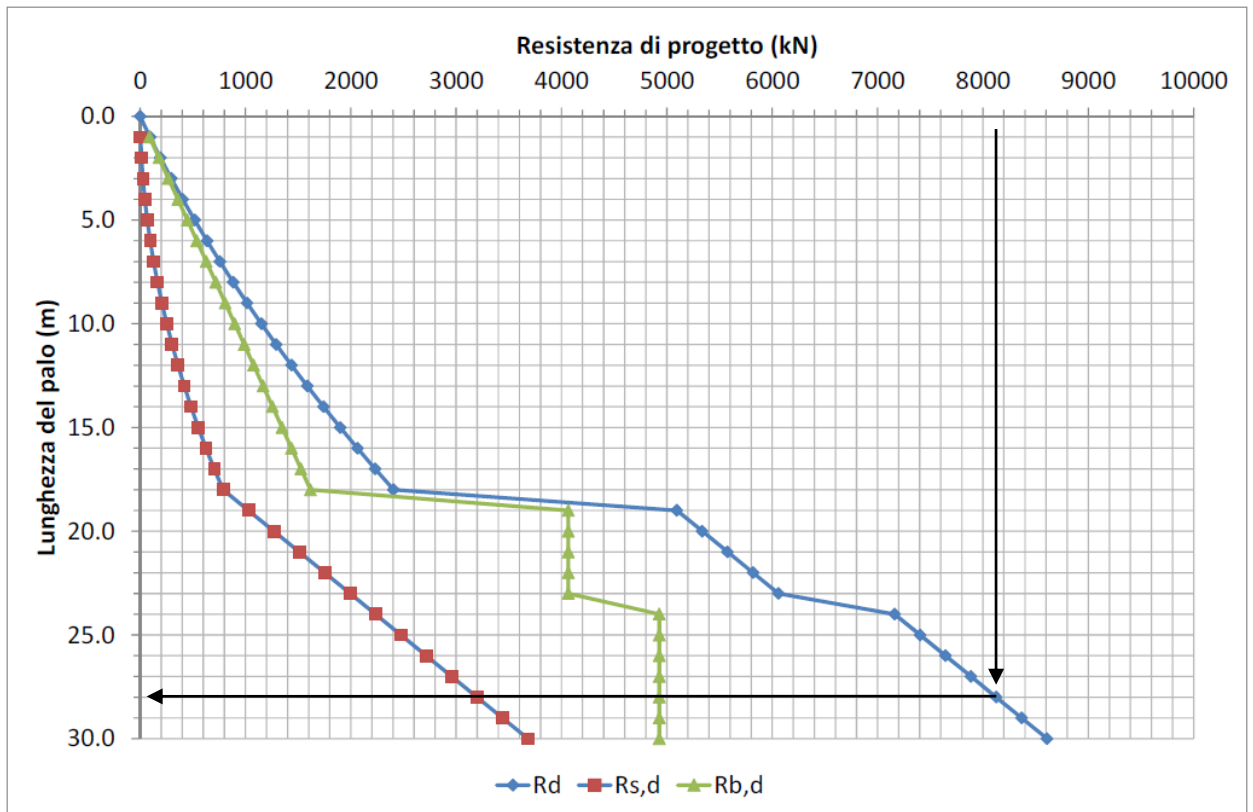
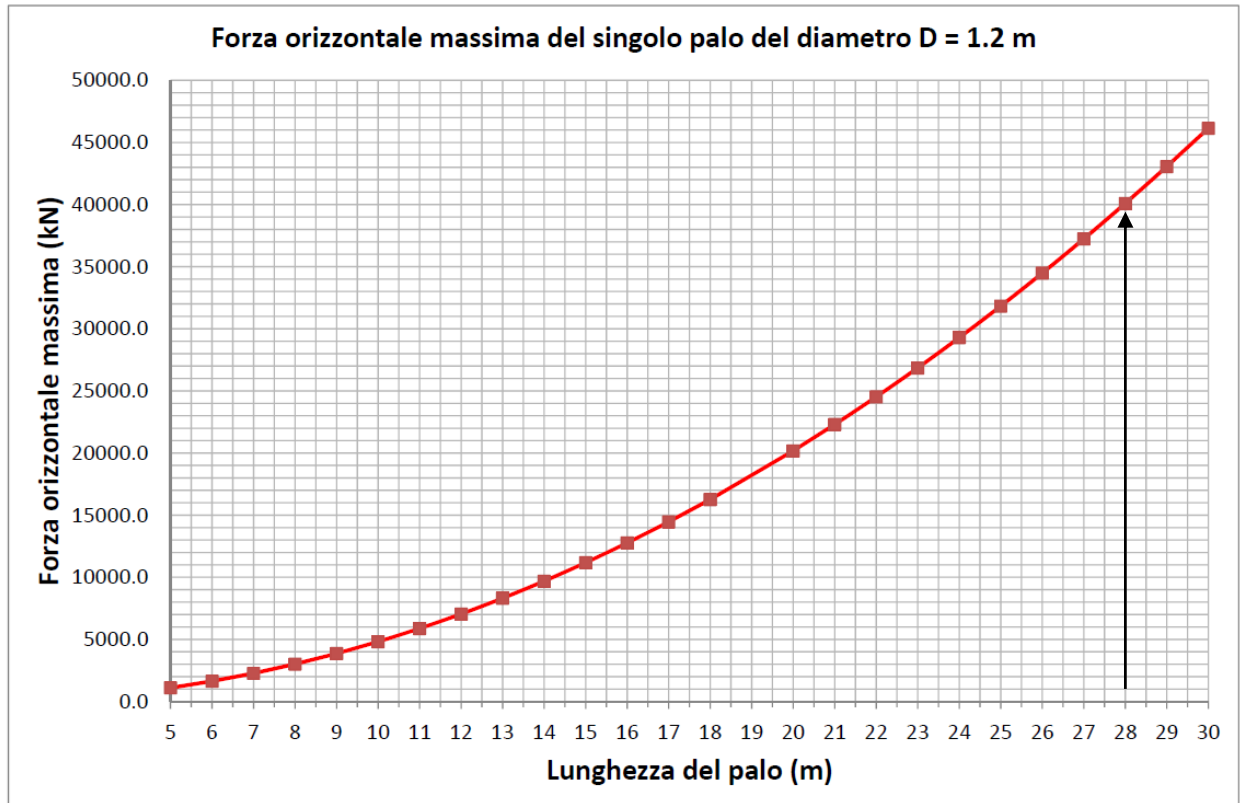


Tabella 4.11 – Portanza verticale pali.

F.S.  $\approx 8'100/510 = 1.02$  (verifica geotecnica)



*Tabella 4.12 – Portanza orizzontale pali.*

F.S.  $\approx 40'000/6'493 = 15.88$  (verifica geotecnica)

La verifica a carico orizzontale risulta soddisfatta.

**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:	150.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 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

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 55 di 59
--	---

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:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30
Raggio circ.:	60.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.0	20	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12	mm
Passo staffe:	20.0	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 [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	7896.00	675.00	272.00
2	1198.00	675.00	272.00
3	6349.00	955.00	385.00
4	1078.00	955.00	385.00
5	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00

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

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 56 di 59
--	---

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	4309.00	392.00	0.00
2	2006.00	392.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3787.00	203.00 (0.00)	0.00 (0.00)
2	2378.00	203.00 (424142.74)	0.00 (900578.18)

#### 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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3787.00	203.00 (0.00)	0.00 (0.00)
2	2378.00	203.00 (0.00)	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: 13.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 7.5 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  
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  
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	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	7896.00	675.00	7895.70	3097.89		
4.59	106.2(33.9)						
2	S	1198.00	675.00	1198.12	2248.88		
3.33	106.2(33.9)						
3	S	6349.00	955.00	6348.82	3101.22		
3.25	106.2(33.9)						
4	S	1078.00	955.00	1078.28	2213.35		
2.32	106.2(33.9)						



<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 57 di 59
--	---

5	S	0.00	0.00	0.00	1866.94
999.00	106.2(33.9)				
6	S	0.00	0.00	0.00	1866.94
999.00	106.2(33.9)				
7	S	0.00	0.00	0.00	1866.94
999.00	106.2(33.9)				
8	S	0.00	0.00	0.00	1866.94
999.00	106.2(33.9)				
9	S	0.00	0.00	0.00	1866.94
999.00	106.2(33.9)				
10	S	0.00	0.00	0.00	1866.94
999.00	106.2(33.9)				

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	60.0	0.00299	0.0	50.0	-0.00207	0.0	-50.0
2	0.00350	0.0	60.0	0.00245	0.0	50.0	-0.00800	0.0	-50.0
3	0.00350	0.0	60.0	0.00293	0.0	50.0	-0.00278	0.0	-50.0
4	0.00350	0.0	60.0	0.00243	0.0	50.0	-0.00823	0.0	-50.0
5	0.00350	0.0	60.0	0.00220	0.0	50.0	-0.01083	0.0	-50.0
6	0.00350	0.0	60.0	0.00220	0.0	50.0	-0.01083	0.0	-50.0
7	0.00350	0.0	60.0	0.00220	0.0	50.0	-0.01083	0.0	-50.0
8	0.00350	0.0	60.0	0.00220	0.0	50.0	-0.01083	0.0	-50.0
9	0.00350	0.0	60.0	0.00220	0.0	50.0	-0.01083	0.0	-50.0
10	0.00350	0.0	60.0	0.00220	0.0	50.0	-0.01083	0.0	-50.0

#### 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	0.000050666	0.000460033	----	----
2	0.000000000	0.000104529	-0.002771726	----	----
3	0.000000000	0.000057112	0.000073254	----	----
4	0.000000000	0.000106654	-0.002899242	----	----
5	0.000000000	0.000130305	-0.004318276		
6	0.000000000	0.000130305	-0.004318276		
7	0.000000000	0.000130305	-0.004318276		
8	0.000000000	0.000130305	-0.004318276		
9	0.000000000	0.000130305	-0.004318276		
10	0.000000000	0.000130305	-0.004318276		

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 58 di 59
--	---

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale 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	272.00	2263.35	765.07	92.1  69.2	107.3	2.500	1.250	4.0	11.3(0.0)	
2	S	272.00	2302.65	929.47	94.3  84.0	104.5	2.500	1.075	3.3	11.3(0.0)	
3	S	385.00	2376.79	795.91	91.8  71.9	108.3	2.500	1.250	5.5	11.3(0.0)	
4	S	385.00	2271.00	936.82	94.8  84.7	102.9	2.500	1.067	4.6	11.3(0.0)	
5	S	0.00	3063.28	390.51	98.2  88.2	98.1	1.000	1.000	0.0	11.3(0.0)	
6	S	0.00	3063.28	390.51	98.2  88.2	98.1	1.000	1.000	0.0	11.3(0.0)	
7	S	0.00	3063.28	390.51	98.2  88.2	98.1	1.000	1.000	0.0	11.3(0.0)	
8	S	0.00	3063.28	390.51	98.2  88.2	98.1	1.000	1.000	0.0	11.3(0.0)	
9	S	0.00	3063.28	390.51	98.2  88.2	98.1	1.000	1.000	0.0	11.3(0.0)	
10	S	0.00	3063.28	390.51	98.2  88.2	98.1	1.000	1.000	0.0	11.3(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	5.27	0.0	150.0	25.9	0.0	-50.0	----	----
2	S	3.51	0.0	150.0	-1.3	0.0	-50.0	323	5.3

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.94	0.0	150.0	31.5	0.0	-50.0	----	----
2	S	2.84	0.0	150.0	15.1	0.0	-50.0	----	----

<b>ANAS S.p.A.</b> <b>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</b> <b>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</b> <b>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</b> <b>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo pila tipo</b>	File: T00_VI02_STR_RE_O3_A Data: Agosto 2020 Pag. 59 di 59
--	---

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000		
(0.30)	0.00	0.00									
2	S	-0.00001	0	----	----	----	----	----	0.000		
(0.30)	424142.74900578.18										

### 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	3.94	0.0	150.0	31.5	0.0	-50.0	----	----
2	S	2.84	0.0	0.0	15.1	0.0	-50.0	----	----

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

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