

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

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
SWISS
Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



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

MANDANTE

OPERE D'ARTE MAGGIORI Opere d'arte maggiori – Viadotto VI01 Relazione di calcolo spalla

CODICE PROGETTO

NOME FILE T00_VI01_STR_RE02_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 1 S T R R E 0 2

A

1 di 65

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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 2 di 65</p>
--	--

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	OGGETTO E SCOPO	4
1.2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	MATERIALI	7
3.1	VERIFICA S.L.E.	8
3.1.1	Verifiche alle tensioni	8
3.1.2	Verifiche a fessurazione	8
4	ANALISI E VERIFICHE SPALLA	10
4.1	GENERALITÀ	10
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE	10
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	10
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA	14
4.5	GEOMETRIA DELLA SPALLA	15
4.6	ANALISI DEI CARICHI	17
4.6.1	Peso proprio elementi strutturali	17
4.6.2	Carichi trasmessi dall'impalcato	17
4.6.3	Azione del Vento	18
4.6.4	Carichi da traffico verticali	19
4.6.5	Carichi da traffico orizzontali	20
4.6.6	Spinta statica del terrapieno	20
4.6.7	Sovraccarico sul terrapieno	21
4.6.8	Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche	21
4.6.9	Azione sismica	22
4.6.10	Inerzie strutturali	24
4.6.11	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali	24
4.6.12	Riepilogo risultati	25
4.7	SOLLECITAZIONI	29
4.7.1	Muro paraghiaia	29
4.7.2	Muro frontale	30
4.7.3	Plinto di fondazione	32
4.7.4	Pali di fondazione	35
4.8	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	36
4.8.1	Paraghiaia	36

<p><i>ANAS S.p.A.</i></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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 3 di 65</p>
---	--

4.8.2	Muro frontale	44
4.8.3	Muro andatore	52
4.8.4	Zattera di fondazione	56
4.8.5	Palo di fondazione	59

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 4 di 65</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.

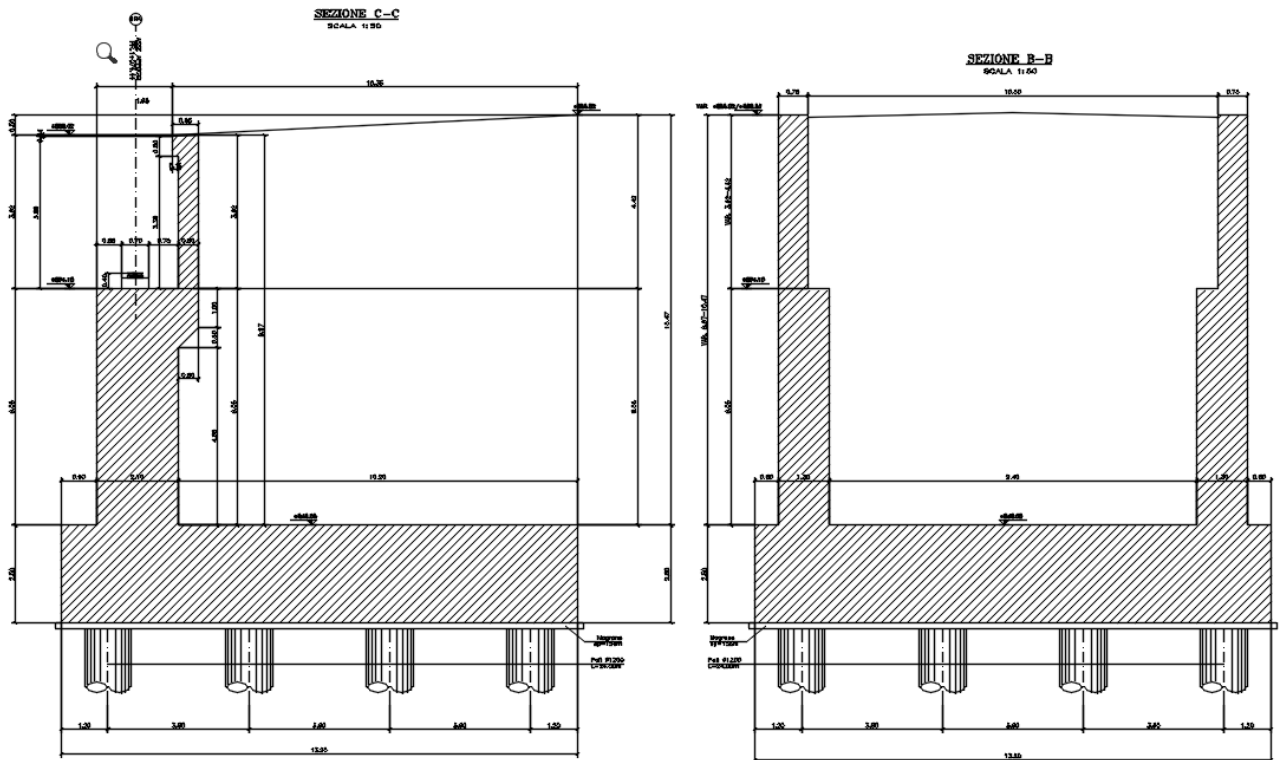
La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle spalle del viadotto VI01. In particolare si tratterà la spalla A che presenta l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato.

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

1.2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto è suddiviso in 3 campate da 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.

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



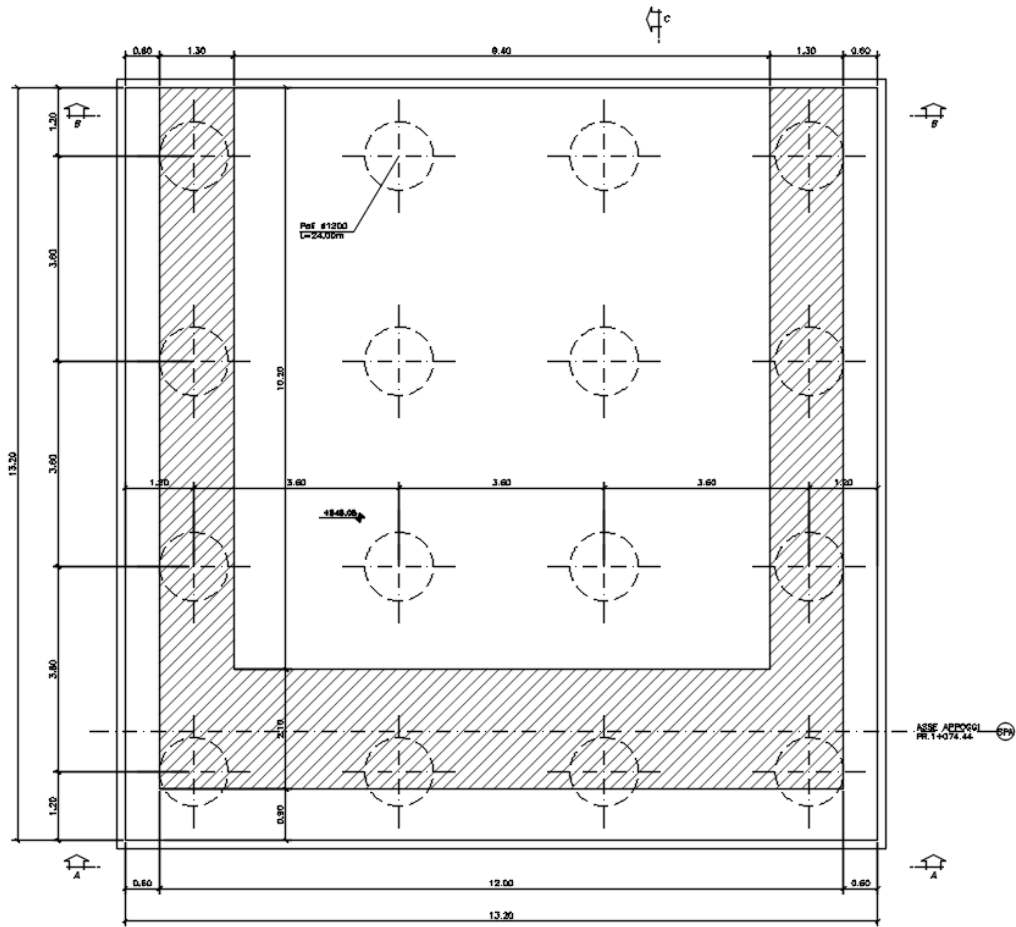


Figura 1.1. Sezione trasversale e pianta

<p><i>ANAS S.p.A.</i></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 Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 6 di 65</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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 7 di 65</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"> - DIMENSIONE MASSIMA DELL'AGGREGATO $D_{max} = 32$ mm; - RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MASSIMO 0.60, DA MISURARSI SECONDO UNI 206-1 CON PRELIEVI EFFETTUATI IMMEDIATAMENTE PRIMA DEL GETTO; - CEMENTO TIPO II, UNI 197-1 CLASSE 32.5 - DOSAGGIO MINIMO 300 kg/mc - CONSISTENZA S4, SECONDO UNI EN 206-1; - CLASSE DI ESPOSIZIONE AMB. XC2 SECONDO EN 206-1 - COPRIFERRO MINIMO: 45 mm; PALI 75 mm; - CLASSE DI CONTENUTI IN CLORURI CI 0.20 SECONDO UNI EN 206-1

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"> - DIMENSIONE MASSIMA DELL'AGGREGATO $D_{max} = 22$ mm; - RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MASSIMO 0.50, DA MISURARSI SECONDO UNI 206-1 CON PRELIEVI EFFETTUATI IMMEDIATAMENTE PRIMA DEL GETTO; - CEMENTO TIPO II, UNI 197-1 CLASSE 42.5 - DOSAGGIO MINIMO 340 kg/mc - CONSISTENZA S3, SECONDO UNI EN 206-1; - CLASSE DI ESPOSIZIONE AMB. XC4 SECONDO EN 206-1 - COPRIFERRO MINIMO 40 mm; - CLASSE DI CONTENUTI IN CLORURI CI 0.20 SECONDO UNI EN 206-1

Acciaio per armature

<p>ACCIAIO PER ARMATURE - B450C TRAFILATO IN BARRE TONDE $5 \leq \varnothing \leq 40$ AD ADERENZA MIGLIORATA (CONFORME D.M. 17.01.2018)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - TENSIONE CARATTERISTICA DI SNERVAMENTO $f_{yk} > 450$ N/mm² - TENSIONE CARATTERISTICA DI ROTTURA $f_{tk} > 540$ N/mm² - ALLUNGAMENTO $(A_{gt})_k > 7.5\%$

ANAS S.p.A. 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 Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 8 di 65
--	---

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

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 9 di 65</p>
--	--

Risultando:

w1= 0.2 mm

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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 10 di 65</p>
--	---

4 ANALISI E VERIFICHE SPALLA

4.1 GENERALITÀ

La spalla presentano una configurazione a paramento di spessore 2.10 m e muri di risvolto per il contenimento del rilevato retrostante di spessore 1.30 m. L'altezza della spalla **A** (escluso paraghiaia) è pari a 6.05 m.

La spalla ha in testa un paraghiaia di spessore 0.5 m ed altezza di circa 4.00 m dalla testa muro frontale.

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

Il calcolo è stato effettuato per la spalla **A**, con altezza di paramento maggiore estendendo i risultati anche all'altra.

Per le verifiche dei singoli elementi della spalla (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 SPALLE

Le sollecitazioni di verifica della spalla 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 spinte del terreno di riempimento e del sovraccarico in condizioni sia statiche che sismiche e le azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Tutti i muri sono considerati sconnessi fra loro per la valutazione delle sollecitazioni alla base e quindi le azioni provenienti dall'impalcato sono applicate solamente al muro frontale. Tale schema pur risultando cautelativo, non fornisce sovrastime eccessive nel calcolo dei quantitativi di armatura previsti.

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 muro paraghiaia e muro frontale che vengono tutti modellati come delle mensole incastrate alla base.

Per il plinto di fondazione, si è utilizzato un modello tirante-puntone per l'analisi e la verifica dello zoccolo anteriore al muro frontale.

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.

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 11 di 65
--	--

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 ^①	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qk}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

^① Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ 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.

⁽³⁾ 1,50 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 12 di 65
--	--

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_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 γ_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 sotto-strutture 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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 14 di 65</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

4.5 GEOMETRIA DELLA SPALLA

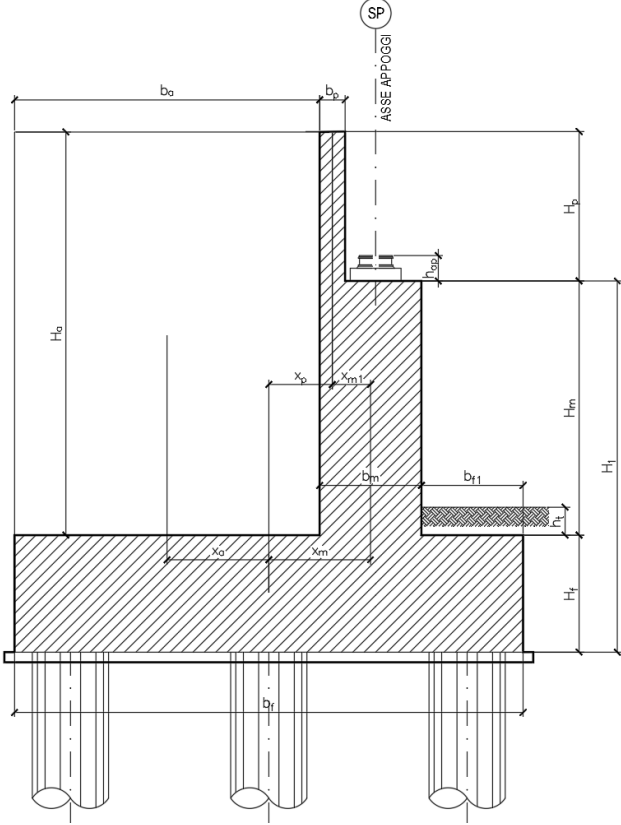


Figura 4.1. Significato dei simboli: sezione tipologica

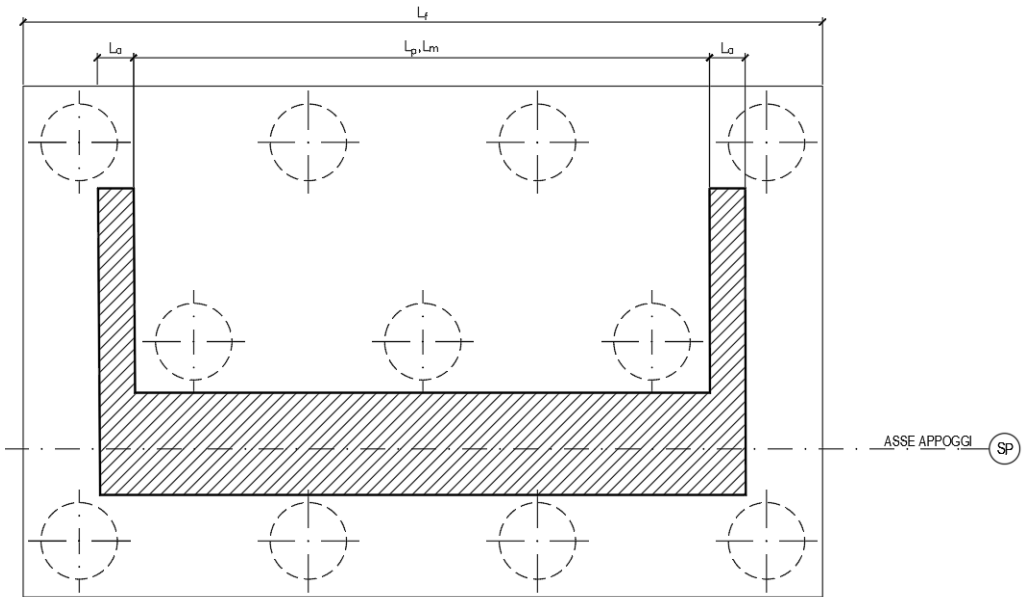


Figura 4.2. Significato dei simboli: pianta tipologica

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 16 di 65</p>
--	---

Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Sovraccarico accidentale sul rilevato	q_{acc}	20.0	kN/m ²
Altezza appoggio + baggiolo	h_{ap}	0.40	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	8.95	m
Paraghiaia			
Altezza	H_p	4.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.5	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	10.50	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		10.50	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	3.35	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	6.05	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	2.10	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	9.40	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	4.65	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-1.30	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.05	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	13.20	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	13.20	m
Mensola anteriore plinto	b_{n1}	0.90	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	2.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		4.70	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	10.05	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.30	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	9.85	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-1.67	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		<input type="button" value="▼"/>	Ko= 0.426
Sisma			
S_s		1.200	
a_g		0.060	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.072	
Mononobe e Okabe	K_{AE}	0.312	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.036	

Tabella 4.1 – Dati di input.

ANAS S.p.A. 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 Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 17 di 65
--	--

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/m³.

Impalcato			
N° Corsie convenzionali		3	
Lunghezza	L	45	m
Peso Proprio	G1	170	kN/m
Permanenti portati	G2	60	kN/m
n° totale appoggi sulla spalla	n	3	
Reazione appoggio i = (G1*L/2)/n	Ri	1275.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n	Ri	450.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n (ballast)	Ri	0	kN

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 per gli appoggi un attrito 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	1275			1275			1275			0.00
Permanenti G2	450			450			450			0.00
										0.00
Comb. Nmax Q1	595			1292			431			0.00
Comb. Nmax Q3 frenatura		242			242			242		3.50
Comb. Nmax Q4 centrifuga										3.50
Comb. Nmax Q folla										0.00
Comb. MTmax Q1	1223			696			-70			0.00
Comb. MTmax Q3 frenatura		242			242			242		3.50
Comb. MTmax Q4 centrifuga										3.50
Comb. MTmax Q folla										0.00
Comb. MLmax Q1										0.00
Comb. MLmax Q3 frenatura										3.50
Comb. MLmax Q4 centrifuga										3.50
Comb. MLmax Q folla										0.00
Vento Ponte Scarico						299				3.50
Vento Ponte Carico						426				3.50
Attrito permanente		52	52		52	52		52	52	0.00
Attrito carichi mobili		37	37		39	39		13	13	0.00
Sisma longitudinale		2225			2225			2225		3.50
Sisma trasversale						1113				3.50
Sisma verticale	62			62			62			0.00

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 18 di 65
--	--

4.6.3 Azione del Vento

Azione del Vento - generale - NTC e EC 1-1-4:2005

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	ao	750	750	m
Parametri	ks	0.4	0.4	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	$v_b = v_{b0} * (1 + k_s(as/ao - 1))$	29.64266667	29.64266667	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	100	100	anni
	α_R	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	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	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	

Vento su impalcato

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	13	13	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.52	2.52	
Larghezza impalcato	b	12	12	m
Altezza impalcato	h1	3.5	3.5	m
Altezza veicoli o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicoli)	dtot	5	6.5	m
Rapporto di forma	b/dtot	2.40	1.85	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.78	1.95	

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.59	0.59	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.52	2.52	
Coefficiente di forza	cfx	1.78	1.95	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	5	6.5	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	13.3	18.9	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.66	2.91	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	13.3	18.9	kN/m

Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	13.3		kN/m
Luce impalcato	L	45		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	299		kN/m

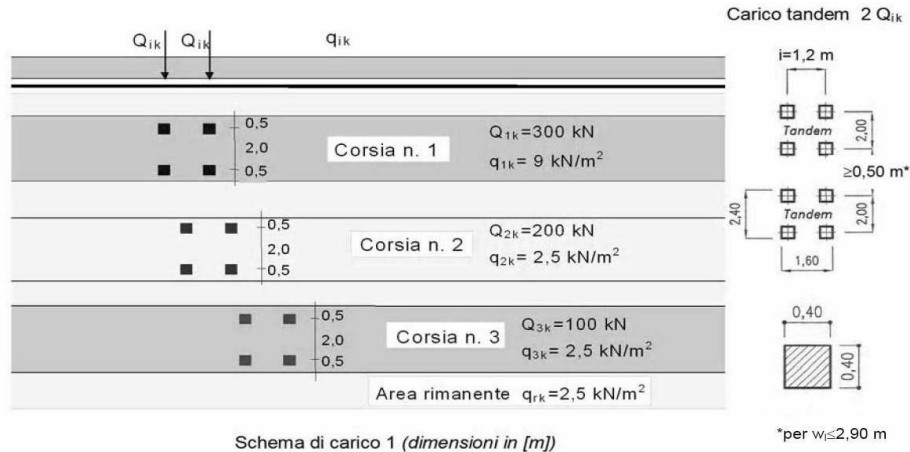
Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	18.9		kN/m
Luce impalcato	L	45		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	426		kN/m

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.



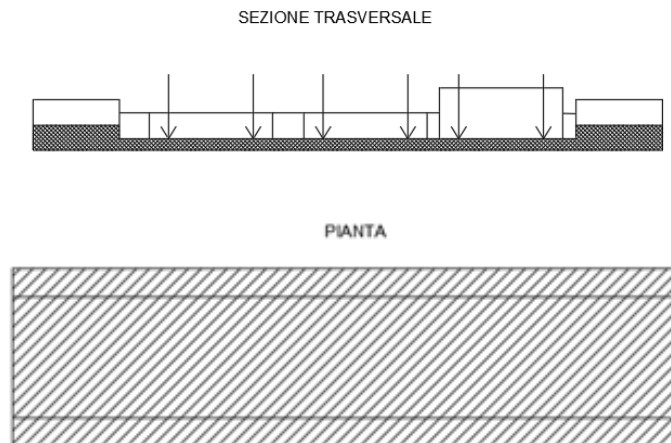
Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.

Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
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 $q = 5$ kN/mq.

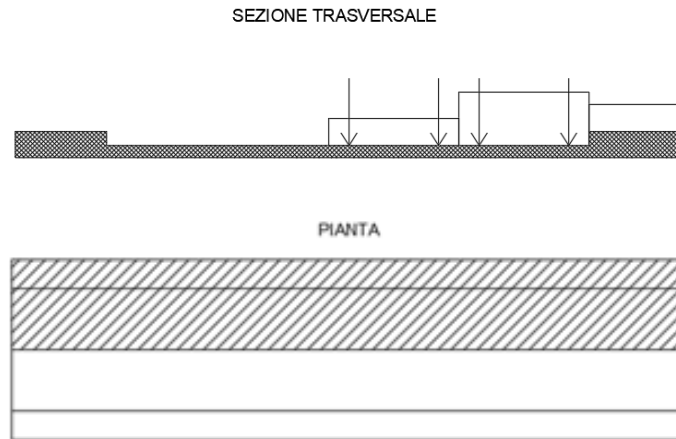
Di seguito si farà riferimento alle due condizioni di carico seguenti:

- N max, massimo sforzo normale per la spalla: il carico è presente sull'impalcato 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 – 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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 20 di 65</p>
--	---

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



4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	135	m
q3	725	kN
q3 (filtrata)	725	kN

Centrifuga		
Raggio planimetrico	10000	m
n° corsie	3	
Qv	1200	kN
q4	0	kN

4.6.6 Spinta statica del terrapieno

A tergo della spalla, applicato sulla zattera posteriore, viene considerato un carico pari al peso del rinterro calcolato con un peso di volume pari a $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno di peso specifico γ , su una parete di altezza H, risulta:

$$S_0 = 1/2 * \gamma * H^2 * K_0 \quad (\text{spinta per metro lineare di spalla})$$

l'utilizzo di K_0 è determinato dall'impossibilità, da parte della spalla, di subire spostamenti; si assume $K_0 = 1 - \text{sen } \varphi'$

Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni (1/3 H rispetto alla base della parete).

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 21 di 65</p>
--	---

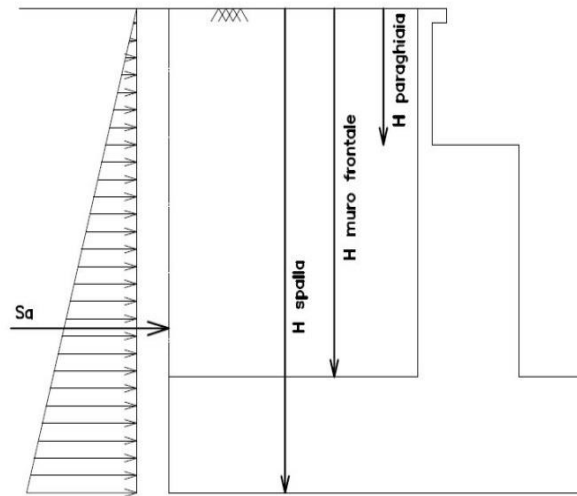


Figura 4.3. Spinta statica terreno di riempio

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati stradali e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

$$c' = 0$$

4.6.7 Sovraccarico sul terrapieno

Nell'analisi delle azioni è stato inoltre considerato il contributo, in termini di sovraccarico verticale in fondazione e di spinta, del sovraccarico accidentale eventualmente presente a tergo spalla.

$$q = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$S_q = 20 * 0,426 = 8,53 \text{ kN/m}^2$$

4.6.8 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a $Q = 20 \text{ kN/m}^2$ gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa

La presenza del sovraccarico Q genera una spinta pari a:

$$S_q = q * H * K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a $H/2$.

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 22 di 65</p>
--	---

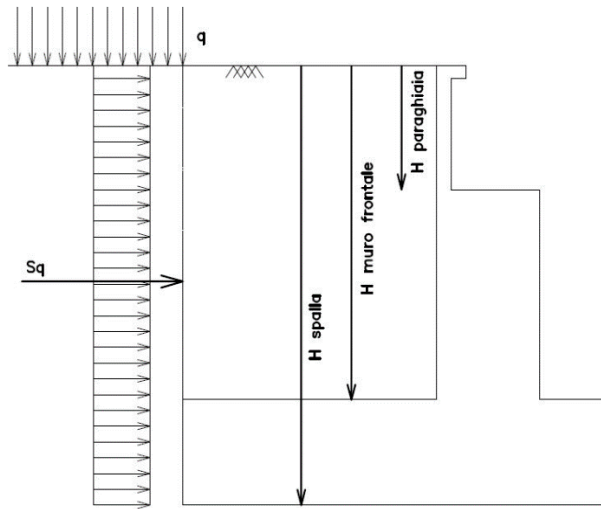


Figura 4.4. Spinta statica sovraccarico accidentale

4.6.9 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.

- Azioni sismiche sulla Spalla

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 23 di 65</p>
--	---

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0.

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

- Sovrappinta sismica del terreno

Si procederà al calcolo delle spinte considerando la somma della spinta statica a riposo e dell'incremento di spinta sismica valutata con la teoria di Wood, secondo le indicazioni contenute nell'EC8 – Parte 5 – Annesso E (E.9 “Force due to earth pressure for rigid structures”):

$$\Delta S_s = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad $H/2$.

Nella determinazione dei coefficienti sismici k_h e k_v , per le spalle di ponti e viadotti fondate su pali si porrà $\beta_m = 1$ in accordo con l'EC8-5.

Le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo a_g .

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo e della spinta sismica:

$$E_d = S_{stat} + \Delta S_s$$

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 24 di 65</p>
--	---

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla.

- 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_{VR} [%]	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [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

4.6.10 Inerzie strutturali

Si valutano le inerzie legate alla massa degli elementi strutturali con la seguente formula:

$$F_i = kh \cdot W_{str}$$

4.6.11 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

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

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

dove

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

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

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

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 25 di 65</p>
--	---

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

dove H_l , H_t sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

4.6.12 Riepilogo risultati

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

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N, forza orizzontale T e momento ribaltante M.
- Per i carichi sui pali in termini di Nmax, Nmin, T ed 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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 26 di 65</p>
--	---

PARAGHIAIA

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	525			0.00	0.00	2.00	0	0
Rinterro	g3		716		0.00	0.00	1.33	0	955
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	4.00	0	720
Sovr. acc. sul rilevato			358		0.00	0.00	2.00	0	716

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	38	0	0.00	0.00	2.00	0	76
Rinterro	Inerzia		596				2.00	0	1191
	Sovraspinta		276				2.00	0	553
Rinterro [totale]			872					0	1744
Sovr. acc. sul rilevato			358		0.00	0.00	2.00	0	716
Totale generale			1268					0	2536

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	0	38	0.00	0.00	2.00	76	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	19	0	0	0.00	0.00	2.00	0	0

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 27 di 65</p>
--	---

SPICCATO MURO FRONTALE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	525	0	0	-1.30		8.05	0	-683
Muro frontale	g1	3812	0	0			3.03	0	0
Totale Permanenti		4337	0	0				0	-683
Rinterro	g3		5168	0			3.35	0	17314
Sovr. acc. sul rilevato			900	0			5.03	0	4522

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		38		-1.30	0.00	8.05	0	304
Muro frontale	q6		274		0.00	0.00	3.03	0	830
Rinterro	Ineria		1340				5.03	0	6733
	Sovrappinta		1745				5.03	0	8770
Rinterro [totale]			3085					0	15504
Sovr. acc. sul rilevato			900				5.03	0	4522
Totale generale			4297					0	21160

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			38	-1.30	0.00	8.05	304	0
Muro frontale	q6			274	0.00	0.00	3.03	830	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				312				1134	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	19			-1.30	0.00	8.05	0	-25
Muro frontale	q6	137			0.00	0.00	3.03	0	0
Totale generale		156						0	-25

FONDAZIONE**AZIONI SU SPALLA [kN,m]**

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	525			3.35	0.00	10.55	0	1759
Muro frontale	g1	3812			4.65	0.00	5.53	0	17723
Plinto	g1	10890			0.00	0.00	1.25	0	0
Muri andatori	g1	6435			-1.67	0.00	7.53	0	-10746
Totale Permanenti		21661						0	8737
Rinterro	g3	18611			-1.67	0.00	7.53	0	-31080
Ricop. Plinto	g3	1234			1.67	0.00	3.50	0	2060
Sovr. acc. sul rilevato		2069			-1.67	0.00	12.55	0	-3454
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		8060		-1.67	0.00	4.18	0	33716
Sovr. acc. sul rilevato			1124		0.00	0.00	6.28	0	7052

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s		38		3.35	0.00	10.55	0	399
Muro frontale	q _s		274		4.65	0.00	5.53	0	1516
Plinto	q _s		784		0.00	0.00	1.25	0	980
Muri andatori	q _s		463		-1.67	0.00	7.53	0	3486
Rinterro	Inerzia		1340		-1.67	0.00	7.53	0	10083
	Sovrappinta		2722		-1.67	0.00	6.28	0	17078
Rinterro [totale]			4062				7.53	0	27162
Sovr. acc. sul rilevato			1124		-1.67		7.53	0	7052
Totale generale			6745						40595

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s			38	3.35	0.00	10.55	399	0
Muro frontale	q _s			274	4.65	0.00	5.53	1516	0
Plinto	q _s			784	0.00	0.00	1.25	980	0
Muri andatori	q _s			463	-1.67	0.00	7.53	3486	0
Rinterro	Inerzia			1340	0.00		7.53	10083	0
	Sovrappinta			350			6.28	2196	0
Rinterro [totale]				1690				12279	0
Sovr. acc. sul rilevato				1124	-1.67		12.55	14104	0
Totale generale				4373				32764	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s	19			3.35	0.00	10.55	0.00	63
Muro frontale	q _s	137			4.65	0.00	5.53	0.00	638
Plinto	q _s	392			0.00	0.00	1.25	0.00	0
Muri andatori	q _s	232			-1.67	0.00	7.53	0.00	-387
Rinterro	q _s	670			-1.67	0.00	0.00	0.00	-1119
Ricop. Plinto	q _s	44			1.67	0.00	3.50	0.00	74
Totale generale		1494						0.00	-730

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 29 di 65
--	--

4.7 SOLLECITAZIONI

4.7.1 Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta del rilevato, dalla spinta dei sovraccarichi accidentali, dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta sismica del rilevato, dalle masse del muro. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - MT max gr.1	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - ML max gr.1	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - N max gr.2	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - MT max gr.2	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - ML max gr.2	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - N max gr.3	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - MT max gr.3	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - ML max gr.3	870	1550	0	0	2894
A2 - SLU - Vento ponte scarico	525	931	0	0	1242
A2 - SLU - N max gr.1	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - MT max gr.1	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - ML max gr.1	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - N max gr.2	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - MT max gr.2	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - ML max gr.2	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - N max gr.3	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - MT max gr.3	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - ML max gr.3	870	1335	0	0	2607
A2 - SLU - Vento ponte scarico	525	716	0	0	955
A1 - SLU - N max gr.1	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - MT max gr.1	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - ML max gr.1	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - N max gr.2	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - MT max gr.2	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - ML max gr.2	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - N max gr.3	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - MT max gr.3	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - ML max gr.3	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - Vento ponte scarico	1114	1801	0	0	3372
A1 - SLU - N max gr.1	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - MT max gr.1	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - ML max gr.1	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - N max gr.2	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - MT max gr.2	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - ML max gr.2	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - N max gr.3	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - MT max gr.3	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - ML max gr.3	930	1443	0	0	2894
A1 - SLU - Vento ponte scarico	525	716	0	0	955

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 30 di 65
--	--

SLE Rara - N max gr.1	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - MT max gr.1	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - ML max gr.1	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - N max gr.2	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - MT max gr.2	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - ML max gr.2	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - N max gr.3	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - MT max gr.3	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - ML max gr.3	825	1255	0	0	2392
SLE Rara - Vento ponte scarico	525	716	0	0	955
SLE Freq. - N max gr.1	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - MT max gr.1	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - ML max gr.1	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - N max gr.2	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - MT max gr.2	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - ML max gr.2	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - N max gr.3	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - MT max gr.3	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - ML max gr.3	750	1120	0	0	2032
SLE Freq. - Vento ponte scarico	525	716	0	0	955
SLE Q.P. - ML max gr.3	525	716	0	0	955
SLV -dir.X 1	591	1734	11	23	3062
SLV -dir.X 2	579	1734	11	23	3062
SLV -dir.Y 1	591	1097	38	76	1788
SLV -dir.Y 2	579	1097	38	76	1788
SLV -dir.Z+	604	1097	11	23	1788
SLV -dir.Z-	566	1097	11	23	1788

Tabella 4.3 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia.

4.7.2 Muro frontale

Le sollecitazioni riportate nella seguente tabella sono state ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

Per la verifica del muro frontale, a quota spiccato, tali azioni possono essere considerate uniformemente distribuite in quanto l'altezza del muro frontale è tale che nell' ipotesi di ripartizione a 45°, tali scarichi si ripartiscono uniformemente alla base del muro

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia e la spinta del terreno e del sovraccarico sul rilevato a tergo.

Si ottengono quindi le seguenti sollecitazioni, con riferimento alle combinazioni maggiormente significative.

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 31 di 65</p>
--	---

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO
FRONTALE**

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	12582	8057	636	6018	29396
A2 - SLU - MT max gr.1	12043	8057	636	11211	29369
A2 - SLU - ML max gr.1	9917	8057	636	5264	29263
A2 - SLU - N max gr.2	11916	8892	636	5829	37670
A2 - SLU - MT max gr.2	11511	8892	636	9724	37650
A2 - SLU - ML max gr.2	9917	8057	636	5264	29263
A2 - SLU - N max gr.3	11916	8057	636	5829	29363
A2 - SLU - MT max gr.3	11511	8057	636	9724	29343
A2 - SLU - ML max gr.3	9917	8057	636	5264	29263
A2 - SLU - Vento ponte scarico	9917	6921	591	5169	23407
A2 - SLU - N max gr.1	12177	6460	589	5718	23881
A2 - SLU - MT max gr.1	11638	6460	589	10911	23854
A2 - SLU - ML max gr.1	9512	6460	589	4963	23748
A2 - SLU - N max gr.2	11511	7295	589	5529	32155
A2 - SLU - MT max gr.2	11106	7295	589	9424	32135
A2 - SLU - ML max gr.2	9512	6460	589	4963	23748
A2 - SLU - N max gr.3	11511	6460	589	5529	23848
A2 - SLU - MT max gr.3	11106	6460	589	9424	23828
A2 - SLU - ML max gr.3	9512	6460	589	4963	23748
A2 - SLU - Vento ponte scarico	9512	5324	544	4869	17892
A1 - SLU - N max gr.1	16172	9320	736	6972	33942
A1 - SLU - MT max gr.1	15539	9320	736	13069	33911
A1 - SLU - ML max gr.1	13043	9320	736	6086	33786
A1 - SLU - N max gr.2	15390	10300	736	6751	43655
A1 - SLU - MT max gr.2	14915	10300	736	11323	43632
A1 - SLU - ML max gr.2	13043	9320	736	6086	33786
A1 - SLU - N max gr.3	15390	9320	736	6751	33903
A1 - SLU - MT max gr.3	14915	9320	736	11323	33880
A1 - SLU - ML max gr.3	13043	9320	736	6086	33786
A1 - SLU - Vento ponte scarico	13043	9320	801	6734	33786
A1 - SLU - N max gr.1	12641	6658	658	6471	24923
A1 - SLU - MT max gr.1	12008	6658	658	12568	24891
A1 - SLU - ML max gr.1	9512	6658	658	5586	24766
A1 - SLU - N max gr.2	11858	7638	658	6250	34636
A1 - SLU - MT max gr.2	11858	7638	658	6250	34636
A1 - SLU - ML max gr.2	11384	7638	658	10822	34612
A1 - SLU - N max gr.3	9512	6658	658	5586	24766
A1 - SLU - MT max gr.3	11858	6658	658	6250	24884
A1 - SLU - ML max gr.3	11384	6658	658	10822	24860
A1 - SLU - Vento ponte scarico	9512	5443	658	5586	18661

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 32 di 65</p>
--	---

SLE Rara - N max gr.1	9512	6224	604	5464	22414
SLE Rara - MT max gr.1	11830	6312	499	4771	23100
SLE Rara - ML max gr.1	11361	6312	499	9287	23077
SLE Rara - N max gr.2	9512	6312	499	4115	22984
SLE Rara - MT max gr.2	11250	7038	499	4607	30295
SLE Rara - ML max gr.2	10898	7038	499	7994	30277
SLE Rara - N max gr.3	9512	6312	499	4115	22984
SLE Rara - MT max gr.3	11250	6312	499	4607	23071
SLE Rara - ML max gr.3	10898	6312	499	7994	23053
SLE Rara - Vento ponte scarico	9512	5412	499	4115	18462
SLE Freq. - N max gr.1	11250	6065	222	1921	21798
SLE Freq. - MT max gr.1	10898	6065	222	5308	21780
SLE Freq. - ML max gr.1	9512	6065	222	1429	21711
SLE Freq. - N max gr.2	10815	6609	222	1798	27194
SLE Freq. - MT max gr.2	10552	6609	222	4338	27181
SLE Freq. - ML max gr.2	9512	6065	222	1429	21711
SLE Freq. - N max gr.3	10815	6065	222	1798	21776
SLE Freq. - MT max gr.3	10552	6065	222	4338	21763
SLE Freq. - ML max gr.3	9512	6065	222	1429	21711
SLE Freq. - Vento ponte scarico	9512	5324	215	1596	17892
SLE Q.P. - ML max gr.3	9512	6312	244	1571	22984
SLV -dir.X 1	9614	15594	600	4778	101960
SLV -dir.X 2	9409	15594	600	4778	101969
SLV -dir.Y 1	9984	8688	1598	14359	45285
SLV -dir.Y 2	9779	8688	1598	14359	45294
SLV -dir.Z+	10318	8688	600	4909	45279
SLV -dir.Z-	9633	8688	600	4909	45310

Tabella 4.4 – Sollecitazioni alla base del muro frontale.

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale.

4.7.3 Plinto di fondazione

In questo paragrafo si riporta la determinazione delle sollecitazioni in quota testa pali che si ottengono sommando, alle azioni provenienti dall'impalcato, la risultante e il momento risultante dei pesi della struttura, del terreno interno alla spalla e delle spinte dovute al rilevato rispetto al baricentro del plinto. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie.

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

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 33 di 65</p>
--	---

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	58083	12073	636	7607	60450
A2 - SLU - MT max gr.1	57544	12073	636	12801	57915
A2 - SLU - ML max gr.1	55417	12073	636	6853	47921
A2 - SLU - N max gr.2	57417	12908	636	7419	67712
A2 - SLU - MT max gr.2	57012	12908	636	11314	65811
A2 - SLU - ML max gr.2	55417	12073	636	6853	47921
A2 - SLU - N max gr.3	57417	12073	636	7419	57318
A2 - SLU - MT max gr.3	57012	12073	636	11314	55416
A2 - SLU - ML max gr.3	55417	12073	636	6853	47921
A2 - SLU - Vento ponte scarico	53038	10679	591	6646	42874
A2 - SLU - N max gr.1	51725	9609	589	7190	56721
A2 - SLU - MT max gr.1	51185	9609	589	12384	54186
A2 - SLU - ML max gr.1	49059	9609	589	6436	44192
A2 - SLU - N max gr.2	51058	10444	589	7002	63983
A2 - SLU - MT max gr.2	50654	10444	589	10897	62082
A2 - SLU - ML max gr.2	49059	9609	589	6436	44192
A2 - SLU - N max gr.3	51058	9609	589	7002	53588
A2 - SLU - MT max gr.3	50654	9609	589	10897	51687
A2 - SLU - ML max gr.3	49059	9609	589	6436	44192
A2 - SLU - Vento ponte scarico	46680	8215	544	6229	39145
A1 - SLU - N max gr.1	72119	13959	736	8811	75342
A1 - SLU - MT max gr.1	71486	13959	736	14908	72367
A1 - SLU - ML max gr.1	68990	13959	736	7925	60635
A1 - SLU - N max gr.2	71337	14939	736	8590	83868
A1 - SLU - MT max gr.2	70862	14939	736	13162	81636
A1 - SLU - ML max gr.2	68990	13959	736	7925	60635
A1 - SLU - N max gr.3	71337	13959	736	8590	71665
A1 - SLU - MT max gr.3	70862	13959	736	13162	69434
A1 - SLU - ML max gr.3	68990	13959	736	7925	60635
A1 - SLU - Vento ponte scarico	68990	13959	801	8736	60635
A1 - SLU - N max gr.1	52602	9851	658	8116	59777
A1 - SLU - MT max gr.1	51969	9851	658	14213	56801
A1 - SLU - ML max gr.1	49473	9851	658	7231	45069
A1 - SLU - N max gr.2	51820	10831	658	7895	68302
A1 - SLU - MT max gr.2	51820	10831	658	7895	68302
A1 - SLU - ML max gr.2	51345	10831	658	12467	66071
A1 - SLU - N max gr.3	49473	9851	658	7231	45069
A1 - SLU - MT max gr.3	51820	9851	658	7895	56100
A1 - SLU - ML max gr.3	51345	9851	658	12467	53868
A1 - SLU - Vento ponte scarico	46680	8334	658	7231	40213

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 34 di 65</p>
--	---

SLE Rara - N max gr.1	48749	9339	604	6973	42742
SLE Rara - MT max gr.1	51067	9427	499	6019	54428
SLE Rara - ML max gr.1	50598	9427	499	10535	52224
SLE Rara - N max gr.2	48749	9427	499	5363	43533
SLE Rara - MT max gr.2	50487	10153	499	5855	60743
SLE Rara - ML max gr.2	50135	10153	499	9242	59090
SLE Rara - N max gr.3	48749	9427	499	5363	43533
SLE Rara - MT max gr.3	50487	9427	499	5855	51704
SLE Rara - ML max gr.3	50135	9427	499	9242	50051
SLE Rara - Vento ponte scarico	46680	8303	499	5363	39936
SLE Freq. - N max gr.1	49970	9124	222	2475	50607
SLE Freq. - MT max gr.1	49618	9124	222	5862	48954
SLE Freq. - ML max gr.1	48232	9124	222	1983	42436
SLE Freq. - N max gr.2	49535	9668	222	2352	55343
SLE Freq. - MT max gr.2	49272	9668	222	4892	54104
SLE Freq. - ML max gr.2	48232	9124	222	1983	42436
SLE Freq. - N max gr.3	49535	9124	222	2352	48564
SLE Freq. - MT max gr.3	49272	9124	222	4892	47325
SLE Freq. - ML max gr.3	48232	9124	222	1983	42436
SLE Freq. - Vento ponte scarico	46680	8215	215	2134	39145
SLE Q.P. - ML max gr.3	48749	9427	244	2180	43533
SLV -dir.X_1	47598	20753	1549	12149	156713
SLV -dir.X_2	46590	20753	1549	12149	156625
SLV -dir.Y_1	47968	12291	4760	37920	78606
SLV -dir.Y_2	46960	12291	4760	37920	78519
SLV -dir.Z+	49238	12291	1549	12280	79149
SLV -dir.Z-	45877	12291	1549	12280	78858

Tabella 4.5 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione.

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 35 di 65
--	--

4.7.4 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T_x	T_y	M_x	M_y	N_{max/palo}	N_{min/palo}	T_{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
AI - SLU - N max gr.1	72119	13959	736	8811	75342	6261	2754	874
AI - SLU - MT max gr.1	71486	13959	736	14908	72367	6286	2650	874
AI - SLU - ML max gr.1	68990	13959	736	7925	60635	5740	2884	874
AI - SLU - N max gr.2	71337	14939	736	8590	83868	6385	2532	935
AI - SLU - MT max gr.2	70862	14939	736	13162	81636	6404	2454	935
AI - SLU - ML max gr.2	68990	13959	736	7925	60635	5740	2884	874
AI - SLU - N max gr.3	71337	13959	736	8590	71665	6131	2787	874
AI - SLU - MT max gr.3	70862	13959	736	13162	69434	6150	2708	874
AI - SLU - ML max gr.3	68990	13959	736	7925	60635	5740	2884	874
AI - SLU - Vento ponte scarico	68990	13959	801	8736	60635	5757	2867	874
AI - SLU - N max gr.1	52602	9851	658	8116	59777	4702	1873	617
AI - SLU - MT max gr.1	51969	9851	658	14213	56801	4728	1769	617
AI - SLU - ML max gr.1	49473	9851	658	7231	45069	4182	2002	617
AI - SLU - N max gr.2	51820	10831	658	7895	68302	4826	1651	678
AI - SLU - MT max gr.2	51820	10831	658	7895	68302	4826	1651	678
AI - SLU - ML max gr.2	51345	10831	658	12467	66071	4845	1573	678
AI - SLU - N max gr.3	49473	9851	658	7231	45069	4182	2002	617
AI - SLU - MT max gr.3	51820	9851	658	7895	56100	4572	1905	617
AI - SLU - ML max gr.3	51345	9851	658	12467	53868	4591	1827	617
AI - SLU - Vento ponte scarico	46680	8334	658	7231	40213	3906	1929	523
						6404	1573	935

Tabella 4.6 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU.

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T_x	T_y	M_x	M_y	N_{max/palo}	N_{min/palo}	T_{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV -dir.X 1	47598	20753	1549	12149	156713	6493	-543	1301
SLV -dir.X 2	46590	20753	1549	12149	156625	6428	-604	1301
SLV -dir.Y 1	47968	12291	4760	37920	78606	5426	570	824
SLV -dir.Y 2	46960	12291	4760	37920	78519	5361	509	824
SLV -dir.Z+	49238	12291	1549	12280	79149	4982	1173	774
SLV -dir.Z-	45877	12291	1549	12280	78858	4766	969	774
						6493	-604	1301

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

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 36 di 65</p>
--	---

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA

C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN
SLE Rara - N max gr.1	48749	9339	604	6973	42742	4083	2011
SLE Rara - MT max gr.1	51067	9427	499	6019	54428	4451	1932
SLE Rara - ML max gr.1	50598	9427	499	10535	52224	4470	1855
SLE Rara - N max gr.2	48749	9427	499	5363	43533	4065	2028
SLE Rara - MT max gr.2	50487	10153	499	5855	60743	4543	1768
SLE Rara - ML max gr.2	50135	10153	499	9242	59090	4557	1710
SLE Rara - N max gr.3	48749	9427	499	5363	43533	4065	2028
SLE Rara - MT max gr.3	50487	9427	499	5855	51704	4355	1956
SLE Rara - ML max gr.3	50135	9427	499	9242	50051	4369	1898
SLE Rara - Vento ponte scarico	46680	8303	499	5363	39936	3861	1974
						4557	1710

Tabella 4.8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE.

4.8 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

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

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

4.8.1 Paraghiaia

Viene verificata la sezione di incastro con lo spiccato del muro frontale. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro paraghiaia viene considerato come una mensola incastrata allo spiccato del muro frontale, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione:

Sezione rettangolare 0.5x10.50 m

Armatura verticale

$A_s = \phi 20/10$ (lato controterra)

$A's = \phi 16/20$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 14/20$

$A's = \phi 12/20$

La verifica a taglio è soddisfatta come elemento non armato a taglio. Si prevede comunque un minimo di armatura a taglio costituita da spilli $9\phi 8/m^2$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:

C32/40

ANAS S.p.A. 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 Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 37 di 65
--	--

	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	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 ²
	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 ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	1050.0
3	50.0	1050.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.3	8.3	20
2	8.3	1041.7	20
3	41.7	1041.7	16
4	41.7	8.3	16

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	100	20
2	3	4	25	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 38 di 65
---	---

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	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
2	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
3	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
4	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
5	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
6	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
7	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
8	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
9	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
10	1114.00	0.00	3372.00	0.00	1801.00
11	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
12	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
13	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
14	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
15	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
16	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
17	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
18	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
19	930.00	0.00	2894.00	0.00	1443.00
20	525.00	0.00	955.00	0.00	716.00
21	591.00	23.00	3062.00	11.00	1734.00
22	579.00	23.00	3062.00	11.00	1734.00
23	591.00	76.00	1788.00	38.00	1097.00
24	579.00	76.00	1788.00	38.00	1097.00
25	604.00	23.00	1788.00	11.00	1097.00
26	566.00	23.00	1788.00	11.00	1097.00

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	825.00	0.00	2392.00
2	825.00	0.00	2392.00
3	825.00	0.00	2392.00
4	825.00	0.00	2392.00
5	825.00	0.00	2392.00
6	825.00	0.00	2392.00
7	825.00	0.00	2392.00
8	825.00	0.00	2392.00
9	825.00	0.00	2392.00
10	525.00	0.00	955.00

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

ANAS S.p.A. 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 Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 39 di 65
---	---

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	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
2	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
3	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
4	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
5	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
6	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
7	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
8	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
9	750.00	0.00 (0.00)	2032.00 (1663.26)
10	525.00	0.00 (0.00)	955.00 (1687.81)

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	525.00	0.00 (0.00)	955.00 (1687.81)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.3 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)		
2 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)		
3 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)		
4 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)		

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 40 di 65
--	---

5 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)
6 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)
7 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)
8 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)
9 S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)
10S	1114.00	0.00	3372.00	1114.24	0.01	5020.82	1.49320.4(94.0)
11S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
12S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
13S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
14S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
15S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
16S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
17S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
18S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
19S	930.00	0.00	2894.00	930.16	0.01	4988.11	1.72320.4(94.0)
20S	525.00	0.00	955.00	524.79	0.02	4915.47	5.11320.4(94.0)
21S	591.00	23.00	3062.00	591.01	55.67	4936.38	1.61320.4(94.0)
22S	579.00	23.00	3062.00	578.91	55.91	4934.24	1.61320.4(94.0)
23S	591.00	76.00	1788.00	591.08	204.48	4960.86	2.77320.4(94.0)
24S	579.00	76.00	1788.00	579.04	206.53	4959.00	2.76320.4(94.0)
25S	604.00	23.00	1788.00	603.92	62.30	4939.80	2.75320.4(94.0)
26S	566.00	23.00	1788.00	566.26	64.29	4933.33	2.75320.4(94.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
2	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
3	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
4	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 41 di 65
---	---

5	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
6	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
7	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
8	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
9	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
10	0.00350	0.204	50.0	1050.0	0.00009	41.7	1041.7	-0.01363	8.3	8.3
11	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
12	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
13	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
14	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
15	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
16	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
17	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
18	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
19	0.00350	0.202	50.0	1050.0	0.00005	41.7	1041.7	-0.01383	8.3	8.3
20	0.00350	0.197	50.0	1050.0	-0.00005	41.7	1041.7	-0.01431	8.3	8.3
21	0.00350	0.197	50.0	1050.0	-0.00002	41.7	1041.7	-0.01426	8.3	8.3
22	0.00350	0.197	50.0	1050.0	-0.00003	41.7	1041.7	-0.01427	8.3	8.3
23	0.00350	0.196	50.0	1050.0	-0.00001	41.7	1041.7	-0.01433	8.3	8.3
24	0.00350	0.196	50.0	1050.0	-0.00001	41.7	1041.7	-0.01434	8.3	8.3
25	0.00350	0.197	50.0	1050.0	-0.00002	41.7	1041.7	-0.01425	8.3	8.3
26	0.00350	0.197	50.0	1050.0	-0.00003	41.7	1041.7	-0.01429	8.3	8.3

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	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
2	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
3	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
4	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
5	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
6	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
7	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
8	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
9	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
10	0.000410785	0.000000000	-0.017039237	0.204	0.700
11	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
12	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
13	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
14	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
15	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
16	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
17	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
18	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
19	0.000415680	0.000000000	-0.017283998	0.202	0.700
20	0.000427114	0.000000000	-0.017855728	0.197	0.700
21	0.000424560	0.000000053	-0.017784172	0.197	0.700
22	0.000424891	0.000000054	-0.017800946	0.197	0.700
23	0.000422630	0.000000197	-0.017837822	0.196	0.700
24	0.000422930	0.000000198	-0.017854913	0.196	0.700
25	0.000424118	0.000000060	-0.017768744	0.197	0.700
26	0.000425130	0.000000062	-0.017821346	0.197	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 42 di 65
---	---

Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
2	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
3	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
4	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
5	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
6	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
7	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
8	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
9	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
10	S	1801.00	2715.09	41.7	1050.0	0.0073	0.21
11	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
12	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
13	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
14	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
15	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
16	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
17	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
18	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
19	S	1443.00	2692.07	41.7	1050.0	0.0073	0.18
20	S	716.00	2779.34	41.7	1050.0	0.0086	0.10
21	S	1734.00	2787.61	41.7	1050.0	0.0086	0.11
22	S	1734.00	2786.11	41.7	1050.0	0.0086	0.11
23	S	1097.02	2787.64	41.7	1050.0	0.0086	0.11
24	S	1097.02	2786.14	41.7	1050.0	0.0086	0.11
25	S	1097.00	2789.24	41.7	1050.0	0.0086	0.12
26	S	1097.00	2784.49	41.7	1050.0	0.0086	0.11

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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
2	S	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
3	S	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
4	S	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
5	S	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
6	S	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
7	S	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
8	S	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
9	S	7.95	50.0	1050.0	-192.1	8.3	18.5	11550	320.4
10	S	3.20	50.0	1050.0	-73.8	8.3	90.2	11550	320.4

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.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

ANAS S.p.A. 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 Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 43 di 65
--	--

1	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
2	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
3	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
4	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
5	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
6	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
7	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
8	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
9	S	6.76	50.0	1050.0	-162.4	8.3	28.8	11550	320.4
10	S	3.20	50.0	1050.0	-73.8	8.3	90.2	11550	320.4

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; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ 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 = $sr\ max*(e_sm - e_cm)$ [(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	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
2	S	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
3	S	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
4	S	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
5	S	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
6	S	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
7	S	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
8	S	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
9	S	-0.00107	0	0.500	20.0	73	0.00049 (0.00049)	371	0.181		
(0.30)	0.00	1663.26									
10	S	-0.00049	0	0.500	20.0	73	0.00022 (0.00022)	371	0.082		
(0.30)	0.00	1687.81									

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	3.20	50.0	1050.0	-73.8	8.3	90.2	11550	320.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	----

ANAS S.p.A. 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 Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 44 di 65
--	--

fess

1	S	-0.00049	0	0.500	20.0	73	0.00022 (0.00022)	371	0.082
(0.20)	0.00	1687.81							

4.8.2 Muro frontale

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro frontale viene considerato come una mensola incastrata nella platea di fondazione, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 2.10 x9.40m

Armatura verticale

$A_s = \phi 30/10 + \phi 30/10$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 30/10$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 20/20 + \phi 20/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 20/20$ (lato esterno)

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:

Spille $9\phi 12/mq.$

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 ²
	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 ²
	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	

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 45 di 65
--	--

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	940.0
3	210.0	940.0
4	210.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	9.0	9.0	30
2	9.0	931.0	30
3	201.0	931.0	30
4	201.0	9.0	30
5	14.0	9.0	30
6	14.0	931.0	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	92	30
2	3	4	92	30
3	5	6	92	30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	16172.33	6972.04	33942.41	735.59	9319.72
2	15539.18	13068.64	33910.75	735.59	9319.72
3	13043.03	6086.44	33785.94	735.59	9319.72
4	15390.00	6750.64	43655.29	735.59	10299.82
5	14915.14	11323.09	43631.54	735.59	10299.82
6	13043.03	6086.44	33785.94	735.59	9319.72
7	15390.00	6750.64	33903.29	735.59	9319.72
8	14915.14	11323.09	33879.55	735.59	9319.72
9	13043.03	6086.44	33785.94	735.59	9319.72
10	13043.03	6734.19	33785.94	800.69	9319.72

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 46 di 65
--	--

11	12640.80	6471.36	24922.88	657.96	6657.90
12	12007.65	12567.96	24891.22	657.96	6657.90
13	9511.50	5585.76	24766.41	657.96	6657.90
14	11858.48	6249.96	34635.75	657.96	7638.00
15	11858.48	6249.96	34635.75	657.96	7638.00
16	11383.61	10822.41	34612.01	657.96	7638.00
17	9511.50	5585.76	24766.41	657.96	6657.90
18	11858.48	6249.96	24883.76	657.96	6657.90
19	11383.61	10822.41	24860.02	657.96	6657.90
20	9511.50	5585.76	18661.26	657.96	5442.94
21	9614.22	4778.01	101959.84	600.49	15593.81
22	9408.78	4778.01	101968.99	600.49	15593.81
23	9984.02	14358.56	45285.09	1598.15	8688.26
24	9778.58	14358.56	45294.25	1598.15	8688.26
25	10317.51	4909.21	45279.11	600.49	8688.26
26	9632.69	4909.21	45309.62	600.49	8688.26

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	9511.50	5463.94	22414.02
2	11829.50	4770.63	23099.98
3	11360.50	9286.63	23076.53
4	9511.50	4114.63	22984.08
5	11250.00	4606.63	30294.70
6	10898.25	7993.63	30277.11
7	9511.50	4114.63	22984.08
8	11250.00	4606.63	23071.00
9	10898.25	7993.63	23053.41
10	9511.50	4114.63	18461.74

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	11250.00	1921.00 (3248.08)	21798.00 (36856.65)
2	10898.00	5308.00 (8477.65)	21780.00 (34785.85)
3	9512.00	1429.00 (2356.26)	21711.00 (35799.03)
4	10815.00	1798.00 (2323.43)	27194.00 (35140.88)
5	10552.00	4338.00 (5423.34)	27181.00 (33981.54)
6	9512.00	1429.00 (2356.26)	21711.00 (35799.03)
7	10815.00	1798.00 (3020.91)	21776.00 (36586.92)
8	10552.00	4338.00 (6983.21)	21763.00 (35033.57)
9	9512.00	1429.00 (2356.26)	21711.00 (35799.03)
10	9512.00	1596.00 (3310.90)	17892.00 (37116.89)

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

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 47 di 65
--	--

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	9511.50	1571.41 (2418.49)	22984.08 (35373.66)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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	16172.33	6972.04	33942.41	16172.29	22977.91	112263.75	3.251993.3(592.2)	
2	S	15539.18	13068.64	33910.75	15539.23	42175.14	111079.80	3.221993.3(592.2)	
3	S	13043.03	6086.44	33785.94	13043.07	19192.21	109816.93	3.201993.3(592.2)	
4	S	15390.00	6750.64	43655.29	15389.72	16695.83	111806.52	2.531993.3(592.2)	
5	S	14915.14	11323.09	43631.54	14915.17	28656.81	111065.56	2.521993.3(592.2)	
6	S	13043.03	6086.44	33785.94	13043.07	19192.21	109816.93	3.201993.3(592.2)	
7	S	15390.00	6750.64	33903.29	15389.90	21861.11	111664.12	3.241993.3(592.2)	
8	S	14915.14	11323.09	33879.55	14915.25	36041.55	110811.50	3.221993.3(592.2)	
9	S	13043.03	6086.44	33785.94	13043.07	19192.21	109816.93	3.201993.3(592.2)	
10	S	13043.03	6734.19	33785.94	13043.18	21048.06	109766.94	3.201993.3(592.2)	
11	S	12640.80	6471.36	24922.88	12640.70	27304.64	109250.88	4.291993.3(592.2)	
12	S	12007.65	12567.96	24891.22	12007.63	53011.32	107788.35	4.241993.3(592.2)	
13	S	9511.50	5585.76	24766.41	9511.74	24084.63	106737.41	4.251993.3(592.2)	
14	S	11858.48	6249.96	34635.75	11858.71	19870.44	108816.44	3.111993.3(592.2)	
15	S	11858.48	6249.96	34635.75	11858.71	19870.44	108816.44	3.111993.3(592.2)	
16	S	11383.61	10822.41	34612.01	11383.67	33762.04	108005.56	3.091993.3(592.2)	
17	S	9511.50	5585.76	24766.41	9511.74	24084.63	106737.41	4.251993.3(592.2)	
18	S	11858.48	6249.96	24883.76	11858.32	26439.02	108629.77	4.281993.3(592.2)	
19	S	11383.61	10822.41	24860.02	11383.76	46576.59	107543.02	4.261993.3(592.2)	
20	S	9511.50	5585.76	18661.26	9511.48	31659.04	106515.17	5.591993.3(592.2)	
21	S	9614.22	4778.01	101959.84	9614.36	4987.64	107261.71	1.051993.3(592.2)	
22	S	9408.78	4778.01	101968.99	9408.55	5050.53	107086.52	1.051993.3(592.2)	
23	S	9984.02	14358.56	45285.09	9984.25	33357.03	106856.86	2.341993.3(592.2)	
24	S	9778.58	14358.56	45294.25	9778.63	33472.74	106681.64	2.341993.3(592.2)	
25	S	10317.51	4909.21	45279.11	10317.54	11503.46	107731.10	2.361993.3(592.2)	
26	S	9632.69	4909.21	45309.62	9632.62	11277.77	107155.80	2.351993.3(592.2)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 48 di 65
---	---

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	210.0	940.0	0.00267	201.0	931.0	-0.01590	9.0	9.0
2	0.00350	210.0	940.0	0.00279	201.0	931.0	-0.01365	9.0	9.0
3	0.00350	210.0	940.0	0.00259	201.0	931.0	-0.01777	9.0	9.0
4	0.00350	210.0	940.0	0.00261	201.0	931.0	-0.01719	9.0	9.0
5	0.00350	210.0	940.0	0.00270	201.0	931.0	-0.01553	9.0	9.0
6	0.00350	210.0	940.0	0.00259	201.0	931.0	-0.01777	9.0	9.0
7	0.00350	210.0	940.0	0.00265	201.0	931.0	-0.01635	9.0	9.0
8	0.00350	210.0	940.0	0.00275	201.0	931.0	-0.01455	9.0	9.0
9	0.00350	210.0	940.0	0.00259	201.0	931.0	-0.01777	9.0	9.0
10	0.00350	210.0	940.0	0.00260	201.0	931.0	-0.01743	9.0	9.0
11	0.00350	210.0	940.0	0.00265	201.0	931.0	-0.01654	9.0	9.0
12	0.00350	210.0	940.0	0.00282	201.0	931.0	-0.01338	9.0	9.0
13	0.00350	210.0	940.0	0.00256	201.0	931.0	-0.01842	9.0	9.0
14	0.00350	210.0	940.0	0.00257	201.0	931.0	-0.01818	9.0	9.0
15	0.00350	210.0	940.0	0.00257	201.0	931.0	-0.01818	9.0	9.0
16	0.00350	210.0	940.0	0.00268	201.0	931.0	-0.01600	9.0	9.0
17	0.00350	210.0	940.0	0.00256	201.0	931.0	-0.01842	9.0	9.0
18	0.00350	210.0	940.0	0.00263	201.0	931.0	-0.01699	9.0	9.0
19	0.00350	210.0	940.0	0.00277	201.0	931.0	-0.01427	9.0	9.0
20	0.00350	210.0	940.0	0.00263	201.0	931.0	-0.01702	9.0	9.0
21	0.00350	210.0	940.0	0.00233	201.0	931.0	-0.02298	9.0	9.0
22	0.00350	210.0	940.0	0.00232	201.0	931.0	-0.02311	9.0	9.0
23	0.00350	210.0	940.0	0.00266	201.0	931.0	-0.01656	9.0	9.0
24	0.00350	210.0	940.0	0.00265	201.0	931.0	-0.01662	9.0	9.0
25	0.00350	210.0	940.0	0.00244	201.0	931.0	-0.02078	9.0	9.0
26	0.00350	210.0	940.0	0.00242	201.0	931.0	-0.02126	9.0	9.0

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	0.000090507	0.000001294	-0.016722832	----	----
2	0.000076521	0.000001905	-0.014359955	----	----
3	0.000100450	0.000001159	-0.018684290	----	----
4	0.000098069	0.000001056	-0.018086993	----	----
5	0.000087733	0.000001497	-0.016330756	----	----
6	0.000100450	0.000001159	-0.018684290	----	----
7	0.000092959	0.000001256	-0.017202037	----	----
8	0.000081753	0.000001733	-0.015296739	----	----
9	0.000100450	0.000001159	-0.018684290	----	----
10	0.000098430	0.000001232	-0.018328811	----	----
11	0.000092913	0.000001465	-0.017388782	----	----
12	0.000073596	0.000002245	-0.014065170	----	----
13	0.000102744	0.000001360	-0.019355006	----	----
14	0.000102351	0.000001187	-0.019109895	----	----
15	0.000102351	0.000001187	-0.019109895	----	----
16	0.000089150	0.000001694	-0.016814148	----	----
17	0.000102744	0.000001360	-0.019355006	----	----
18	0.000095276	0.000001438	-0.017859854	----	----

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 49 di 65
---	---

19	0.000078768	0.000002082	-0.014997910	---	---
20	0.000094510	0.00001639	-0.017887517	---	---
21	0.000129552	0.00000472	-0.024149680	---	---
22	0.000130180	0.00000475	-0.024283869	---	---
23	0.000091962	0.00001693	-0.017403823	---	---
24	0.000092218	0.00001699	-0.017462949	---	---
25	0.000117013	0.00000821	-0.021844811	---	---
26	0.000119454	0.00000803	-0.022340561	---	---

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiez. 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 ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /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	9329.28	59797.88	16060.39200.9	188.1	939.7	2.500	1.044	50.7	87.3(0.0)	
2	S	9335.13	59372.62	15988.81200.8	187.3	938.7	2.500	1.042	51.0	87.3(0.0)	
3	S	9327.58	59627.98	16149.83200.9	189.2	939.4	2.500	1.035	50.4	87.3(0.0)	
4	S	10307.14	59832.57	16108.36200.9	188.7	939.3	2.500	1.041	55.8	87.3(0.0)	
5	S	10310.86	59574.70	16064.52200.9	188.2	939.0	2.500	1.040	56.0	87.3(0.0)	
6	S	9327.58	59627.98	16149.83200.9	189.2	939.4	2.500	1.035	50.4	87.3(0.0)	
7	S	9328.80	59757.67	16083.27200.9	188.4	939.6	2.500	1.041	50.6	87.3(0.0)	
8	S	9333.21	59413.70	16031.22200.9	187.8	938.4	2.500	1.040	50.8	87.3(0.0)	
9	S	9327.58	59627.98	16149.83200.9	189.2	939.4	2.500	1.035	50.4	87.3(0.0)	
10	S	9329.01	59598.89	16140.09200.9	189.1	939.5	2.500	1.035	50.4	87.3(0.0)	
11	S	6667.45	59420.34	16119.99200.9	188.8	938.8	2.500	1.034	36.1	87.3(0.0)	
12	S	6674.86	58904.79	16017.06200.8	187.6	938.2	2.500	1.032	36.4	87.3(0.0)	
13	S	6666.03	59280.81	16201.51200.9	189.8	939.6	2.500	1.026	35.9	87.3(0.0)	
14	S	7645.12	59529.58	16172.89200.9	189.4	939.4	2.500	1.032	41.3	87.3(0.0)	
15	S	7645.12	59529.58	16172.89200.9	189.4	939.4	2.500	1.032	41.3	87.3(0.0)	
16	S	7649.12	59229.77	16115.51200.9	188.8	939.2	2.500	1.031	41.4	87.3(0.0)	

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 50 di 65
--	--

17	S	6666.03	59280.81	16201.51200.9	189.8	939.6	2.500	1.026	35.9	87.3(0.0)
18	S	6667.07	59372.31	16141.00200.9	189.1	938.8	2.500	1.032	36.0	87.3(0.0)
19	S	6672.96	58996.06	16057.50200.8	188.1	938.8	2.500	1.031	36.3	87.3(0.0)
20	S	5453.53	59115.48	16166.18200.9	189.4	939.0	2.500	1.026	29.4	87.3(0.0)
21	S	15595.90	59626.48	16291.08201.0	190.8	939.6	2.500	1.026	83.5	87.3(0.0)
22	S	15595.90	59610.64	16295.55201.0	190.9	939.6	2.500	1.025	83.5	87.3(0.0)
23	S	8716.21	59126.47	16147.34200.9	189.1	939.1	2.500	1.027	47.1	87.3(0.0)
24	S	8716.22	59108.47	16151.10200.9	189.2	939.1	2.500	1.026	47.1	87.3(0.0)
25	S	8692.26	59595.53	16247.39201.0	190.3	939.9	2.500	1.028	46.7	87.3(0.0)
26	S	8692.10	59544.86	16263.37201.0	190.5	939.9	2.500	1.026	46.6	87.3(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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.87	210.0	940.0	-71.2	9.0	9.0	31073	1328.9
2	S	3.99	210.0	940.0	-66.8	9.0	9.0	30894	1328.9
3	S	4.22	210.0	940.0	-71.9	9.0	9.0	27362	1328.9
4	S	3.87	210.0	940.0	-72.4	9.0	9.0	32162	1328.9
5	S	5.02	210.0	940.0	-98.6	9.0	9.0	32133	1328.9
6	S	5.20	210.0	940.0	-102.5	9.0	9.0	31268	1328.9
7	S	3.87	210.0	940.0	-72.4	9.0	9.0	32162	1328.9
8	S	3.97	210.0	940.0	-68.2	9.0	9.0	31264	1328.9
9	S	4.14	210.0	940.0	-72.0	9.0	9.0	28678	1328.9
10	S	3.21	210.0	940.0	-53.5	9.0	9.0	30558	1328.9

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	3.63	210.0	940.0	-60.7	9.0	9.0	30884	1328.9
2	S	3.80	210.0	940.0	-64.4	9.0	9.0	30326	1328.9
3	S	3.54	210.0	940.0	-64.8	9.0	9.0	29966	1328.9
4	S	4.40	210.0	940.0	-84.4	9.0	9.0	29987	1328.9
5	S	4.53	210.0	940.0	-87.3	9.0	9.0	32207	1328.9
6	S	3.54	210.0	940.0	-64.8	9.0	9.0	29966	1328.9
7	S	3.61	210.0	940.0	-61.7	9.0	9.0	30679	1328.9
8	S	3.74	210.0	940.0	-64.5	9.0	9.0	31297	1328.9
9	S	3.54	210.0	940.0	-64.8	9.0	9.0	29966	1328.9
10	S	2.99	210.0	940.0	-49.1	9.0	9.0	30918	1328.9

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

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

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 51 di 65
---	---

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

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1 (0.30)	S 3248.08	-0.00033 36856.65	0	0.500	30.0	75	0.00018 (0.00018)	374	0.068		
2 (0.30)	S 8477.65	-0.00035 34785.85	0	0.500	30.0	75	0.00019 (0.00019)	371	0.072		
3 (0.30)	S 2356.26	-0.00035 35799.03	0	0.500	30.0	75	0.00019 (0.00019)	370	0.072		
4 (0.30)	S 2323.43	-0.00046 35140.88	0	0.500	30.0	75	0.00025 (0.00025)	370	0.094		
5 (0.30)	S 5423.34	-0.00047 33981.54	0	0.500	30.0	75	0.00026 (0.00026)	379	0.099		
6 (0.30)	S 2356.26	-0.00035 35799.03	0	0.500	30.0	75	0.00019 (0.00019)	370	0.072		
7 (0.30)	S 3020.91	-0.00033 36586.92	0	0.500	30.0	75	0.00019 (0.00019)	373	0.069		
8 (0.30)	S 6983.21	-0.00035 35033.57	0	0.500	30.0	75	0.00019 (0.00019)	375	0.073		
9 (0.30)	S 2356.26	-0.00035 35799.03	0	0.500	30.0	75	0.00019 (0.00019)	370	0.072		
10 (0.30)	S 3310.90	-0.00027 37116.89	0	0.500	30.0	75	0.00015 (0.00015)	374	0.055		

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	3.73	210.0	940.0	-70.3	9.0	9.0	30080	1328.9

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 (0.20)	S 2418.49	-0.00038 35373.66	0	0.500	30.0	75	0.00021 (0.00021)	370	0.078		

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 52 di 65</p>
--	---

4.8.3 Muro andatore

In questo paragrafo si riporta il calcolo dei muri laterali della spalla. Tali muri sono sollecitati essenzialmente dalle spinte del terreno di riempimento all'interno della spalla e dei sovraccarichi presenti su di esso in condizioni statiche e sismiche.

Il muro di risvolto viene considerato come una piastra incastrata su due lati (il muro frontale e la platea di fondazione). Il carico agente sul muro di risvolto viene riguardato come somma di un carico uniforme q_u e di un carico triangolare q_t (massimo allo spiccatto del muro), agenti sull'intera superficie del muro.

Generali			
Altezza muro frontale	Hm	6.05	m
spessore muro andatore	ba	1.30	m
Altezza paraghiaia	Hp	4	m
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.072	
Sovraccarico accidentale sul rilevato	qacc	20	kN/m ²
k0		0.426	
Altezza muro andatore		10.05	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	ba	9.85	m
Lunghezza lungo asse Y	Lm	9.4	m
Sovraccarico accidentale sul rilevato diffuso su Lm	q	20.0	kN/m ²
Combinazione rara			
Spinta Terrapieno	S1	85.7	kPa
Spinta Sovraccarico q	S2	8.5	kPa
Combinazione sismica SLV			
Spinta sismica Terrapieno	S1	14.5	kPa
Spinta Sismica Sovraccarico q	S2	0.0	kPa
Inerzia terrapieno	S3	13.5	kPa
Inerzia muro	S4	2.3	kPa

Risultati:

Combinazioni S.L.U.			Combinazioni S.L.E.		
M_x^+	315	kNm/m	M_x^+	217	kNm/m
M_x^-	-1163	kNm/m	M_x^-	-802	kNm/m
M_y^+	245	kNm/m	M_y^+	169	kNm/m
M_y^-	-1769	kNm/m	M_y^-	-1220	kNm/m
T_x^+	418	kN/m			
T_x^-	-38	kN/m			
T_y^+	836	kN/m			
T_y^-	-38	kN/m			

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 53 di 65
--	--

Combinazioni S.L.SISMA		
M+x	95	kNm/m
M-x	-877	kNm/m
M+y	97	kNm/m
M-y	-878	kNm/m
T+x	352	kN/m
T-x	-27	kN/m
T+y	357	kN/m
T-y	-27	kN/m

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 1.30x1.0m

Armatura verticale e orizzontale

$A_s = \phi 26/10$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 26/20$ (lato esterno)

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:

Spille $11\phi 10/mq$.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto f_{cd} :	18.800	MPa
	Resis. compr. ridotta f_{cd}' :	9.400	MPa
	Def.unit. max resistenza $ec2$:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu :	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale E_c :	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. f_{yk} :	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura f_{tk} :	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto f_{yd} :	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto f_{td} :	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068	
	Modulo Elastico E_f :	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 54 di 65
--	--

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0
3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.0	9.0	26
2	-41.0	121.0	26
3	41.0	121.0	26
4	41.0	9.0	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	3	2	8	26
2	1	4	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	10	mm
Passo staffe:	21.5	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	325.00	314.97	836.00
2	325.00	-1769.00	-38.00
3	325.00	97.00	357.00
4	325.00	-878.00	-27.00

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	325.00	217.00	0.00
2	325.00	-1220.00	0.00

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 55 di 65
--	--

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.5 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
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	325.00	314.97	324.92	1417.25		
4.58	79.6(39.0)						
2	S	325.00	-1769.00	325.17	-2581.39		
1.46	79.6(39.0)						
3	S	325.00	97.00	324.92	1417.25		
15.65	79.6(39.0)						
4	S	325.00	-878.00	325.17	-2581.39		
2.93	79.6(39.0)						

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.)
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	-50.0	130.0	-0.00001	-41.0	121.0	-0.04364	-41.0	9.0
2	0.00350	-50.0	0.0	0.00097	-41.0	9.0	-0.03056	-41.0	121.0
3	0.00350	-50.0	130.0	-0.00001	-41.0	121.0	-0.04364	-41.0	9.0
4	0.00350	-50.0	0.0	0.00097	-41.0	9.0	-0.03056	-41.0	121.0

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	0.000389577	-0.047145060	----	----
2	0.000000000	-0.000281495	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000389577	-0.047145060	----	----
4	0.000000000	-0.000281495	0.003500000	----	----

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 56 di 65
--	--

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	21.5 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
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 ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /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	836.00	3856.19	839.12126.4	117.4	100.0	2.500	1.013	7.3	7.3(0.0)	
2	S	38.00	3810.87	829.26125.0	116.0	100.0	2.500	1.013	0.3	7.3(0.0)	
3	S	357.00	3856.19	839.12126.4	117.4	100.0	2.500	1.013	3.1	7.3(0.0)	
4	S	27.00	3810.87	829.26125.0	116.0	100.0	2.500	1.013	0.2	7.3(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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.13	-50.0	130.0	-21.0	-20.5	9.0	2200	26.5
2	S	5.74	-50.0	0.0	-182.0	-31.9	121.0	2300	53.1

4.8.4 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 :

Nmax = 6404 kN (CC. SLU)

<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>Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI_01_STR_RE_02</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 57 di 65</p>
--	---

$T_{max} = 935 \text{ kN (CC. SLV)}$

$N_{max} = 6493 \text{ kN (CC. SLV)}$

$T_{max} = 1301 \text{ kN (CC. SLV)}$

- Unghia anteriore platea fondazione

Il tacco anteriore del plinto di 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 anteriore del muro frontale, mediante 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.

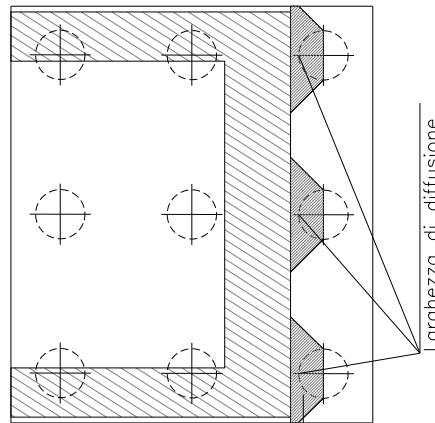
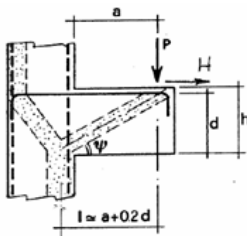


Figura 4.5. Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

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_{Fn}, H_{Fn})

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

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

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

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

CONDIZIONI DI VERIFICA

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

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 58 di 65
--	--

Dati di progetto

$b(m) =$	2.50	m	dimensione trasversale verifica
$P_{Ed} (KN) =$	6493.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	1301.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
$a(m) =$	1.00	m	distanza P da incastro
$h(m) =$	2.50	m	spessore mensola
$\delta(m) =$	0.12	m	copriferro riferito al baricentro delle armature compressive in trazione
$d(m) =$	2.38	m	altezza utile
$l(m) =$	1.48	m	$a+0,2d$
$\lambda =$	0.69		$\lambda = ctg\psi \cong l/(0,9d)$.

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

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

Caratteristiche Materiali

$f_{cd} =$	14.1	MPa	Calcestruzzo
$f_{yd} =$	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo	R1						
$n^{\circ} R1 =$	1	$\phi 1(mm) =$	20.0	$p1(cm) =$	10.0	$\theta 1^{\circ} =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	314.16	$nb\ tot\ 1 =$	25.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	7853.98	$A_{\phi\ CAL} (mm^2) =$	7853.98
Registro tipo	R2						
$n^{\circ} R2 =$	1	$\phi 2(mm) =$	20.0	$p2(cm) =$	10.0	$\theta 2^{\circ} =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	314.16	$nb\ tot\ 2 =$	25.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	7853.98	$A_{\phi\ CAL} (mm^2) =$	7853.98
Registro tipo	R3						
$n^{\circ} R3 =$	0	$\phi 3(mm) =$	24.0	$p3(cm) =$	10.0	$\theta 3^{\circ} =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	452.39	$nb\ tot\ 3 =$	0.0	$A_{\phi\ TOT} (mm^2) =$	0.00	$A_{\phi\ CAL} (mm^2) =$	0.00

Verifiche di resistenza

$\Psi =$	0.967	rad	$=$	55.43	$^{\circ}$
$P_{RS} =$	7025.1	KN	$P_{RS} > P_{Ed}$ - Verifica Soddisfatta		
$P_{RC} =$	22753.9	KN	$P_{RC} > P_{RS}$ - Verifica Soddisfatta		

4.8.5 Palo di fondazione

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

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

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 2.48$ (vedi relazione geotecnica)

Nz,A [kN]	Mxx [kNm]	Ty,A [kN]
6404	2318	935
1573	2318	935
6493	3226	1301
-604	3226	1301

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\phi 120$ cm

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

La lunghezza del palo è pari a $L = 24.00$ m.

Per le considerazioni di dettaglio riguardanti portanza e carico limite sui pali di fondazione si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto.

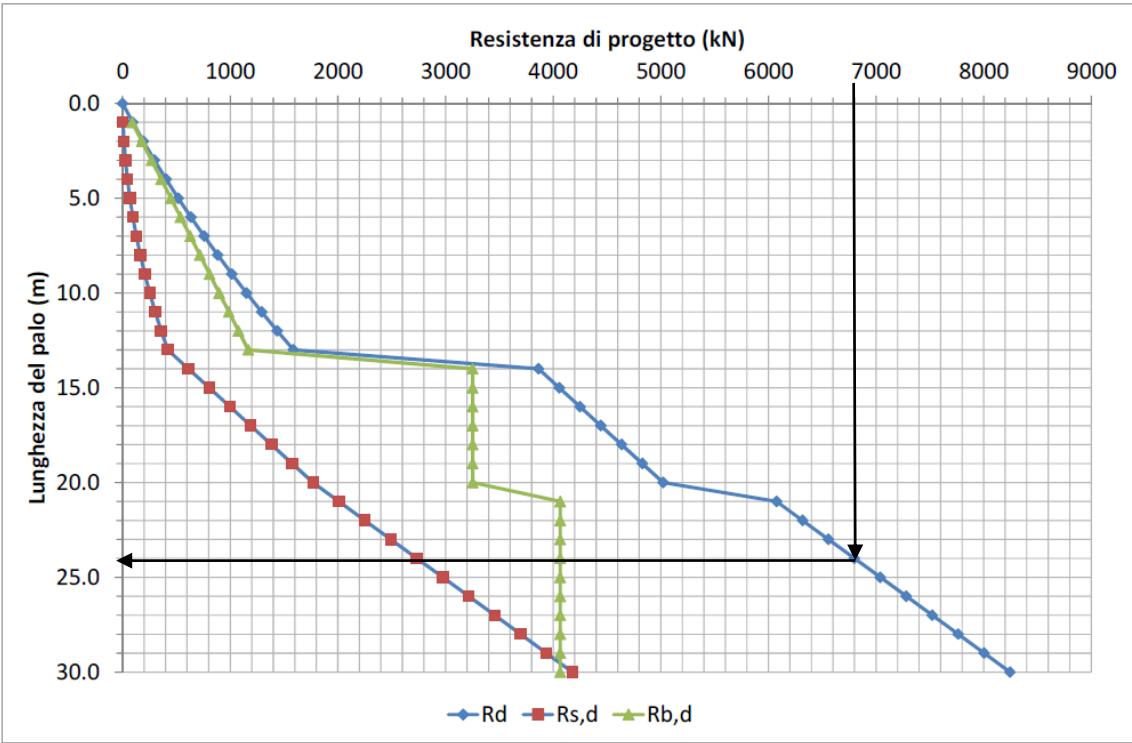


Tabella 4.9 – Portanza verticale pali.

F.S. $\approx 6'800/6'493 = 1.05$ (verifica geotecnica)

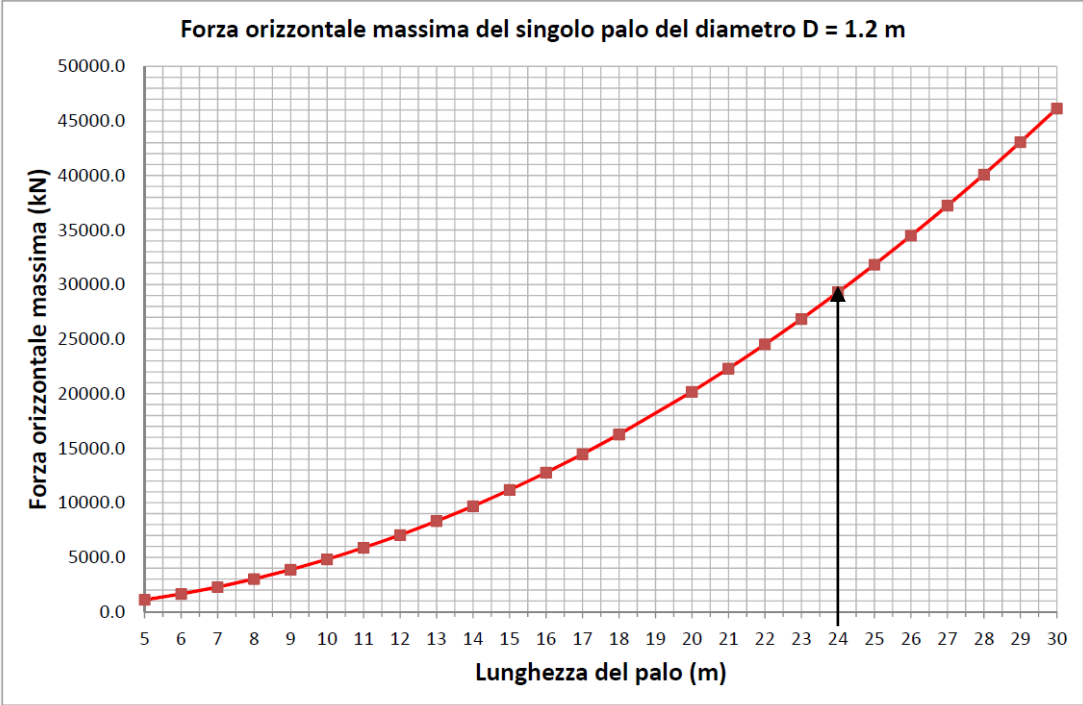


Tabella 4.10 – Portanza orizzontale pali.

F.S. $\approx 30'000/1'301 = 23.06$ (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 ² 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 ² Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 61 di 65
--	--

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 circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	50.0	26	26
2	0.0	0.0	45.0	26	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	6404.00	2318.00	935.00
2	1573.00	2318.00	935.00
3	6493.00	3226.00	1301.00
4	-604.00	3226.00	1301.00

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	4557.00	1576.00	0.00
2	1710.00	1576.00	0.00

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

ANAS S.p.A. 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 Viadotto VI01 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 62 di 65
--	--

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	1499.00 (1176.33)	0.00 (0.00)
2	1850.00	1499.00 (790.62)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X 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	1499.00 (1176.33)	0.00 (0.00)
2	1850.00	1499.00 (790.62)	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: 2.4 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	6404.00	2318.00	6403.76	4847.19		
2.09	276.1(33.9)						
2	S	1573.00	2318.00	1572.74	4429.80		
1.91	276.1(33.9)						
3	S	6493.00	3226.00	6493.01	4846.41		
1.50	276.1(33.9)						
4	S	-604.00	3226.00	-603.76	3974.87		
1.23	276.1(33.9)						

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 63 di 65
--	--

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	0.00293	0.0	50.0	-0.00281	0.0	-50.0
2	0.00350	0.0	60.0	0.00271	0.0	50.0	-0.00519	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	0.00255	0.0	50.0	-0.00697	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	0.000057355	0.000058725	---	---
2	0.000000000	0.000078988	-0.001239282	---	---
3	0.000000000	0.000057072	0.000075652	---	---
4	0.000000000	0.000095191	-0.002211448	---	---

VERIFICHE A TAGLIO

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

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y 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.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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	935.00	2380.58	1514.17	91.8 72.0	108.3	2.500	1.250	13.3	21.5(0.0)	
2	S	935.00	2292.55	1649.12	92.4 78.5	109.0	2.500	1.098	12.2	21.5(0.0)	
3	S	1301.00	2376.16	1511.91	91.8 71.9	108.3	2.500	1.250	18.5	21.5(0.0)	
4	S	1301.00	2127.00	1731.09	93.8 82.3	105.8	2.500	1.000	16.1	21.5(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)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre

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 spalla	File: T00_VI_01_STR_RE_02 Data: Agosto 2020 Pag. 64 di 65
--	--

As eff.		Area barre [cm ²] 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	10.08	0.0	0.0	-57.4	0.0	-50.0	655	15.9
2	S	9.58	0.0	0.0	-142.5	0.0	-50.0	1349	53.1

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	9.58	0.0	0.0	-55.2	0.0	-50.0	655	15.9
2	S	9.15	0.0	0.0	-127.5	0.0	-50.0	1308	53.1

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

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e _{sm} - e _{cm}	sr _{max}	wk	Mx _{fess}	My
1	S	-0.00037	0	0.500	26.0	87	0.00017 (0.00017)	478	0.079		
(0.30)	1176.33	0.00									
2	S	-0.00076	0	0.500	26.0	87	0.00040 (0.00038)	405	0.162		
(0.30)	790.62	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	9.58	0.0	0.0	-55.2	0.0	-50.0	655	15.9
2	S	9.15	0.0	0.0	-127.5	0.0	-50.0	1308	53.1

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	-0.00037	0	0.500	26.0	87	0.00017 (0.00017)	478	0.079		
(0.20)	1176.33	0.00									
2	S	-0.00076	0	0.500	26.0	87	0.00048 (0.00038)	405	0.194		
(0.20)	790.62	0.00									

Nella condizione sismica si ha una combinazione di carico in cui uno dei pali della fondazione è soggetto a sforzi di trazione con valore $N = -604 \text{ kN}$.

Dalla relazione geotecnica risulta, per una lunghezza palo pari ad $L=24.0\text{m}$ un valore di resistenza a trazione di molto superiore alla sollecitazione di calcolo.

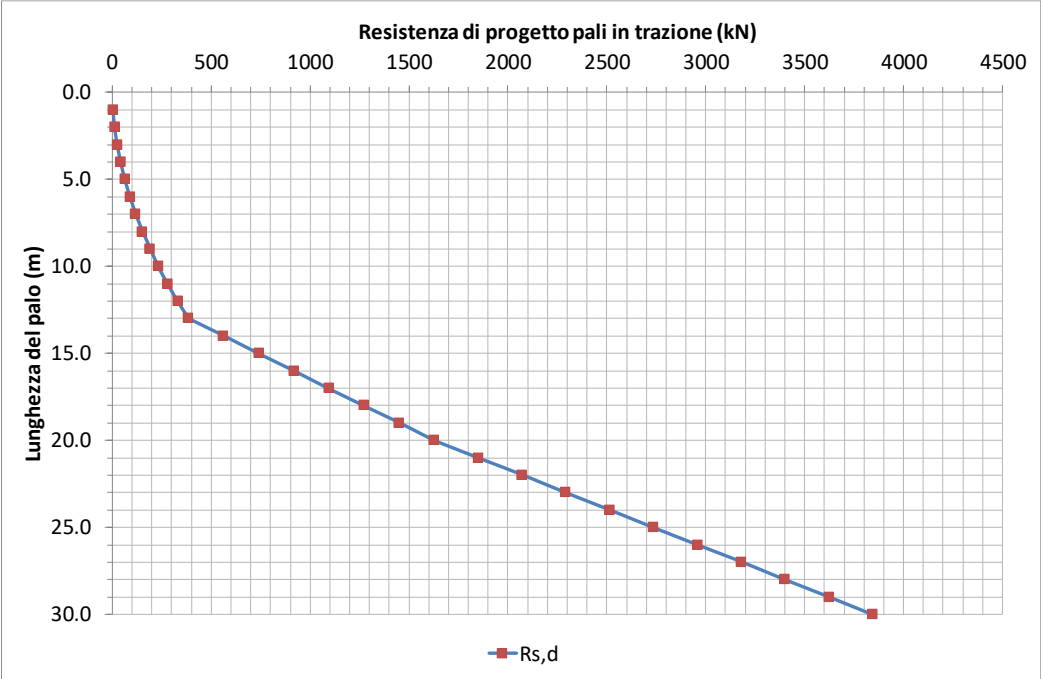


Figura 4.6. determinazione della capacità portante verticale del palo singolo in trazione.