

**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** PINI SWISS ENGINEERS SA  
 SWISS

MANDANTE



**PINI** PINI SWISS ENGINEERS Srl  
 ITALIA

MANDANTE

**RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO OPERE MINORI - MURI**

CODICE PROGETTO

File: T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

REVISIONE

PAG.

PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.
D P C A 2 2	D	2 0 0 2

CODICE ELAB.	T 0 0	O S 0 0	G E T	R E 0 1

A

1 di 58

D					
C					
B					
A	PRIMA EMISSIONE	AGOSTO 2020	A.DIANIN	M.MARELLI	RASIMELLI

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 2 di 58</p>
---	---

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
	<b>1 INTRODUZIONE</b>				<b>7</b>
	1.1 OGGETTO E SCOPO				8
	1.2 BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO				9
	<b>2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b>				<b>11</b>
	2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI				12
	2.2 BIBLIOGRAFIA				13
	2.3 SOFTWARE DI CALCOLO				13
	<b>3 DESCRIZIONE DELL'OPERA</b>				<b>14</b>
	3.1 GEOMETRIA DI CALCOLO				14
	3.2 METODOLOGIA GENERALE				35
	<b>4 DATI GEOTECNICI E DELLA FALDA</b>				<b>36</b>
	<b>5 MATERIALI</b>				<b>37</b>
	<b>6 AZIONI DI CALCOLO</b>				<b>38</b>
	6.1 AZIONE GEOTECNICA NEL MURO A MENSOLA				38
	6.2 AZIONE IDRAULICA NEL MURO A MENSOLA				39
	6.3 SOVRACCARICO STRADALE				39
	6.4 URTO				39
	6.5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO				40
	<b>7 APPROCCI DI CALCOLO SECONDO LA NORMATIVA</b>				<b>41</b>
	7.1 SLU DI TIPO GEOTECNICO				46
	VERIFICA A RIBALTAMENTO				46
	VERIFICA A SCORRIMENTO				47
	VERIFICA AL CARICO LIMITE				48
	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE				49
	7.2 SLE- VERIFICA DI FESSURAZIONE				50
	7.3 SLE- VERIFICA DELLE TENSIONI				51
	7.4 VALIDAZIONE SOFTWARE				51
	<b>8 CONCLUSIONI</b>				<b>53</b>
	<b>9 ALLEGATI DI CALCOLO</b>				<b>56</b>

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 3 di 58</p>
---	---

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1: Corografia generale con inquadramento dell'opera</i> .....	7
<i>Figura 2: Inquadramento geografico del sito</i> .....	9
<i>Figura 3: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 1</i> .....	17
<i>Figura 4: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 2</i> .....	18
<i>Figura 5: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 3</i> .....	19
<i>Figura 6: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 4</i> .....	20
<i>Figura 7: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 5</i> .....	21
<i>Figura 8: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 6</i> .....	22
<i>Figura 9: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 7</i> .....	24
<i>Figura 10: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 8</i> .....	25
<i>Figura 11: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 9</i> .....	26
<i>Figura 12: Sezione trasversale muro di sostegno A02</i> .....	27
<i>Figura 13: Sezione trasversale muro di sostegno A03</i> .....	27
<i>Figura 14: Sezione trasversale muro di sostegno A04</i> .....	28
<i>Figura 15: Sezione trasversale muro di sostegno A05</i> .....	28
<i>Figura 16: Sezione trasversale muro di sostegno A06</i> .....	29
<i>Figura 17: Sezione trasversale muro di sostegno A07</i> .....	29
<i>Figura 18: Sezione trasversale muro di sostegno A08</i> .....	30
<i>Figura 19: Sezione trasversale muro di sostegno A09</i> .....	30
<i>Figura 20: Sezione trasversale muro di sostegno A10</i> .....	31
<i>Figura 21: Sezione trasversale muro di sostegno A11</i> .....	31
<i>Figura 22: Sezione trasversale muro di sostegno B04</i> .....	32
<i>Figura 23: Sezione trasversale muro di sostegno B05</i> .....	32
<i>Figura 24: Sezione trasversale muro di sostegno B06</i> .....	33
<i>Figura 25: Sezione trasversale muro di sostegno B07</i> .....	33

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 <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b>	<i>File:</i> T00_OS00_GET_RE01_A <i>Data:</i> Agosto 2020 Pag. 4 di 58
--	---

Figura 26: Sezione trasversale muro di sostegno B08 .....34

Figura 27: Sezione trasversale muro di sostegno B09 .....34

Figura 28 – Formule per il calcolo della spinta attiva e passiva di Mononobe-Okabe .....38

Figura 29 – Sezione di calcolo pk 1480 .....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 30. Geocomposito metallico tipo Macmat HS 30 armato con funi trasversali con maglia quadrata degli ancoraggi (per i dettagli si vedano le successive figure).....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 31. Geocomposito metallico tipo Macmat HS 30; dettaglio 1 di Figura 30.....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 32. Geocomposito metallico tipo Macmat HS 30; dettaglio 2 di Figura 30.....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 33 – Modello di calcolo parete provvisoria.....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 34 – Risultati analisi e superfici indagate.....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 35 – Risultati analisi e superficie critica .....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 36 – Modello di calcolo parete definitiva con indicate le fasce di inizio e fine della superficie di scivolamento. ....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 37 – Risultati analisi e superfici indagate.....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 38 – Risultati analisi e superficie critica .....**Errore. Il segnalibro non è definito.**

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 5 di 58</p>
---	--

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1- Geometria delle sezioni tipo A del muro .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 2- Geometria delle sezioni tipo B del muro .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 3-Parametri geotecnici de della falda.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabella 4-Parametri sismici .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabella 5 – Coefficienti parziali <math>\gamma_R</math> per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO (R1 ed R2) .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabella 6 – Limiti di apertura ammissibili delle fessure secondo NTC18 [8].....</i>	<i>50</i>
<i>Tabella 7 – Stratigrafia e parametri geotecnici.....</i>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
<i>Tabella 8– Coefficienti parziali secondo le NCT 2018 .....</i>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
<i>Tabella 9 – Incidenza delle armature dei muri di sostegno di tipologia A.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabella 10 – Incidenza delle armature dei muri di sostegno di tipologia B.....</i>	<i>54</i>

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 6 di 58</p>
---	--

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 7 di 58</p>
---	--

## 1 Introduzione

Il progetto in oggetto rientra nei lavori della nuova SS389 della quale sono stati già realizzati i tratti a nord dello svincolo di Villagrande Strisaili.

L'intervento prevede una variante della SS389 nel tratto tra Villagrande Strisaili e Arzana, a due corsie (categoria C ex DM 05.11.2001) per un'estensione di circa 6 Km. La variante si sviluppa nell'ambito del corridoio già interessato dalla statale esistente, e prevede la realizzazione di diversi viadotti ed opere di sostegno, oltre a svincoli di allaccio alla statale esistente. L'opera migliora le caratteristiche geometriche della strada statale, che presenta attualmente elevata tortuosità, incrementando il livello di sicurezza in esercizio.

Il presente elaborato tratta gli aspetti strutturali e geotecnici dei muri di sostegno.

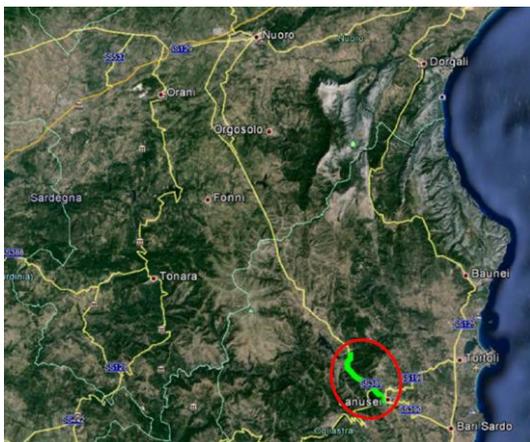


Figura 1: Corografia generale con inquadramento dell'opera

<p style="text-align: center;">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 <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p><i>File:</i> T00_OS00_GET_RE01_A <i>Data:</i> Agosto 2020 <i>Pag. 8 di 58</i></p>
---	--

### 1.1 **Oggetto e scopo**

L'oggetto della presente relazione è il dimensionamento strutturale dei muri di sostegno, al fine di sorreggere il rilevato stradale. Nella presente relazione sono riportate le verifiche geotecniche e strutturali di tali opere condotte ai sensi della normativa vigente. Il documento è articolato come segue:

0. Introduzione: presenta sinteticamente le opere di progetto,
1. Documenti di riferimento: elenca i documenti correlati al documento in oggetto, le normative, la bibliografia di riferimento ed il software di calcolo utilizzato,
2. Descrizione dell'opera: espone gli interventi da effettuare e la geometria di progetto,
3. Dati geotecnici e della falda
4. Materiali: riporta i materiali previsti per il progetto del muro di sostegno,
5. Azioni di calcolo: riporta le azioni gravanti sul muro di sostegno,
6. Approcci di calcolo secondo la normativa: riporta le verifiche richieste dalla norma vigente,
7. Conclusione: riassume i risultati delle analisi e verifiche effettuate,
8. Allegati di calcolo: riporta gli output del software e dei fogli di calcolo utilizzati.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 9 di 58</p>
---	--

## 1.2 Breve descrizione del progetto

L'area interessata dal progetto fa parte dei Comuni di Villagrande Strisaili e Arzana (Figura 2). Il progetto in oggetto rientra nei lavori della nuova S.S. 389 della quale sono stati già realizzati i tratti a nord dello svincolo di Villagrande Strisaili. L'intervento prevede una variante della S.S. 389 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** ed **opere di sostegno**, oltre a **svincoli** di allaccio alla statale esistente. L'opera migliora le caratteristiche geometriche della strada statale, che presenta attualmente elevata tortuosità, incrementando il livello di sicurezza in esercizio.



Figura 2: Inquadramento geografico del sito

Il tracciato si sviluppa per una lunghezza di circa 6 km e collega l'incrocio tra la S.S. 389 con la strada comunale per Villagrande Strisaili con l'incrocio tra la stessa statale e la strada comunale per Arzana.

La piattaforma stradale è relativa alle strade extraurbane di tipo C1. Nei punti di raccordo con la strada comunale per Villagrande Strisaili e la strada comunale per Arzana di raccordo con la vecchia S.S. 389, è prevista la realizzazione di svincoli stradali in accordo con la normativa vigente. Il tracciato si sviluppa lungo il medesimo percorso dell'attuale sede stradale che verrà interferita nei tratti di incrocio e sono previste opere d'arte maggiori e minori con funzioni di scavalco, deflusso delle acque e passaggio della fauna.

Nello specifico, il tracciato prevede:

- la realizzazione di 7 viadotti di luce variabile da un minimo di 40.00 m ad un massimo di circa 260.00 m;
- la realizzazione di 3 tratti in galleria artificiale ~~dal Km 0+400 al Km 0+800, dal Km 1+940 al Km 2+060 e dal Km 4+520 al Km 4+580;~~
- la realizzazione di due intersezioni a raso con rotonda.

Nello sviluppo progettuale si sono:

- ~~— affinati i dimensionamenti dei viadotti, come specificato nel seguito;~~

<p>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 <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A Data: Agosto 2020 Pag. 10 di 58</p>
---	--

- ~~— affinato il progetto della principale galleria artificiale (GA01 km0+400/km0+800), come specificato nel seguito;~~
- ~~— stralciato le due gallerie artificiali minori (GA02 e GA03) sostituendole con trincee in scavo a cielo aperto permanenti.~~

~~A seguito di confronti con la Committente ANAS, quest'ultima ha deciso che le due gallerie artificiali più brevi restassero tali (GA02 e GA03) di fatto bocciando il già presentato progetto di trincee in scavo e imponendo la scelta della soluzione in GA.~~

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 11 di 58</p>
---	---

## 72 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nel seguito si riportano i documenti di riferimento utilizzati per la stesura del presente documento:

DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOTECNICHE											
Risultati indagini in sito											
T	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	1	A	Risultati delle indagini geotecniche
T	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	2	A	Risultati delle indagini geofisiche
T	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	3	A	Certificati delle prove di laboratorio
T	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	1	A	Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche TAV. 1 di 4
T	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	2	A	Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche TAV. 2 di 4
T	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	3	A	Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche TAV. 3 di 4
T	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	4	A	Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche TAV. 4 di 4
GEOLOGIA E GEOTECNICA											
T	0	0	GE	0	0	GET	RE	0	1	A	Relazione Geotecnica Generale
IDROLOGIA E IDRAULICA											
Interferenze idrografiche											
T	0	0	ID	0	0	IDR	RE	0	1	A	Relazione idrologica
T	0	0	ID	0	0	IDR	RE	0	2	A	Relazione idraulica
T	0	0	ID	0	0	IDR	CO	0	1	A	Corografia generale di inquadramento dei bacini idrografici
Muri di sostegno											
T	0	0	OS	0	0	STR	RE	0	1	A	Relazione tecnica e di calcolo opere minori - Muri
T	0	0	OS	0	0	STR	CP	0	1	A	Muri di sostegno - Sezioni tipo 1 di 7
T	0	0	OS	0	0	STR	CP	0	2	A	Muri di sostegno - Sezioni tipo 2 di 7
T	0	0	OS	0	0	STR	CP	0	3	A	Muri di sostegno - Sezioni tipo 3 di 7
T	0	0	OS	0	0	STR	CP	0	4	A	Muri di sostegno - Sezioni tipo 4 di 7
T	0	0	OS	0	0	STR	CP	0	5	A	Muri di sostegno - Sezioni tipo 5 di 7
T	0	0	OS	0	0	STR	CP	0	6	A	Muri di sostegno - Sezioni tipo 6 di 7
T	0	0	OS	0	0	STR	CP	0	7	A	Muri di sostegno - Sezioni tipo 7 di 7
T	0	0	OS	0	1	STR	PS	0	1	A	Muro M1 - Planimetria
T	0	0	OS	0	1	STR	PS	0	2	A	Muro M1 - Prospetto
T	0	0	OS	0	1	STR	PS	0	3	A	Muro M1 - Sezioni
T	0	0	OS	0	2	STR	PS	0	1	A	Muro M2 - Planimetria
T	0	0	OS	0	2	STR	PS	0	2	A	Muro M2 - Prospetto
T	0	0	OS	0	2	STR	PS	0	3	A	Muro M2 - Sezioni
T	0	0	OS	0	3	STR	PS	0	1	A	Muro M3 - Planimetria
T	0	0	OS	0	3	STR	PS	0	2	A	Muro M3 - Prospetto e sezioni
T	0	0	OS	0	4	STR	PS	0	1	A	Muro M4 - Planimetria
T	0	0	OS	0	4	STR	PS	0	2	A	Muro M4 - Prospetto
T	0	0	OS	0	4	STR	PS	0	3	A	Muro M4 - Sezioni
T	0	0	OS	0	5	STR	PS	0	1	A	Muro M5 - Planimetria, prospetto e sezioni
T	0	0	OS	0	6	STR	PS	0	1	A	Muro M6 - Planimetria, prospetto e sezioni
T	0	0	OS	0	7	STR	PS	0	1	A	Muro M7 - Planimetria 1 di 2
T	0	0	OS	0	7	STR	PS	0	2	A	Muro M7 - Planimetria 2 di 2
T	0	0	OS	0	7	STR	PS	0	3	A	Muro M7 - Prospetto 1 di 2
T	0	0	OS	0	7	STR	PS	0	4	A	Muro M7 - Prospetto 2 di 2
T	0	0	OS	0	7	STR	PS	0	5	A	Muro M7 - Sezioni 1 di 3
T	0	0	OS	0	7	STR	PS	0	6	A	Muro M7 - Sezioni 2 di 3
T	0	0	OS	0	7	STR	PS	0	7	A	Muro M7 - Sezioni 3 di 3
T	0	0	OS	0	8	STR	PS	0	1	A	Muro M8 - Planimetria
T	0	0	OS	0	8	STR	PS	0	2	A	Muro M8 - Prospetto e sezioni
T	0	0	OS	0	9	STR	PS	0	1	A	Muro M9 - Planimetria
T	0	0	OS	0	9	STR	PS	0	2	A	Muro M9 - Prospetto e sezioni
T	0	0	OS	1	0	STR	PS	0	1	A	Muro M10 - Planimetria 1 di 2
T	0	0	OS	1	0	STR	PS	0	2	A	Muro M10 - Planimetria 2 di 2
T	0	0	OS	1	0	STR	PS	0	3	A	Muro M10 - Prospetto 1 di 2
T	0	0	OS	1	0	STR	PS	0	4	A	Muro M10 - Prospetto 2 di 2
T	0	0	OS	1	0	STR	PS	0	5	A	Muro M10 - Sezioni 1 di 3
T	0	0	OS	1	0	STR	PS	0	6	A	Muro M10 - Sezioni 2 di 3

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 12 di 58</p>
---	---

#### 7-42.1 **Normative e raccomandazioni**

- [1] D. M. Min. II. TT. del 17 gennaio 2018– Norme tecniche per le costruzioni,
- [2] CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 “Istruzione per l’applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018,
- [3] CNR-DT 203/2006 “Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione ed il controllo di Strutture di calcestruzzo armato con barre di materiale composito fibro-rinforzato”,
- [4] AGI 1984 – Raccomandazioni sui pali di fondazione, dicembre 1984,
- [5] Eurocodice 1 “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1: Basi di calcolo”, ottobre 1996.
- [6] Eurocodice 7 “Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali”, aprile 1997,
- [7] Eurocodice 7 “Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo”, aprile 1997,
- [8] Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 1-1: Regole generali - azioni sismiche e requisiti generali per le strutture”, ottobre 1997,
- [9] Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”, febbraio 1998,
- [10] UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade,
- [11] UNI EN ISO 14688-1 - Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione.
- [12] AGI Associazione Geotecnica Italiana, 2005 "Linee Guida sugli aspetti geotecnici della progettazione antisismica" Edizione Provvisoria.
- [13] Criteri di dimensionamento/verifica geotecnica e strutturale di opere di sostegno non tirantate su fondazione diretta – Linee Guida Spea.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p><i>File:</i></p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p><i>Data:</i> Agosto 2020</p> <p><i>Pag.</i> 13 di 58</p>
---	--

### 7-22.2 **Bibliografia**

- [14] Reese L.C. e O'Neill W.O. "Drilled Shafts: Construction Procedures and Design Methods" U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration – Publication No. FHWA-HI-88-042
- [15] Caquot A., Kerisel J. [1948] "Tables for the calculation of passive pressure, active pressure and bearing capacity of foundations" Gautiers-Villars, Paris.
- [16] Lancellotta R. (2007), "Lower Bound approach for seismic passive earth resistance", Geotechnique, Technical Note, 57, 1-3.
- [17] Mueller-Breslau (1906), "Erddruck an Stuetzmaern" Kroener.
- [18] Mononobe N. (1929) "Earthquake-proof construction of masonry dams", Proc. of World Engineering Conference, vol.9, p.275.
- [19] NAVFAC (1982), "Foundations and earth Structures. Design manual 7.2". Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command.
- [20] Seed, H.B. and Whitman, R.V. (1970). Design of earth retaining structures for dynamic loads. Proceedings, ASCE Specialty Conference on Lateral Stresses in the Ground and Design of Earth Retaining Structures. 103-147.
- [21] Taylor, D.W. (1948). Fundamental of soil mechanics. John Wiley, New York

### 7-22.3 **Software di calcolo**

- [22] MB Muro- v.3.02 - Ing. Mauro Barale
- [23] DC-Cantilever- v.6.29 – DC-Software

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 14 di 58</p>
---	--

## 83 DESCRIZIONE DELL'OPERA

### 8.43.1 Geometria di calcolo

Sono presenti 9 diversi muri di sostegno a mensola sia lato monte che lato valle:

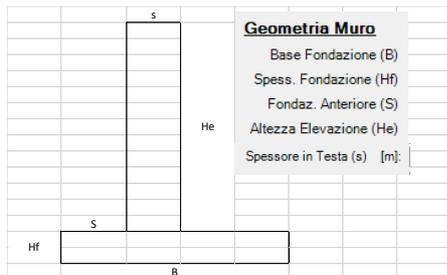
- MU01: Figura 3,
- MU02: Figura 4,
- MU03: Figura 5,
- MU04: Figura 6,
- MU05: Figura 7,
- MU06: Figura 8,
- MU07: Figura 9,
- MU08: Figura 10,
- MU09: Figura 11.

~~I muri si dividono, dal punto di vista tipologico e morfologico, in muri di sostegno (tipo A) e muri di sottoscarpa (tipo B). Ciascuno è composto da 2 macro tipologie. Le cui dimensioni geometriche sono rappresentate in Tabella 1:~~

- Tipologia A: ~~deve troviamo semplicemente un terreno inclinato a monte~~ (Figura 12, Figura 13, Figura 20 e Figura 21);
- Tipologia B: ~~deve troviamo a monte un terrapieno, poi un terreno inclinato e infine il piano~~

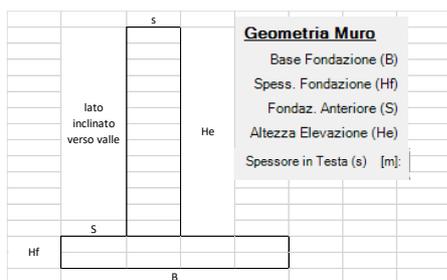
~~A fine di sicurezza, il terreno di valle che sovrasta il solettone del muro verrà considerato solo come carico agente, trascurando il contributo di resistenza passiva che si genererebbe.~~

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 15 di 58</p>
---	---



	B (m)	Hf (m)	S (m)	He (m)	s (m)	Htot (m)	B/H (-)	B-S-s (m)
A02	2,8	0,6	0,5	2	0,6	2,6	108%	0,80
A03	3,4	0,8	0,5	3	0,6	3,8	89%	0,90
A04	4	1	0,5	4	0,6	5	80%	1,00
A05	4,6	1,1	0,5	5	0,6	6,2	74%	1,10
A06	5,5	1,4	0,5	6	0,6	7,4	74%	1,20
A07	6,3	1,4	0,5	7	0,6	8,4	75%	1,30
A08	6,9	1,6	0,5	8	0,6	9,6	72%	1,40
A09	7,5	1,6	0,5	9	0,6	10,6	71%	1,50
A10	8,1	1,8	0,5	10	0,6	11,8	69%	1,60
A11	8,7	1,8	0,5	11	0,6	12,8	68%	1,70

Tabella 1- Geometria delle sezioni tipo A del muro



	B (m)	Hf (m)	S (m)	He (m)	s (m)	Htot (m)	B/H (-)	B-S-s (m)
B04	5,5	1	0,5	4	0,6	5	110%	1,00
B05	5,8	1,2	0,5	5	0,6	6,2	94%	1,10
B06	6,5	1,4	0,5	6	0,6	7,4	88%	1,20
B07	7,3	1,4	0,5	7	0,6	8,4	87%	1,30
B08	7,9	1,6	0,5	8	0,6	9,6	82%	1,40
B09	9	1,6	0,8	9	0,6	10,6	85%	1,50

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 16 di 58</p>
---	---

Tabella 2- Geometria delle sezioni tipo B del muro

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 17 di 58</p>
---	--

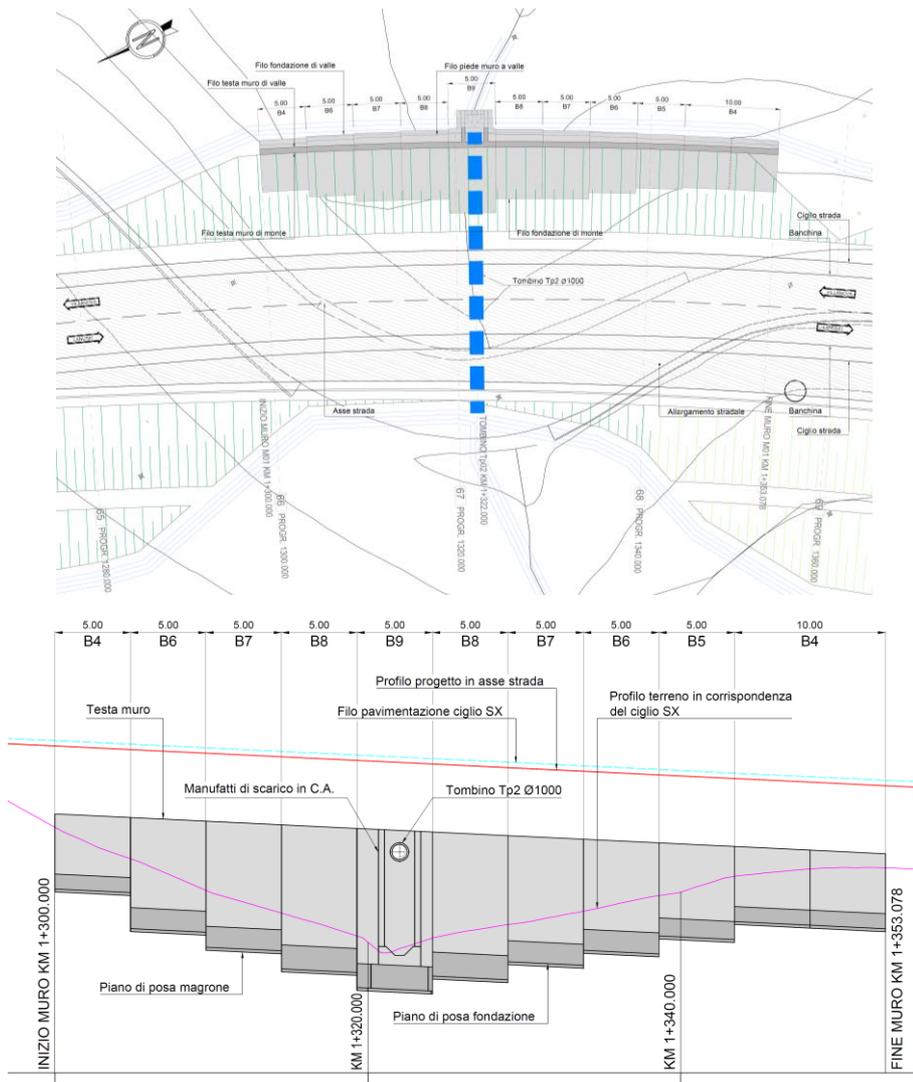


Figura 3: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 1

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 18 di 58</p>
---	--

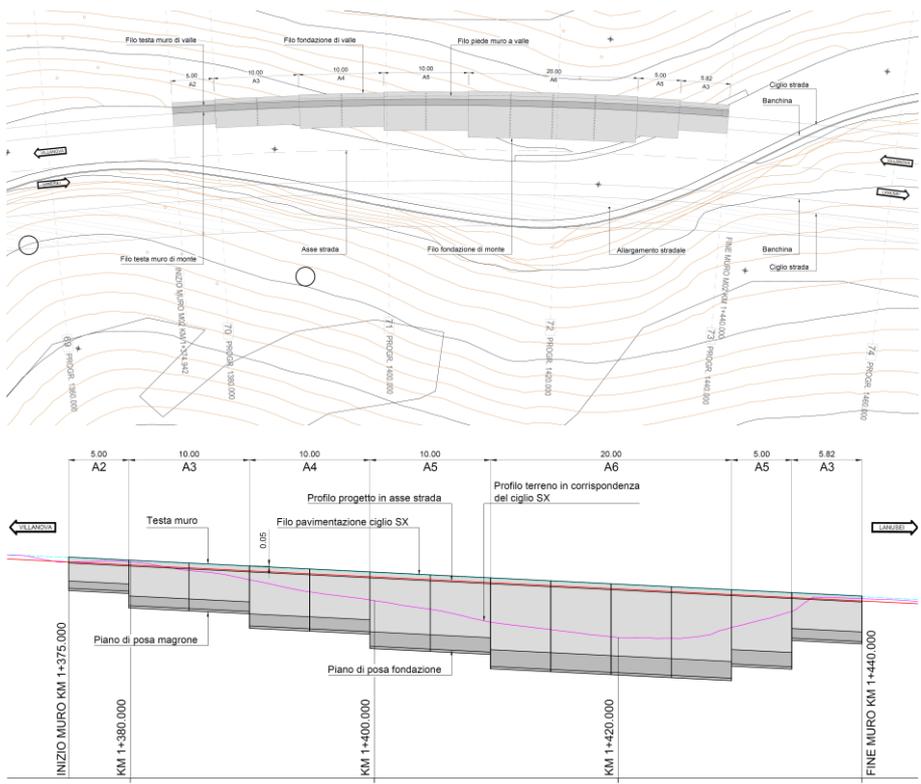


Figura 4: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 2

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 19 di 58</p>
---	--

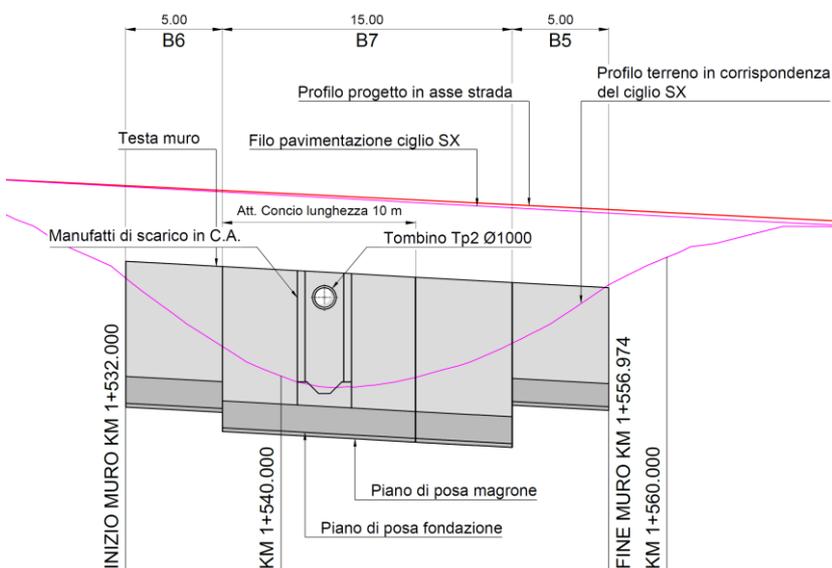
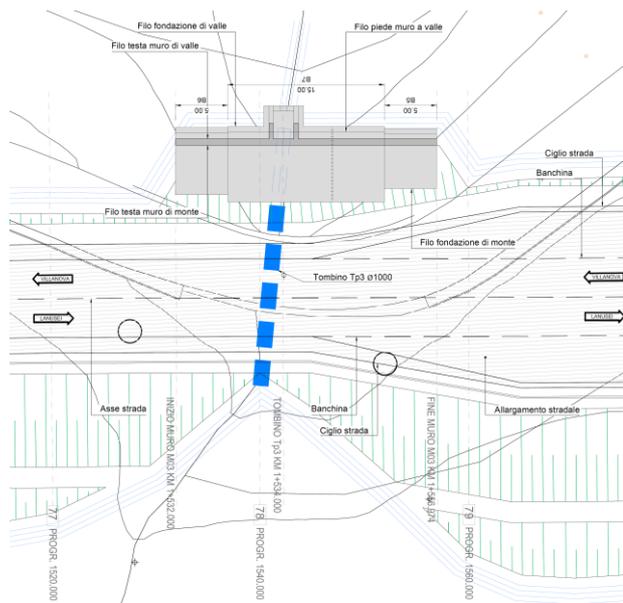


Figura 5: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 3



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

Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 21 di 58

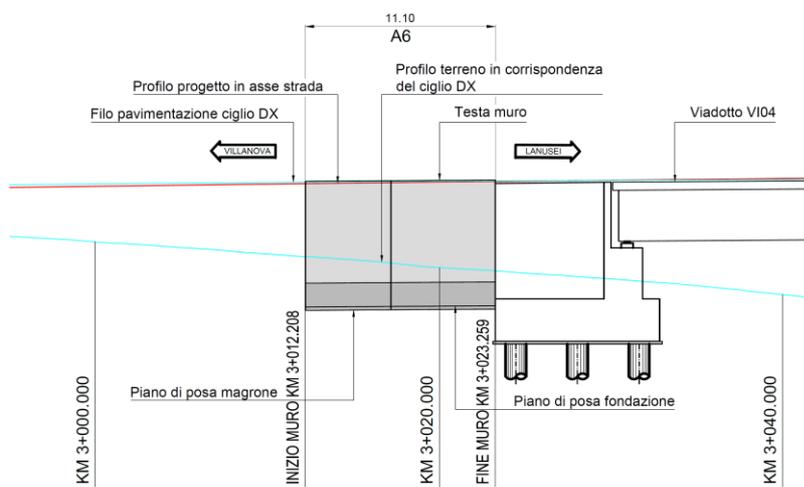
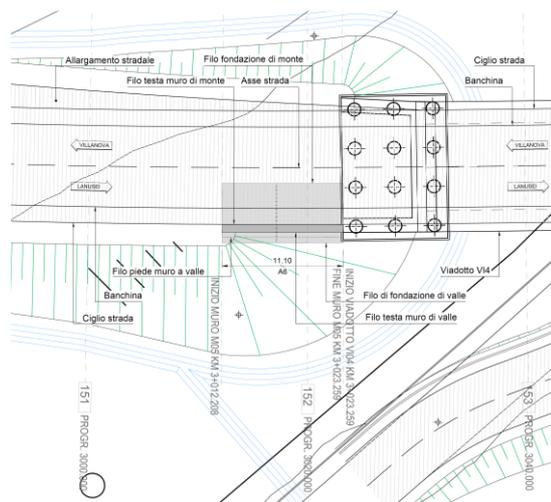


Figura 7: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 5

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 22 di 58</p>
---	--

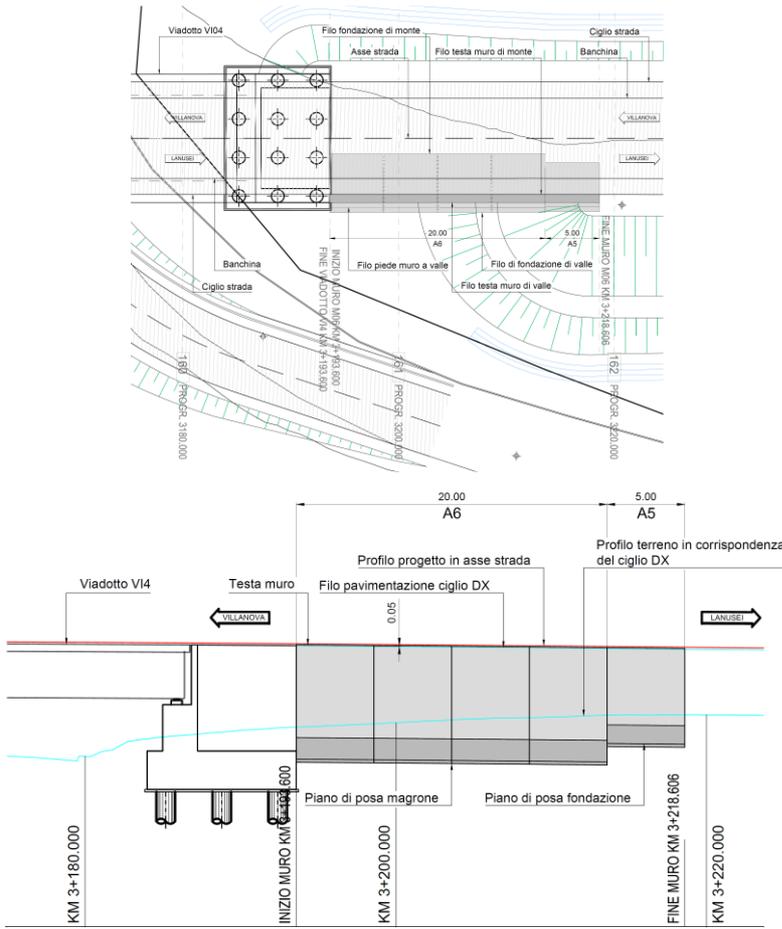


Figura 8: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 6

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

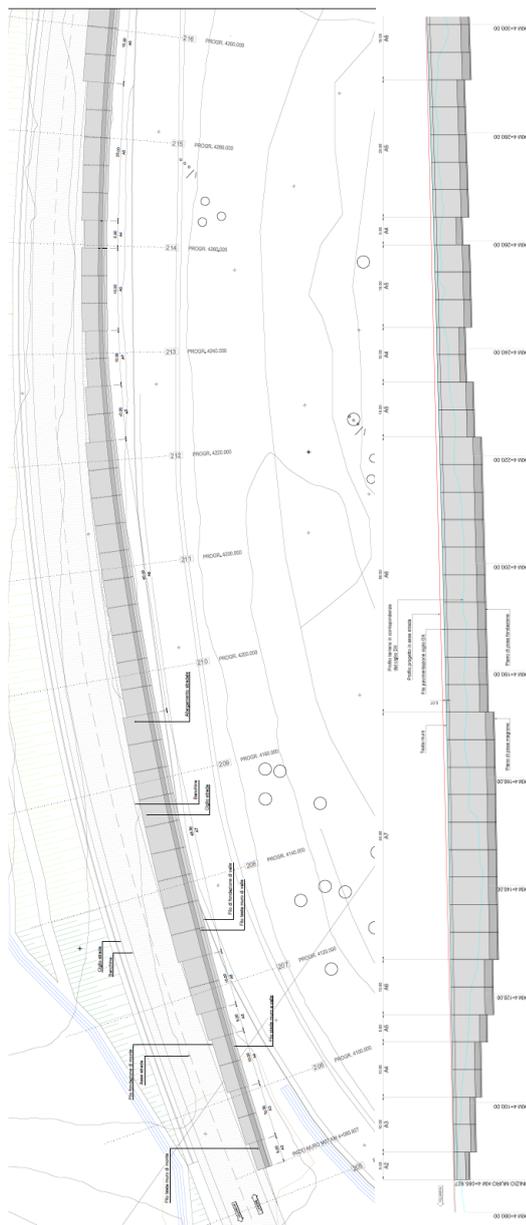
Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 23 di 58



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

Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 24 di 58

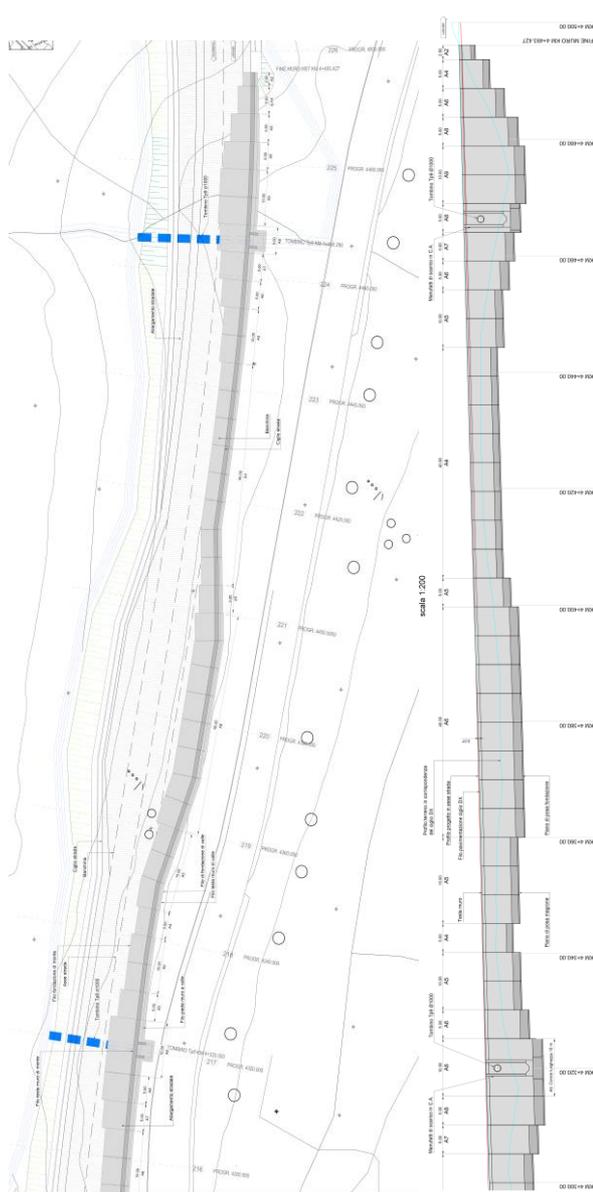


Figura 9: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 7

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 25 di 58</p>
---	--

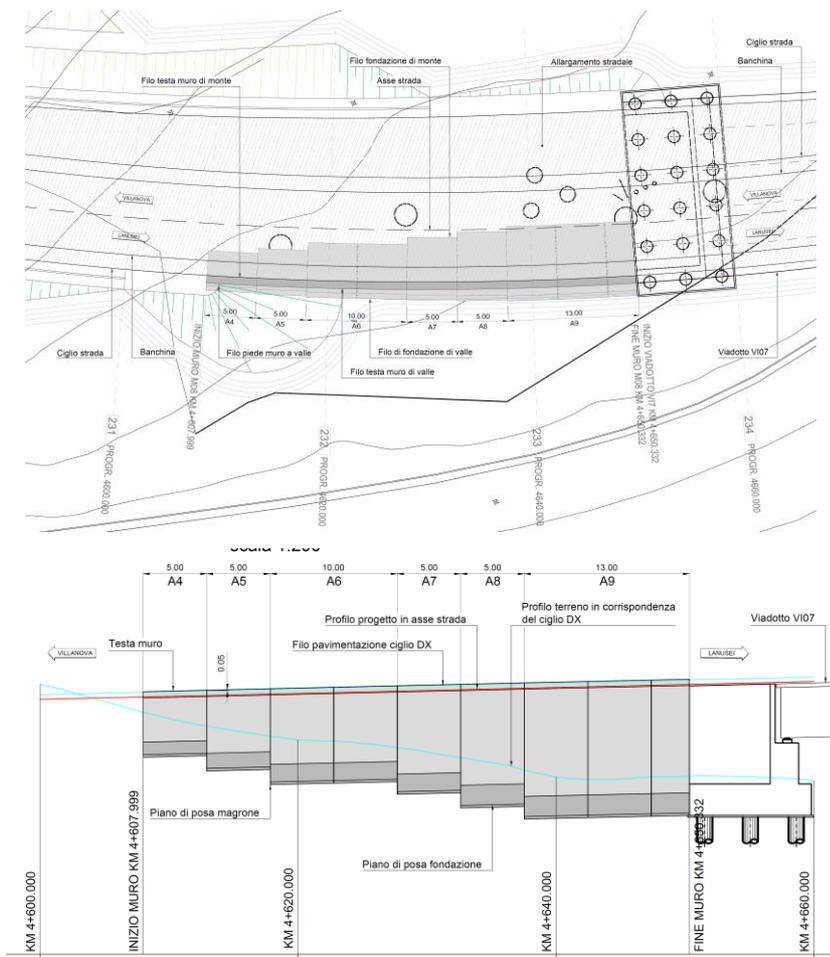


Figura 10: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 8

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  
**Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri**

File:  
 T00\_OS00\_GET\_RE01\_A  
 Data: Agosto 2020  
 Pag. 26 di 58

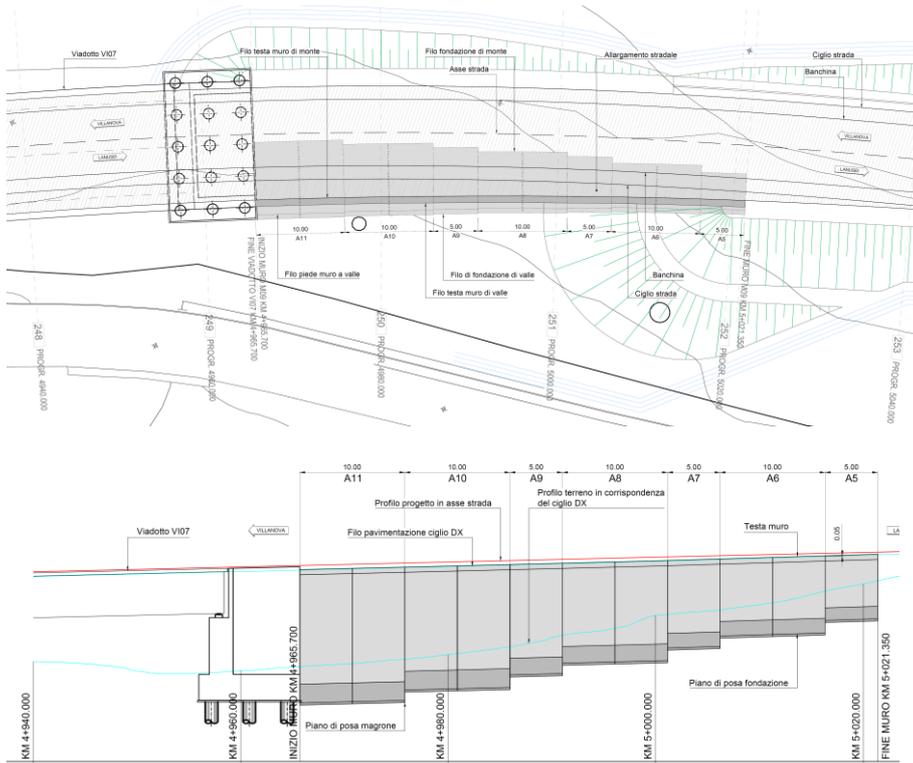


Figura 11: Pianta e profilo longitudinale del muro di sostegno 9

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

Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 27 di 58

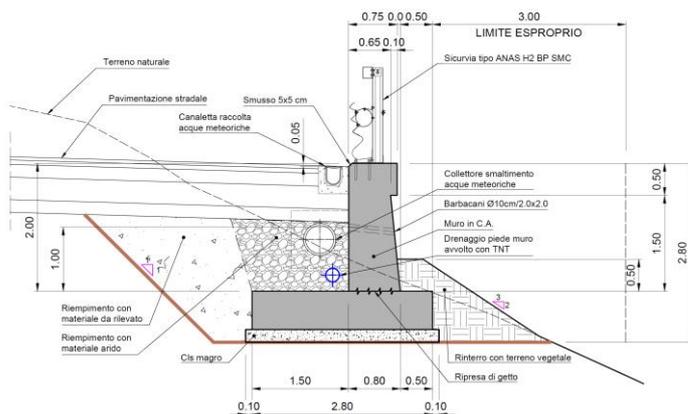


Figura 12: Sezione trasversale muro di sostegno A02

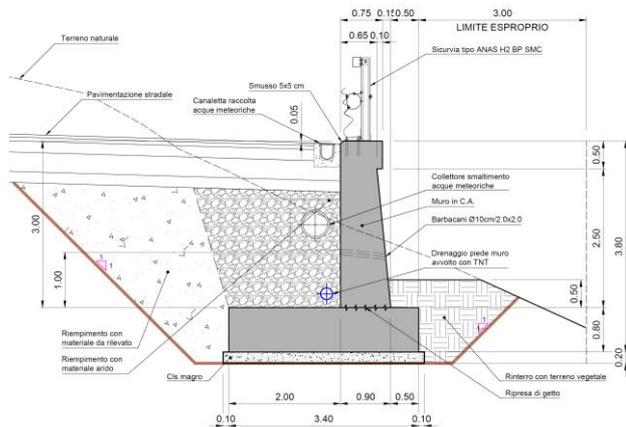


Figura 13: Sezione trasversale muro di sostegno A03

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

Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 28 di 58

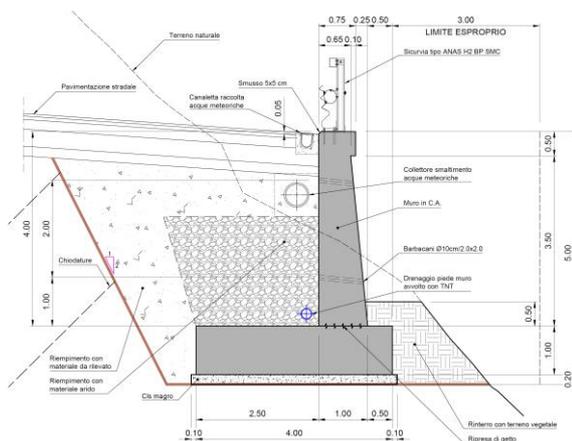


Figura 14: Sezione trasversale muro di sostegno A04

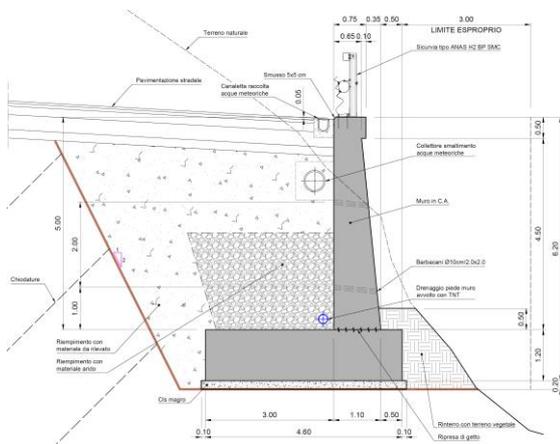


Figura 15: Sezione trasversale muro di sostegno A05

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

Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 29 di 58

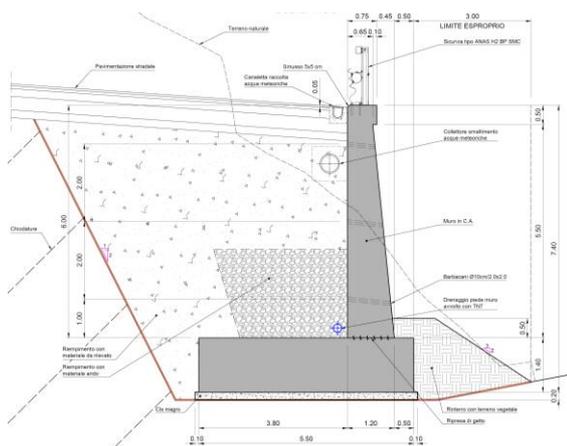


Figura 16: Sezione trasversale muro di sostegno A06

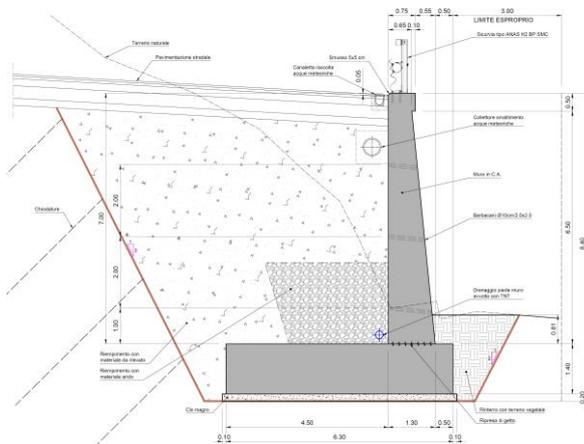


Figura 17: Sezione trasversale muro di sostegno A07

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

Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 30 di 58

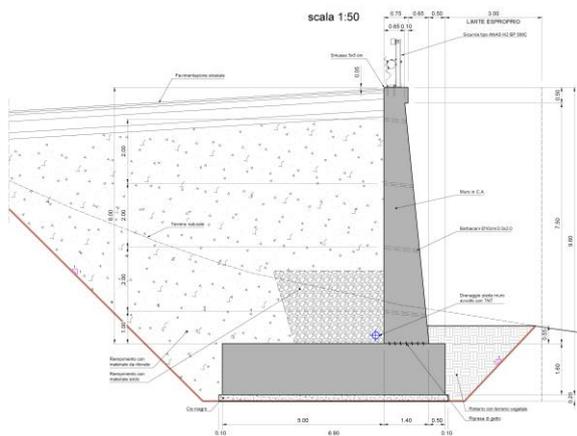


Figura 18: Sezione trasversale muro di sostegno A08

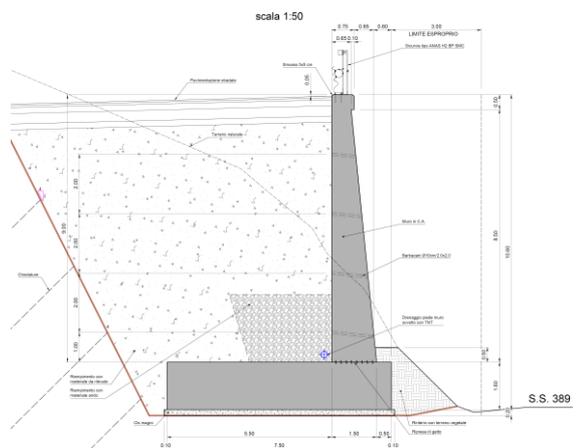


Figura 19: Sezione trasversale muro di sostegno A09

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

Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 31 di 58

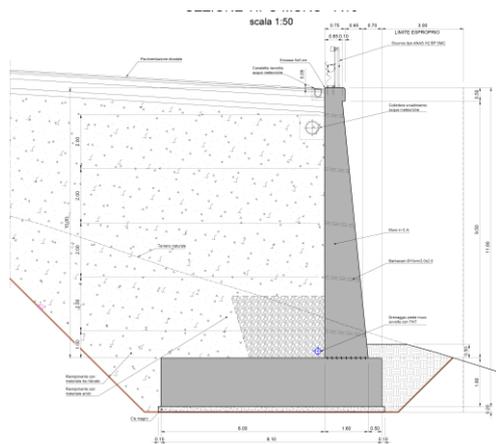


Figura 20: Sezione trasversale muro di sostegno A10

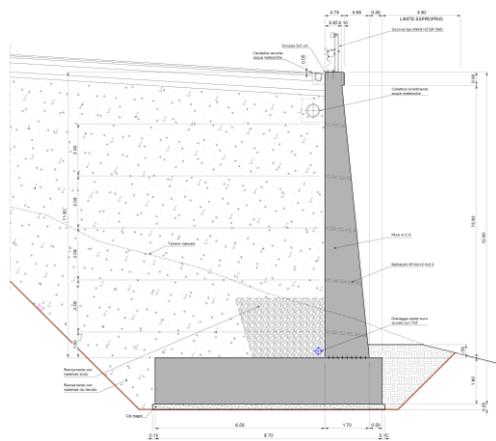


Figura 21: Sezione trasversale muro di sostegno A11

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 32 di 58</p>
---	--

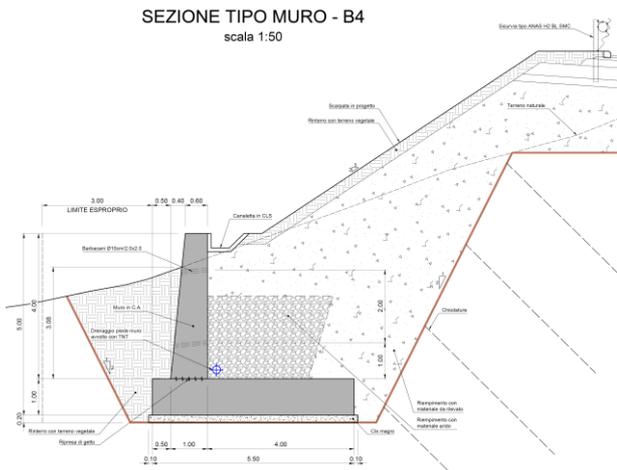


Figura 22: Sezione trasversale muro di sostegno B04

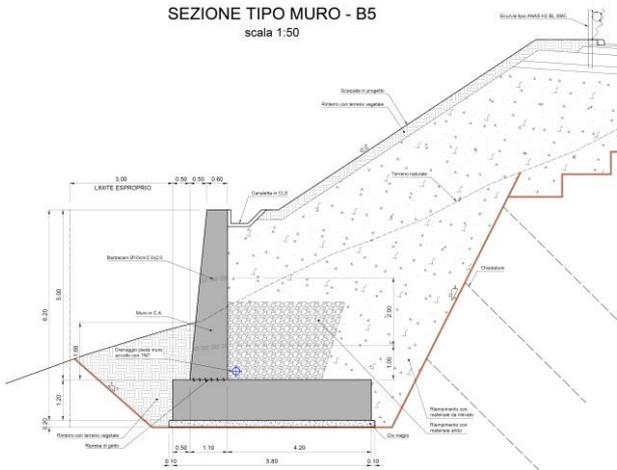


Figura 23: Sezione trasversale muro di sostegno B05

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

Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri

File:

T00\_OS00\_GET\_RE01\_A

Data: Agosto 2020

Pag. 33 di 58

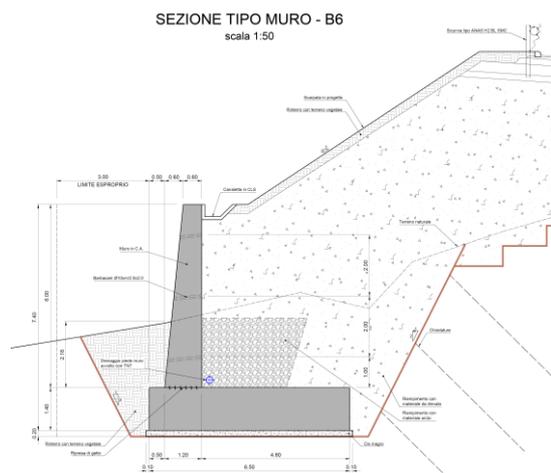


Figura 24: Sezione trasversale muro di sostegno B06

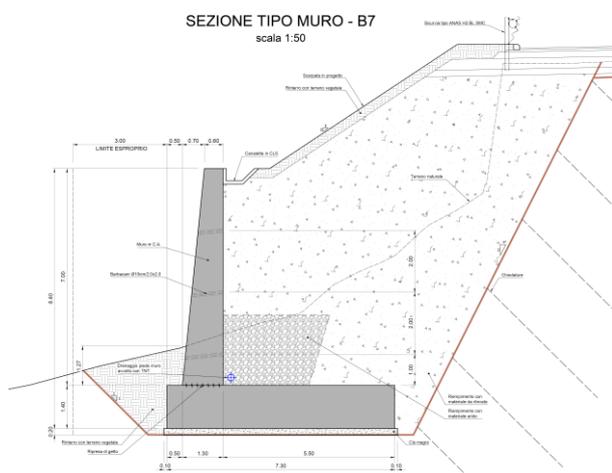


Figura 25: Sezione trasversale muro di sostegno B07

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 34 di 58</p>
---	---

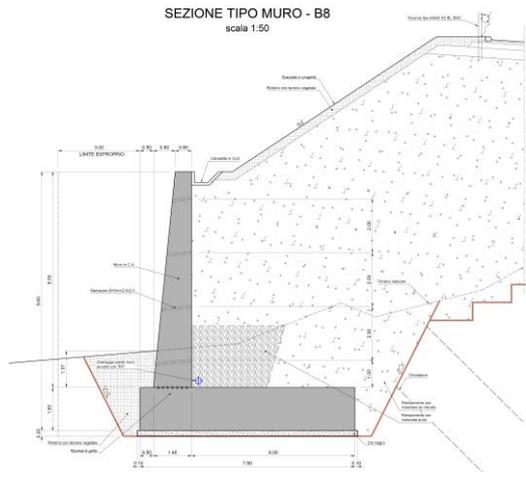


Figura 26: Sezione trasversale muro di sostegno B08

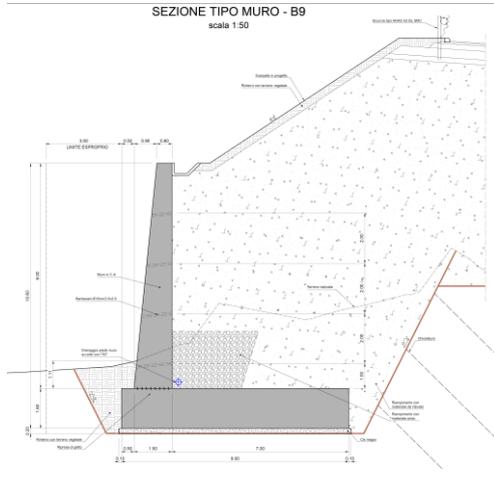


Figura 27: Sezione trasversale muro di sostegno B09

La fondazione del muro poggia su uno stato di magrone di regolarizzazione C12/15 di spessore 10 cm. Si prevede un sistema drenante così costituito:

- Geocomposito drenante di spessore 10 mm sul paramento verticale lato monte,
- materiale drenante dietro il muro per drenare le acque agenti in superficie e defluenti su esso,
- condotta drenante microfessurata di diametro  $\Phi 220$  mm su cui si innestano tubi di drenaggio per scaricare l'acqua a valle
- fori con tubi di drenaggio (barbacani) di  $\Phi=10$  cm, interasse 2 m e pendenza 1% che si

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 35 di 58</p>
---	---

### 8-23.2 Metodologia generale

I muri di sostegno hanno lo scopo di prevenire lo smottamento dei pendii naturali ripidi o di assicurare la stabilità dei pendii artificiali sagomati con pendenze superiori alla pendenza di equilibrio naturale. Il riempimento a tergo del muro dovrà avere:

- Un'opportuna tecnica di costipamento,
- granulometria idonea a garantire il drenaggio,
- presenza di geotessili tra il riempimento ed il terreno in sito,
- un drenaggio efficace e monitorato,
- caratteristiche fisiche e meccaniche del riempimento prescritte ed in accordo con la normativa vigente.

La spinta del sisma che comporta la sovrapposizione di movimenti traslativi e rotazionali in base a struttura, terreno e terremoto, comporta la necessità di semplificare i seguenti fattori:

- variazione temporale delle pressioni trasmesse dal terreno durante l'evento sismico,
- cambiamento del verso del punto di applicazione della spinta, verso l'alto o il basso, a seconda che l'opera tenda ad allontanarsi o avvicinarsi al terreno,
- amplificazione del moto in corrispondenza delle frequenze naturali dell'opera e del deposito che possono muoversi anche in opposizione di fase,
- presenza post sisma per un certo periodo di sovrappressioni interstiziali in eccesso a tergo dell'opera.

La semplificazione utilizzata nel progetto consiste in un'analisi pseudostatica mediante metodi all'equilibrio limite con un modello che comprende:

- l'opera di sostegno,
- il cuneo di terreno a tergo dell'opera,
- gli eventuali sovraccarichi agenti sul cuneo.

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 <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b>	<i>File:</i> T00_OS00_GET_RE01_A <i>Data:</i> Agosto 2020 Pag. 36 di 58
--	--

#### 94 DATI GEOTECNICI E DELLA FALDA

Nella Tabella 3 sono riportati i dati geotecnici e della falda presi in conto per la modellazione. Essi sono funzione delle analisi idrogeologiche e geotecniche ~~di progetti effettuati in zone limitrofe a quella di progetto. Si noti che l'angolo di attrito  $\phi_k' = 35^\circ$  al contrario di  $38^\circ$  come indicato nella relazione Geotecnica generali (vedi al §0). Tale ipotesi di calcolo è stata assunta a fine di sicurezza.~~

~~Avendo effettuato analisi per sezioni tipologiche, che poi si applicano in diverse posizioni della tratta, l'angolo di attrito assunto per i terreni di fondazione è quello della formazione più conservativa (unità geotecnica B2,  $35^\circ$ ); il valore di progetto è comunque comparabile a quello delle altre formazioni in gioco ( $38^\circ$ ).~~

~~Il dimensionamento non è influenzato dalla falda in quanto tutti i muri sono fondati molto superficialmente, a sostegno di rilevati di mezzacosta di nuova realizzazione, con un previsto sistema di drenaggio a tergo e anche con barbacani di sicurezza. (nel modello di calcolo è stata impostata a 20m di profondità dal piano così da risultare ininfluenza al fine dell'analisi)~~

	$\gamma_n$ [kPa]	$c_k'$ [kPa]	$\phi_k'$ [°]	E [MPa]
Terr. riempimento	20	0	35	20
Terr. sottofondazione	20	0	35	20
Z falda sotto p.c. (m)	ASSENTE			

Tabella 3-Parametri geotecnici de della falda

~~Ai fini di sicurezza, per le sole sezioni di tipo A, poste a ridosso della sede stradale, si è considerato, a maggior tutela di quest'ultima, un angolo di attrito del materiale granulare di riempimento pari a  $30^\circ$  (in luogo dei  $35^\circ$  considerati per le altre tipologie di muro), anche per tenere in conto di eventuali possibili imperfezioni nella messa in opera e nel costipamento del riporto~~

Formattato: Normale

Formattato: Tipo di carattere: (Predefinito) Arial

Formattato: Non Apice / Pedice

Formattato: Normale, Allineato al centro

Formattato: Normale

<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><i>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</i></p>	<p><i>File:</i></p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p><i>Data:</i> Agosto 2020</p> <p><i>Pag.</i> 37 di 58</p>
---	--

## 495 MATERIALI

I materiali utilizzati per il muro di sostegno sono i seguenti:

### Calcestruzzo fondazioni

- Classe di resistenza: C25/30
- Classe di esposizione: XC2
- Classe di consistenza: S4
- Tipo di cemento: CEM I – V

### Calcestruzzo elevazioni

- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di esposizione: XC4
- Classe di consistenza: S4
- Tipo di cemento: CEM I – V

### Calcestruzzo magrone

- Classe di resistenza: C12/15
- Tipo di cemento: CEM I – V
- Classe di esposizione: XC0

### Armature del calcestruzzo

- Tipo: B450C
- Es=200000 MPa

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 38 di 58</p>
---	---

## 446 AZIONI DI CALCOLO

### 44-16.1 AZIONE GEOTECNICA NEL MURO A MENSOLA

Al fine di valutare l'azione del terreno sul muro, dal punto di vista della spinta attiva (spingente) e passiva (resistente a favore della stabilità del muro), si presentano gli approcci utilizzati secondo la soluzione di Coulomb. Le formule utilizzate sono presentate nell'immagine sottostante:

- Per il caso statico, il parametro  $\theta$  è da considerarsi nullo,
- Per il caso sismico, il parametro  $\theta$  è da considerarsi pari alla seguente formula, dove  $k_h$  e  $k_v$  sono calcolati come da §6.56.5:

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 + k_v}\right)$$

Sono state inoltre assunte le seguenti ipotesi progettuali a fine di sicurezza:

- È stato trascurato il contributo della coesione del terreno di fondazione ( $c^*B$ ) nella verifica a scorrimento,
- è stata trascurata la spinta passiva. Il terreno di valle verrà considerato solo come sovraccarico agli effetti della capacità portante della fondazione,
- L'angolo di attrito muro-terreno di fondazione è stato considerato pari all'angolo di attrito del terreno di fondazione.

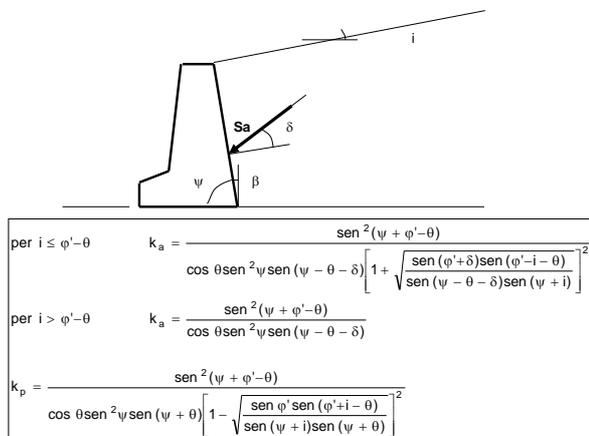


Figura 28 – Formule per il calcolo della spinta attiva e passiva di Mononobe-Okabe

Formattato: Normale, Non mantenere con successivo

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 39 di 58</p>
---	---

#### 11.26.2 AZIONE IDRAULICA NEL MURO A MENSOLA

I muri sono fondati molto superficialmente; inoltre reggono materiale di riempimento non naturale e hanno sistemi di drenaggio a tergo. Le acque superficiali inoltre sono intercettate e raccolte in piattaforma. La quota della falda di progetto è stata assunta cautelativamente sul piano di posa del muro. A fine di sicurezza, si è valutata la presenza della falda a valle a partire dal piano campagna a valle, in modo da non far diminuire la spinta dell'acqua da monte fino al piano di fondazione.

Si è valutato sia il carico idraulico statico che dinamico ( $D_{pw}$  è la pressione idrodinamica) al fine di simulare la condizione più sfavorevole in sito:

$$D_{pw} = \frac{7}{8} \frac{k_{\pi}}{g} \gamma_w (z_w + H_w)^2$$

Formattato: ART Corpo del testo

Formattato: Tipo di carattere:

Formattato: ART Corpo del testo, Nessun elenco puntato o numerato

#### 11.66.3 SOVRACCARICO STRADALE

Per valutare la presenza del carico stradale laterale al muro di sostegno, si è inserito nel modello un carico distribuito di 20 kPa a monte.

#### 6.4 URTO

Per i soli muri di tipo A, che presentano in sommità una barriera stradale, si considera la possibilità di evento eccezionale dato dall'urto di un veicolo sulla barriera stessa.

Secondo la normativa (3.6.3.3.2) si considera una forza concentrata pari a 100 kN. Tale forza ha un'azione ribaltante e di sollecitazione flettente sull'intero concio di muro (i conci sono di dimensione pari a 5m).

Per tanto nel calcolo delle sezioni tipo unitarie di muro si considera una forza di urto:

$$F_h = \frac{100}{5.0} = 20.0 \text{ kN}$$

Tale forza è da considerare nelle combinazioni eccezionali, ponendo i coefficienti amplificativi delle azioni pari ad 1.0.

<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><i>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</i></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 40 di 58</p>
---	---

#### 11.76.5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Sulla base dell'andamento dei valori della velocità delle onde di taglio ricavati dai risultati delle prove "down – hole" effettuate nei primi 30 m dal p.c., si ottiene un valore  $V_{s,30} = 440$  m/s corrispondente alla categoria di sottosuolo B. I parametri sismici sono calcolati con le formule da normativa ed i risultati sono visibili nella Tabella 4.

<b>Comune</b>	Sarroch
<b>Vita nominale per costruzioni con livelli di prestazione ordinari <math>V_N</math> (anni)</b>	50
<b>Coefficiente d'uso <math>C_U</math> (-)</b>	2
<b>Periodo di riferimento: <math>V_R = V_N \times C_U</math> (anni)</b>	100
<b>Stato limite ultimo sismico utilizzato</b>	SLV
<b>Probabilità di superamento associata allo stato limite sismico</b>	10%
<b>Periodo di ritorno: <math>TR = -VR / \ln(1 - PVR)</math> (anni)</b>	949
<b><math>V_{s,30}</math> (m/s)</b>	610-720
<b>Categoria di sottosuolo</b>	B
<b><math>a_g</math> (g)</b>	0.0599
<b><math>F_0</math> (-)</b>	2.976
<b><math>T_c^*</math> (s)</b>	0.371
<b><math>S_s</math> (-)</b>	1.2
<b>Categoria topografica</b>	T1
<b><math>S_t</math> (-)</b>	1
<b><math>a_{max}/g = a_g/g * S_s * S_t</math> (-)</b>	0.07
<b><math>k_h</math> (-)</b>	0.07
<b><math>k_v</math> (-)</b>	0.04

Tabella 4-Parametri sismici

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 41 di 58</p>
---	---

#### 427 APPROCCI DI CALCOLO SECONDO LA NORMATIVA

Il muro di sostegno viene progettato in accordo a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018. Vengono esaminate sia le condizioni di stato limite ultimo (SLU) in condizioni statiche e sismiche, che quelle di stato limite di esercizio (SLE).

La struttura di sostegno dovrà soddisfare le verifiche di sicurezza di stabilità esterna (SLU di tipo geotecnico) e di stabilità interna dell'opera (SLU di tipo strutturale).

In accordo con quanto definito nel par. 6.2.43. del Doc.[1], devono essere svolte le seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese:

- Verifiche agli stati limite ultimi (SLU);
- Verifiche agli stati limite d'esercizio (SLE).

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. [1]})$$

dove:

- $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione,
- $R_d$  è il valore di progetto della resistenza.

Gli stati limite considerati sono:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Scorrimento
- Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno
- Ribaltamento
- Stabilità globale

SLU di tipo strutturale (STR)

- Resistenza degli elementi strutturali

La verifica di stabilità globale viene effettuata con la Combinazione 2 dell'Approccio 1 (A2+M2+R2); le rimanenti verifiche vengono effettuate secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

I coefficienti R3 sono i seguenti:

- Capacità portante  $\gamma_R = 1.4$
- Scorrimento  $\gamma_R = 1.1$
- Ribaltamento  $\gamma_R = 1.15$
- Resistenza terreno  $\gamma_R = 1.4$

Formattato: Tipo di carattere: Symbol

Formattato: Pedice

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 42 di 58</p>
---	---

~~Per quanto concerne le azioni di progetto  $E_d$ , tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali sulle azioni caratteristiche, oppure, successivamente, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche, quest'ultima relativamente a verifiche strutturali.~~

~~La verifica della condizione ( $E_d \leq R_d$ ) deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi in funzione dei valori riportati in Tabella 5 e in Tabella 6.~~

~~Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti:~~

- ~~— la prima combinazione (per la quale si adottano i coefficienti parziali sulle azioni del gruppo A1), è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno;~~
- ~~— la seconda combinazione (per la quale si adottano i coefficienti parziali sulle azioni del gruppo A2) è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.~~

~~Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) si adottano, sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche, i coefficienti parziali sulle azioni del gruppo A1.~~

~~Per entrambi gli approcci i coefficienti parziali sui materiali (M) e sulle resistenze (R) sono definiti specificatamente in funzione della singola verifica.~~

~~Per ogni Stato Limite d'Esercizio (SLE) deve essere rispettata la condizione:~~

~~$$E_d \leq R_d \quad \text{(Eq. 6.2.1 del Doc. [1])}$$~~

~~dove:~~

- ~~•  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione,~~
- ~~•  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza.~~

~~All'interno del progetto devono essere quindi definite le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili per l'opera e le prestazioni attese.~~

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 <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b>	<i>File:</i> T00_OS00_GET_RE01_A <i>Data:</i> Agosto 2020 Pag. 43 di 58
--	--

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. 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 parziali validi per le azioni permanenti.

Tabella 5—Coefficienti parziali sulle azioni (A1 ed A2)

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{Cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.0	1.0

Tabella 6—Coefficienti parziali sui terreni (M1 ed M2)

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 <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b>	File: T00_OS00_GET_RE01_A Data: Agosto 2020 Pag. 44 di 58
--	--

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R <sub>34</sub> )
Capacità portante della fondazione - Punzonamento	1,4
Scorrimento - Slittamento per attrito	1,1
Ribaltamento	1,15
<del>Stabilità globale/interna</del> Resistenza del terreno a valle	1,4-

Tabella 5 – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO (R1 ed R2)

Tabella formattata

Gli Stati Limite (**SL**) di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nei Doc. [1], sono suddivisi come riportato al par. 3.2.1 del Doc. [1]:

- **Stati limite di Esercizio (SLE)**
  - Stato Limite di immediata Operatività **SLO** per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico. Tale stato limite non si applica per l'opera in oggetto.
  - Stato Limite di Danno **SLD** definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.
- **Stati Limite Ultimi (SLU)**
  - Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, **SLV**, definito come lo stato limite in cui la struttura subisce una significativa perdita della rigidità nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
  - Stato Limite di Prevenzione del Collasso, **SLC**, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.

~~La Tabella 8 riporta, in funzione della classe d'uso della struttura, lo stato limite da considerare in funzione della verifica di sicurezza appropriata per l'opera (Tabella C7.1.I del Doc. [1]).~~

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 45 di 58</p>
---	---

Stato Limite	Prestazione da verificare	Classe d'uso			
		I	II	III	IV
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali			X	X
	Funzionalità degli impianti			X	X
SLD	Resistenza degli elementi strutturali			X	X
	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	X	X		
	Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno	X	X	X	X
	Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di sostegno	X	X	X	X
SLV	Assenza di martellamento tra strutture contigue	X	X	X	X
	Resistenza delle strutture	X	X	X	X
	Duttilità delle strutture	X	X	X	X
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	X	X	X	X
	Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti	X	X	X	X
	Stabilità del sito	X	X	X	X
	Stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati	X	X	X	X
	Resistenza del sistema terreno-fondazione	X	X	X	X
	Stabilità del muro di sostegno	X	X	X	X
	Stabilità delle paratie	X	X	X	X
SLC	Resistenza e stabilità dei sistemi di contrasto e degli ancoraggi	X	X	X	X
	Resistenza dei dispositivi di vincolo temporaneo tra costruzioni isolate	X	X	X	X
	Capacità di spostamento degli isolatori	X	X	X	X

*Tabella 8 – Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso (Tab C7.1.1 del Doc. [1])*

Con riferimento all'opera in oggetto, le verifiche geotecniche in presenza di evento sismico richiedono la verifica ai seguenti stati limite:

- Stato Limite Ultimo: **SLV** – Stato Limite di Salvaguardia della Vita (cui corrisponde una probabilità di superamento  $P_{vr}=10\%$ );
- Stato Limite Esercizio: **SLD** – Stato Limite di Danno (cui corrisponde una probabilità di superamento  $P_{vr}=63\%$ );

Le suddette probabilità, valutate nel periodo di riferimento  $V_R$  per l'azione sismica, consentono di determinare, per ciascuno stato limite, il tempo di ritorno del terremoto di progetto corrispondente.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 46 di 58</p>
---	---

#### 12.17.1 SLU di tipo geotecnico

Le verifiche ~~SLU di tipo geotecnico eseguite sono le seguenti: di stabilità globale è stata effettuata secondo l'Approccio 1, con la combinazione 2, (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali descritti in precedenza. Le rimanenti verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei coefficienti parziali sopra riportati.~~

- ~~verifica di stabilità globale :Approccio 1 — Combinazione 2: A2+M2+R2,~~
- ~~verifica allo scorrimento sul piano di posa, con almeno uno dei seguenti approcci:~~
- ~~Approccio 1 :Combinazione 1 A1+M1+R1 e Combinazione 2: A2+M2+R2,~~
- ~~Approccio 2: A1+M1+R3,~~
- ~~verifica al carico limite, con almeno uno dei seguenti approcci:~~
- ~~Approccio 1 :Combinazione 1 A1+M1+R1 e Combinazione 2: A2+M2+R2,~~
- ~~Approccio 2: A1+M1+R3,~~
- ~~verifica al ribaltamento :combinazione EQU+M2+R1.~~

**Formattato:** Rientro: Sinistro: 0 cm, Sporgente 1,5 cm, Nessun elenco puntato o numerato

#### 12.18 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di 1. Il momento stabilizzante è ridotto del rispettivo R3.

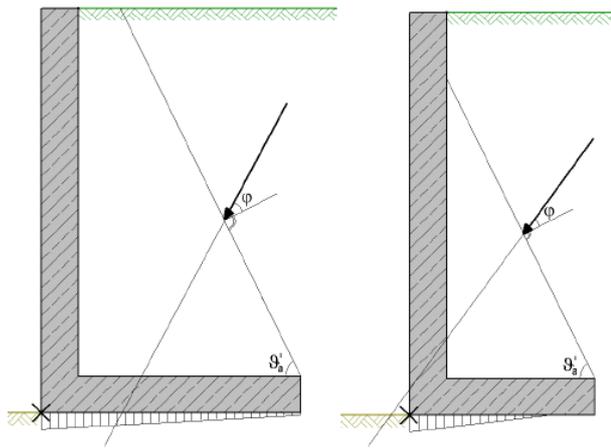
Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_R}{M_S} > 1$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli).

Il software utilizzato per i muri di tipo B considera il carico del terreno come un carico unico, pertanto valuta la risultante delle azioni sul sistema muro come somma della spinta traslazionale suborizzontale e della componente verticale. Pertanto, quando questa risultante ricade all'interno della sagoma di fondazione, non si ha momento ribaltante alcuno. Tale approccio può fornire un momento ribaltante nullo; si tratta di una misura della sicurezza differente rispetto a quanto esposto precedentemente, ma che non cambia in alcun modo la verifica della sicurezza stessa.

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 <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b>	File: T00_OS00_GET_RE01_A Data: Agosto 2020 Pag. 47 di 58
--	--



Formattato: Allineato al centro

#### Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$ , e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\delta_s$

$$\frac{F_r}{F_s} > 1$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento. Nel progetti si è cautelativamente trascurato il contributo della spinta passiva di valle.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\phi$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione; nel nostro progetti si è considerato un angolo

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 48 di 58</p>
---	---

pari a 2/3 dell'angolo di attrito. Nelle verifiche allo scorrimento si sono considerati nulli il contributo del terreno di valle e l'adesione  $c_a$  terreno-fondazione.

### Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a 1. Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} > 1$$

~~Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.~~

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{ci} + q N_q d_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma i}$$

$c$  coesione del terreno in fondazione;

$\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;

$\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;

$B$  larghezza della fondazione;

$D$  profondità del piano di posa;

$q$  pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 * \frac{D}{B} * \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 * \frac{D}{B} * \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p><i>File:</i></p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p><i>Data:</i> Agosto 2020</p> <p><i>Pag.</i> 49 di 58</p>
---	--

$$i_c = i_q = (1 - \theta^2/90)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2 \quad \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

### Verifica di stabilità globale

Tale verifica, prescritta da tutte le normative, è di grande importanza, specialmente se i terreni interessati sono instabili, oppure se il sovraccarico agente sul terrapieno è molto elevato. Infatti, con tale verifica, si determina il grado di sicurezza sia del manufatto, sia del terreno, nei confronti di possibili scorrimenti lungo superfici di rottura passanti al di sotto del piano di appoggio del muro. La verifica, effettuata ricorrendo ai metodi di calcolo della stabilità dei pendii, consiste nel ricercare, tra le possibili superfici di rottura, quella che presenta il minor coefficiente di sicurezza e nel confrontare, quindi, le resistenze e le azioni sollecitanti lungo tale superficie. Secondo questi metodi è necessario ipotizzare una superficie di scorrimento del terreno di forma qualsiasi, passante al di sotto del muro e valutare, rispetto al generico polo, i momenti instabilizzanti, generati dalle forze peso, ed i momenti resistenti, generati dalle reazioni del terreno. Trai vari metodi presenti in letteratura, quello utilizzato è quello di Bishop.

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 <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b>	File: T00_OS00_GET_RE01_A Data: Agosto 2020 Pag. 50 di 58
--	--

### 12.147.2 SLE- Verifica di fessurazione

La verifica della sezione a questo stato limite è stata effettuata ipotizzando le seguenti condizioni ambientali:

Ambiente aggressivo, sul paramento verticale del muro;

Ambiente ordinario, sulla soletta di fondazione del muro.

Essa viene condotta per le sole analisi in condizioni statiche, calcolando le tensioni massime sul rivestimento a partire dai valori nominali ottenuti dalla analisi e confrontando queste con quelle ammissibili definite al §7.3.

La verifica risulta completata, nel caso di significativi valori di trazione per le barre di armatura, da verifica a fessurazione. Si fa notare come, in realtà, non risulti necessaria tale verifica per tensioni lato acciaio almeno pari a 200 MPa (rispettato inoltre il vincolo della spaziatura), come da indicazioni in EC2.

Il valore di apertura delle fessure ammesso è in:

- Ambiente aggressivo: w frequente <w2=0.3 mm e w quasi permanente <w1=0.2 mm,
- Ambiente ordinario: w frequente <w3=0.4 mm e w quasi permanente <w2=0.3 mm.

• I muri in oggetto sono classificati essere in ambiente aggressivo (XC4).

Formattato: Normale, Nessun elenco puntato o numerato

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w <sub>d</sub>	Stato limite	w <sub>d</sub>
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>3</sub>
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>

Tabella 6 – Limiti di apertura ammissibili delle fessure secondo NTC18 [8]

L'ampiezza di calcolo delle fessure è ottenuta dalla relazione:

$$w_k = 1.7 * w_m = 1.7 * s_{rm} * \epsilon_{sm}$$

dove:

w<sub>m</sub>: apertura media delle fessure

s<sub>rm</sub>: distanza media finale tra le fessure

ε<sub>sm</sub>: deformazione media che tiene conto di una serie di effetti, fra cui "tension stiffening", ritiro, ecc.;

Per il calcolo di ε<sub>sm</sub>, e s<sub>rm</sub> vanno utilizzati criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica (RILEM TC 162-TDF) nel rispetto delle indicazioni fornite nel paragrafo C4.1.2.2.4.6 della Circolare 21/01/2019.

$$s_{rm} = 50 + 0.25 * k_1 * k_2 * \frac{\phi}{\rho_r} ;$$

φ: diametro delle barre

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 51 di 58</p>
---	---

$k_1$  : coefficiente che tiene conto della tipologia delle barre

0.8 per barre lisce;

$k_2$  : coefficiente che tiene conto della forma del diagramma delle deformazioni,

0.5 in flessione

1.0 in trazione

$\rho_r = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$  rapporto di armatura efficace, con

$A_s$  area dell'armatura contenuta nell'area tesa efficace

$A_{c,eff}$  area tesa efficace

$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} * \left( 1 - \beta_1 * \beta_2 * \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right)$  deformazione media ;

$\sigma_s$ : tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la combinazione di azioni considerata

$\sigma_{sr}$ : tensione dell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la sollecitazione corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione  $f_{ctm}$  nella fibra di calcestruzzo più sollecitata nella sezione interamente reagente.

$\beta_1 = 1$  per barre ad aderenza migliorata

$\beta_2 = 0.5$  nel caso di azioni di lunga durata o ripetute.

#### 12.127.3 SLE- Verifica delle tensioni

Si verificheranno che le tensioni nelle sezioni in analisi, rispettivamente lato calcestruzzo ed acciaio, non superino i seguenti valori:

- Per la combinazione rara:
  - $\sigma_c \leq 0.6 f_{ck}$
  - $\sigma_s \leq 0.8 f_{yk}$
- Per la combinazione quasi permanente:
  - $\sigma_c \leq 0.45 f_{ck}$

#### 12.127.4 VALIDAZIONE SOFTWARE

Come mostrato in precedenza tutte le verifiche effettuate risultano soddisfatte secondo le richieste come da Normativa.

Il software utilizzato per la modellazione numerica dei muri di tipologia A è "MB Muro" ed è stato sviluppato dall'ing. Mauro Barale (<https://www.mbmuro.it/>). I suoi calcoli sono stati validati attraverso un foglio Excel e calcoli manuali redatti dai progettisti del seguente rapporto, confrontandolo inoltre con altri

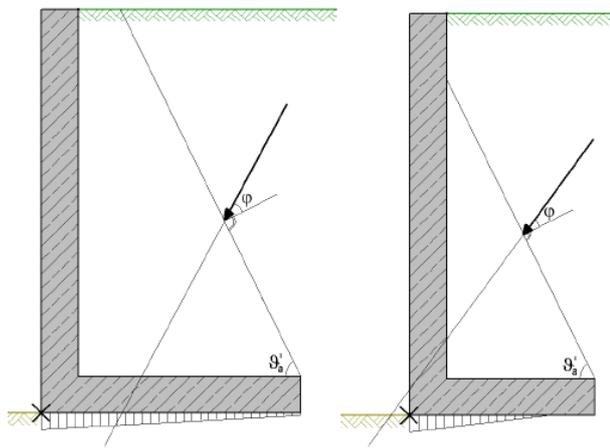
<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 52 di 58</p>
---	---

progetti simili già realizzati. Le formule utilizzate sono riportate nel seguente rapporto e negli allegati di calcolo.

Medesimi controcalcoli sono stati effettuati per la verifica dei muri di tipologia B attraverso l'uso del software "DC-Cantilver" della dc-Softwares (<https://www.dc-software.de/>).

~~Ad esempio il programma, per la verifica a ribaltamento, segue quanto riportato:~~

~~Se la risultante dello spinto del terreno risulta agire in corrispondenza della scarpa dell'opera in esame, questa costituirà una componente stabilizzante. Pertanto, non viene considerata a favore di sicurezza (cap.30 del manuale)~~



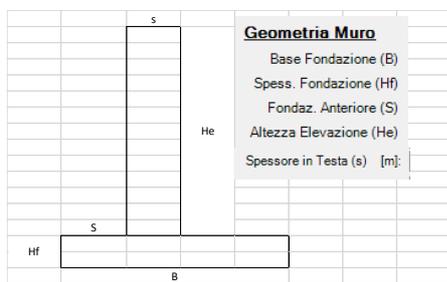
~~Inoltre, Questo il programma software esegue le verifiche in due fasi. La prima relativa alla messa in opera, dove il carico variabile non compare e il terreno di riempimento a valle non è presente. La seconda invece, rappresenta la messa in esercizio dell'opera, con i carichi variabili e terreno di riempimento a valle.~~

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 53 di 58</p>
---	--

### 438 CONCLUSIONI

Le verifiche delle sezioni agli SLU (compresa la combinazione eccezionale per i muri di tipologia A) e SLE risultano verificate con la sola predisposizione di armature a flessione (assenza di armature a taglio) con le incidenze indicate in Tabella 7 per i muri di tipologia A e in Tabella 8 per i muri di tipologia B.

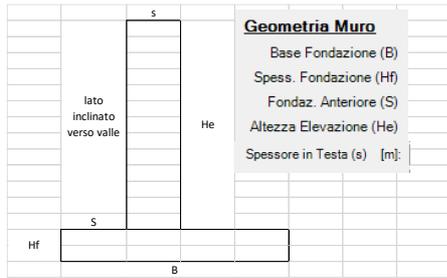
I vari dettagli dell'analisi vengono riportati negli allegati di calcolo a fine relazione.



	B (m)	Hf (m)	S (m)	He (m)	s (m)	Htot (m)	B/H (-)	B-S-s (m)	INCIDENZA PARAMENTO VERTICALE (kg/m <sup>3</sup> )	INCIDENZA SOLETTA (kg/m <sup>3</sup> )
A02	2,8	0,6	0,5	2	0,6	2,6	108%	0,80	80	80
A03	3,4	0,8	0,5	3	0,6	3,8	89%	0,90	80	80
A04	4	1	0,5	4	0,6	5	80%	1,00	80	80
A05	4,6	1,2	0,5	5	0,6	6,2	74%	1,10	80	80
A06	5,5	1,4	0,5	6	0,6	7,4	74%	1,20	80	80
A07	6,3	1,4	0,5	7	0,6	8,4	75%	1,30	80	80
A08	6,9	1,6	0,5	8	0,6	9,6	72%	1,40	90	80
A09	7,5	1,6	0,5	9	0,6	10,6	71%	1,50	110	80
A10	8,1	1,8	0,5	10	0,6	11,8	69%	1,60	110	80
A11	8,7	1,8	0,5	11	0,6	12,8	68%	1,70	110	80

Tabella 7 – Incidenza delle armature dei muri di sostegno di tipologia A

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File: T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 54 di 58</p>
---	--



	B (m)	Hf (m)	S (m)	He (m)	s (m)	Htot (m)	B/H (-)	B-S-s (m)	INCIDENZA PARAMENTO VERTICALE (kg/m³)	INCIDENZA SOLETTA (kg/m³)
<b>B04</b>	5,5	1	0,5	4	0,6	5	110%	1,00	80	80
<b>B05</b>	5,8	1,2	0,5	5	0,6	6,2	94%	1,10	80	80
<b>B06</b>	6,5	1,4	0,5	6	0,6	7,4	88%	1,20	80	80
<b>B07</b>	7,3	1,4	0,5	7	0,6	8,4	87%	1,30	80	80
<b>B08</b>	7,9	1,6	0,5	8	0,6	9,6	82%	1,40	80	80
<b>B09</b>	9	1,6	0,8	9	0,6	10,6	85%	1,50	120	80

Tabella 8 – Incidenza delle armature dei muri di sostegno di tipologia B

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 55 di 58</p>
---	---

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 56 di 58</p>
---	---

#### 149 ALLEGATI DI CALCOLO

Gli allegati di calcolo saranno presentati partendo dalle tipologie di muri A (da A2 a A11) (allegato 1) dove ciascun componente della tipologia sarà composto delle seguenti parti:

1. Geometria e stratigrafia
2. Scheda ricapitolativa risultati SLU GEO STATICO
3. Calcoli SLU
4. Scheda ricapitolativa risultati SLU EQU
5. Scheda ricapitolativa risultati SLU GEO SISMICO SU' ovvero kv agente verso l'alto
6. Scheda ricapitolativa risultati SLU GEO SISMICO GIU' ovvero kv agente verso il basso
7. Scheda ricapitolativa risultati SLU STABILITA' GLOBALE
8. Calcoli SLU STABILITA' GLOBALE
9. Scheda ricapitolativa risultati combo ECCEZIONALE URTO VEICOLARE,
10. Calcoli combo ECCEZIONALE URTO VEICOLARE,
11. Risultati SLU involuppo momento
12. Risultati SLU involuppo sforzo normale
13. Risultati SLU involuppo taglio
14. Risultati combo ECCEZIONALE URTO VEICOLARE involuppo momento
15. Risultati combo ECCEZIONALE URTO VEICOLARE involuppo sforzo normale
16. Risultati combo ECCEZIONALE URTO VEICOLARE involuppo taglio
17. Risultati SLE RARA momento
18. Risultati SLE RARA sforzo normale
19. Risultati SLE FREQUENTE momento
20. Risultati SLE FREQUENTE sforzo normale
21. Risultati SLE QUASI PERMANENTE momento
22. Risultati SLE QUASI PERMANENTE sforzo normale
23. Verifiche strutturali dell'incastro del paramento verticale e dominio di resistenza
24. Verifiche strutturali dell'incastro della mensola di monte e dominio di resistenza.

Successivamente saranno riportati gli allegati di calcolo partendo dalle tipologie di muri B (da B4 a B9) dove ciascun componente della tipologia sarà composto delle seguenti parti:

- Input (geometria, geologia e falda) e output (sollecitazioni e verifiche geotecniche) del muro di sostegno calcolato con il software DC-Cantilever, per le condizioni sismiche e a seguire per le condizioni statiche.
- Armatura della sezione all'incastro dell'elevazione,

<i>ANAS S.p.A.</i> S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA <i>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</i> <b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b>	<i>File:</i> <i>T00_OS00_GET_RE01_A</i> <i>Data: Agosto 2020</i> <i>Pag. 57 di 58</i>
--	--

- Verifiche strutturali della sezione all'incastro dell'elevazione effettuate con con il software RC-SEC;
- Diagramma del dominio di resistenza M-N della sezione all'incastro dell'elevazione;
- Armatura della sezione all'incastro della soletta di monte,
- Verifiche strutturali della sezione all'incastro della soletta di monte effettuate con con il software RC-SEC;
- Diagramma del dominio di resistenza M-N della sezione all'incastro della soletta di monte.

**Formattato:** Allineato a sinistra

**Formattato:** ART Corpo del testo, SpazioDopo: 6 pt, Interlinea: multipla 1,15 ri, Puntato + Livello:1 + Allinea a: 0,63 cm + Imposta un rientro di: 1,27 cm

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p><b>Relazione tecnica e di calcolo opere minori - muri</b></p>	<p>File:</p> <p>T00_OS00_GET_RE01_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 58 di 58</p>
---	---