

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI.

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.

II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.

2° LOTTO FUNZIONALE TELESE - SAN LORENZO.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816,2 al km 31+921,2

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

IF0H 22 D 11 CL RI2505 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	M.Piscitelli	Giugno 2017	F.Bavetta	Giugno 2017	F.Cerrone	Giugno 2017	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Prigione Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. 16362 del 11/12/17	

## INDICE

1.	GENERALITA' .....	5
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	5
1.2	UNITÀ DI MISURA.....	6
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	7
3.	MATERIALI .....	8
3.1	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI .....	8
3.2	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (C 32/40) .....	10
3.3	CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE ( C 28/35) .....	11
3.4	CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO/SOTTOFONDAZIONI (C12/15).....	12
3.5	ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C) .....	13
4.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	14
4.1	MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO .....	14
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....	17
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	18
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	18
5.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	19
6.	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI.....	20
6.1	VERIFICHE ALLO SLU .....	20
6.1.1	<i>Pressoflessione</i> .....	20
6.1.2	<i>Taglio</i> .....	21
6.2	VERIFICA SLE.....	23
6.2.1	<i>Verifiche alle tensioni</i> .....	23
6.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	24
7.	ANALISI DEI CARICHI .....	25
7.1	PESO PROPRIO (COND. DI CARICO 1).....	25
7.2	PERMANENTI (COND. DI CARICO 2).....	25
7.3	AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DEL MURO (COND. DI CARICO 6).....	26

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	3 di 297

7.4	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI STATICHE (COND. DI CARICO 3).....	28
7.5	SPINTA IN PRESENZA DI FALDA (COND. DI CARICO 4) .....	29
7.6	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE (COND. DI CARICO 5) .....	30
7.7	FORZA DI INERZIA (COND. DI CARICO 5).....	30
7.8	COEFFICIENTI DI ATTRITO STRUTTURA-TERRENO.....	32
8.	COMBINAZIONI DI CARICO .....	33
9.	CRITERI GENERALI DI VERIFICA .....	43
9.1	VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE.....	43
9.1.1	<i>Verifiche allo scorrimento.....</i>	43
9.1.2	<i>Verifiche a Ribaltamento.....</i>	43
9.1.3	<i>Verifica di Capacità Portante (Carico Limite fondazioni dirette).....</i>	44
9.2	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE.....	47
9.2.1	<i>VERIFICHE IN FASE SISMICA .....</i>	48
10.	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	52
11.	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI .....	53
11.1	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI TIPO 2 .....	53
11.1.1	<i>Modello di calcolo.....</i>	53
11.1.2	<i>Risultati Analisi Di Stabilità Globale.....</i>	56
11.1.3	<i>Verifiche strutturali .....</i>	58
11.2	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI TIPO 3 .....	70
11.2.1	<i>Modello di calcolo.....</i>	70
11.2.2	<i>Risultati Analisi Di Stabilità Globale.....</i>	73
11.2.3	<i>Verifiche strutturali .....</i>	75
11.3	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI TIPO 3.5 .....	87
11.3.1	<i>Modello di calcolo.....</i>	87
11.3.2	<i>Risultati Analisi Di Stabilità Globale.....</i>	90



ITINERARIO NAPOLI-BARI.  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.  
2° LOTTO FUNZIONALE TELESE - SAN LORENZO.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	4 di 297

11.3.3 Verifiche strutturali .....92

TABULATI DI CALCOLO

## 1. GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello-Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento ai muri di sostegno in c.a. previsti sull'asse principale del tracciato di progetto in corrispondenza delle pk. 31+816,2 – 31+921,2.

### 1.1 Descrizione dell'opera

Le opere in questione presentano le principali caratteristiche geometriche riassunte nella tabella seguente (per maggiori dettagli ed una descrizione più completa delle opere si rimanda agli elaborati grafici di progetto):

Pk (m)	Hparam [m]	Tipo	FONDAZIONE		SEZ. TIPO
			h [m]	Lf [m]	
31+816,2 - 31+921,2 (BIN PARI DX)	2.00	a mensola	0.70	3.00	<b>Tipo 2</b>
	3.00	a Gradoni	0.80	4.25	<b>Tipo 3</b>
	3.50		0.80	4.25	<b>Tipo 3.5</b>

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche muri di sostegno.

Di seguitosi riportano alcune immagini rappresentative delle opere. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

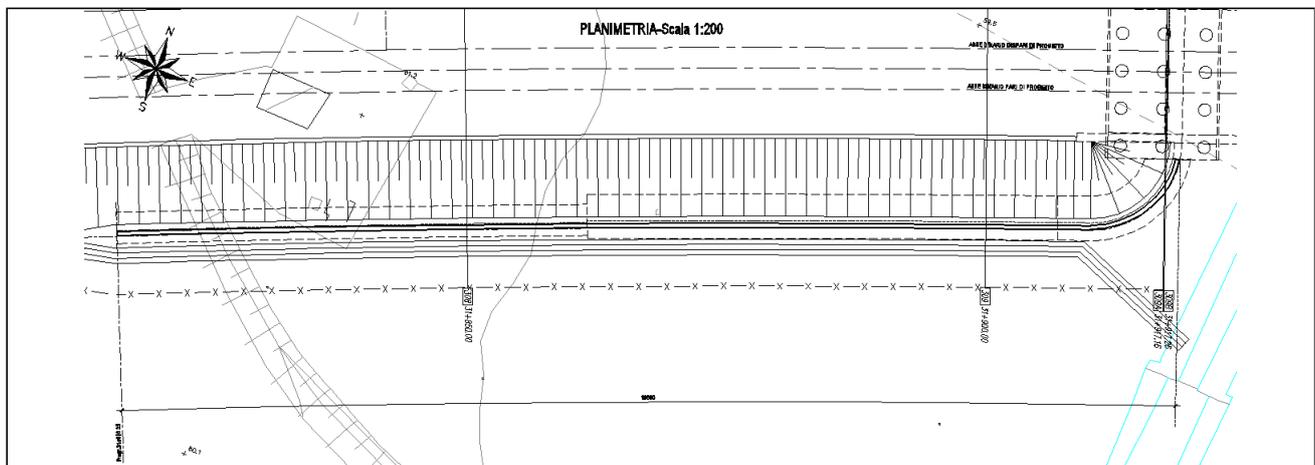


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	6 di 297

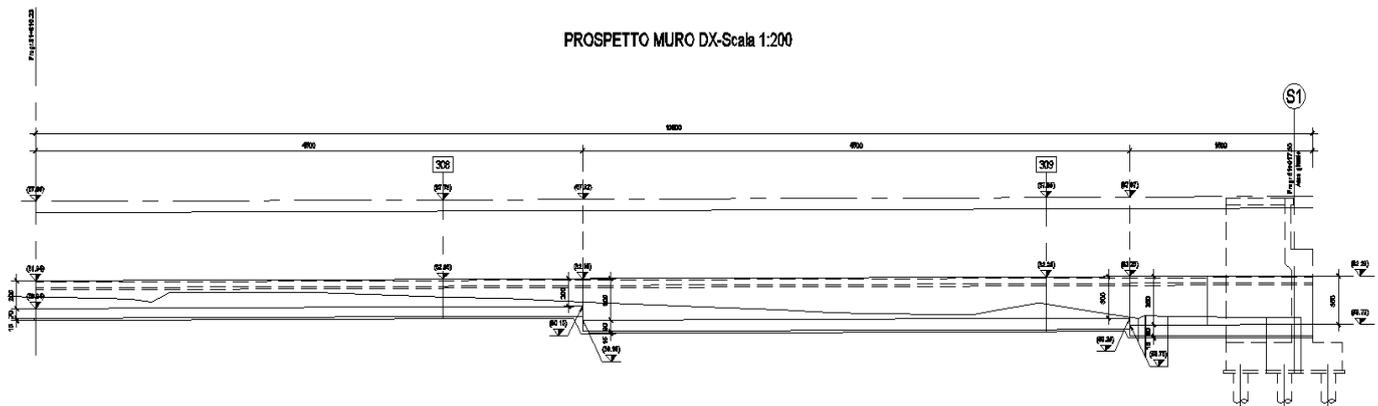


Figura 2 – Sviluppo Longitudinale

Nel seguito della presente relazione è affrontato il dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere definite in precedenza.

## 1.2 Unità di misura

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture ( RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016 )
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

### 2.1 **Elaborati di riferimento**

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	8 di 297

### 3. MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

#### 3.1 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classe di esposizione del calcestruzzo delle diversi parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Soletta di Fondazione: XC2;
- Elevazioni: XC4;

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coperto o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salinità marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battaglia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *</b>						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contentori di fanghi e vasche di decantazione. Contentori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contentori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

\*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:  
- moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;  
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.  
) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

#### Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 11104, di cui alla successiva tabella:

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	9 di 297

M

UNI 11104:2004

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura				Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri			Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
									Acqua di mare		Cloruri provenienti da altre fonti							
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>a/lc</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza <sup>1)</sup>	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 <sup>a)</sup>					
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati <sup>b)</sup>		

<sup>1)</sup> Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.  
a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.  
b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n617 del 02-02-09; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Fondazione ed elevazioni: 40 mm

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	10 di 297

### 3.2 Calcestruzzo per Elevazioni (C 32/40)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg: - -

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 33.2 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 41.2 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 3.10 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0.05} = 2.17 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctf} = 3.7 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0.05} = 2.6 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

*Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0*

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 18.8 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.45 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0.05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd f} = 1.74 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%*

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = 33643 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 14018 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = 3.25 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	11 di 297

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

**Tensioni massime per la verifica agli SLE** (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,40 f_{\text{ck}}) = \boxed{13.28} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,55 f_{\text{ck}}) = \boxed{18.26} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

### 3.3 Calcestruzzo per Fondazione ( C 28/35)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{\text{ck}} = \boxed{35} \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{\text{ck}} = \boxed{29.1} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{\text{ck}})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{\text{cm}} = 37.1 \text{ MPa} \quad (f_{\text{ck}} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{\text{ctm}} = \boxed{2.83} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{\text{ctk},0.05} = \boxed{1.98} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{\text{ctf}} = \boxed{3.4} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{\text{ctk},0.05} = \boxed{2.4} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \mathbf{1.5}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{\text{cd}} = \boxed{16.5} \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{\text{ck}} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{\text{ctd}} = \boxed{1.32} \text{ MPa} \quad (f_{\text{ctk},0.05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{\text{ctd f}} = \boxed{1.59} \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{\text{ctd}}$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità normale :      Modulo di elasticità tangenziale:

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	12 di 297

$$E_{cm} = 32588 \text{ MPa}$$

$$G_{cm} = 13578 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = 2.98 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2- Sezione 2)

$$\sigma_{cmax \text{ QP}} = (0,40 f_{ck}) = 11.62 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{cmax \text{ R}} = (0,55 f_{ck}) = 15.98 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

### 3.4 Calcestruzzo magro per Getti di livellamento/sottofondazioni (C12/15)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 15 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 12.5 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 20.5 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Si omettono resistenze e/o tensioni di calcolo, essendo tale conglomerato previsto per parti d'opera senza funzioni strutturali.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	13 di 297

### 3.5 Acciaio in barre d'armatura per c.a. (B450C)

*Tensione caratteristica di rottura:*

$$f_{tk} = \boxed{540} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

*Tensione caratteristica allo snervamento:*

$$f_{yk} = \boxed{450} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

*Fattore di sovraresistenza (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)*

$$k = f_{tk}/f_{yk} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

*Allungamento a rottura (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)*

$$(A_{gt})_k = \quad \varepsilon_{uk} = \boxed{7.5} \%$$

$$\varepsilon_{ud} = \quad 0,9 \varepsilon_{uk} = \boxed{6.75} \%$$

*Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:*

$$\gamma_c = \quad \mathbf{1.15}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

*Resistenza di calcolo allo SLU:*

$$f_{yd} = \boxed{391.3} \text{ MPa } (f_{yk}/\gamma_s)$$

*Modulo di elasticità :*

$$E_f = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

*Tensione massima per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)*

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \boxed{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	14 di 297

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

L'opera in esame ricade tra le chilometriche 31+816,2 – 31+921,2 del tracciato di progetto dell'Asse Principale, nell'ambito del 2° Lotto Funzionale Telese-San Lorenzo, individuato dalle pk 27+700 – 39+050.

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo di riferimento per il dimensionamento delle strutture di fondazione dell'opera, è trattata diffusamente nella specifica sezione dedicata all'opera in esame nell'ambito del seguente documento di progetto:

Relazione generale di linea delle opere all'aperto - Sub lotto 2	I	F	0	H	0	2	D	1	1	R	B	G	E	0	0	0	1	0	0	2	A
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

##### 4.1 modello geotecnico di progetto

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel Profilo Geotecnico dell'opera e della Caratterizzazione dei Litotipi riportata nella Relazione e geotecnica Generale.

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento e in relazione alle progressive in esame, emerge la seguente stratigrafia:

Stratigrafia		
Unità geotecnica	Profondità [m] da p.c.	Descrizione
bc2	0.0÷4.0	Sabbia, sabbia limosa (Alluvioni antiche)
bc1	4.0÷9.0	Ghiaia sabbiosa (Alluvioni antiche)
bn1	>9	Ghiaia sabbiosa (Alluvioni terrazzate)

**Falda:** La quota di falda è situata a circa 7m dal p.c. locale

Il volume di terreno direttamente interagente con l'opera ha le seguenti proprietà:

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	15 di 297

#### Unità bc1 – Ghiaia sabbiosa (Alluvioni antiche)

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 40^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = 43$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 40\%$	densità relativa
$V_s = 200 \div 300 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 75 \div 175 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale (a piccole deformazioni)
$E_o = 200 \div 450 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

#### Unità bc2 – Sabbia, sabbia limosa (Alluvioni antiche)

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 30 \div 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = 5 \div 30$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 20 \div 60\%$	densità relativa
$V_s = 150 \div 300 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 45 \div 180 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale (a piccole deformazioni)
$E_o = 120 \div 450 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

#### Unità bn1 – Ghiaia sabbiosa (Alluvioni terrazzate)

$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35 \div 40^\circ$ prove dei 3 lotti)	angolo di resistenza al taglio (valore minimo assunto pari al valore medio di tutte le
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = R$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 70\%$	densità relativa
$V_s = 200 \div 380 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	16 di 297

$G_o = 80 \div 290$  MPa      modulo di deformazione a taglio iniziale (a piccole deformazioni)

$E_o = 200 \div 750$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

Il terreno di ricoprimento è invece costituito dal riporto stradale avente le seguenti proprietà:

Terreno di Rinfiaccio: Terreno da rilevato Ferroviario

$\gamma_{nat} = 20$ kN/m <sup>3</sup>	peso di volume naturale
$c' = 0$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$\nu = 0.20$	coefficiente di Poisson
$E_o = 300 \div 400$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale

Riguardo infine il livello di falda, dal profilo geotecnico locale si evince che la superficie piezometrica è situata a circa 5m di profondità rispetto alla quota delle fondazioni dell'opera.

## 5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN) , Benevento – Località Roseto (BN).

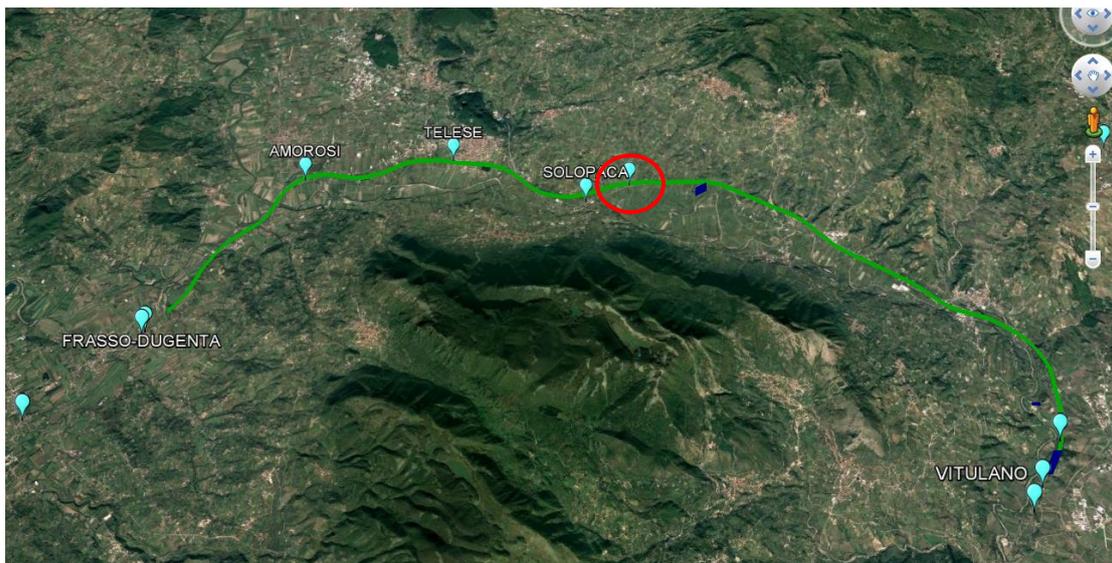


Figura 3 – Configurazione planimetrica tracciato

Nella fattispecie, l'opera ricade tra i comuni di Solopaca e Vitulano. Nei riguardi della valutazione delle azioni sismiche di progetto, si è fatto riferimento ai parametri di pericolosità sismica del Comune di Guardia Sanframondi (BN) come esposto nei paragrafi seguenti.

### 5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: VN = 75 anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):  $C_u = 1.5$ .

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale Vn per il coefficiente d'uso  $C_u$ , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$  anni

### 5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / VR) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	19 di 297

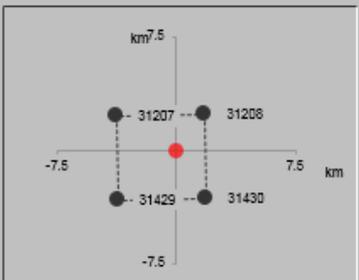
Ricerca per comune
 REGIONE: Campania
PROVINCIA: Benevento
COMUNE: Guardia Sanframondi

---

**Elaborazioni grafiche**  
 Grafici spettri di risposta  
 Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**  
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo  
 Sito esterno al reticolo  
 interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione  
 superficie rigata

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

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0.095	2.353	0.311
SLD	113	0.125	2.340	0.326
SLV	1068	0.361	2.350	0.395
SLC	2193	0.467	2.448	0.426

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica

### 5.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al punto 3.2.2 del DM 14.01.08. Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame (lotto1) (cod. elaborato IF0H02D 11CLGE0001004A), risulta una categoria di sottosuolo di tipo C e una classe Topografica T1.

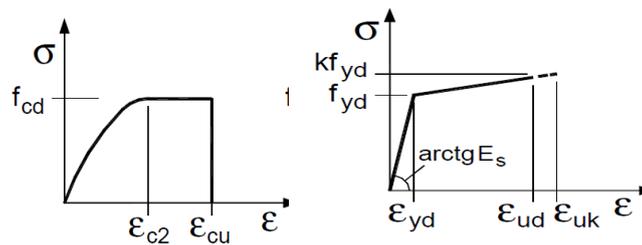
## 6. CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

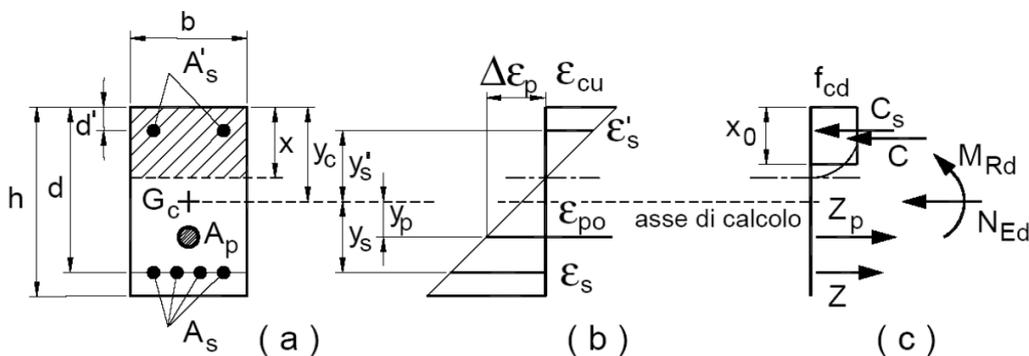
### 6.1 VERIFICHE ALLO SLU

#### 6.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	21 di 297

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

### 6.1.2 Taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- $d$  = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w$  = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

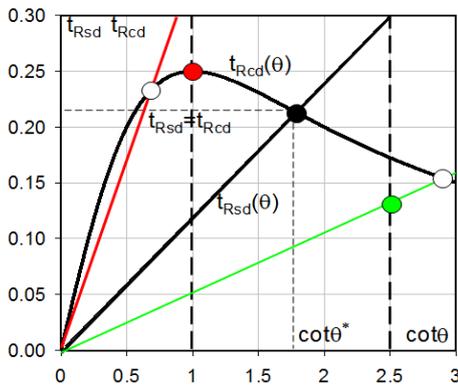
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$



- Se la  $\cot \theta^*$  è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la  $\cot \theta^*$  è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rsd})$  coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una  $\cot \theta = 2,5$ .
- Se la  $\cot \theta^*$  è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd})$  coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una  $\cot \theta = 1,0$ .

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle ( $\theta$ ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(  $\theta^*$  angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

$f'_{cd}$  = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

$f_{cd}$  = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$\omega_{sw}$  : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	23 di 297

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

## 6.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

### 6.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento " Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 30-12-16 ", ovvero:

#### Strutture in c.a.

##### Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

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

##### Tensioni di trazione nell'acciaio

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

## 6.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 30/12/2016*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure  $\delta_f$  dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$  per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

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

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite **w1=0,20 mm** sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.

## 7. ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito si riporta la valutazione dei carichi elementari considerati nel dimensionamento della struttura in esame, riferiti generalmente ad una fascia di struttura di dimensione unitaria.

Le condizioni di carico considerate complessivamente, sono quelle riportate nell'elenco seguente:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Peso Proprio
2	Permanenti (Ballast + Armamento)
3	Spinta terreno
4	Spinta Falda
5	Azione sismica
6	Sovraccarico Accidentale (Treno SW2)

Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

### 7.1 Peso proprio (cond. di carico 1)

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a.  $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$ .

### 7.2 Permanenti (cond. di carico 2)

Ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata e dell'armamento (sovrastuttura ferroviaria) potrà effettuarsi assumendo, convenzionalmente, per linee in rettilineo, un peso di volume pari a  $18,0 \text{ kN/m}^3$  applicato sull'impronta del ballast, per una altezza media fra il piano del ferro (P.F.) e l'estradosso del sub-ballast pari a  $0,80 \text{ m}$ . Per strutture su linee in curva, oltre al peso convenzionale sopraindicato andrà aggiunto il peso di tutte le

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>2° LOTTO FUNZIONALE TELESE - SAN LORENZO.</b>					
	Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI250 5002	REV. A

parti di massicciata necessarie per realizzare il sovralzato, valutato con la sua reale distribuzione geometrica e con un peso di volume pari a 20 kN/m<sup>3</sup>.

Salvo più accurate determinazioni, per le caratteristiche dei rilevati ferroviari si possono assumere i seguenti valori dei parametri geotecnici caratteristici:

- peso di volume  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ;
- angolo di attrito  $\varphi' = 38^\circ$ ;
- coesione efficace  $c' = 0$ .

Pertanto si ha:

#### BALLAST+ ARMAMENTO

$\gamma_b = 18.0 \text{ kN/m}^3$  (peso specifico Ballast+Armamento)

$s_b = 0.80 \text{ m}$  (spessore ballast)

\* $Q_b = 14.4 \text{ kN/m}^2$  (carico ballast)

\*Applicato ad intradosso ballast

### 7.3 Azione del sovraccarico a tergo del muro (cond. di carico 6)

Per quanto attiene il sovraccarico ferroviario a tergo del muro si applica il carico verticale dovuto al treno SW/2 pari a 150\*1.0 (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A par. 3.8.1.3.2.2) definito nella tabella 5.2.I senza incremento dinamico (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A par. 3.8.1.3.2.4):

#### “5.2.2.3.1.2. Treno di carico SW



*Fig. 5.2.2 Treno di carico SW*

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	27 di 297

<i>Tipo di carico</i>	$Q_{vk}$ [kN/m]	<i>A</i> [m]	<i>C</i> [m]
<i>SW/0</i>	<i>133</i>	<i>15,00</i>	<i>5,30</i>
<i>SW/2</i>	<i>150</i>	<i>25,00</i>	<i>7,00</i>

*Tab. 5.2.I. caratteristiche treni di carico SW*

In accordo al punto 3.8.1.3.2.3 delle RFI DTC SI CS MA IFS 001 A, tale carico v ripartito ipotizzando una larghezza di ripartizione dei carichi ferroviari al livello del piano di regolamento pari alla larghezza della traversa pi la larghezza dovuta alla diffusione del carico all'interno del ballast.

Quest'ultima pu essere assunta pari a 45 su un'altezza di 40 cm, senza tenere conto della presenza o meno di curve. All'interno del rilevato la ripartizione pu essere proseguita con un angolo di diffusione pari all'angolo di attrito interno del terreno.

Pertanto avremo:

$q_{sw2} = 150 \text{ kN/m}^2$   
 $\alpha = 1$  (coefficiente di adattamento)  
 $\phi_2 = 1$  (coefficiente di incremento dinamico)  
 $L_t = 2.40 \text{ m}$  (Larghezza traversina)  
 $L_d = 3.20 \text{ m}$  (Larghezza di diffusione del carico nel ballast)

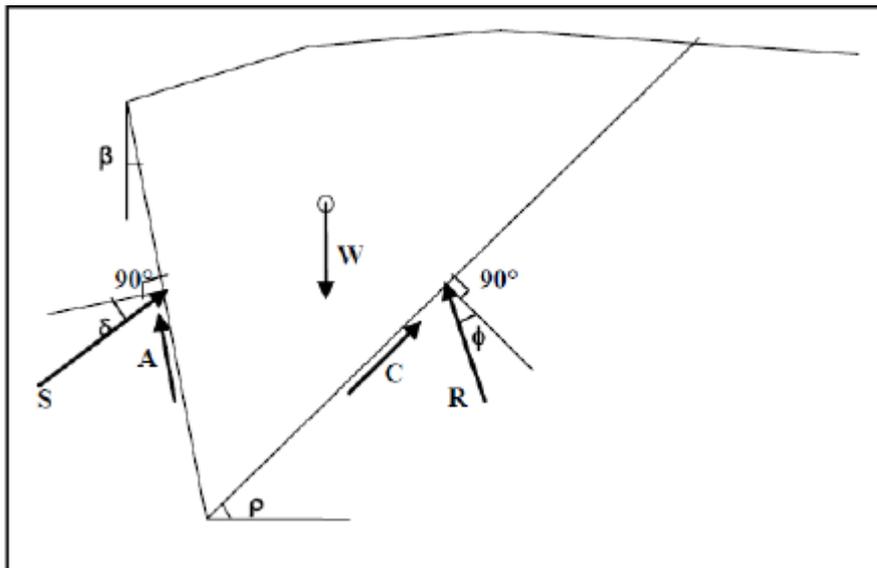
$Q_{sw2} = 46.875 \text{ kN/m}$

Si assume nei calcoli

$Q_{sw2} = 50.0 \text{ kN/m}$  (Applicato ad intradosso ballast)

#### 7.4 Spinta del terreno in condizioni statiche (cond. di carico 3)

Nel caso di muro su fondazione diretta, la mobilitazione della spinta attiva si può considerare sempre verificata. In tal caso le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann. Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );

- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

## 7.5 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 4)

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{sat}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, in relazione a quanto specificato al paragrafo 4, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

## 7.6 Spinta del terreno in condizioni sismiche (cond. di carico 5)

In condizioni sismiche si sempre la formulazione di Culmann inserendo nell'equazione risolutiva la forza di inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata, rispetto all'orizzontale, della corrispondente superficie in assenza di sisma.

## 7.7 Forza di inerzia (cond. di carico 5)

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  $F_v = k_v W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$ , relativi allo stato limite considerato, sono posti pari all'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo  $T=0$ , per la componente orizzontale, ed a quella corrispondente al periodo proprio  $T = T_0$ , per la componente verticale.

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.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	31 di 297

Nella precedente espressione, il coefficiente  $\beta_m$  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  $\beta_m$  assume valore unitario.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente  $\beta_m$ , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma.

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Figura 4 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)

Pertanto si ha:

#### Fondazione diretta

$a_g/g = 0.361$   
 $\beta_m = 0.310$   
 $S_s = 1.190$  (cat. Suolo C)  
 $ST = 1.00$

$K_h = 0.133$  coefficiente sismico orizzontale  
 $K_v = 0.067$  coefficiente sismico verticale

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2– Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	32 di 297

## 7.8 Coefficienti di attrito struttura-terreno

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore  $\delta = 0.6 \phi'$  in fase statica e  $\delta = 0$  in fase sismica. Tuttavia, il software di calcolo utilizzato non consente di differenziare il valore del coefficiente di attrito nelle varie fasi di calcolo. Pertanto è stato utilizzato, per la valutazione dei coefficienti di spinta del terreno di rinterro, cautelativamente  $\delta=0$  sia in fase statica che in fase sismica. Tale assunzione, peraltro, non risulta essere particolarmente gravosa in quanto nella maggioranza dei casi esaminati la condizione di carico dimensionante è risultata essere quella sismica.

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

per  $\phi < 30^\circ$   $\mu = \text{tg } \phi'$ ;

per  $\phi > 35^\circ$   $\mu = 0.85 \text{ tg } \phi'$ ;

per  $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$   $\mu$  si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione ca terra-opera sarà considerata nulla.

## 8. COMBINAZIONI DI CARICO

Per la combinazione dei diversi carichi previsti sulla struttura di cui al precedente paragrafo 7, si è fatto riferimento a quanto specificato in merito al prg 2.5.3 del DM 14.01.08, secondo cui le combinazioni di carico da considerare nei riguardi dei diversi stati limite di verifica SLU, SLE e sisma sono le seguenti:

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_y \pm 0.3 \times E_z$$

avendo indicato con  $E_y$  e  $E_z$  rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>2° LOTTO FUNZIONALE TELESE - SAN LORENZO.</b>					
	Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>22 D 11</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI250 5002</b>	REV. <b>A</b>

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni ( $\gamma$ ), la norma definisce inoltre, per il caso specifico delle opere di sostegno, due possibili approcci progettuali ovvero:

### Approccio 1:

Fase Statica: A1+M1+R1 (STR – Combinazione per le verifiche strutturali)

A2+M2+R1 (GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R1 (EQK-STR – Combinazione per le verifiche strutturali in fase sismica)

1+M2+R1 (EQK-GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche in fase sismica)

### Approccio 2:

Fase Statica: A1+M1+R3 (STR / GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R3 (EQK- STR/GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche in fase sismica)

essendo:

**A1/A2** : coefficienti amplificativi delle azioni

**M1/M2** : coefficienti parziali sulle resistenze dei materiali e del terreno

**R1/R2/R3** : Coefficienti di sicurezza minimo nei riguardi del generico Stato limite di Verifica.

Tali coefficienti sono definite nelle apposite tabelle definite in normativa e che nel seguito si riportano per completezza espositiva:

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tablelle coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza del terreno (DM 14.01.08)

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	35 di 297

Tabella 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

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

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.

<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Tabella 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

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

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

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		$\gamma_M$		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

Nel caso in esame si opererà utilizzando l'APPROCCIO 2.

Per quanto riguarda i coefficienti di combinazione  $\Psi$  delle azioni accidentali, nel caso in esame quelli legati al sovraccarico ferroviario, è stato posto :

$$\Psi_0 = \Psi_1 = 0.80 \quad e \quad \Psi_2 = 0 \quad (0.2 \text{ in Combinazioni SIMICHE})$$

Si segnala infine che è stato considerato anche il caso di doppio binario carico, ottenuto andando a disporre il carico determinato in precedenza di 50 kPa anche sul binario più lontano dal muro oggetto di dimensionamento. Nelle combinazioni sismiche tale condizione non è presente avendo assunto  $\Psi_2 = 0$ .

In definitiva, sono state analizzate un totale di 24 Combinazioni di calcolo. Di seguito, si riporta un dettaglio dei coefficienti parziale e di combinazione considerati per le diverse azioni presenti in ciascuna delle combinazioni di Calcolo esaminate.

Elenco Combinazioni APPROCCIO 2				
Combinazioni generate				
Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale	Peso muro / terrapieno
1	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
2	EQU	Assente	--	FAV - FAV
3	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
4	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
5	EQU	Assente	--	FAV - FAV
6	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
7	A1-M1	Assente	--	FAV - FAV
8	EQU	Assente	--	FAV - FAV
9	STAB	Assente	--	SFAV - SFAV
10	A1-M1	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
11	A1-M1	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
12	EQU	Presente	Verticale negativo	FAV - FAV
13	EQU	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
14	STAB	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
15	STAB	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
16	A1-M1	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
17	A1-M1	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
18	EQU	Presente	Verticale negativo	FAV - FAV
19	EQU	Presente	Verticale positivo	FAV - FAV
20	STAB	Presente	Verticale positivo	SFAV - SFAV
21	STAB	Presente	Verticale negativo	SFAV - SFAV
22	SLEQ	Assente	--	SFAV - SFAV
23	SLEF	Assente	--	SFAV - SFAV
24	SLER	Assente	--	SFAV - SFAV

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	37 di 297

F/S          Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$           Coefficiente parziale dell'azione

$\Psi$           Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30
TRENO	SFAV	1.45	0.80	1.16

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	38 di 297

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10
TRENO	SFAV	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.25	0.80	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30
Doppio Treno	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10
Doppio Treno	SFAV	1.45	1.00	1.45

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	39 di 297

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
Doppio Treno	SFAV	1.25	1.00	1.25

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	40 di 297

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	41 di 297

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	42 di 297

Combinazione n° 22 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 24 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 9. CRITERI GENERALI DI VERIFICA

Si descrivono nel seguito i criteri generali seguiti per l'effettuazione delle verifiche di stabilità globale e locale dell'opera di sostegno.

### 9.1 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

#### 9.1.1 Verifiche allo scorrimento

La verifica allo scorrimento sul piano di posa della Fondazione è condotta rispetto alle combinazioni di SLU del gruppo A2-M2-R2 in condizione statica e 1-M2-R2 in condizione sismica; in particolare è stato verificato il rispetto della seguente condizione:

$$F_s = (c' \times B + N_x \tan \mu) / H > 1.0$$

Dove:

N = Risultante delle azioni ortogonali al piano di scorrimento

H = Risultante delle azioni parallele al piano di scorrimento

c' = coesione efficace, posta generalmente pari a zero, salvo particolari condizioni che ne consentano di tenerne conto.

B = Dimensione della Fondazione sul piano di scorrimento.

$\mu$  = Coefficiente di attrito fondazione - terreno, posto pari a  $0.6 \varphi$

#### 9.1.2 Verifiche a Ribaltamento

La verifica al ribaltamento rispetto al vertice esterno della fondazione è viene trattata secondo la normativa come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i relativi coefficienti sulle azioni di cui alla tabella 2.6.I delle NTC, adoperando i coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

Nella fattispecie, per ciascuna delle combinazioni di Verifica allo SLU statico e sismico rispetto alle quali è prescritta la verifica al ribaltamento, è stata verificata il rispetto della seguente condizione:

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	44 di 297

$$FS = \frac{M_{STA}}{M_{RIB}} \geq F_{s_{\min}}$$

essendo

$M_{RIB}$  = Risultante momenti ribaltanti

$M_{STA}$  = Risultante momenti stabilizzanti

### 9.1.3 Verifica di Capacità Portante (Carico Limite fondazioni dirette)

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- $c_a$  Adesione lungo la base della fondazione ( $c_a \leq c$ )
- V Azione tagliante
- $\varphi$  Angolo d'attrito
- $\delta$  Angolo di attrito terreno fondazione
- $\gamma$  Peso specifico del terreno
- $K_p$  Coefficiente di spinta passiva espresso da  $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- $\eta$  inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	45 di 297

Risulta:

### Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

### Caso di terreno puramente coesivo $\phi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui  $d_c$ ,  $d_q$  e  $d_\gamma$  sono i fattori di profondità,  $s_c$ ,  $s_q$  e  $s_\gamma$  sono i fattori di forma,  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono i fattori di inclinazione del carico,  $b_c$ ,  $b_q$  e  $b_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e  $g_c$ ,  $g_q$  e  $g_\gamma$  sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  sono espressi come:

$$N_q = Kp e^{\pi \cdot \text{tg} \phi}$$

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

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \text{tg} \phi$$

### Fattori di forma

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg} \phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

### Fattori di profondità

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \text{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

### Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con Af l'area efficace della fondazione ottenuta come  $A_f = B' \times L'$  (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico eB, eL dalle relazioni  $B' = B - 2e_B$   $L' = L - 2e_L$ ) con  $\phi$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta=0$  per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
	$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta = 0$	$i_y = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$	$i_y = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = e^{-2\eta^\circ \phi}$ $b_y = e^{-2.7\eta^\circ \phi}$

Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_y = (1 - 0.5tg\beta)^\beta$

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg}(\delta) + A_f \operatorname{ca}$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

## 9.2 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Il punto 6.8 delle NTC e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 "Verifiche di Sicurezza (SLU)" viene prescritto quanto di seguito:

*Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1-Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.*

**Tabella 6.2.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

**Tabella 6.8.I** – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali M2, risultando pertanto:

$$c'_d = c' / 1.25;$$

$$\varphi'_d = \arctan (1 / 1.25 \cdot \tan \varphi').$$

Il coefficiente di sicurezza Fs minimo da garantire in questo caso è pari ad 1.1 ( $\gamma_R$ ).

### 9.2.1 VERIFICHE IN FASE SISMICA

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio

e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

risultando:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad (7.11.3)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.4)$$

con:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, come da indicazioni Tab 7.11.1 ;

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \text{ (accelerazione massima attesa al sito)}$$

$S_S$  : coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  : coefficiente di amplificazione topografica

Relativamente alla combinazione degli effetti sismici con le altre azioni e relative verifiche di sicurezza, ancora la circolare 617 , per il caso dei **Pendii Naturali**, specificano al punto C 7.11.3.5 “Stabilità dei Pendii” viene specificato che le verifiche di sicurezza devono essere effettuate utilizzando i valori caratteristici delle proprietà meccaniche dei terreni; nei metodi pseudostatici la condizione di stato limite ultimo viene riferita al cinematismo di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza, FS, definito come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale)

In definitiva, per le verifiche sismiche si è ritenuto accettabile un coefficiente di sicurezza unitario

Per quanto riguarda invece il caso dei **Fronti di Scavo e Rilevati**, al punto 7.11.4 “Fronti di Scavo e Rilevati”, si specifica che Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando i coefficienti parziali di cui al § 7.11.1

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	50 di 297

### 7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

La circolare applicativa n617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, *Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2: (A2+M2+R2), utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali A2 come specificato al § 7.11.1.*

In definitiva, per il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, anche in fase sismica, il coefficiente di sicurezza minimo prescritto dalla Normativa è pari ad  $R_2=1.1$  ( $\gamma_R$ ).

Per la analisi di stabilità globale presentate nel seguito del presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgestern-Price, ecc.

In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$\eta = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	51 di 297

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione  $b$ , interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Nel caso in esame, è stata utilizzato in particolare il metodo di **Bishop**, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Il coefficiente di sicurezza si esprime mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

$$m = \left( 1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  ed  $c_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ .

Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	52 di 297

## 10. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

A riguardo si precisa che i calcoli sono state effettuati, con riferimento ad un modello di muro di lunghezza unitaria, mediante Ausilio del Software commerciale MAX 10.10 prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica, con sede in Corso Umberto 43, Casole Bruzio (CS).

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	53 di 297

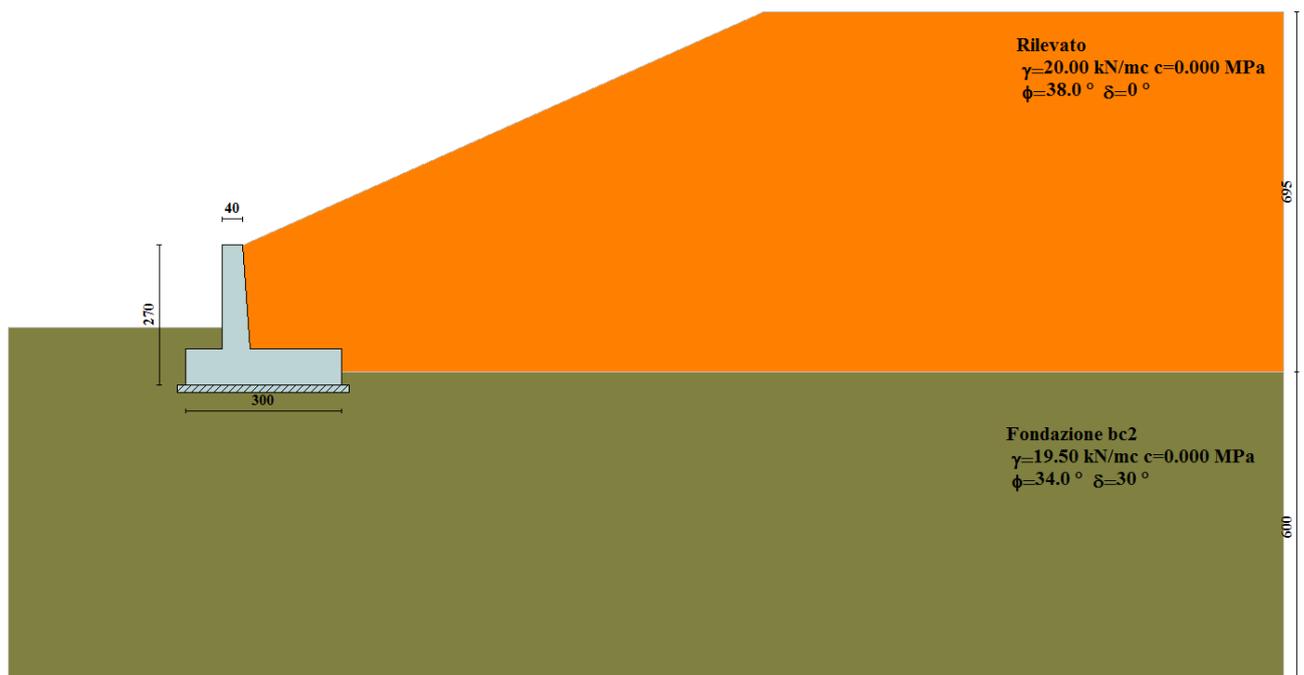
## 11. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le tipologie definite al paragrafo 1.

### 11.1 Risultati analisi e verifiche muri di TIPO 2

#### 11.1.1 Modello di calcolo

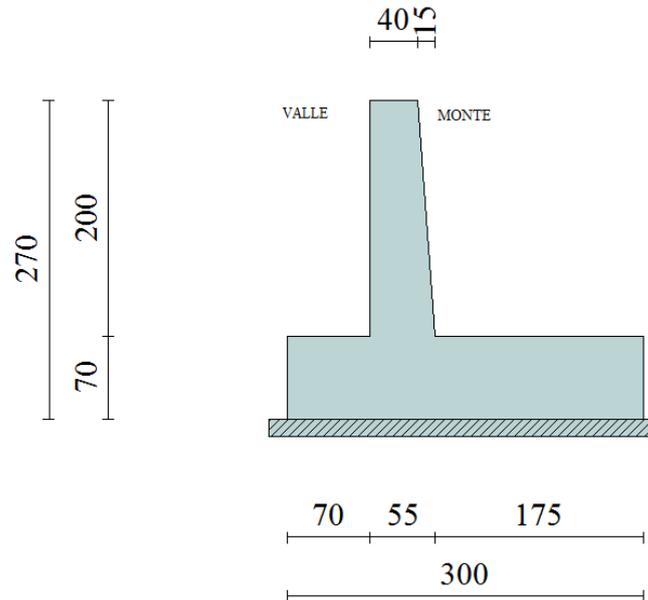
Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate, gli involuipi delle sollecitazioni nel muro e sulla fondazione:



*Modello di calcolo muro*

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	54 di 297



Geometria muro

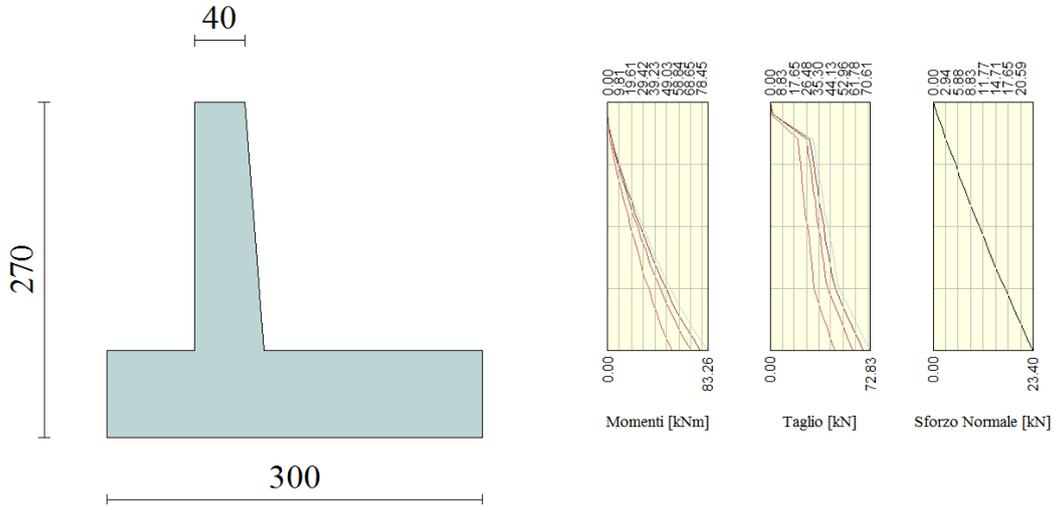
Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	1.86	11.52	--	52.1125	0.0000
2	EQU - [1]	--	3.74	--	--	--	61.1948	0.0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.99	55.6316	0.0000
4	A1-M1 - [2]	--	--	1.86	11.52	--	52.1125	0.0000
5	EQU - [2]	--	3.74	--	--	--	61.1948	0.0000
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.99	55.6316	0.0000
7	A1-M1 - [3]	--	--	1.86	11.52	--	52.1125	0.0000
8	EQU - [3]	--	3.74	--	--	--	61.1948	0.0000
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.99	55.6316	0.0000
10	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1.13</b>	<b>5.52</b>	--	40.0865	18.0307
11	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.23	5.63	--	40.0865	22.3135
12	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	1.93	--	--	--	55.6316	35.1915
13	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	2.25	--	--	--	55.6316	40.5573
14	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.56	55.6316	40.5573
15	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1.51</b>	55.6316	35.1915
16	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	1.23	5.63	--	40.0865	22.3135
17	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	1.13	5.52	--	40.0865	18.0307
18	EQU - [5]	SismaH + SismaV negativo	<b>1.92</b>	--	--	--	55.6316	36.3331
19	EQU - [5]	SismaH + SismaV positivo	2.23	--	--	--	55.6316	41.2049
20	STAB - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.56	55.6316	41.2049
21	STAB - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.51	55.6316	36.3331
22	SLEQ - [1]	--	--	2.40	15.18	--	40.0865	0.0000
23	SLEF - [1]	--	--	2.40	15.18	--	40.0865	0.0000
24	SLER - [1]	--	--	2.40	15.18	--	40.0865	0.0000

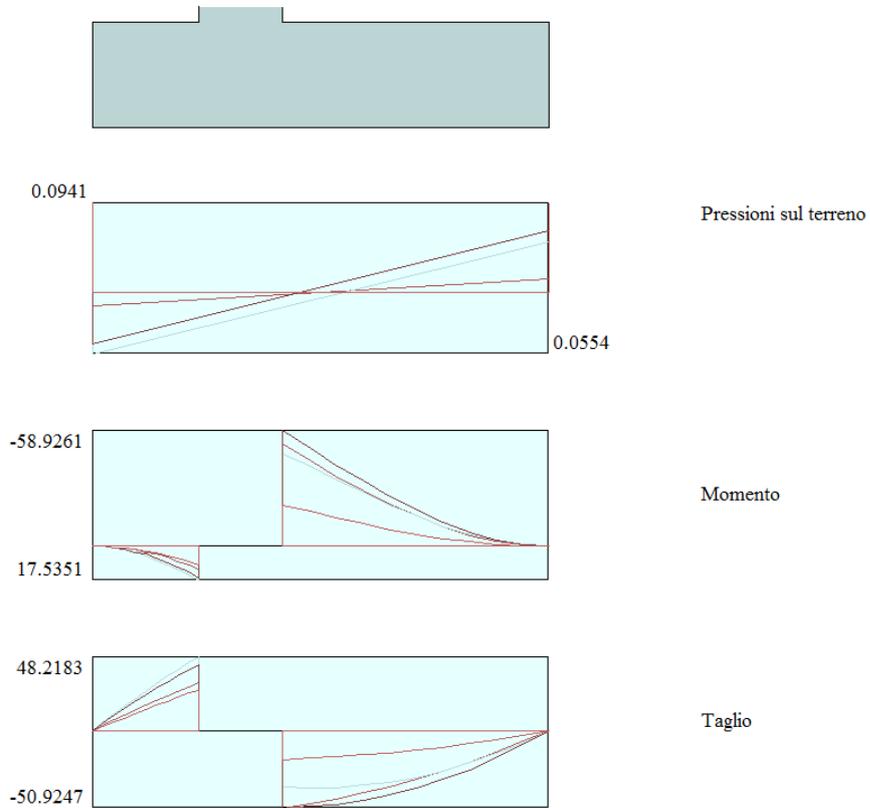
Azioni risultanti sul muro

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	55 di 297



*Inviluppo sollecitazioni sul muro*



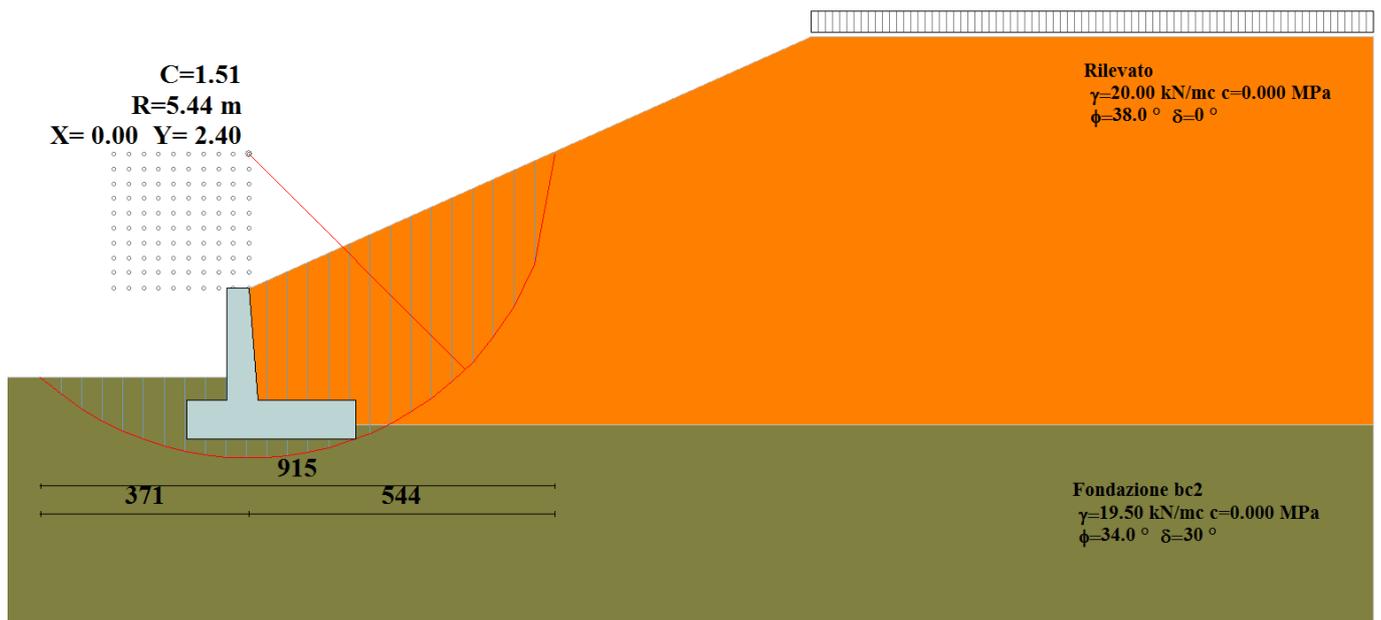
*Inviluppo sollecitazioni in fondazione*

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	56 di 297

### 11.1.2 Risultati Analisi Di Stabilità Globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato alla seguente superficie di scorrimento:



### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

#### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	57 di 297

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00                      Y[m]= 2.40

Raggio del cerchio    R[m]= 5.44

Ascissa a valle del cerchio      Xi[m]= -3.71

Ascissa a monte del cerchio    Xs[m]= 5.44

Larghezza della striscia        dx[m]= 0.37

Coefficiente di sicurezza        C= 1.51

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	6.9386	79.43	6.8209	0.0196	32.01	0.000	0.000
2	15.7029	64.40	14.1619	0.0083	32.01	0.000	0.000
3	19.3099	56.45	16.0935	0.0065	32.01	0.000	0.000
4	21.7161	49.97	16.6278	0.0056	32.01	0.000	0.000
5	23.4089	44.28	16.3434	0.0050	32.01	0.000	0.000
6	24.5963	39.11	15.5141	0.0046	32.01	0.000	0.000
7	25.3911	34.29	14.3048	0.0043	32.01	0.000	0.000
8	25.8626	29.74	12.8289	0.0041	32.01	0.000	0.000
9	26.0444	25.39	11.1658	0.0040	28.80	0.000	0.000
10	26.3549	21.19	9.5251	0.0038	28.35	0.000	0.000
11	26.8351	17.10	7.8927	0.0038	28.35	0.000	0.000
12	26.3387	13.11	5.9743	0.0037	28.35	0.000	0.000
13	25.6509	9.18	4.0923	0.0036	28.35	0.000	0.000
14	24.7794	5.29	2.2860	0.0036	28.35	0.000	0.000
15	24.9070	1.43	0.6220	0.0036	28.35	0.000	0.000
16	26.1342	-2.42	-1.1057	0.0036	28.35	0.000	0.000
17	11.4117	-6.29	-1.2506	0.0036	28.35	0.000	0.000
18	10.8831	-10.19	-1.9250	0.0036	28.35	0.000	0.000
19	9.2626	-14.13	-2.2616	0.0037	28.35	0.000	0.000
20	8.5062	-18.15	-2.6493	0.0038	28.35	0.000	0.000
21	7.5444	-22.26	-2.8575	0.0039	28.35	0.000	0.000
22	6.3574	-26.49	-2.8358	0.0040	28.35	0.000	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI250 5002	REV. A	FOGLIO 58 di 297
--	------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	---------------------

23	4.8957	-30.89	-2.5134	0.0042	32.01	0.000	0.000
24	3.1401	-35.50	-1.8236	0.0044	32.01	0.000	0.000
25	1.0462	-40.40	-0.6781	0.0047	32.01	0.000	0.000

$$\Sigma W_i = 433.0182 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 134.3531 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 248.6158 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.82$$

### 11.1.3 Verifiche strutturali

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Armatura a flessione			Armatura a flessione		
Elemento	Lato monte	Lato valle	Elemento	Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1 $\phi$ 16/20	1 $\phi$ 14/20	FONDAZIONE	1 $\phi$ 6/20	1 $\phi$ 16/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

#### Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Si segnala che il programma di calcolo utilizzato non consente di differenziare le classi di resistenza del calcestruzzo tra fondazione e paramento. Pertanto a vantaggio di sicurezza è stata considerata la classe di resistenza di calcestruzzo inferiore, ovvero la classe 28/35 delle fondazioni anche per il paramento in luogo della classe C32/40.

Di seguito si riporta l'inviluppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	59 di 297

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.9902	0.9902	0.0477	0.0613	1.6101	1.9881
3	0.20	1.9993	1.9993	0.7624	0.9043	14.3559	16.8180
4	0.30	3.0273	3.0273	2.8974	3.3978	26.2136	30.6265
5	0.40	4.0744	4.0744	5.6209	6.5830	27.6881	32.4658
6	0.50	5.1404	5.1404	8.4651	9.9209	28.8430	33.9391
7	0.60	6.2253	6.2253	11.4302	13.4118	30.0212	35.4418
8	0.70	7.3292	7.3292	14.5185	17.0586	31.2228	36.9739
9	0.80	8.4520	8.4520	17.7324	20.8645	32.4477	38.5355
10	0.90	9.5938	9.5938	21.0745	24.8323	33.6959	40.1264
11	1.00	10.7546	10.7546	24.5469	28.9652	34.9675	41.7468
12	1.10	11.9343	11.9343	28.1523	33.2662	36.2624	43.3966
13	1.20	13.1330	13.1330	31.8929	37.7382	37.5806	45.0759
14	1.30	14.3506	14.3506	35.7710	42.3842	38.9050	46.7647
15	1.40	15.5872	15.5872	39.7671	47.1816	39.8406	48.0078
16	1.50	16.8428	16.8428	43.8998	52.1526	41.8736	50.5187
17	1.60	18.1173	18.1173	48.3275	57.4796	45.3748	54.7250
18	1.70	19.4107	19.4107	53.1189	63.2423	49.0119	59.0905
19	1.80	20.7231	20.7231	58.2837	69.4521	52.7424	63.5661
20	1.90	22.0545	22.0545	63.8314	76.1201	56.5661	68.1519
21	2.00	23.4048	23.4048	69.7709	83.2570	60.4682	72.8305

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	60 di 297

Involuppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.9902	0.9902	0.0372	0.0372	1.2386	1.2386
3	0.20	1.9993	1.9993	0.5882	0.5882	11.0430	11.0430
4	0.30	3.0273	3.0273	2.2328	2.2328	20.1643	20.1643
5	0.40	4.0744	4.0744	4.3310	4.3310	21.2985	21.2985
6	0.50	5.1404	5.1404	6.5230	6.5230	22.1869	22.1869
7	0.60	6.2253	6.2253	8.8089	8.8089	23.0932	23.0932
8	0.70	7.3292	7.3292	11.1906	11.1906	24.0175	24.0175
9	0.80	8.4520	8.4520	13.6699	13.6699	24.9598	24.9598
10	0.90	9.5938	9.5938	16.2488	16.2488	25.9199	25.9199
11	1.00	10.7546	10.7546	18.9290	18.9290	26.8981	26.8981
12	1.10	11.9343	11.9343	21.7125	21.7125	27.8941	27.8941
13	1.20	13.1330	13.1330	24.6011	24.6011	28.9082	28.9082
14	1.30	14.3506	14.3506	27.5966	27.5966	29.9269	29.9269
15	1.40	15.5872	15.5872	30.6839	30.6839	30.6466	30.6466
16	1.50	16.8428	16.8428	33.8775	33.8775	32.2104	32.2104
17	1.60	18.1173	18.1173	37.2990	37.2990	34.9037	34.9037
18	1.70	19.4107	19.4107	41.0015	41.0015	37.7015	37.7015
19	1.80	20.7231	20.7231	44.9925	44.9925	40.5711	40.5711
20	1.90	22.0545	22.0545	49.2791	49.2791	43.5124	43.5124
21	2.00	23.4048	23.4048	53.8683	53.8683	46.5140	46.5140

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	61 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.1154	0.1872	3.2927	5.3299
3	0.14	0.4603	0.7436	6.5569	10.5469
4	0.21	1.0327	1.6611	9.7926	15.6510
5	0.28	1.8306	2.9321	12.9997	20.6422
6	0.35	2.8520	4.5484	16.1784	25.5205
7	0.42	4.0949	6.5023	19.3285	30.2859
8	0.49	5.5573	8.7858	22.4501	34.9384
9	0.56	7.2373	11.3910	25.5432	39.4779
10	0.63	9.1327	14.3101	28.6077	43.9046
11	0.70	11.2417	17.5351	31.6437	48.2183

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.0937	0.0937	2.6781	2.6781
3	0.14	0.3749	0.3749	5.3561	5.3561
4	0.21	0.8436	0.8436	8.0343	8.0343
5	0.28	1.4997	1.4997	10.7124	10.7124
6	0.35	2.3433	2.3433	13.3906	13.3906
7	0.42	3.3744	3.3744	16.0688	16.0688
8	0.49	4.5930	4.5930	18.7471	18.7471
9	0.56	5.9990	5.9990	21.4253	21.4253
10	0.63	7.5925	7.5925	24.1036	24.1036
11	0.70	9.3735	9.3735	26.7820	26.7820

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	62 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.8510	-0.6648	-9.5596	-7.5086
3	0.35	-3.2877	-2.5967	-18.1221	-14.4803
4	0.52	-7.1356	-5.7016	-25.6874	-20.9151
5	0.70	-12.2201	-9.8856	-32.2556	-26.7033
6	0.88	-18.3669	-15.0548	-37.8267	-30.9251
7	1.05	-25.4013	-21.0288	-42.4007	-34.1654
8	1.23	-33.1489	-27.2197	-45.9775	-36.4240
9	1.40	-41.4353	-33.7200	-48.5573	-37.7011
10	1.58	-50.0858	-40.3578	-50.1399	-37.9966
11	1.75	-58.9261	-46.9615	-50.9247	-37.3106

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.2797	-0.2797	-3.1512	-3.1512
3	0.35	-1.0868	-1.0868	-6.0267	-6.0267
4	0.52	-2.3730	-2.3730	-8.6264	-8.6264
5	0.70	-4.0900	-4.0900	-10.9505	-10.9505
6	0.88	-6.1896	-6.1896	-12.9989	-12.9989
7	1.05	-8.6235	-8.6235	-14.7715	-14.7715
8	1.23	-11.3435	-11.3435	-16.2685	-16.2685
9	1.40	-14.3014	-14.3014	-17.4898	-17.4898
10	1.58	-17.4489	-17.4489	-18.4353	-18.4353
11	1.75	-20.7377	-20.7377	-19.1052	-19.1052

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	63 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.00	0.00	1000.00	165.96	--	--
2	0.10	100, 41	10.05	7.70	5683.34	-297.98	5739.82	168.57	--	--
3	0.20	100, 42	10.05	7.70	481.65	-217.85	240.91	171.18	--	--
4	0.30	100, 42	10.05	7.70	148.47	-166.64	49.04	173.78	--	--
5	0.40	100, 43	10.05	7.70	100.17	-161.84	24.58	176.37	--	--
6	0.50	100, 44	10.05	7.70	84.11	-162.34	16.36	178.96	--	--
7	0.60	100, 45	10.05	7.70	76.21	-164.18	12.24	181.54	--	--
8	0.70	100, 45	10.05	7.70	71.56	-166.56	9.76	184.12	--	--
9	0.80	100, 46	10.05	7.70	68.55	-169.21	8.11	186.69	--	--
10	0.90	100, 47	10.05	7.70	66.46	-172.02	6.93	189.25	--	--
11	1.00	100, 48	10.05	7.70	64.95	-174.92	6.04	191.81	--	--
12	1.10	100, 49	10.05	7.70	63.82	-177.90	5.35	194.37	--	--
13	1.20	100, 49	10.05	7.70	62.96	-180.92	4.79	196.92	--	--
14	1.30	100, 50	10.05	7.70	62.29	-183.97	4.34	199.47	--	--
15	1.40	100, 51	10.05	15.39	61.89	-187.35	3.97	202.02	--	--
16	1.50	100, 52	10.05	15.39	61.50	-190.44	3.65	204.56	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	64 di 297

17	1.60	100,52	10.05	7.70	60.91	-193.24	3.36	207.09	--	--
18	1.70	100,53	10.05	7.70	60.25	-196.29	3.10	209.63	--	--
19	1.80	100,54	10.05	7.70	59.47	-199.31	2.87	212.16	--	--
20	1.90	100,55	10.05	7.70	58.61	-202.30	2.66	214.68	--	--
21	2.00	100,55	10.05	7.70	57.71	-205.28	2.47	217.21	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fl</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fl}$
1	0.00	100,40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100,41	10.05	7.70	0.004	0.004	-0.020	-0.048
3	0.20	100,42	10.05	7.70	0.036	0.036	0.841	-0.351
4	0.30	100,42	10.05	7.70	0.136	0.064	5.046	-1.085
5	0.40	100,43	10.05	7.70	0.254	0.066	10.369	-1.949
6	0.50	100,44	10.05	7.70	0.370	0.067	15.707	-2.814
7	0.60	100,45	10.05	7.70	0.484	0.069	21.055	-3.683
8	0.70	100,45	10.05	7.70	0.595	0.070	26.417	-4.555
9	0.80	100,46	10.05	7.70	0.705	0.071	31.795	-5.431
10	0.90	100,47	10.05	7.70	0.813	0.073	37.193	-6.311
11	1.00	100,48	10.05	7.70	0.920	0.074	42.613	-7.195
12	1.10	100,49	10.05	7.70	1.025	0.075	48.059	-8.082
13	1.20	100,49	10.05	7.70	1.128	0.077	53.533	-8.974
14	1.30	100,50	10.05	7.70	1.231	0.078	59.037	-9.869
15	1.40	100,51	10.05	15.39	1.259	0.079	64.521	-9.793
16	1.50	100,52	10.05	15.39	1.354	0.081	70.034	-10.614
17	1.60	100,52	10.05	7.70	1.535	0.087	75.876	-12.594
18	1.70	100,53	10.05	7.70	1.644	0.092	82.100	-13.583
19	1.80	100,54	10.05	7.70	1.759	0.098	88.721	-14.624
20	1.90	100,55	10.05	7.70	1.879	0.103	95.736	-15.717
21	2.00	100,55	10.05	7.70	2.003	0.108	103.140	-16.861

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	65 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$VRd$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	256.78	--	--
2	0.07	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	1324.73	256.78	--	--
3	0.14	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	333.53	256.78	--	--
4	0.21	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	149.29	256.78	--	--
5	0.28	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	84.58	256.78	--	--
6	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	54.52	256.78	--	--
7	0.42	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	38.14	256.78	--	--
8	0.49	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	28.23	256.78	--	--
9	0.56	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	21.77	256.78	--	--
10	0.63	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	17.33	256.78	--	--
11	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	14.14	256.78	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	66 di 297

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.07	100, 70	10.05	10.05	0.002	0.005	0.153	-0.020
14	0.14	100, 70	10.05	10.05	0.009	0.010	0.612	-0.079
15	0.21	100, 70	10.05	10.05	0.020	0.015	1.377	-0.177
16	0.28	100, 70	10.05	10.05	0.036	0.019	2.449	-0.314
17	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.057	0.024	3.826	-0.491
18	0.42	100, 70	10.05	10.05	0.082	0.029	5.510	-0.707
19	0.49	100, 70	10.05	10.05	0.111	0.034	7.499	-0.962
20	0.56	100, 70	10.05	10.05	0.145	0.039	9.795	-1.257
21	0.63	100, 70	10.05	10.05	0.184	0.044	12.397	-1.591
22	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.227	0.048	15.305	-1.964

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Red</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	256.78	--	--
2	0.17	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	291.42	256.78	--	--
3	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	75.43	256.78	--	--
4	0.52	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	34.76	256.78	--	--
5	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	20.29	256.78	--	--
6	0.88	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	13.50	256.78	--	--
7	1.05	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	9.76	256.78	--	--
8	1.23	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	7.48	256.78	--	--
9	1.40	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	5.99	256.78	--	--
10	1.58	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	4.95	256.78	--	--
11	1.75	100, 70	10.05	10.05	0.00	-248.00	4.21	256.78	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	67 di 297

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.17	100, 70	10.05	10.05	0.007	-0.006	-0.059	0.457
14	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.026	-0.011	-0.228	1.775
15	0.52	100, 70	10.05	10.05	0.057	-0.016	-0.497	3.875
16	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.099	-0.020	-0.857	6.678
17	0.88	100, 70	10.05	10.05	0.150	-0.024	-1.297	10.106
18	1.05	100, 70	10.05	10.05	0.209	-0.027	-1.807	14.080
19	1.23	100, 70	10.05	10.05	0.275	-0.029	-2.377	18.521
20	1.40	100, 70	10.05	10.05	0.346	-0.032	-2.996	23.351
21	1.58	100, 70	10.05	10.05	0.422	-0.033	-3.656	28.490
22	1.75	100, 70	10.05	10.05	0.502	-0.035	-4.345	33.859

**Verifica fessurazione paramento**

Si riportano i risultati ottenuti per la combinazione Rara

Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-49.41	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.10	10.05	7.70	-51.31	-0.04	0.0000	0.00	0.000
3	0.20	10.05	7.70	-53.24	-0.59	0.0000	0.00	0.000
4	0.30	10.05	7.70	-55.21	-2.23	0.0000	0.00	0.000
5	0.40	10.05	7.70	-57.21	-4.33	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
					IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	68 di 297
6	0.50	10.05	7.70	-59.25	-6.52	0.0000	0.00	0.000		
7	0.60	10.05	7.70	-61.32	-8.81	0.0000	0.00	0.000		
8	0.70	10.05	7.70	-63.43	-11.19	0.0000	0.00	0.000		
9	0.80	10.05	7.70	-65.57	-13.67	0.0000	0.00	0.000		
10	0.90	10.05	7.70	-67.74	-16.25	0.0000	0.00	0.000		
11	1.00	10.05	7.70	-69.95	-18.93	0.0000	0.00	0.000		
12	1.10	10.05	7.70	-72.19	-21.71	0.0000	0.00	0.000		
13	1.20	10.05	7.70	-74.47	-24.60	0.0000	0.00	0.000		
14	1.30	10.05	7.70	-76.78	-27.60	0.0000	0.00	0.000		
15	1.40	10.05	15.39	-79.79	-30.68	0.0000	0.00	0.000		
16	1.50	10.05	15.39	-82.19	-33.88	0.0000	0.00	0.000		
17	1.60	10.05	7.70	-83.93	-37.30	0.0000	0.00	0.000		
18	1.70	10.05	7.70	-86.37	-41.00	0.0000	0.00	0.000		
19	1.80	10.05	7.70	-88.86	-44.99	0.0000	0.00	0.000		
20	1.90	10.05	7.70	-91.38	-49.28	0.0000	0.00	0.000		
21	2.00	10.05	7.70	-93.93	-53.87	0.0000	0.00	0.000		

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-1.10	10.05	10.05	-148.40	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.03	10.05	10.05	148.40	0.09	0.0000	0.00	0.000
3	-0.96	10.05	10.05	148.40	0.37	0.0000	0.00	0.000
4	-0.89	10.05	10.05	148.40	0.84	0.0000	0.00	0.000
5	-0.82	10.05	10.05	148.40	1.50	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	10.05	10.05	148.40	2.34	0.0000	0.00	0.000
7	-0.68	10.05	10.05	148.40	3.37	0.0000	0.00	0.000
8	-0.61	10.05	10.05	148.40	4.59	0.0000	0.00	0.000
9	-0.54	10.05	10.05	148.40	6.00	0.0000	0.00	0.000
10	-0.47	10.05	10.05	148.40	7.59	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	10.05	10.05	148.40	9.37	0.0000	0.00	0.000
12	0.15	10.05	10.05	-148.40	-20.74	0.0000	0.00	0.000
13	0.33	10.05	10.05	-148.40	-17.45	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	69 di 297
14	0.50	10.05	10.05	-148.40	-14.30	0.0000	0.00	0.000	
15	0.68	10.05	10.05	-148.40	-11.34	0.0000	0.00	0.000	
16	0.85	10.05	10.05	-148.40	-8.62	0.0000	0.00	0.000	
17	1.03	10.05	10.05	-148.40	-6.19	0.0000	0.00	0.000	
18	1.20	10.05	10.05	-148.40	-4.09	0.0000	0.00	0.000	
19	1.38	10.05	10.05	-148.40	-2.37	0.0000	0.00	0.000	
20	1.55	10.05	10.05	-148.40	-1.09	0.0000	0.00	0.000	
21	1.73	10.05	10.05	-148.40	-0.28	0.0000	0.00	0.000	
22	1.90	10.05	10.05	-148.40	0.00	0.0000	0.00	0.000	

#### VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	$V_{Ed}$	b	h	$V_{Rd}$	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	72.8	100	55	213.3	verificato	-
Fondazione	51	100	70	240.4	verificato	-

le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a non armati a taglio.

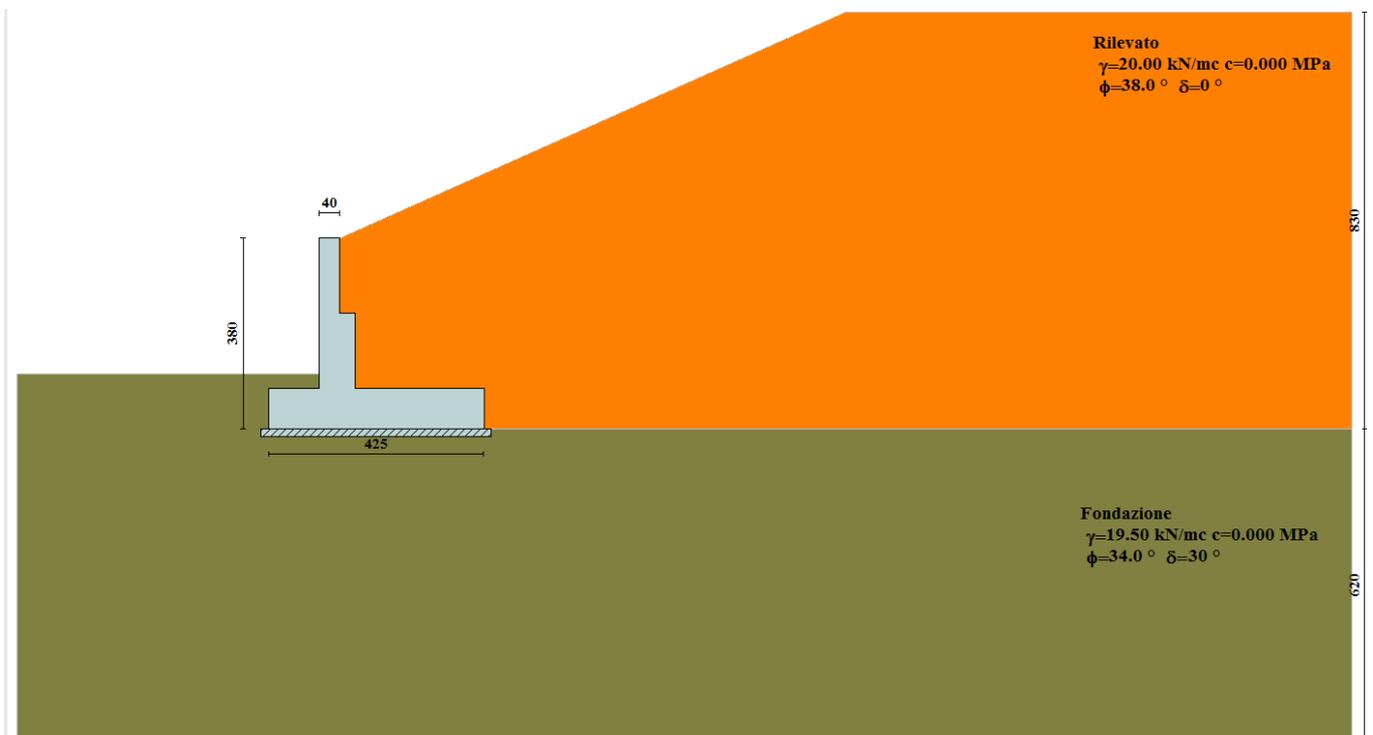
Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	70 di 297

## 11.2 Risultati analisi e verifiche muri di TIPO 3

### 11.2.1 Modello di calcolo

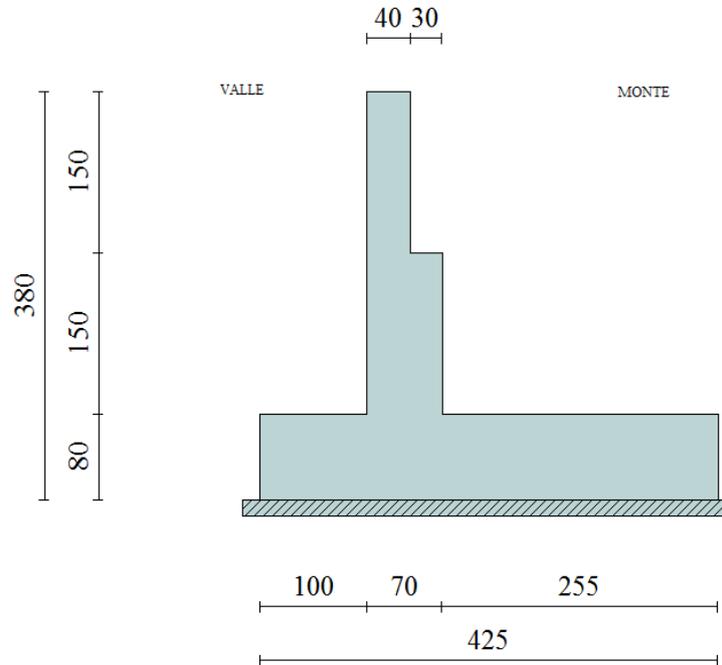
Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate, gli involuipi delle sollecitazioni nel muro e sulla fondazione:



Modello di calcolo muro

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	71 di 297



Geometria muro

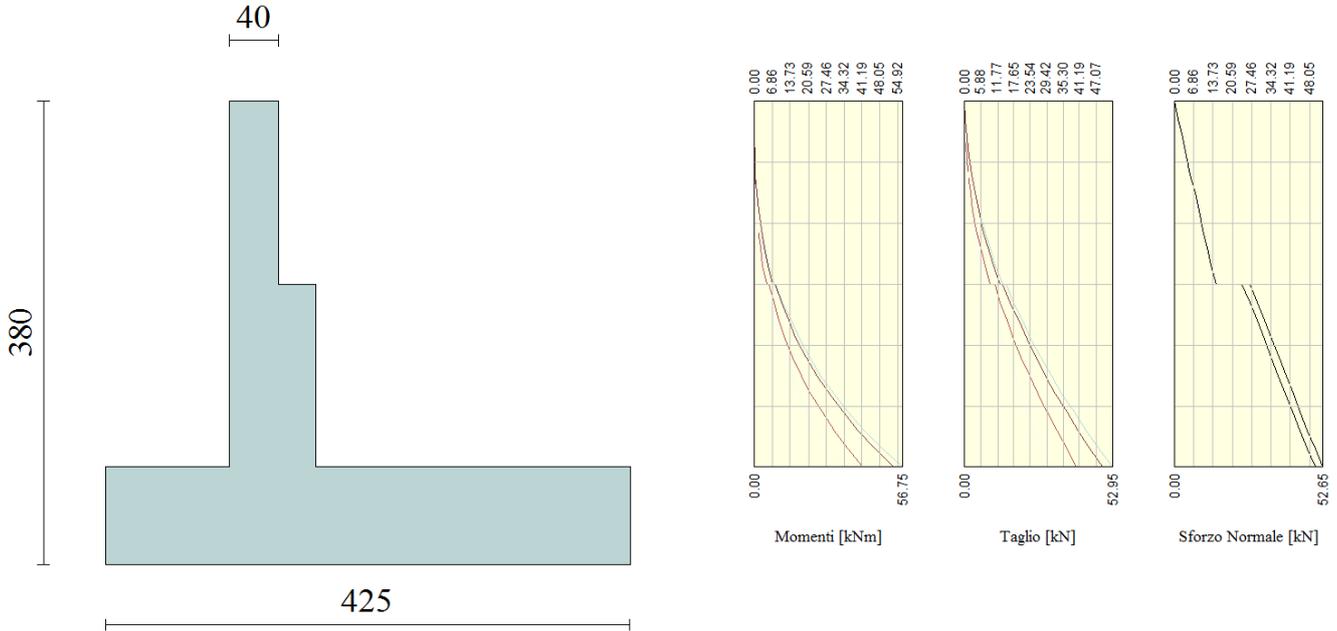
Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	1.98	8.81	--	106.0761	0.0000
2	EQU - [1]	--	3.51	--	--	--	124.4317	0.0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.77	113.1197	0.0000
4	A1-M1 - [2]	--	--	1.98	8.81	--	106.0761	0.0000
5	EQU - [2]	--	3.51	--	--	--	124.4317	0.0000
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.77	113.1197	0.0000
7	A1-M1 - [3]	--	--	1.98	8.81	--	106.0761	0.0000
8	EQU - [3]	--	3.51	--	--	--	124.6977	0.0000
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.77	113.1197	0.0000
10	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1.22</b>	<b>3.77</b>	--	81.5970	36.5286
11	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.31	3.93	--	81.5970	45.2590
12	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	1.93	--	--	--	113.1197	54.6412
13	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	2.22	--	--	--	113.1197	68.2205
14	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.41	113.1197	68.2205
15	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1.37</b>	113.1197	54.6412
16	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	1.31	3.93	--	81.5970	45.2590
17	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	1.22	3.77	--	81.5970	36.5286
18	EQU - [5]	SismaH + SismaV negativo	<b>1.90</b>	--	--	--	113.1197	58.1207
19	EQU - [5]	SismaH + SismaV positivo	2.19	--	--	--	113.1197	71.2989
20	STAB - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.41	113.1197	71.2989
21	STAB - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.37	113.1197	58.1207
22	SLEQ - [1]	--	--	2.58	12.12	--	81.5970	0.0000
23	SLEF - [1]	--	--	2.58	12.12	--	81.5970	0.0000
24	SLER - [1]	--	--	2.58	12.12	--	81.5970	0.0000

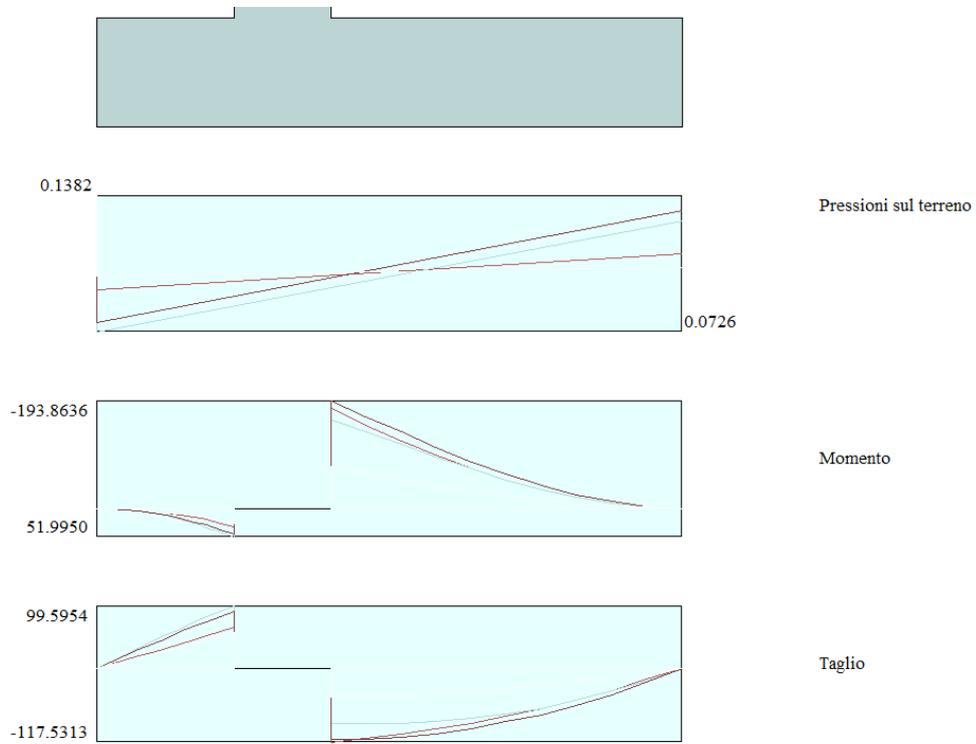
Azioni risultanti sul muro

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	72 di 297



Inviluppo sollecitazioni sul muro



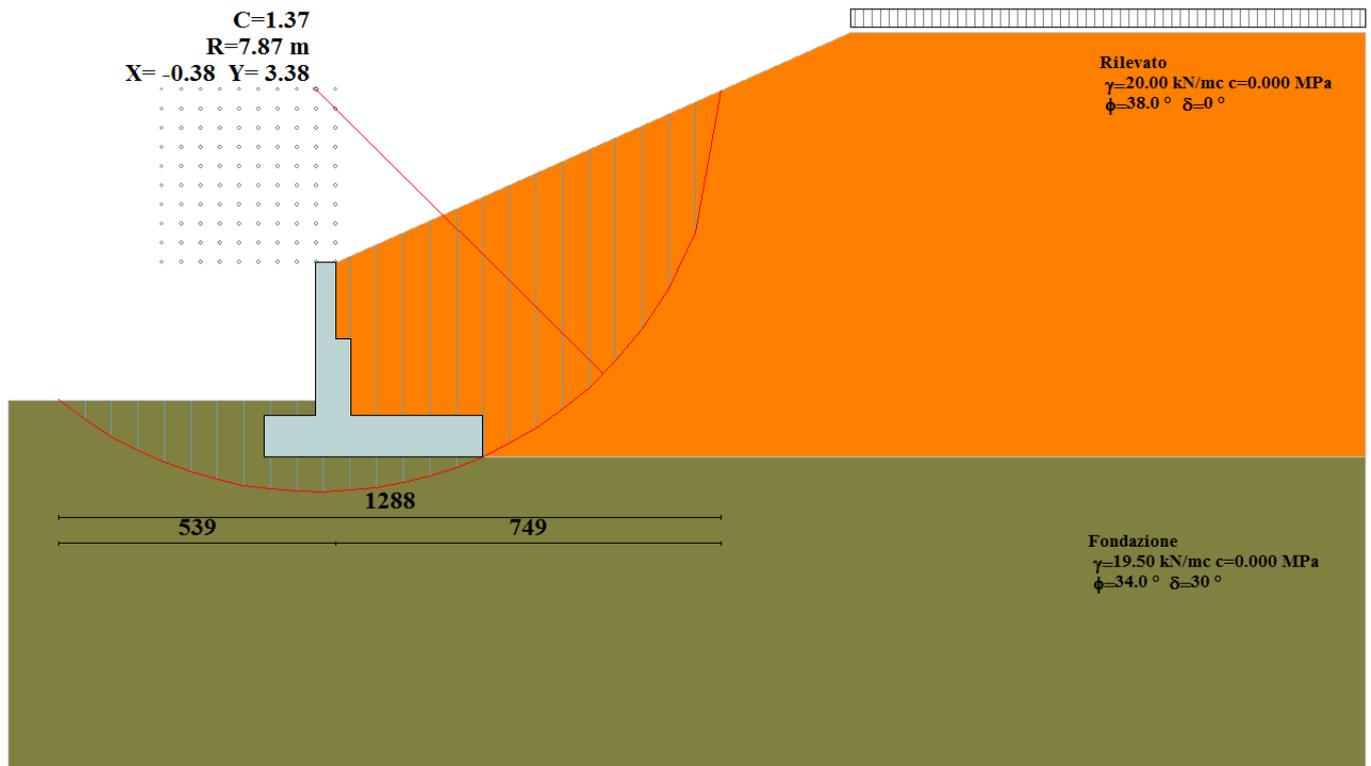
Inviluppo sollecitazioni in fondazione

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	73 di 297

### 11.2.2 Risultati Analisi Di Stabilita' Globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato alla seguente superficie di scorrimento:



### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

- W      peso della striscia espresso in [kN]
- $\alpha$       angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
- $\phi$       angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- c      coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]
- b      larghezza della striscia espressa in [m]
- u      pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	74 di 297

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.38 Y[m]= 3.38

Raggio del cerchio R[m]= 7.87

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.39

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.49

Larghezza della striscia dx[m]= 0.52

Coefficiente di sicurezza C= 1.37

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	13.2015	79.56	12.9829	0.0279	32.01	0.000	0.000
2	30.8338	64.75	27.8874	0.0118	32.01	0.000	0.000
3	38.1411	56.91	31.9546	0.0093	32.01	0.000	0.000
4	43.0436	50.52	33.2225	0.0079	32.01	0.000	0.000
5	46.5202	44.92	32.8470	0.0071	32.01	0.000	0.000
6	48.9882	39.82	31.3733	0.0066	32.01	0.000	0.000
7	50.6744	35.09	29.1287	0.0062	32.01	0.000	0.000
8	51.7180	30.61	26.3372	0.0059	32.01	0.000	0.000
9	52.2114	26.34	23.1657	0.0056	32.01	0.000	0.000
10	54.0379	22.22	20.4344	0.0055	27.51	0.000	0.000
11	53.5832	18.22	16.7509	0.0053	27.45	0.000	0.000
12	52.7102	14.31	13.0240	0.0052	27.45	0.000	0.000
13	51.4623	10.46	9.3437	0.0051	27.45	0.000	0.000
14	49.9949	6.66	5.8016	0.0051	27.45	0.000	0.000
15	53.3540	2.90	2.6957	0.0051	27.45	0.000	0.000
16	31.3289	-0.86	-0.4697	0.0051	27.45	0.000	0.000
17	19.9184	-4.62	-1.6037	0.0051	27.45	0.000	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	75 di 297
18	17.8933	-8.40	-2.6130	0.0051	27.45	0.000	0.000		
19	16.4467	-12.21	-3.4794	0.0052	27.45	0.000	0.000		
20	15.1406	-16.09	-4.1951	0.0053	27.45	0.000	0.000		
21	13.4510	-20.04	-4.6084	0.0054	27.45	0.000	0.000		
22	11.3436	-24.09	-4.6298	0.0055	29.69	0.000	0.000		
23	8.7376	-28.27	-4.1389	0.0057	32.01	0.000	0.000		
24	5.6111	-32.63	-3.0258	0.0060	32.01	0.000	0.000		
25	1.8964	-37.22	-1.1470	0.0063	32.01	0.000	0.000		

$$\Sigma W_i = 832.2423 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 287.0385 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 474.3229 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.35$$

### 11.2.3 Verifiche strutturali

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Armatura a flessione			Armatura a flessione		
Elemento	Lato monte	Lato valle	Elemento	Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1 $\phi$ 16/20	1 $\phi$ 14/20	FONDAZIONE	1 $\phi$ 16/20	1 $\phi$ 16/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	76 di 297

### Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Si segnala che il programma di calcolo utilizzato non consente di differenziare le classi di resistenza del calcestruzzo tra fondazione e paramento. Pertanto a vantaggio di sicurezza è stata considerata la classe di resistenza di calcestruzzo inferiore, ovvero la classe 28/35 delle fondazioni anche per il paramento in luogo della classe C32/40.

Di seguito si riporta l'inviluppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4710	1.4710	0.0045	0.0250	0.0893	0.3685
3	0.30	2.9420	2.9420	0.0360	0.1214	0.3615	0.9544
4	0.45	4.4131	4.4131	0.1222	0.3222	0.8189	1.7592
5	0.60	5.8841	5.8841	0.2909	0.6601	1.4614	2.7828
6	0.75	7.3551	7.3551	0.5698	1.1680	2.2891	4.0252
7	0.90	8.8261	8.8261	0.9869	1.8787	3.3020	5.4864
8	1.05	10.2971	10.2971	1.5697	2.8249	4.5001	7.1665
9	1.20	11.7682	11.7682	2.3461	4.0395	5.8833	9.0653
10	1.35	13.2392	13.2392	3.3440	5.5554	7.4517	11.1830
11	1.50	14.7102	14.7102	4.5909	7.4054	9.2052	13.5195
12	1.50	24.0890	26.9027	5.5790	8.6746	10.8701	14.8001
13	1.65	26.6633	29.4770	7.3651	11.1042	12.9756	17.6303
14	1.80	29.2376	32.0513	9.4809	13.9747	15.2664	20.6794
15	1.95	31.8119	34.6255	11.9543	17.3189	17.7423	23.9473
16	2.10	34.3862	37.1998	14.8129	21.1698	20.4033	27.4340

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI250 5002	REV. A	FOGLIO 77 di 297
---	------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	---------------------

17	2.25	36.9605	39.7741	18.0845	25.5601	23.2496	31.1395
18	2.40	39.5348	42.3484	21.7970	30.5226	26.2810	35.0638
19	2.55	42.1090	44.9227	25.9781	36.0901	29.4976	39.2069
20	2.70	44.6833	47.4970	30.6555	42.2956	32.8993	43.5688
21	2.85	47.2576	50.0713	35.8571	49.1717	36.4863	48.1496
22	3.00	49.8319	52.6456	41.6107	56.7514	40.2584	52.9491

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4710	1.4710	0.0034	0.0034	0.0687	0.0687
3	0.30	2.9420	2.9420	0.0277	0.0277	0.2781	0.2781
4	0.45	4.4131	4.4131	0.0940	0.0940	0.6299	0.6299
5	0.60	5.8841	5.8841	0.2237	0.2237	1.1242	1.1242
6	0.75	7.3551	7.3551	0.4383	0.4383	1.7609	1.7609
7	0.90	8.8261	8.8261	0.7591	0.7591	2.5400	2.5400
8	1.05	10.2971	10.2971	1.2075	1.2075	3.4616	3.4616
9	1.20	11.7682	11.7682	1.8047	1.8047	4.5256	4.5256
10	1.35	13.2392	13.2392	2.5723	2.5723	5.7321	5.7321
11	1.50	14.7102	14.7102	3.5315	3.5315	7.0810	7.0810
12	1.50	24.0890	24.0890	4.8007	4.8007	8.3616	8.3616
13	1.65	26.6633	26.6633	6.1746	6.1746	9.9813	9.9813
14	1.80	29.2376	29.2376	7.8022	7.8022	11.7434	11.7434
15	1.95	31.8119	31.8119	9.7048	9.7048	13.6479	13.6479
16	2.10	34.3862	34.3862	11.9037	11.9037	15.6949	15.6949
17	2.25	36.9605	36.9605	14.4204	14.4204	17.8843	17.8843
18	2.40	39.5348	39.5348	17.2761	17.2761	20.2162	20.2162
19	2.55	42.1090	42.1090	20.4923	20.4923	22.6905	22.6905
20	2.70	44.6833	44.6833	24.0904	24.0904	25.3072	25.3072
21	2.85	47.2576	47.2576	28.0916	28.0916	28.0664	28.0664
22	3.00	49.8319	49.8319	32.5174	32.5174	30.9680	30.9680

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	78 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3399	0.5595	6.7833	11.1461
3	0.20	1.3538	2.2204	13.4804	22.0285
4	0.30	3.0331	4.9564	20.0914	32.6472
5	0.40	5.3692	8.7411	26.6162	43.0022
6	0.50	8.3535	13.5481	33.0549	53.0936
7	0.60	11.9773	19.3510	39.4074	62.9213
8	0.70	16.2321	26.1235	45.6737	72.4853
9	0.80	21.1092	33.8393	51.8539	81.7857
10	0.90	26.6000	42.4719	57.9480	90.8224
11	1.00	32.6959	51.9950	63.9559	99.5954

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.2808	0.2808	5.6134	5.6134
3	0.20	1.1220	1.1220	11.2055	11.2055
4	0.30	2.5212	2.5212	16.7763	16.7763
5	0.40	4.4765	4.4765	22.3257	22.3257
6	0.50	6.9857	6.9857	27.8539	27.8539
7	0.60	10.0466	10.0466	33.3607	33.3607
8	0.70	13.6571	13.6571	38.8462	38.8462
9	0.80	17.8151	17.8151	44.3104	44.3104
10	0.90	22.5185	22.5185	49.7533	49.7533
11	1.00	27.7650	27.7650	55.1748	55.1748

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	79 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.26	-2.8303	-2.2850	-21.8100	-17.7011
3	0.51	-10.9250	-8.9152	-41.2889	-34.0804
4	0.77	-23.6895	-19.5536	-58.4365	-49.1379
5	1.02	-40.5295	-33.8632	-73.2530	-62.1954
6	1.27	-60.8504	-51.5068	-85.7383	-71.9934
7	1.53	-84.0578	-71.3692	-95.8923	-79.4910
8	1.78	-109.5573	-92.3510	-103.7152	-84.6883
9	2.04	-136.7544	-114.3648	-109.2068	-87.5853
10	2.29	-165.0547	-136.8240	-112.3673	-88.1819
11	2.55	-193.8636	-159.1420	-117.5313	-86.4781

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.0276	-1.0276	-7.9391	-7.9391
3	0.51	-3.9874	-3.9874	-15.1537	-15.1537
4	0.77	-8.6945	-8.6945	-21.6440	-21.6440
5	1.02	-14.9642	-14.9642	-27.4098	-27.4098
6	1.27	-22.6119	-22.6119	-32.4512	-32.4512
7	1.53	-31.4527	-31.4527	-36.7682	-36.7682
8	1.78	-41.3021	-41.3021	-40.3608	-40.3608
9	2.04	-51.9752	-51.9752	-43.2290	-43.2290
10	2.29	-63.2873	-63.2873	-45.3727	-45.3727
11	2.55	-75.0537	-75.0537	-46.7921	-46.7921

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	80 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	155.24	--	--
2	0.15	100, 40	10.05	10.05	5890.39	-18.25	4004.29	155.43	--	--
3	0.30	100, 40	10.05	10.05	5670.28	-72.53	1927.33	155.63	--	--
4	0.45	100, 40	10.05	10.05	4709.71	-160.32	1067.22	155.82	--	--
5	0.60	100, 40	10.05	10.05	3669.93	-269.42	623.70	156.01	--	--
6	0.75	100, 40	10.05	10.05	2704.78	-354.66	367.74	156.21	--	--
7	0.90	100, 40	10.05	10.05	1740.32	-370.43	197.18	156.40	--	--
8	1.05	100, 40	10.05	10.05	1070.69	-293.73	103.98	156.59	--	--
9	1.20	100, 40	10.05	10.05	702.99	-241.31	59.74	156.79	--	--
10	1.35	100, 40	10.05	10.05	499.94	-209.78	37.76	156.98	--	--
11	1.50	100, 40	10.05	10.05	379.61	-191.10	25.81	157.17	--	--
12	1.50	100, 70	10.05	10.05	2582.64	-930.02	107.21	243.94	--	--
13	1.65	100, 70	10.05	10.05	1857.84	-773.71	69.68	244.30	--	--
14	1.80	100, 70	10.05	10.05	1345.02	-642.88	46.00	244.66	--	--
15	1.95	100, 70	10.05	10.05	989.18	-538.53	31.09	245.02	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	81 di 297

16	2.10	100,70	10.05	10.05	769.80	-473.93	22.39	245.38	--	--
17	2.25	100,70	10.05	10.05	622.65	-430.60	16.85	245.73	--	--
18	2.40	100,70	10.05	10.05	517.71	-399.69	13.09	246.09	--	--
19	2.55	100,70	10.05	10.05	439.47	-376.65	10.44	246.45	--	--
20	2.70	100,70	10.05	10.05	379.15	-358.89	8.49	246.81	--	--
21	2.85	100,70	10.05	10.05	331.41	-344.83	7.01	247.17	--	--
22	3.00	100,70	10.05	10.05	292.81	-333.47	5.88	247.53	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100,40	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.15	100,40	10.05	10.05	0.004	0.000	-0.050	-0.053
3	0.30	100,40	10.05	10.05	0.008	0.001	-0.092	-0.113
4	0.45	100,40	10.05	10.05	0.013	0.002	-0.119	-0.189
5	0.60	100,40	10.05	10.05	0.021	0.004	-0.121	-0.289
6	0.75	100,40	10.05	10.05	0.032	0.006	-0.092	-0.421
7	0.90	100,40	10.05	10.05	0.046	0.009	-0.010	-0.596
8	1.05	100,40	10.05	10.05	0.070	0.012	0.266	-0.856
9	1.20	100,40	10.05	10.05	0.106	0.015	0.981	-1.227
10	1.35	100,40	10.05	10.05	0.158	0.019	2.343	-1.695
11	1.50	100,40	10.05	10.05	0.224	0.024	4.414	-2.244
12	1.50	100,70	10.05	10.05	0.094	0.015	0.434	-1.263
13	1.65	100,70	10.05	10.05	0.122	0.018	0.955	-1.613
14	1.80	100,70	10.05	10.05	0.159	0.021	1.853	-2.056
15	1.95	100,70	10.05	10.05	0.205	0.025	3.251	-2.593
16	2.10	100,70	10.05	10.05	0.261	0.028	5.221	-3.216
17	2.25	100,70	10.05	10.05	0.326	0.032	7.796	-3.916
18	2.40	100,70	10.05	10.05	0.400	0.037	10.992	-4.690
19	2.55	100,70	10.05	10.05	0.483	0.041	14.828	-5.541
20	2.70	100,70	10.05	10.05	0.575	0.046	19.323	-6.470
21	2.85	100,70	10.05	10.05	0.676	0.051	24.503	-7.481
22	3.00	100,70	10.05	10.05	0.788	0.056	30.396	-8.578

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	82 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	511.14	266.97	--	--
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	128.80	266.97	--	--
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	57.70	266.97	--	--
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	32.72	266.97	--	--
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	21.11	266.97	--	--
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	14.78	266.97	--	--
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	10.95	266.97	--	--
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	8.45	266.97	--	--
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	6.73	266.97	--	--
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	5.50	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	83 di 297

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.005	0.009	0.395	-0.050
14	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.022	0.018	1.580	-0.198
15	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.049	0.026	3.550	-0.446
16	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.087	0.035	6.304	-0.791
17	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.135	0.044	9.837	-1.235
18	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.194	0.052	14.147	-1.776
19	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.264	0.061	19.231	-2.414
20	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.344	0.070	25.087	-3.149
21	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.435	0.078	31.710	-3.981
22	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.537	0.087	39.098	-4.908

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	101.04	266.97	--	--
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	26.18	266.97	--	--
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	12.07	266.97	--	--
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	7.06	266.97	--	--
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	4.70	266.97	--	--
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	3.40	266.97	--	--
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.61	266.97	--	--
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.09	266.97	--	--
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.73	266.97	--	--
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.48	266.97	--	--

Muro di sottscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	84 di 297

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.020	-0.012	-0.182	1.447
14	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.077	-0.024	-0.705	5.615
15	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.168	-0.034	-1.537	12.243
16	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.289	-0.043	-2.645	21.072
17	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.437	-0.051	-3.997	31.841
18	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.608	-0.058	-5.560	44.291
19	1.78	100, 80	10.05	10.05	0.798	-0.063	-7.301	58.160
20	2.04	100, 80	10.05	10.05	1.005	-0.068	-9.188	73.190
21	2.29	100, 80	10.05	10.05	1.223	-0.071	-11.187	89.119
22	2.55	100, 80	10.05	10.05	1.451	-0.073	-13.267	105.688

**Verifica fessurazione paramento**

Si riportano i risultati ottenuti per la combinazione Rara

Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	10.05	-45.43	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.15	10.05	10.05	-45.43	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.30	10.05	10.05	-45.43	-0.03	0.0000	0.00	0.000
4	0.45	10.05	10.05	-45.43	-0.09	0.0000	0.00	0.000
5	0.60	10.05	10.05	-45.43	-0.22	0.0000	0.00	0.000
6	0.75	10.05	10.05	-45.43	-0.44	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
					IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	85 di 297
7	0.90	10.05	10.05	-45.43	-0.76	0.0000	0.00	0.000		
8	1.05	10.05	10.05	-45.43	-1.21	0.0000	0.00	0.000		
9	1.20	10.05	10.05	-45.43	-1.80	0.0000	0.00	0.000		
10	1.35	10.05	10.05	-45.43	-2.57	0.0000	0.00	0.000		
11	1.50	10.05	10.05	-45.43	-3.53	0.0000	0.00	0.000		
12	1.50	10.05	10.05	-136.02	-4.80	0.0000	0.00	0.000		
13	1.65	10.05	10.05	-136.02	-6.17	0.0000	0.00	0.000		
14	1.80	10.05	10.05	-136.02	-7.80	0.0000	0.00	0.000		
15	1.95	10.05	10.05	-136.02	-9.70	0.0000	0.00	0.000		
16	2.10	10.05	10.05	-136.02	-11.90	0.0000	0.00	0.000		
17	2.25	10.05	10.05	-136.02	-14.42	0.0000	0.00	0.000		
18	2.40	10.05	10.05	-136.02	-17.28	0.0000	0.00	0.000		
19	2.55	10.05	10.05	-136.02	-20.49	0.0000	0.00	0.000		
20	2.70	10.05	10.05	-136.02	-24.09	0.0000	0.00	0.000		
21	2.85	10.05	10.05	-136.02	-28.09	0.0000	0.00	0.000		
22	3.00	10.05	10.05	-136.02	-32.52	0.0000	0.00	0.000		

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>rs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.40	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.30	10.05	10.05	176.67	0.28	0.0000	0.00	0.000
3	-1.20	10.05	10.05	176.67	1.12	0.0000	0.00	0.000
4	-1.10	10.05	10.05	176.67	2.52	0.0000	0.00	0.000
5	-1.00	10.05	10.05	176.67	4.48	0.0000	0.00	0.000
6	-0.90	10.05	10.05	176.67	6.99	0.0000	0.00	0.000
7	-0.80	10.05	10.05	176.67	10.05	0.0000	0.00	0.000
8	-0.70	10.05	10.05	176.67	13.66	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	176.67	17.82	0.0000	0.00	0.000
10	-0.50	10.05	10.05	176.67	22.52	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	10.05	10.05	176.67	27.77	0.0000	0.00	0.000
12	0.30	10.05	10.05	-176.67	-75.05	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	86 di 297
13	0.55	10.05	10.05	-176.67	-63.29	0.0000	0.00	0.000	
14	0.81	10.05	10.05	-176.67	-51.98	0.0000	0.00	0.000	
15	1.06	10.05	10.05	-176.67	-41.30	0.0000	0.00	0.000	
16	1.32	10.05	10.05	-176.67	-31.45	0.0000	0.00	0.000	
17	1.57	10.05	10.05	-176.67	-22.61	0.0000	0.00	0.000	
18	1.83	10.05	10.05	-176.67	-14.96	0.0000	0.00	0.000	
19	2.08	10.05	10.05	-176.67	-8.69	0.0000	0.00	0.000	
20	2.34	10.05	10.05	-176.67	-3.99	0.0000	0.00	0.000	
21	2.59	10.05	10.05	-176.67	-1.03	0.0000	0.00	0.000	
22	2.85	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000	

#### VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	$V_{Ed}$	b	h	$V_{Rd}$	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	53	100	70	267	verificato	-
Fondazione	117.5	100	80	257	verificato	-

le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a non armati a taglio.

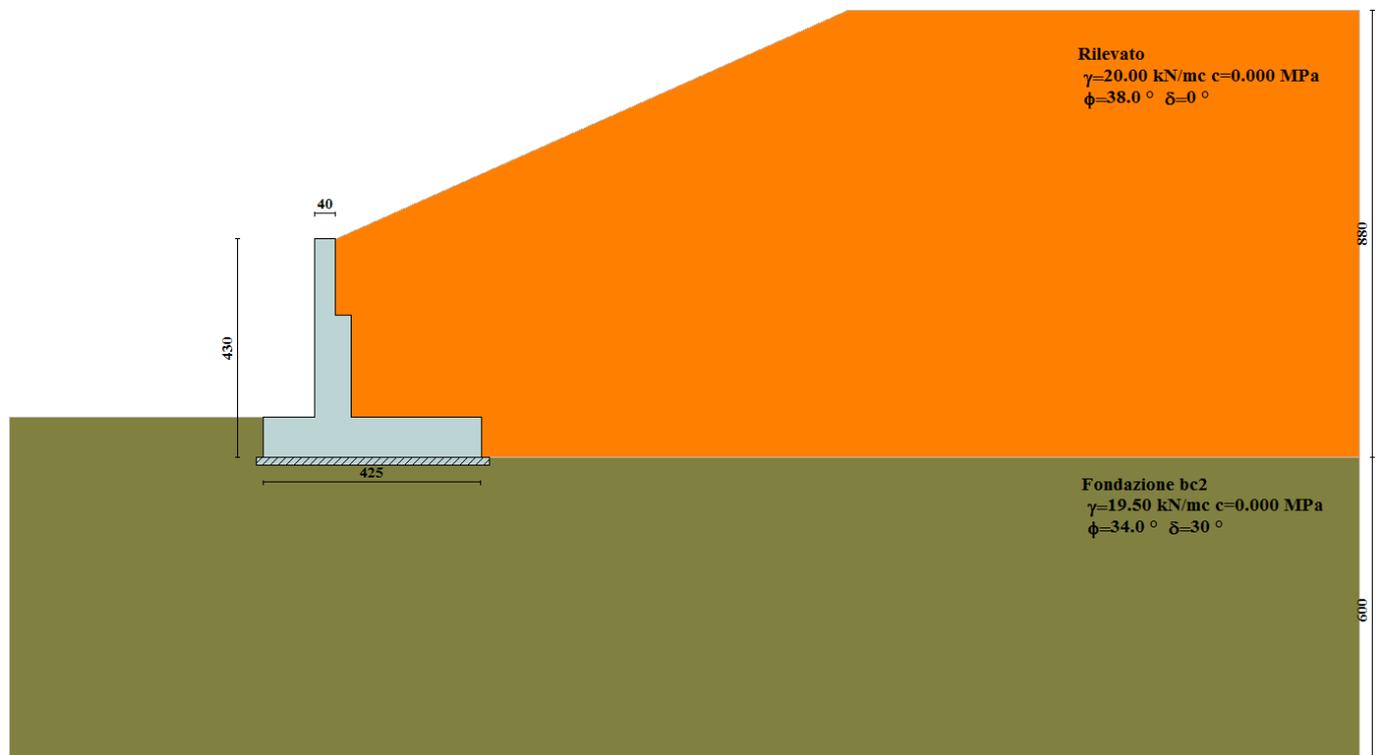
Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	87 di 297

### 11.3 Risultati analisi e verifiche muri di TIPO 3.5

#### 11.3.1 Modello di calcolo

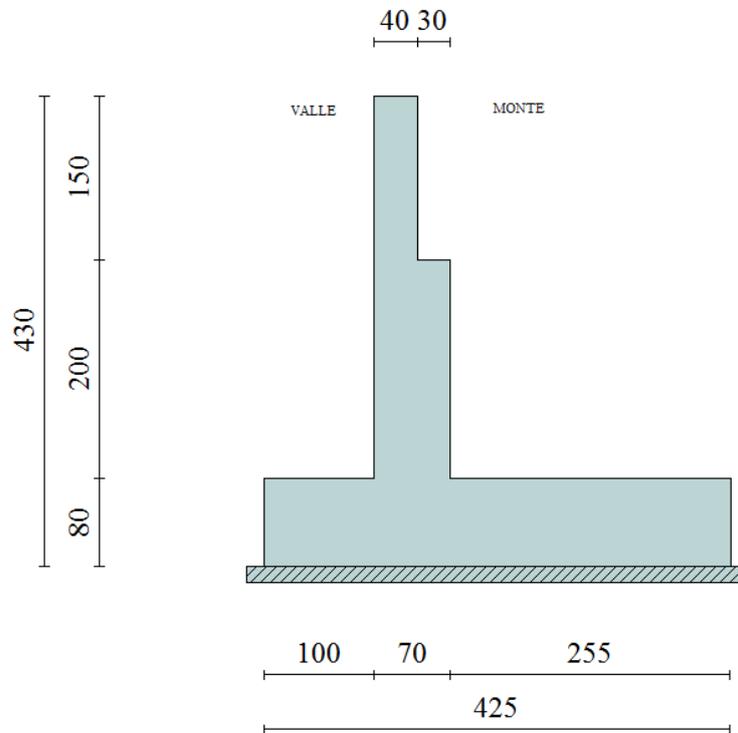
Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate, gli involuipi delle sollecitazioni nel muro e sulla fondazione:



Modello di calcolo muro

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	88 di 297



Geometria muro

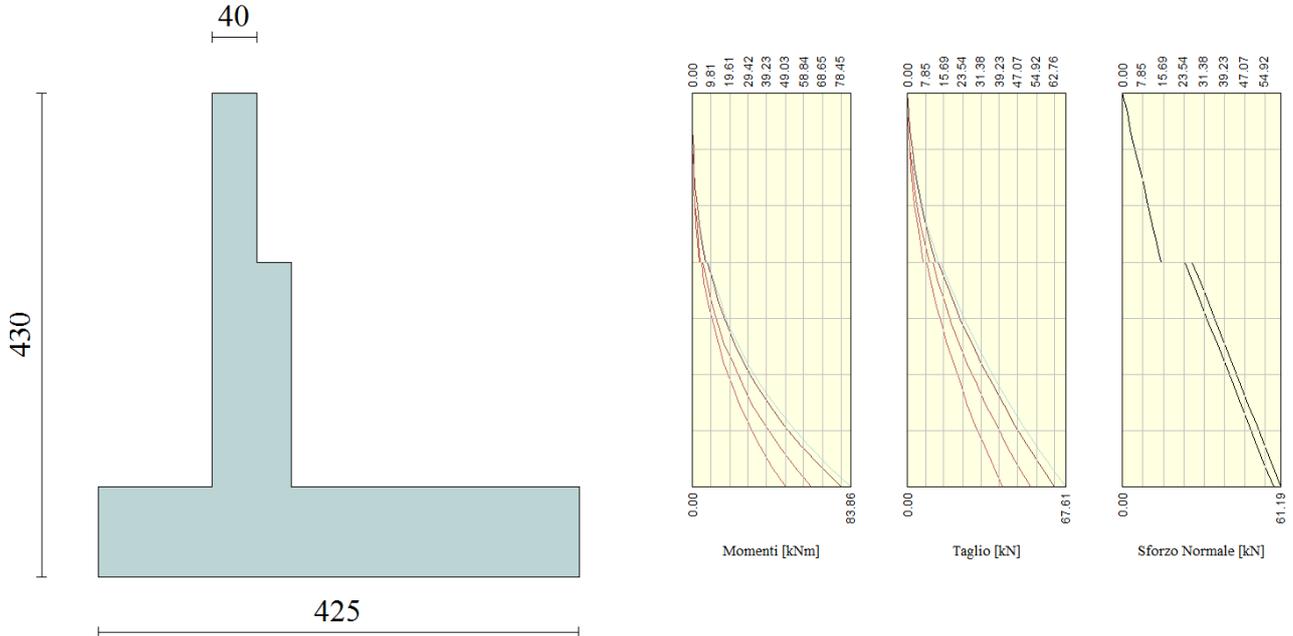
Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	1.73	8.24	--	121.0120	0.0000
2	EQU - [1]	--	3.16	--	--	--	140.4575	0.0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.79	127.6886	0.0000
4	A1-M1 - [2]	--	--	1.73	8.24	--	121.0120	0.0000
5	EQU - [2]	--	3.16	--	--	--	140.4575	0.0000
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.79	127.6886	0.0000
7	A1-M1 - [3]	--	--	1.73	8.24	--	121.0120	0.0000
8	EQU - [3]	--	3.16	--	--	--	140.4575	0.0000
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.79	127.6886	0.0000
10	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1.10</b>	<b>3.76</b>	--	93.0861	36.6886
11	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.18	3.87	--	93.0861	47.5300
12	EQU - [4]	SismaH + SismaV negativo	1.82	--	--	--	127.6886	52.5190
13	EQU - [4]	SismaH + SismaV positivo	2.07	--	--	--	127.6886	67.3334
14	STAB - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.42	127.6886	67.3334
15	STAB - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1.38</b>	127.6886	52.5190
16	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	1.18	3.87	--	93.0861	47.5300
17	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	1.10	3.76	--	93.0861	36.6886
18	EQU - [5]	SismaH + SismaV negativo	<b>1.81</b>	--	--	--	127.6886	53.4720
19	EQU - [5]	SismaH + SismaV positivo	2.07	--	--	--	127.6886	67.5265
20	STAB - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.42	127.6886	67.5265
21	STAB - [5]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.38	127.6886	53.4720
22	SLEQ - [1]	--	--	2.25	11.38	--	93.0861	0.0000
23	SLEF - [1]	--	--	2.25	11.38	--	93.0861	0.0000
24	SLEF - [1]	--	--	2.25	11.38	--	93.0861	0.0000
25	SLEF - [1]	--	--	2.25	11.38	--	93.0861	0.0000

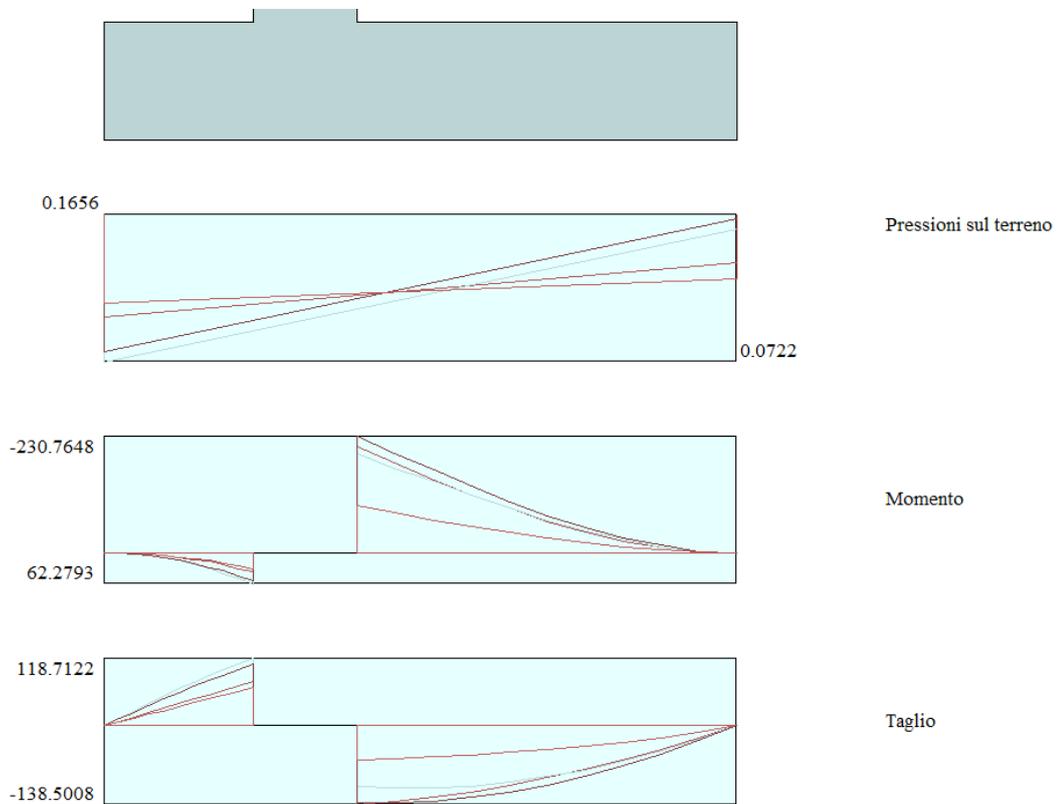
Azioni risultanti sul muro

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	89 di 297



*Inviluppo sollecitazioni sul muro*



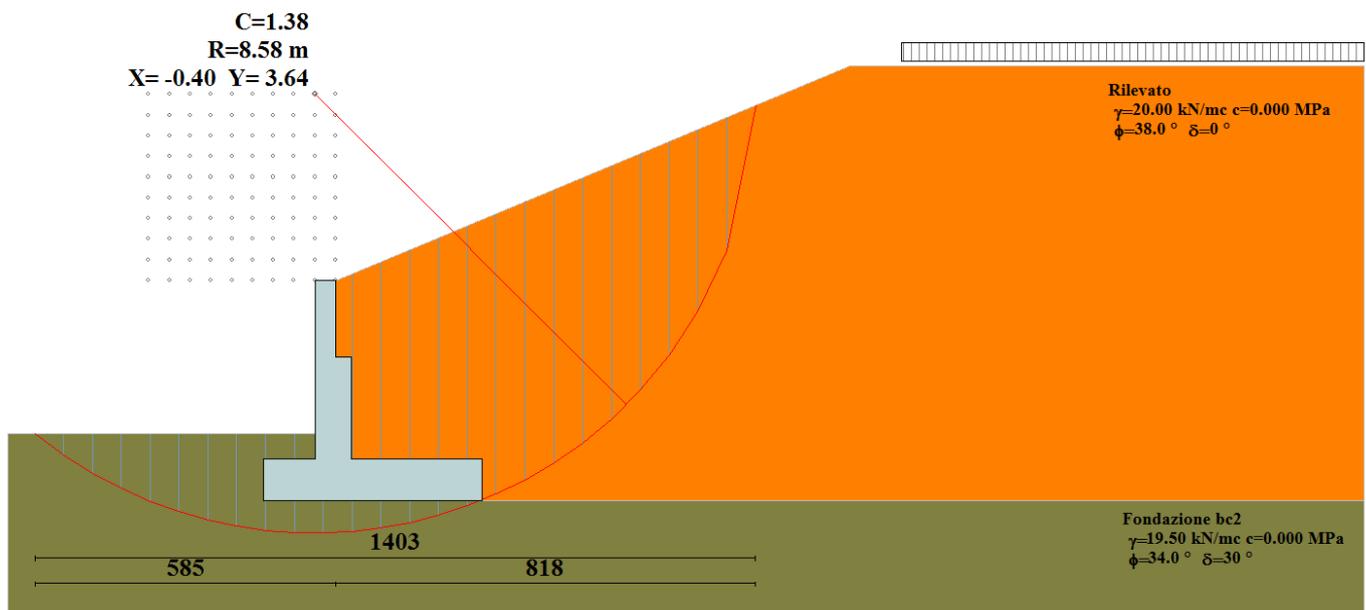
*Inviluppo sollecitazioni in fondazione*

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	90 di 297

### 11.3.2 Risultati Analisi Di Stabilita' Globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato alla seguente superficie di scorrimento:



### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

- W peso della striscia espresso in [kN]
- $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
- $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	91 di 297

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.38      Y[m]= 3.38

Raggio del cerchio    R[m]= 7.87

Ascissa a valle del cerchio      Xi[m]= -5.39

Ascissa a monte del cerchio      Xs[m]= 7.49

Larghezza della striscia      dx[m]= 0.52

Coefficiente di sicurezza      C= 1.38

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	13.2015	79.56	12.9829	0.0279	32.01	0.000	0.000
2	30.8338	64.75	27.8874	0.0118	32.01	0.000	0.000
3	38.1411	56.91	31.9546	0.0093	32.01	0.000	0.000
4	43.0436	50.52	33.2225	0.0079	32.01	0.000	0.000
5	46.5202	44.92	32.8470	0.0071	32.01	0.000	0.000
6	48.9882	39.82	31.3733	0.0066	32.01	0.000	0.000
7	50.6744	35.09	29.1287	0.0062	32.01	0.000	0.000
8	51.7180	30.61	26.3372	0.0059	32.01	0.000	0.000
9	52.2114	26.34	23.1657	0.0056	32.01	0.000	0.000
10	54.0379	22.22	20.4344	0.0055	27.51	0.000	0.000
11	53.5832	18.22	16.7509	0.0053	27.45	0.000	0.000
12	52.7102	14.31	13.0240	0.0052	27.45	0.000	0.000
13	51.4623	10.46	9.3437	0.0051	27.45	0.000	0.000
14	49.9949	6.66	5.8016	0.0051	27.45	0.000	0.000
15	53.3540	2.90	2.6957	0.0051	27.45	0.000	0.000
16	31.3289	-0.86	-0.4697	0.0051	27.45	0.000	0.000
17	19.9184	-4.62	-1.6037	0.0051	27.45	0.000	0.000
18	17.8933	-8.40	-2.6130	0.0051	27.45	0.000	0.000
19	16.4467	-12.21	-3.4794	0.0052	27.45	0.000	0.000
20	15.1406	-16.09	-4.1951	0.0053	27.45	0.000	0.000
21	13.4510	-20.04	-4.6084	0.0054	27.45	0.000	0.000
22	11.3436	-24.09	-4.6298	0.0055	29.69	0.000	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO R1250 5002	REV. A	FOGLIO 92 di 297
--	------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	---------------------

23	8.7376	-28.27	-4.1389	0.0057	32.01	0.000	0.000
24	5.6111	-32.63	-3.0258	0.0060	32.01	0.000	0.000
25	1.8964	-37.22	-1.1470	0.0063	32.01	0.000	0.000

$$\Sigma W_i = 832.2423 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 287.0385 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 474.3229 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.35$$

### 11.3.3 Verifiche strutturali

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Armatura a flessione			Armatura a flessione		
Elemento	Lato monte	Lato valle	Elemento	Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1φ16/20	1φ14/20	FONDAZIONE	1φ16/20	1φ16/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

#### Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Si segnala che il programma di calcolo utilizzato non consente di differenziare le classi di resistenza del calcestruzzo tra fondazione e paramento. Pertanto a vantaggio di sicurezza è stata considerata la classe di resistenza di calcestruzzo inferiore, ovvero la classe 28/35 delle fondazioni anche per il paramento in luogo della classe C32/40.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	93 di 297

Di seguito si riporta l'involuppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

### Involuppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

#### Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.6345	1.6345	0.0060	0.0305	0.1082	0.4080
3	0.33	3.2689	3.2689	0.0484	0.1503	0.4370	1.0735
4	0.50	4.9034	4.9034	0.1641	0.4027	0.9887	1.9980
5	0.67	6.5379	6.5379	0.3903	0.8307	1.7632	3.1816
6	0.83	8.1723	8.1723	0.7642	1.4776	2.7607	4.6242
7	1.00	9.8068	9.8068	1.3229	2.3865	3.9811	6.3259
8	1.17	11.4413	11.4413	2.1036	3.6006	5.4243	8.2866
9	1.33	13.0757	13.0757	3.1434	5.1631	7.0905	10.5063
10	1.50	14.7102	14.7102	4.4795	7.1171	8.9796	12.9854
11	1.50	24.0638	26.8699	5.3633	8.3062	10.4953	14.1513
12	1.68	27.1841	29.9902	7.4949	11.1764	12.9953	17.4711
13	1.86	30.3045	33.1105	10.1049	14.6780	15.7597	21.0982
14	2.05	33.4248	36.2309	13.2417	18.8671	18.7893	25.0336
15	2.23	36.5452	39.3512	16.9535	23.7998	22.0843	29.2772
16	2.41	39.6655	42.4716	21.2884	29.5321	25.6445	33.8291
17	2.59	42.7859	45.5919	26.2948	36.1200	29.4699	38.6892
18	2.77	45.9062	48.7123	32.0209	43.6195	33.5607	43.8576
19	2.95	49.0266	51.8326	38.5148	52.0869	37.9168	49.3343
20	3.14	52.1469	54.9530	45.8249	61.5780	42.5381	55.1193
21	3.32	55.2673	58.0733	53.9993	72.1489	47.4247	61.2125
22	3.50	58.3876	61.1937	63.0863	83.8557	52.5766	67.6140

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	94 di 297

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.6345	1.6345	0.0046	0.0046	0.0833	0.0833
3	0.33	3.2689	3.2689	0.0372	0.0372	0.3362	0.3362
4	0.50	4.9034	4.9034	0.1262	0.1262	0.7605	0.7605
5	0.67	6.5379	6.5379	0.3002	0.3002	1.3563	1.3563
6	0.83	8.1723	8.1723	0.5878	0.5878	2.1236	2.1236
7	1.00	9.8068	9.8068	1.0176	1.0176	3.0624	3.0624
8	1.17	11.4413	11.4413	1.6181	1.6181	4.1726	4.1726
9	1.33	13.0757	13.0757	2.4180	2.4180	5.4543	5.4543
10	1.50	14.7102	14.7102	3.4458	3.4458	6.9074	6.9074
11	1.50	24.0638	24.0638	4.6348	4.6348	8.0733	8.0733
12	1.68	27.1841	27.1841	6.2745	6.2745	9.9964	9.9964
13	1.86	30.3045	30.3045	8.2822	8.2822	12.1228	12.1228
14	2.05	33.4248	33.4248	10.6951	10.6951	14.4533	14.4533
15	2.23	36.5452	36.5452	13.5503	13.5503	16.9879	16.9879
16	2.41	39.6655	39.6655	16.8849	16.8849	19.7265	19.7265
17	2.59	42.7859	42.7859	20.7360	20.7360	22.6692	22.6692
18	2.77	45.9062	45.9062	25.1406	25.1406	25.8159	25.8159
19	2.95	49.0266	49.0266	30.1360	30.1360	29.1667	29.1667
20	3.14	52.1469	52.1469	35.7591	35.7591	32.7216	32.7216
21	3.32	55.2673	55.2673	42.0471	42.0471	36.4805	36.4805
22	3.50	58.3876	58.3876	49.0371	49.0371	40.4435	40.4435

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	95 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.4156	0.6754	8.2877	13.4497
3	0.20	1.6528	2.6783	16.4325	26.5487
4	0.30	3.6973	5.9735	24.4347	39.2969
5	0.40	6.5349	10.5259	32.2940	51.6943
6	0.50	10.1514	16.3006	40.0106	63.7409
7	0.60	14.5323	23.2624	47.5844	75.4367
8	0.70	19.6635	31.3763	55.0155	86.7818
9	0.80	25.5307	40.6071	62.3038	97.7760
10	0.90	32.1195	50.9198	69.4493	108.4195
11	1.00	39.4158	62.2793	76.4521	118.7122

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3465	0.3465	6.9200	6.9200
3	0.20	1.3819	1.3819	13.7773	13.7773
4	0.30	3.0999	3.0999	20.5718	20.5718
5	0.40	5.4942	5.4942	27.3036	27.3036
6	0.50	8.5585	8.5585	33.9726	33.9726
7	0.60	12.2866	12.2866	40.5788	40.5788
8	0.70	16.6722	16.6722	47.1223	47.1223
9	0.80	21.7090	21.7090	53.6030	53.6030
10	0.90	27.3907	27.3907	60.0210	60.0210
11	1.00	33.7111	33.7111	66.3762	66.3762

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	96 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.26	-3.3876	-2.7412	-26.0988	-21.2261
3	0.51	-13.0704	-10.6860	-49.3743	-40.8130
4	0.77	-28.3285	-23.4165	-69.8263	-58.7609
5	1.02	-48.4418	-40.5147	-87.4549	-75.0696
6	1.27	-72.6905	-61.5627	-102.2602	-88.2785
7	1.53	-100.3545	-86.1424	-114.2420	-97.4511
8	1.78	-130.7139	-113.2484	-123.4004	-103.7959
9	2.04	-163.0488	-140.2249	-129.7355	-107.3131
10	2.29	-196.6390	-167.7377	-133.2471	-108.0025
11	2.55	-230.7648	-195.0658	-138.5008	-105.8642

### Inviluppo combinazioni SLE

r.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.3018	-1.3018	-10.0511	-10.0511
3	0.51	-5.0449	-5.0449	-19.1473	-19.1473
4	0.77	-10.9858	-10.9858	-27.2887	-27.2887
5	1.02	-18.8810	-18.8810	-34.4752	-34.4752
6	1.27	-28.4870	-28.4870	-40.7069	-40.7069
7	1.53	-39.5603	-39.5603	-45.9838	-45.9838
8	1.78	-51.8576	-51.8576	-50.3058	-50.3058
9	2.04	-65.1351	-65.1351	-53.6730	-53.6730
10	2.29	-79.1496	-79.1496	-56.0853	-56.0853
11	2.55	-93.6575	-93.6575	-57.5427	-57.5427

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	97 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.00	0.00	1000.00	155.24	--	--
2	0.17	100, 40	10.05	7.70	5777.20	-21.78	3534.60	155.46	--	--
3	0.33	100, 40	10.05	7.70	5414.50	-86.00	1656.35	155.67	--	--
4	0.50	100, 40	10.05	7.70	4313.05	-188.64	879.60	155.88	--	--
5	0.67	100, 40	10.05	7.70	3243.92	-297.04	496.17	156.10	--	--
6	0.83	100, 40	10.05	7.70	2196.74	-374.70	268.80	156.31	--	--
7	1.00	100, 40	10.05	7.70	1330.94	-323.89	135.72	156.53	--	--
8	1.17	100, 40	10.05	7.70	823.72	-259.23	72.00	156.74	--	--
9	1.33	100, 40	10.05	7.70	550.81	-217.50	42.12	156.96	--	--
10	1.50	100, 40	10.05	7.70	401.73	-194.37	27.31	157.17	--	--
11	1.50	100, 70	10.05	7.70	2749.35	-949.01	114.25	243.94	--	--
12	1.68	100, 70	10.05	7.70	1885.23	-775.09	69.35	244.37	--	--
13	1.86	100, 70	10.05	7.70	1292.82	-626.18	42.66	244.81	--	--
14	2.05	100, 70	10.05	7.70	911.23	-514.36	27.26	245.24	--	--
15	2.23	100, 70	10.05	7.70	690.47	-449.67	18.89	245.68	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	98 di 297

16	2.41	100,70	10.05	7.70	547.81	-407.86	13.81	246.11	--	--
17	2.59	100,70	10.05	7.70	448.74	-378.83	10.49	246.54	--	--
18	2.77	100,70	10.05	7.70	376.37	-357.62	8.20	246.98	--	--
19	2.95	100,70	10.05	15.39	322.77	-342.92	6.58	247.41	--	--
20	3.14	100,70	10.05	7.70	278.58	-328.97	5.34	247.85	--	--
21	3.32	100,70	10.05	7.70	244.30	-318.92	4.42	248.28	--	--
22	3.50	100,70	10.05	7.70	216.36	-310.73	3.71	248.72	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fl</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fl</sub>
1	0.00	100,40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.17	100,40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.055	-0.060
3	0.33	100,40	10.05	7.70	0.009	0.001	-0.099	-0.131
4	0.50	100,40	10.05	7.70	0.016	0.003	-0.123	-0.223
5	0.67	100,40	10.05	7.70	0.026	0.005	-0.114	-0.348
6	0.83	100,40	10.05	7.70	0.039	0.007	-0.062	-0.516
7	1.00	100,40	10.05	7.70	0.061	0.010	0.125	-0.763
8	1.17	100,40	10.05	7.70	0.097	0.014	0.720	-1.139
9	1.33	100,40	10.05	7.70	0.151	0.018	2.036	-1.645
10	1.50	100,40	10.05	7.70	0.222	0.023	4.201	-2.256
11	1.50	100,70	10.05	7.70	0.092	0.015	0.381	-1.247
12	1.68	100,70	10.05	7.70	0.126	0.018	0.991	-1.670
13	1.86	100,70	10.05	7.70	0.173	0.022	2.150	-2.230
14	2.05	100,70	10.05	7.70	0.234	0.026	4.057	-2.926
15	2.23	100,70	10.05	7.70	0.308	0.031	6.814	-3.745
16	2.41	100,70	10.05	7.70	0.396	0.036	10.462	-4.677
17	2.59	100,70	10.05	7.70	0.497	0.041	15.031	-5.721
18	2.77	100,70	10.05	7.70	0.611	0.047	20.558	-6.882
19	2.95	100,70	10.05	15.39	0.700	0.053	26.757	-7.639
20	3.14	100,70	10.05	7.70	0.885	0.059	34.666	-9.585
21	3.32	100,70	10.05	7.70	1.046	0.066	43.352	-11.142
22	3.50	100,70	10.05	7.70	1.223	0.073	53.199	-12.848

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	99 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$VRd$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	423.42	266.97	--	--
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	106.78	266.97	--	--
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	47.88	266.97	--	--
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	27.17	266.97	--	--
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	17.54	266.97	--	--
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	12.29	266.97	--	--
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	9.11	266.97	--	--
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	7.04	266.97	--	--
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	5.62	266.97	--	--
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	4.59	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	100 di 297

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.007	0.011	0.488	-0.061
14	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.027	0.022	1.946	-0.244
15	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.060	0.032	4.365	-0.548
16	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.106	0.043	7.737	-0.971
17	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.165	0.053	12.052	-1.513
18	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.238	0.064	17.302	-2.172
19	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.322	0.074	23.477	-2.947
20	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.420	0.084	30.570	-3.837
21	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.530	0.094	38.571	-4.842
22	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.652	0.104	47.471	-5.959

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	84.42	266.97	--	--
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	21.88	266.97	--	--
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	10.10	266.97	--	--
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	5.90	266.97	--	--
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	3.93	266.97	--	--
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.85	266.97	--	--
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.19	266.97	--	--
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.75	266.97	--	--
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.45	266.97	--	--
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.24	266.97	--	--

Muro di sottscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	101 di 297

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.025	-0.016	-0.230	1.833
14	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.098	-0.030	-0.892	7.104
15	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.212	-0.043	-1.942	15.470
16	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.365	-0.054	-3.338	26.588
17	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.551	-0.064	-5.036	40.114
18	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.765	-0.072	-6.993	55.708
19	1.78	100, 80	10.05	10.05	1.003	-0.079	-9.167	73.024
20	2.04	100, 80	10.05	10.05	1.259	-0.084	-11.514	91.721
21	2.29	100, 80	10.05	10.05	1.530	-0.088	-13.991	111.456
22	2.55	100, 80	10.05	10.05	1.811	-0.090	-16.556	131.885

**Verifica fessurazione paramento**

Si riportano i risultati ottenuti per la combinazione Rara

Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.17	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.33	10.05	7.70	-45.31	-0.04	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	10.05	7.70	-45.31	-0.13	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	102 di 297

5	0.67	10.05	7.70	-45.31	-0.30	0.0000	0.00	0.000
6	0.83	10.05	7.70	-45.31	-0.59	0.0000	0.00	0.000
7	1.00	10.05	7.70	-45.31	-1.02	0.0000	0.00	0.000
8	1.17	10.05	7.70	-45.31	-1.62	0.0000	0.00	0.000
9	1.33	10.05	7.70	-45.31	-2.42	0.0000	0.00	0.000
10	1.50	10.05	7.70	-45.31	-3.45	0.0000	0.00	0.000
11	1.50	10.05	7.70	-135.69	-4.63	0.0000	0.00	0.000
12	1.68	10.05	7.70	-135.69	-6.27	0.0000	0.00	0.000
13	1.86	10.05	7.70	-135.69	-8.28	0.0000	0.00	0.000
14	2.05	10.05	7.70	-135.69	-10.70	0.0000	0.00	0.000
15	2.23	10.05	7.70	-135.69	-13.55	0.0000	0.00	0.000
16	2.41	10.05	7.70	-135.69	-16.88	0.0000	0.00	0.000
17	2.59	10.05	7.70	-135.69	-20.74	0.0000	0.00	0.000
18	2.77	10.05	7.70	-135.69	-25.14	0.0000	0.00	0.000
19	2.95	10.05	15.39	-136.77	-30.14	0.0000	0.00	0.000
20	3.14	10.05	7.70	-135.69	-35.76	0.0000	0.00	0.000
21	3.32	10.05	7.70	-135.69	-42.05	0.0000	0.00	0.000
22	3.50	10.05	7.70	-135.69	-49.04	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.40	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.30	10.05	10.05	176.67	0.35	0.0000	0.00	0.000
3	-1.20	10.05	10.05	176.67	1.38	0.0000	0.00	0.000
4	-1.10	10.05	10.05	176.67	3.10	0.0000	0.00	0.000
5	-1.00	10.05	10.05	176.67	5.49	0.0000	0.00	0.000
6	-0.90	10.05	10.05	176.67	8.56	0.0000	0.00	0.000
7	-0.80	10.05	10.05	176.67	12.29	0.0000	0.00	0.000
8	-0.70	10.05	10.05	176.67	16.67	0.0000	0.00	0.000
9	-0.60	10.05	10.05	176.67	21.71	0.0000	0.00	0.000
10	-0.50	10.05	10.05	176.67	27.39	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	10.05	10.05	176.67	33.71	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
					IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	103 di 297
12	0.30	10.05	10.05	-176.67	-93.66	0.0000	0.00	0.000		
13	0.55	10.05	10.05	-176.67	-79.15	0.0000	0.00	0.000		
14	0.81	10.05	10.05	-176.67	-65.14	0.0000	0.00	0.000		
15	1.06	10.05	10.05	-176.67	-51.86	0.0000	0.00	0.000		
16	1.32	10.05	10.05	-176.67	-39.56	0.0000	0.00	0.000		
17	1.57	10.05	10.05	-176.67	-28.49	0.0000	0.00	0.000		
18	1.83	10.05	10.05	-176.67	-18.88	0.0000	0.00	0.000		
19	2.08	10.05	10.05	-176.67	-10.99	0.0000	0.00	0.000		
20	2.34	10.05	10.05	-176.67	-5.04	0.0000	0.00	0.000		
21	2.59	10.05	10.05	-176.67	-1.30	0.0000	0.00	0.000		
22	2.85	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000		

#### VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	$V_{Ed}$	b	h	$V_{Rd}$	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	67.6	100	70	267	verificato	-
Fondazione	138.5	100	80	257	verificato	-

le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a non armati a taglio.

# ALLEGATO 1

## *TABULATI DI CALCOLO MURO TIPO 2*

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	105 di 297

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2.00 [m]
Spessore in sommità	0.40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.55 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	4.43 [°]
Lunghezza del muro	5.00 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.70 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.75 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.70 [m]
Spessore magrone	0.15 [m]

## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	35.00 [MPa]
Modulo elastico E	32587.986 [MPa]

### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449.94 [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	106 di 297

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0.01	0.00	0.00
2	10.00	4.50	24.25
3	20.00	4.50	0.00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.40 [m]

## Falda

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
$c$	Coesione espressa in [MPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	107 di 297

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	38.00	0.00	0.0000	0.0000
Fondazione bc2	19.50	19.50	34.00	30.00	0.0000	0.0000

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

<i>N</i>	Indice dello strato
<i>H</i>	Spessore dello strato espresso in [m]
<i>a</i>	Inclinazione espressa in [°]
<i>K<sub>w</sub></i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<i>K<sub>s</sub></i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	2.45	0.00	0.20	50.00	Rilevato
2	6.00	0.00	6.58	50.00	Fondazione bc2

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	108 di 297

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
$M$	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
$D/C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (BALL+ARMAM)

D	Profilo	$X_i=10.00$	$X_f=20.00$	$Q_i=14.4000$	$Q_f=14.4000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (TRENO)

D	Profilo	$X_i=11.00$	$X_f=14.20$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

### Condizione n° 3 (Doppio Treno)

D	Profilo	$X_i=11.00$	$X_f=14.20$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

D	Profilo	$X_i=16.00$	$X_f=19.20$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	109 di 297

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30

### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10

### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	110 di 297

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30
TRENO	SFAV	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10
TRENO	SFAV	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.25	0.80	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30
Doppio Treno	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	111 di 297

Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10
Doppio Treno	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
Doppio Treno	SFAV	1.25	1.00	1.25

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	112 di 297

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	113 di 297

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI250 5002	REV. A	FOGLIO 114 di 297
--	------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	----------------------

BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 22 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 24 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	115 di 297

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure  $w_1 = 0.10$

$w_2 = 0.15$

$w_3 = 0.20$

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.55 f_{ck} - \sigma_f < 0.75 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Terreno a monte a elevata permeabilità

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	116 di 297

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
$CS_{SCO}$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
$CS_{RIB}$	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
$CS_{QLIM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite
$CS_{STAB}$	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	$CS_{SCO}$	$CS_{RIB}$	$CS_{QLIM}$	$CS_{STAB}$
1	A1-M1 - [1]	--	1.86	--	11.52	--
2	EQU - [1]	--	--	3.74	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.99
4	A1-M1 - [2]	--	1.86	--	11.52	--
5	EQU - [2]	--	--	3.74	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.99
7	A1-M1 - [3]	--	1.86	--	11.52	--
8	EQU - [3]	--	--	3.74	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.99
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.13	--	5.52	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.23	--	5.63	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.93	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.25	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.56
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.51
16	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	1.23	--	5.63	--
17	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	1.13	--	5.52	--
18	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.92	--	--
19	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.23	--	--
20	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.56
21	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.51
22	SLEQ - [1]	--	2.40	--	15.18	--
23	SLEF - [1]	--	2.40	--	15.18	--
24	SLER - [1]	--	2.40	--	15.18	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	117 di 297

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	41.255517
Longitudine	14.597709
Comune	Guardia Sanframondi
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Punti di interpolazione del reticolo	31208 - 31207 - 31429 - 31430

#### **Tipo di opera**

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	118 di 297

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	113 anni

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g$	3.53 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.19
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.31
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 13.29$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 6.65$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	0.0
Lunghezza del muro	5.00 [m]
Peso muro	74.9830 [kN]
Baricentro del muro	X=0.23 Y=-1.95

Superficie di spinta

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	119 di 297

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.90	Y = -2.70
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.90	Y = 0.85
Altezza della superficie di spinta	3.55	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	40.0865	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	40.0202	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2.3053	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.52	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	3.30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.21	[°]		
Incremento sismico della spinta	18.0307	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.52	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39.34	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -2.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	89.2738	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.76	[m]
Inerzia del muro	9.9662	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4.9831	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11.8657	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.9328	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	79.8530	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	156.6830	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	156.6830	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	79.8530	[kN]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	120 di 297

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.34	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.00	[m]
Risultante in fondazione	175.8581	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.01	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	53.2502	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	864.8656	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.08753	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.01676	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.49$	$i_q = 0.49$	$i_\gamma = 0.04$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 23.50$	$N'_q = 15.42$	$N'_\gamma = 1.41$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.13
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.52

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	121 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.9902	0.0574	1.8514
3	0.20	1.9993	0.8402	15.5993
4	0.30	3.0273	3.1533	28.4012
5	0.40	4.0744	6.1085	30.1153
6	0.50	5.1404	9.2065	31.4905
7	0.60	6.2253	12.4475	32.8932
8	0.70	7.3292	15.8344	34.3233
9	0.80	8.4520	19.3700	35.7809
10	0.90	9.5938	23.0571	37.2659
11	1.00	10.7546	26.8986	38.7784
12	1.10	11.9343	30.8972	40.3182
13	1.20	13.1330	35.0558	41.8856
14	1.30	14.3506	39.3771	43.4620
15	1.40	15.5872	43.8403	44.6257
16	1.50	16.8428	48.4657	46.9639
17	1.60	18.1173	53.4226	50.8731
18	1.70	19.4107	58.7847	54.9298
19	1.80	20.7231	64.5627	59.0887
20	1.90	22.0545	70.7668	63.3498
21	2.00	23.4048	77.4069	67.6972

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	122 di 297

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.07	0.1710	4.8677
3	0.14	0.6788	9.6201
4	0.21	1.5152	14.2570
5	0.28	2.6721	18.7785
6	0.35	4.1415	23.1847
7	0.42	5.9152	27.4754
8	0.49	7.9853	31.6508
9	0.56	10.3437	35.7107
10	0.63	12.9821	39.6553
11	0.70	15.8927	43.4845

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	123 di 297

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.8510	-9.5596
3	0.35	-3.2877	-18.1221
4	0.52	-7.1356	-25.6874
5	0.70	-12.2201	-32.2556
6	0.88	-18.3669	-37.8267
7	1.05	-25.4013	-42.4007
8	1.23	-33.1489	-45.9775
9	1.40	-41.4353	-48.5573
10	1.58	-50.0858	-50.1399
11	1.75	-58.9261	-50.7254

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>s</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>v</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	124 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.00	0.00	1000.00	165.96	--	--
2	0.10	100, 41	10.05	7.70	5825.96	-337.83	5883.86	168.57	--	--
3	0.20	100, 42	10.05	7.70	541.92	-227.75	271.06	171.18	--	--
4	0.30	100, 42	10.05	7.70	162.19	-168.94	53.58	173.78	--	--
5	0.40	100, 43	10.05	7.70	108.95	-163.35	26.74	176.37	--	--
6	0.50	100, 44	10.05	7.70	91.35	-163.60	17.77	178.96	--	--
7	0.60	100, 45	10.05	7.70	82.69	-165.34	13.28	181.54	--	--
8	0.70	100, 45	10.05	7.70	77.60	-167.66	10.59	184.12	--	--
9	0.80	100, 46	10.05	7.70	74.30	-170.28	8.79	186.69	--	--
10	0.90	100, 47	10.05	7.70	72.01	-173.07	7.51	189.25	--	--
11	1.00	100, 48	10.05	7.70	70.36	-175.97	6.54	191.81	--	--
12	1.10	100, 49	10.05	7.70	69.12	-178.94	5.79	194.37	--	--
13	1.20	100, 49	10.05	7.70	68.17	-181.96	5.19	196.92	--	--
14	1.30	100, 50	10.05	7.70	67.43	-185.02	4.70	199.47	--	--
15	1.40	100, 51	10.05	15.39	66.99	-188.41	4.30	202.02	--	--
16	1.50	100, 52	10.05	15.39	66.55	-191.51	3.95	204.56	--	--
17	1.60	100, 52	10.05	7.70	65.90	-194.31	3.64	207.09	--	--
18	1.70	100, 53	10.05	7.70	65.17	-197.36	3.36	209.63	--	--
19	1.80	100, 54	10.05	7.70	64.32	-200.38	3.10	212.16	--	--
20	1.90	100, 55	10.05	7.70	63.38	-203.37	2.87	214.68	--	--
21	2.00	100, 55	10.05	7.70	62.39	-206.35	2.67	217.21	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	125 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	256.78	--	--
2	0.07	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	1449.91	256.78	--	--
3	0.14	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	365.35	256.78	--	--
4	0.21	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	163.68	256.78	--	--
5	0.28	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	92.81	256.78	--	--
6	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	59.88	256.78	--	--
7	0.42	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	41.93	256.78	--	--
8	0.49	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	31.06	256.78	--	--
9	0.56	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	23.98	256.78	--	--
10	0.63	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	19.10	256.78	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	126 di 297

11	0.70	100,70	10.05	10.05	0.00	248.00	15.60	256.78	--	--
----	------	--------	-------	-------	------	--------	-------	--------	----	----

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100,70	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	256.78	--	--
2	0.17	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	291.42	256.78	--	--
3	0.35	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	75.43	256.78	--	--
4	0.52	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	34.76	256.78	--	--
5	0.70	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	20.29	256.78	--	--
6	0.88	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	13.50	256.78	--	--
7	1.05	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	9.76	256.78	--	--
8	1.23	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	7.48	256.78	--	--
9	1.40	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	5.99	256.78	--	--
10	1.58	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	4.95	256.78	--	--
11	1.75	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	4.21	256.78	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	127 di 297

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 2.40

Raggio del cerchio R[m]= 5.44

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.71

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.44

Larghezza della striscia dx[m]= 0.37

Coefficiente di sicurezza C= 1.51

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	6.9386	79.43	6.8209	0.0196	32.01	0.000	0.000
2	15.7029	64.40	14.1619	0.0083	32.01	0.000	0.000
3	19.3099	56.45	16.0935	0.0065	32.01	0.000	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	128 di 297
4	21.7161	49.97	16.6278	0.0056	32.01	0.000	0.000		
5	23.4089	44.28	16.3434	0.0050	32.01	0.000	0.000		
6	24.5963	39.11	15.5141	0.0046	32.01	0.000	0.000		
7	25.3911	34.29	14.3048	0.0043	32.01	0.000	0.000		
8	25.8626	29.74	12.8289	0.0041	32.01	0.000	0.000		
9	26.0444	25.39	11.1658	0.0040	28.80	0.000	0.000		
10	26.3549	21.19	9.5251	0.0038	28.35	0.000	0.000		
11	26.8351	17.10	7.8927	0.0038	28.35	0.000	0.000		
12	26.3387	13.11	5.9743	0.0037	28.35	0.000	0.000		
13	25.6509	9.18	4.0923	0.0036	28.35	0.000	0.000		
14	24.7794	5.29	2.2860	0.0036	28.35	0.000	0.000		
15	24.9070	1.43	0.6220	0.0036	28.35	0.000	0.000		
16	26.1342	-2.42	-1.1057	0.0036	28.35	0.000	0.000		
17	11.4117	-6.29	-1.2506	0.0036	28.35	0.000	0.000		
18	10.8831	-10.19	-1.9250	0.0036	28.35	0.000	0.000		
19	9.2626	-14.13	-2.2616	0.0037	28.35	0.000	0.000		
20	8.5062	-18.15	-2.6493	0.0038	28.35	0.000	0.000		
21	7.5444	-22.26	-2.8575	0.0039	28.35	0.000	0.000		
22	6.3574	-26.49	-2.8358	0.0040	28.35	0.000	0.000		
23	4.8957	-30.89	-2.5134	0.0042	32.01	0.000	0.000		
24	3.1401	-35.50	-1.8236	0.0044	32.01	0.000	0.000		
25	1.0462	-40.40	-0.6781	0.0047	32.01	0.000	0.000		

$\Sigma W_i = 433.0182$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 134.3531$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 248.6158$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.82$

COMBINAZIONE n° 18

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	129 di 297

Valore della spinta statica	55.6316	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	55.5699	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2.6209	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.52	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	2.70	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.95	[°]		
Incremento sismico della spinta	36.3331	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.52	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	29.63	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -2.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	89.2738	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.76	[m]
Inerzia del muro	9.9662	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4.9831	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11.8657	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.9328	[kN]		
<i><u>Risultanti</u></i>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	113.6945	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	157.6735	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	158.4976	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	303.7428	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	157.6735	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	113.6945	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.58	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.76	[m]		
Risultante in fondazione	194.3897	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	35.79	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	91.6549	[kNm]		

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	130 di 297

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 1.92

### COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	40.0865	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	40.0202	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2.3053	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.52	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	3.30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.21	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -2.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	89.2738	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.76	[m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	40.0202	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	166.5621	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	166.5621	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	40.0202	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.00	[m]
Risultante in fondazione	171.3025	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.51	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-0.0146	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2529.2148	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.05542	[MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	131 di 297

Tensione terreno allo spigolo di monte

0.05544 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.72$	$i_q = 0.72$	$i_\gamma = 0.36$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 34.65$	$N'_q = 22.73$	$N'_\gamma = 12.09$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.18

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	132 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.9902	0.0372	1.2386
3	0.20	1.9993	0.5882	11.0430
4	0.30	3.0273	2.2328	20.1643
5	0.40	4.0744	4.3310	21.2985
6	0.50	5.1404	6.5230	22.1869
7	0.60	6.2253	8.8089	23.0932
8	0.70	7.3292	11.1906	24.0175
9	0.80	8.4520	13.6699	24.9598
10	0.90	9.5938	16.2488	25.9199
11	1.00	10.7546	18.9290	26.8981
12	1.10	11.9343	21.7125	27.8941
13	1.20	13.1330	24.6011	28.9082
14	1.30	14.3506	27.5966	29.9269
15	1.40	15.5872	30.6839	30.6466
16	1.50	16.8428	33.8775	32.2104
17	1.60	18.1173	37.2990	34.9037
18	1.70	19.4107	41.0015	37.7015
19	1.80	20.7231	44.9925	40.5711
20	1.90	22.0545	49.2791	43.5124
21	2.00	23.4048	53.8683	46.5140

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	133 di 297

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 22

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.07	0.0937	2.6781
3	0.14	0.3749	5.3561
4	0.21	0.8436	8.0343
5	0.28	1.4997	10.7124
6	0.35	2.3433	13.3906
7	0.42	3.3744	16.0688
8	0.49	4.5930	18.7471
9	0.56	5.9990	21.4253
10	0.63	7.5925	24.1036
11	0.70	9.3735	26.7820

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 22

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	134 di 297

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.2797	-3.1512
3	0.35	-1.0868	-6.0267
4	0.52	-2.3730	-8.6264
5	0.70	-4.0900	-10.9505
6	0.88	-6.1896	-12.9989
7	1.05	-8.6235	-14.7715
8	1.23	-11.3435	-16.2685
9	1.40	-14.3014	-17.4898
10	1.58	-17.4489	-18.4353
11	1.75	-20.7377	-19.1052

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	135 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 41	10.05	7.70	0.004	0.004	-0.020	-0.048
3	0.20	100, 42	10.05	7.70	0.036	0.036	0.841	-0.351
4	0.30	100, 42	10.05	7.70	0.136	0.064	5.046	-1.085
5	0.40	100, 43	10.05	7.70	0.254	0.066	10.369	-1.949
6	0.50	100, 44	10.05	7.70	0.370	0.067	15.707	-2.814
7	0.60	100, 45	10.05	7.70	0.484	0.069	21.055	-3.683
8	0.70	100, 45	10.05	7.70	0.595	0.070	26.417	-4.555
9	0.80	100, 46	10.05	7.70	0.705	0.071	31.795	-5.431
10	0.90	100, 47	10.05	7.70	0.813	0.073	37.193	-6.311
11	1.00	100, 48	10.05	7.70	0.920	0.074	42.613	-7.195
12	1.10	100, 49	10.05	7.70	1.025	0.075	48.059	-8.082
13	1.20	100, 49	10.05	7.70	1.128	0.077	53.533	-8.974
14	1.30	100, 50	10.05	7.70	1.231	0.078	59.037	-9.869
15	1.40	100, 51	10.05	15.39	1.259	0.079	64.521	-9.793
16	1.50	100, 52	10.05	15.39	1.354	0.081	70.034	-10.614
17	1.60	100, 52	10.05	7.70	1.535	0.087	75.876	-12.594
18	1.70	100, 53	10.05	7.70	1.644	0.092	82.100	-13.583
19	1.80	100, 54	10.05	7.70	1.759	0.098	88.721	-14.624
20	1.90	100, 55	10.05	7.70	1.879	0.103	95.736	-15.717
21	2.00	100, 55	10.05	7.70	2.003	0.108	103.140	-16.861

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	136 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 22

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.07	100, 70	10.05	10.05	0.002	0.005	0.153	-0.020
3	0.14	100, 70	10.05	10.05	0.009	0.010	0.612	-0.079
4	0.21	100, 70	10.05	10.05	0.020	0.015	1.377	-0.177
5	0.28	100, 70	10.05	10.05	0.036	0.019	2.449	-0.314
6	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.057	0.024	3.826	-0.491
7	0.42	100, 70	10.05	10.05	0.082	0.029	5.510	-0.707
8	0.49	100, 70	10.05	10.05	0.111	0.034	7.499	-0.962
9	0.56	100, 70	10.05	10.05	0.145	0.039	9.795	-1.257
10	0.63	100, 70	10.05	10.05	0.184	0.044	12.397	-1.591
11	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.227	0.048	15.305	-1.964

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	137 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.17	100, 70	10.05	10.05	0.007	-0.006	-0.059	0.457
3	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.026	-0.011	-0.228	1.775
4	0.52	100, 70	10.05	10.05	0.057	-0.016	-0.497	3.875
5	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.099	-0.020	-0.857	6.678
6	0.88	100, 70	10.05	10.05	0.150	-0.024	-1.297	10.106
7	1.05	100, 70	10.05	10.05	0.209	-0.027	-1.807	14.080
8	1.23	100, 70	10.05	10.05	0.275	-0.029	-2.377	18.521
9	1.40	100, 70	10.05	10.05	0.346	-0.032	-2.996	23.351
10	1.58	100, 70	10.05	10.05	0.422	-0.033	-3.656	28.490
11	1.75	100, 70	10.05	10.05	0.502	-0.035	-4.345	33.859

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	138 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-49.41	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.10	10.05	7.70	-51.31	-0.04	0.0000	0.00	0.000
3	0.20	10.05	7.70	-53.24	-0.59	0.0000	0.00	0.000
4	0.30	10.05	7.70	-55.21	-2.23	0.0000	0.00	0.000
5	0.40	10.05	7.70	-57.21	-4.33	0.0000	0.00	0.000
6	0.50	10.05	7.70	-59.25	-6.52	0.0000	0.00	0.000
7	0.60	10.05	7.70	-61.32	-8.81	0.0000	0.00	0.000
8	0.70	10.05	7.70	-63.43	-11.19	0.0000	0.00	0.000
9	0.80	10.05	7.70	-65.57	-13.67	0.0000	0.00	0.000
10	0.90	10.05	7.70	-67.74	-16.25	0.0000	0.00	0.000
11	1.00	10.05	7.70	-69.95	-18.93	0.0000	0.00	0.000
12	1.10	10.05	7.70	-72.19	-21.71	0.0000	0.00	0.000
13	1.20	10.05	7.70	-74.47	-24.60	0.0000	0.00	0.000
14	1.30	10.05	7.70	-76.78	-27.60	0.0000	0.00	0.000
15	1.40	10.05	15.39	-79.79	-30.68	0.0000	0.00	0.000
16	1.50	10.05	15.39	-82.19	-33.88	0.0000	0.00	0.000
17	1.60	10.05	7.70	-83.93	-37.30	0.0000	0.00	0.000
18	1.70	10.05	7.70	-86.37	-41.00	0.0000	0.00	0.000
19	1.80	10.05	7.70	-88.86	-44.99	0.0000	0.00	0.000
20	1.90	10.05	7.70	-91.38	-49.28	0.0000	0.00	0.000
21	2.00	10.05	7.70	-93.93	-53.87	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	10.05	10.05	-148.40	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.03	10.05	10.05	148.40	0.09	0.0000	0.00	0.000
3	-0.96	10.05	10.05	148.40	0.37	0.0000	0.00	0.000
4	-0.89	10.05	10.05	148.40	0.84	0.0000	0.00	0.000
5	-0.82	10.05	10.05	148.40	1.50	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	139 di 297
6	-0.75	10.05	10.05	148.40	2.34	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.68	10.05	10.05	148.40	3.37	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.61	10.05	10.05	148.40	4.59	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.54	10.05	10.05	148.40	6.00	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.47	10.05	10.05	148.40	7.59	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	148.40	9.37	0.0000	0.00	0.000	
12	0.15	10.05	10.05	-148.40	-20.74	0.0000	0.00	0.000	
13	0.33	10.05	10.05	-148.40	-17.45	0.0000	0.00	0.000	
14	0.50	10.05	10.05	-148.40	-14.30	0.0000	0.00	0.000	
15	0.68	10.05	10.05	-148.40	-11.34	0.0000	0.00	0.000	
16	0.85	10.05	10.05	-148.40	-8.62	0.0000	0.00	0.000	
17	1.03	10.05	10.05	-148.40	-6.19	0.0000	0.00	0.000	
18	1.20	10.05	10.05	-148.40	-4.09	0.0000	0.00	0.000	
19	1.38	10.05	10.05	-148.40	-2.37	0.0000	0.00	0.000	
20	1.55	10.05	10.05	-148.40	-1.09	0.0000	0.00	0.000	
21	1.73	10.05	10.05	-148.40	-0.28	0.0000	0.00	0.000	
22	1.90	10.05	10.05	-148.40	0.00	0.0000	0.00	0.000	

COMBINAZIONE n° 23

Valore della spinta statica	40.0865	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	40.0202	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2.3053	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.52	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	3.30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.21	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -2.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	89.2738	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.76	[m]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	140 di 297

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	40.0202	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	166.5621	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	166.5621	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	40.0202	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.00	[m]
Risultante in fondazione	171.3025	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.51	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-0.0146	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2529.2148	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.05542	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.05544	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.72$	$i_q = 0.72$	$i_\gamma = 0.36$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 34.65$	$N'_q = 22.73$	$N'_\gamma = 12.09$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.18

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	141 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.9902	0.0372	1.2386
3	0.20	1.9993	0.5882	11.0430
4	0.30	3.0273	2.2328	20.1643
5	0.40	4.0744	4.3310	21.2985
6	0.50	5.1404	6.5230	22.1869
7	0.60	6.2253	8.8089	23.0932
8	0.70	7.3292	11.1906	24.0175
9	0.80	8.4520	13.6699	24.9598
10	0.90	9.5938	16.2488	25.9199
11	1.00	10.7546	18.9290	26.8981
12	1.10	11.9343	21.7125	27.8941
13	1.20	13.1330	24.6011	28.9082
14	1.30	14.3506	27.5966	29.9269
15	1.40	15.5872	30.6839	30.6466
16	1.50	16.8428	33.8775	32.2104
17	1.60	18.1173	37.2990	34.9037
18	1.70	19.4107	41.0015	37.7015
19	1.80	20.7231	44.9925	40.5711
20	1.90	22.0545	49.2791	43.5124
21	2.00	23.4048	53.8683	46.5140

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	142 di 297

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 23

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.07	0.0937	2.6781
3	0.14	0.3749	5.3561
4	0.21	0.8436	8.0343
5	0.28	1.4997	10.7124
6	0.35	2.3433	13.3906
7	0.42	3.3744	16.0688
8	0.49	4.5930	18.7471
9	0.56	5.9990	21.4253
10	0.63	7.5925	24.1036
11	0.70	9.3735	26.7820

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 23

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	143 di 297

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.2797	-3.1512
3	0.35	-1.0868	-6.0267
4	0.52	-2.3730	-8.6264
5	0.70	-4.0900	-10.9505
6	0.88	-6.1896	-12.9989
7	1.05	-8.6235	-14.7715
8	1.23	-11.3435	-16.2685
9	1.40	-14.3014	-17.4898
10	1.58	-17.4489	-18.4353
11	1.75	-20.7377	-19.1052

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	144 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 41	10.05	7.70	0.004	0.004	-0.020	-0.048
3	0.20	100, 42	10.05	7.70	0.036	0.036	0.841	-0.351
4	0.30	100, 42	10.05	7.70	0.136	0.064	5.046	-1.085
5	0.40	100, 43	10.05	7.70	0.254	0.066	10.369	-1.949
6	0.50	100, 44	10.05	7.70	0.370	0.067	15.707	-2.814
7	0.60	100, 45	10.05	7.70	0.484	0.069	21.055	-3.683
8	0.70	100, 45	10.05	7.70	0.595	0.070	26.417	-4.555
9	0.80	100, 46	10.05	7.70	0.705	0.071	31.795	-5.431
10	0.90	100, 47	10.05	7.70	0.813	0.073	37.193	-6.311
11	1.00	100, 48	10.05	7.70	0.920	0.074	42.613	-7.195
12	1.10	100, 49	10.05	7.70	1.025	0.075	48.059	-8.082
13	1.20	100, 49	10.05	7.70	1.128	0.077	53.533	-8.974
14	1.30	100, 50	10.05	7.70	1.231	0.078	59.037	-9.869
15	1.40	100, 51	10.05	15.39	1.259	0.079	64.521	-9.793
16	1.50	100, 52	10.05	15.39	1.354	0.081	70.034	-10.614
17	1.60	100, 52	10.05	7.70	1.535	0.087	75.876	-12.594
18	1.70	100, 53	10.05	7.70	1.644	0.092	82.100	-13.583
19	1.80	100, 54	10.05	7.70	1.759	0.098	88.721	-14.624
20	1.90	100, 55	10.05	7.70	1.879	0.103	95.736	-15.717
21	2.00	100, 55	10.05	7.70	2.003	0.108	103.140	-16.861

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	145 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 23

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.07	100, 70	10.05	10.05	0.002	0.005	0.153	-0.020
3	0.14	100, 70	10.05	10.05	0.009	0.010	0.612	-0.079
4	0.21	100, 70	10.05	10.05	0.020	0.015	1.377	-0.177
5	0.28	100, 70	10.05	10.05	0.036	0.019	2.449	-0.314
6	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.057	0.024	3.826	-0.491
7	0.42	100, 70	10.05	10.05	0.082	0.029	5.510	-0.707
8	0.49	100, 70	10.05	10.05	0.111	0.034	7.499	-0.962
9	0.56	100, 70	10.05	10.05	0.145	0.039	9.795	-1.257
10	0.63	100, 70	10.05	10.05	0.184	0.044	12.397	-1.591
11	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.227	0.048	15.305	-1.964

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	146 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.17	100, 70	10.05	10.05	0.007	-0.006	-0.059	0.457
3	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.026	-0.011	-0.228	1.775
4	0.52	100, 70	10.05	10.05	0.057	-0.016	-0.497	3.875
5	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.099	-0.020	-0.857	6.678
6	0.88	100, 70	10.05	10.05	0.150	-0.024	-1.297	10.106
7	1.05	100, 70	10.05	10.05	0.209	-0.027	-1.807	14.080
8	1.23	100, 70	10.05	10.05	0.275	-0.029	-2.377	18.521
9	1.40	100, 70	10.05	10.05	0.346	-0.032	-2.996	23.351
10	1.58	100, 70	10.05	10.05	0.422	-0.033	-3.656	28.490
11	1.75	100, 70	10.05	10.05	0.502	-0.035	-4.345	33.859

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	147 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-49.41	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.10	10.05	7.70	-51.31	-0.04	0.0000	0.00	0.000
3	0.20	10.05	7.70	-53.24	-0.59	0.0000	0.00	0.000
4	0.30	10.05	7.70	-55.21	-2.23	0.0000	0.00	0.000
5	0.40	10.05	7.70	-57.21	-4.33	0.0000	0.00	0.000
6	0.50	10.05	7.70	-59.25	-6.52	0.0000	0.00	0.000
7	0.60	10.05	7.70	-61.32	-8.81	0.0000	0.00	0.000
8	0.70	10.05	7.70	-63.43	-11.19	0.0000	0.00	0.000
9	0.80	10.05	7.70	-65.57	-13.67	0.0000	0.00	0.000
10	0.90	10.05	7.70	-67.74	-16.25	0.0000	0.00	0.000
11	1.00	10.05	7.70	-69.95	-18.93	0.0000	0.00	0.000
12	1.10	10.05	7.70	-72.19	-21.71	0.0000	0.00	0.000
13	1.20	10.05	7.70	-74.47	-24.60	0.0000	0.00	0.000
14	1.30	10.05	7.70	-76.78	-27.60	0.0000	0.00	0.000
15	1.40	10.05	15.39	-79.79	-30.68	0.0000	0.00	0.000
16	1.50	10.05	15.39	-82.19	-33.88	0.0000	0.00	0.000
17	1.60	10.05	7.70	-83.93	-37.30	0.0000	0.00	0.000
18	1.70	10.05	7.70	-86.37	-41.00	0.0000	0.00	0.000
19	1.80	10.05	7.70	-88.86	-44.99	0.0000	0.00	0.000
20	1.90	10.05	7.70	-91.38	-49.28	0.0000	0.00	0.000
21	2.00	10.05	7.70	-93.93	-53.87	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	10.05	10.05	-148.40	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.03	10.05	10.05	148.40	0.09	0.0000	0.00	0.000
3	-0.96	10.05	10.05	148.40	0.37	0.0000	0.00	0.000
4	-0.89	10.05	10.05	148.40	0.84	0.0000	0.00	0.000
5	-0.82	10.05	10.05	148.40	1.50	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	148 di 297
6	-0.75	10.05	10.05	148.40	2.34	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.68	10.05	10.05	148.40	3.37	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.61	10.05	10.05	148.40	4.59	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.54	10.05	10.05	148.40	6.00	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.47	10.05	10.05	148.40	7.59	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	148.40	9.37	0.0000	0.00	0.000	
12	0.15	10.05	10.05	-148.40	-20.74	0.0000	0.00	0.000	
13	0.33	10.05	10.05	-148.40	-17.45	0.0000	0.00	0.000	
14	0.50	10.05	10.05	-148.40	-14.30	0.0000	0.00	0.000	
15	0.68	10.05	10.05	-148.40	-11.34	0.0000	0.00	0.000	
16	0.85	10.05	10.05	-148.40	-8.62	0.0000	0.00	0.000	
17	1.03	10.05	10.05	-148.40	-6.19	0.0000	0.00	0.000	
18	1.20	10.05	10.05	-148.40	-4.09	0.0000	0.00	0.000	
19	1.38	10.05	10.05	-148.40	-2.37	0.0000	0.00	0.000	
20	1.55	10.05	10.05	-148.40	-1.09	0.0000	0.00	0.000	
21	1.73	10.05	10.05	-148.40	-0.28	0.0000	0.00	0.000	
22	1.90	10.05	10.05	-148.40	0.00	0.0000	0.00	0.000	

COMBINAZIONE n° 24

Valore della spinta statica	40.0865	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	40.0202	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	2.3053	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.52	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	3.30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.21	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -2.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	89.2738	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.04	[m]	Y = -0.76	[m]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	149 di 297

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	40.0202	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	166.5621	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	166.5621	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	40.0202	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.00	[m]
Risultante in fondazione	171.3025	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.51	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-0.0146	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2529.2148	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.05542	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.05544	[MPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.72$	$i_q = 0.72$	$i_\gamma = 0.36$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 34.65$	$N'_q = 22.73$	$N'_\gamma = 12.09$
----------------	----------------	---------------------

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.40
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.18

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	150 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.9902	0.0372	1.2386
3	0.20	1.9993	0.5882	11.0430
4	0.30	3.0273	2.2328	20.1643
5	0.40	4.0744	4.3310	21.2985
6	0.50	5.1404	6.5230	22.1869
7	0.60	6.2253	8.8089	23.0932
8	0.70	7.3292	11.1906	24.0175
9	0.80	8.4520	13.6699	24.9598
10	0.90	9.5938	16.2488	25.9199
11	1.00	10.7546	18.9290	26.8981
12	1.10	11.9343	21.7125	27.8941
13	1.20	13.1330	24.6011	28.9082
14	1.30	14.3506	27.5966	29.9269
15	1.40	15.5872	30.6839	30.6466
16	1.50	16.8428	33.8775	32.2104
17	1.60	18.1173	37.2990	34.9037
18	1.70	19.4107	41.0015	37.7015
19	1.80	20.7231	44.9925	40.5711
20	1.90	22.0545	49.2791	43.5124
21	2.00	23.4048	53.8683	46.5140

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	151 di 297

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 24

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.07	0.0937	2.6781
3	0.14	0.3749	5.3561
4	0.21	0.8436	8.0343
5	0.28	1.4997	10.7124
6	0.35	2.3433	13.3906
7	0.42	3.3744	16.0688
8	0.49	4.5930	18.7471
9	0.56	5.9990	21.4253
10	0.63	7.5925	24.1036
11	0.70	9.3735	26.7820

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 24

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	152 di 297

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.2797	-3.1512
3	0.35	-1.0868	-6.0267
4	0.52	-2.3730	-8.6264
5	0.70	-4.0900	-10.9505
6	0.88	-6.1896	-12.9989
7	1.05	-8.6235	-14.7715
8	1.23	-11.3435	-16.2685
9	1.40	-14.3014	-17.4898
10	1.58	-17.4489	-18.4353
11	1.75	-20.7377	-19.1052

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	153 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 41	10.05	7.70	0.004	0.004	-0.020	-0.048
3	0.20	100, 42	10.05	7.70	0.036	0.036	0.841	-0.351
4	0.30	100, 42	10.05	7.70	0.136	0.064	5.046	-1.085
5	0.40	100, 43	10.05	7.70	0.254	0.066	10.369	-1.949
6	0.50	100, 44	10.05	7.70	0.370	0.067	15.707	-2.814
7	0.60	100, 45	10.05	7.70	0.484	0.069	21.055	-3.683
8	0.70	100, 45	10.05	7.70	0.595	0.070	26.417	-4.555
9	0.80	100, 46	10.05	7.70	0.705	0.071	31.795	-5.431
10	0.90	100, 47	10.05	7.70	0.813	0.073	37.193	-6.311
11	1.00	100, 48	10.05	7.70	0.920	0.074	42.613	-7.195
12	1.10	100, 49	10.05	7.70	1.025	0.075	48.059	-8.082
13	1.20	100, 49	10.05	7.70	1.128	0.077	53.533	-8.974
14	1.30	100, 50	10.05	7.70	1.231	0.078	59.037	-9.869
15	1.40	100, 51	10.05	15.39	1.259	0.079	64.521	-9.793
16	1.50	100, 52	10.05	15.39	1.354	0.081	70.034	-10.614
17	1.60	100, 52	10.05	7.70	1.535	0.087	75.876	-12.594
18	1.70	100, 53	10.05	7.70	1.644	0.092	82.100	-13.583
19	1.80	100, 54	10.05	7.70	1.759	0.098	88.721	-14.624
20	1.90	100, 55	10.05	7.70	1.879	0.103	95.736	-15.717
21	2.00	100, 55	10.05	7.70	2.003	0.108	103.140	-16.861

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	154 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 24

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.07	100, 70	10.05	10.05	0.002	0.005	0.153	-0.020
3	0.14	100, 70	10.05	10.05	0.009	0.010	0.612	-0.079
4	0.21	100, 70	10.05	10.05	0.020	0.015	1.377	-0.177
5	0.28	100, 70	10.05	10.05	0.036	0.019	2.449	-0.314
6	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.057	0.024	3.826	-0.491
7	0.42	100, 70	10.05	10.05	0.082	0.029	5.510	-0.707
8	0.49	100, 70	10.05	10.05	0.111	0.034	7.499	-0.962
9	0.56	100, 70	10.05	10.05	0.145	0.039	9.795	-1.257
10	0.63	100, 70	10.05	10.05	0.184	0.044	12.397	-1.591
11	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.227	0.048	15.305	-1.964

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	155 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.17	100, 70	10.05	10.05	0.007	-0.006	-0.059	0.457
3	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.026	-0.011	-0.228	1.775
4	0.52	100, 70	10.05	10.05	0.057	-0.016	-0.497	3.875
5	0.70	100, 70	10.05	10.05	0.099	-0.020	-0.857	6.678
6	0.88	100, 70	10.05	10.05	0.150	-0.024	-1.297	10.106
7	1.05	100, 70	10.05	10.05	0.209	-0.027	-1.807	14.080
8	1.23	100, 70	10.05	10.05	0.275	-0.029	-2.377	18.521
9	1.40	100, 70	10.05	10.05	0.346	-0.032	-2.996	23.351
10	1.58	100, 70	10.05	10.05	0.422	-0.033	-3.656	28.490
11	1.75	100, 70	10.05	10.05	0.502	-0.035	-4.345	33.859

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	156 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-49.41	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.10	10.05	7.70	-51.31	-0.04	0.0000	0.00	0.000
3	0.20	10.05	7.70	-53.24	-0.59	0.0000	0.00	0.000
4	0.30	10.05	7.70	-55.21	-2.23	0.0000	0.00	0.000
5	0.40	10.05	7.70	-57.21	-4.33	0.0000	0.00	0.000
6	0.50	10.05	7.70	-59.25	-6.52	0.0000	0.00	0.000
7	0.60	10.05	7.70	-61.32	-8.81	0.0000	0.00	0.000
8	0.70	10.05	7.70	-63.43	-11.19	0.0000	0.00	0.000
9	0.80	10.05	7.70	-65.57	-13.67	0.0000	0.00	0.000
10	0.90	10.05	7.70	-67.74	-16.25	0.0000	0.00	0.000
11	1.00	10.05	7.70	-69.95	-18.93	0.0000	0.00	0.000
12	1.10	10.05	7.70	-72.19	-21.71	0.0000	0.00	0.000
13	1.20	10.05	7.70	-74.47	-24.60	0.0000	0.00	0.000
14	1.30	10.05	7.70	-76.78	-27.60	0.0000	0.00	0.000
15	1.40	10.05	15.39	-79.79	-30.68	0.0000	0.00	0.000
16	1.50	10.05	15.39	-82.19	-33.88	0.0000	0.00	0.000
17	1.60	10.05	7.70	-83.93	-37.30	0.0000	0.00	0.000
18	1.70	10.05	7.70	-86.37	-41.00	0.0000	0.00	0.000
19	1.80	10.05	7.70	-88.86	-44.99	0.0000	0.00	0.000
20	1.90	10.05	7.70	-91.38	-49.28	0.0000	0.00	0.000
21	2.00	10.05	7.70	-93.93	-53.87	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	10.05	10.05	-148.40	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.03	10.05	10.05	148.40	0.09	0.0000	0.00	0.000
3	-0.96	10.05	10.05	148.40	0.37	0.0000	0.00	0.000
4	-0.89	10.05	10.05	148.40	0.84	0.0000	0.00	0.000
5	-0.82	10.05	10.05	148.40	1.50	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	157 di 297
6	-0.75	10.05	10.05	148.40	2.34	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.68	10.05	10.05	148.40	3.37	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.61	10.05	10.05	148.40	4.59	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.54	10.05	10.05	148.40	6.00	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.47	10.05	10.05	148.40	7.59	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	148.40	9.37	0.0000	0.00	0.000	
12	0.15	10.05	10.05	-148.40	-20.74	0.0000	0.00	0.000	
13	0.33	10.05	10.05	-148.40	-17.45	0.0000	0.00	0.000	
14	0.50	10.05	10.05	-148.40	-14.30	0.0000	0.00	0.000	
15	0.68	10.05	10.05	-148.40	-11.34	0.0000	0.00	0.000	
16	0.85	10.05	10.05	-148.40	-8.62	0.0000	0.00	0.000	
17	1.03	10.05	10.05	-148.40	-6.19	0.0000	0.00	0.000	
18	1.20	10.05	10.05	-148.40	-4.09	0.0000	0.00	0.000	
19	1.38	10.05	10.05	-148.40	-2.37	0.0000	0.00	0.000	
20	1.55	10.05	10.05	-148.40	-1.09	0.0000	0.00	0.000	
21	1.73	10.05	10.05	-148.40	-0.28	0.0000	0.00	0.000	
22	1.90	10.05	10.05	-148.40	0.00	0.0000	0.00	0.000	

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	158 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.9902	0.9902	0.0477	0.0613	1.6101	1.9881
3	0.20	1.9993	1.9993	0.7624	0.9043	14.3559	16.8180
4	0.30	3.0273	3.0273	2.8974	3.3978	26.2136	30.6265
5	0.40	4.0744	4.0744	5.6209	6.5830	27.6881	32.4658
6	0.50	5.1404	5.1404	8.4651	9.9209	28.8430	33.9391
7	0.60	6.2253	6.2253	11.4302	13.4118	30.0212	35.4418
8	0.70	7.3292	7.3292	14.5185	17.0586	31.2228	36.9739
9	0.80	8.4520	8.4520	17.7324	20.8645	32.4477	38.5355
10	0.90	9.5938	9.5938	21.0745	24.8323	33.6959	40.1264
11	1.00	10.7546	10.7546	24.5469	28.9652	34.9675	41.7468
12	1.10	11.9343	11.9343	28.1523	33.2662	36.2624	43.3966
13	1.20	13.1330	13.1330	31.8929	37.7382	37.5806	45.0759
14	1.30	14.3506	14.3506	35.7710	42.3842	38.9050	46.7647
15	1.40	15.5872	15.5872	39.7671	47.1816	39.8406	48.0078
16	1.50	16.8428	16.8428	43.8998	52.1526	41.8736	50.5187
17	1.60	18.1173	18.1173	48.3275	57.4796	45.3748	54.7250
18	1.70	19.4107	19.4107	53.1189	63.2423	49.0119	59.0905
19	1.80	20.7231	20.7231	58.2837	69.4521	52.7424	63.5661
20	1.90	22.0545	22.0545	63.8314	76.1201	56.5661	68.1519
21	2.00	23.4048	23.4048	69.7709	83.2570	60.4682	72.8305

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	159 di 297

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.9902	0.9902	0.0372	0.0372	1.2386	1.2386
3	0.20	1.9993	1.9993	0.5882	0.5882	11.0430	11.0430
4	0.30	3.0273	3.0273	2.2328	2.2328	20.1643	20.1643
5	0.40	4.0744	4.0744	4.3310	4.3310	21.2985	21.2985
6	0.50	5.1404	5.1404	6.5230	6.5230	22.1869	22.1869
7	0.60	6.2253	6.2253	8.8089	8.8089	23.0932	23.0932
8	0.70	7.3292	7.3292	11.1906	11.1906	24.0175	24.0175
9	0.80	8.4520	8.4520	13.6699	13.6699	24.9598	24.9598
10	0.90	9.5938	9.5938	16.2488	16.2488	25.9199	25.9199
11	1.00	10.7546	10.7546	18.9290	18.9290	26.8981	26.8981
12	1.10	11.9343	11.9343	21.7125	21.7125	27.8941	27.8941
13	1.20	13.1330	13.1330	24.6011	24.6011	28.9082	28.9082
14	1.30	14.3506	14.3506	27.5966	27.5966	29.9269	29.9269
15	1.40	15.5872	15.5872	30.6839	30.6839	30.6466	30.6466
16	1.50	16.8428	16.8428	33.8775	33.8775	32.2104	32.2104
17	1.60	18.1173	18.1173	37.2990	37.2990	34.9037	34.9037
18	1.70	19.4107	19.4107	41.0015	41.0015	37.7015	37.7015
19	1.80	20.7231	20.7231	44.9925	44.9925	40.5711	40.5711
20	1.90	22.0545	22.0545	49.2791	49.2791	43.5124	43.5124
21	2.00	23.4048	23.4048	53.8683	53.8683	46.5140	46.5140

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	160 di 297

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.1154	0.1872	3.2927	5.3299
3	0.14	0.4603	0.7436	6.5569	10.5469
4	0.21	1.0327	1.6611	9.7926	15.6510
5	0.28	1.8306	2.9321	12.9997	20.6422
6	0.35	2.8520	4.5484	16.1784	25.5205
7	0.42	4.0949	6.5023	19.3285	30.2859
8	0.49	5.5573	8.7858	22.4501	34.9384
9	0.56	7.2373	11.3910	25.5432	39.4779
10	0.63	9.1327	14.3101	28.6077	43.9046
11	0.70	11.2417	17.5351	31.6437	48.2183

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.07	0.0937	0.0937	2.6781	2.6781
3	0.14	0.3749	0.3749	5.3561	5.3561
4	0.21	0.8436	0.8436	8.0343	8.0343
5	0.28	1.4997	1.4997	10.7124	10.7124
6	0.35	2.3433	2.3433	13.3906	13.3906
7	0.42	3.3744	3.3744	16.0688	16.0688
8	0.49	4.5930	4.5930	18.7471	18.7471
9	0.56	5.9990	5.9990	21.4253	21.4253
10	0.63	7.5925	7.5925	24.1036	24.1036
11	0.70	9.3735	9.3735	26.7820	26.7820

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	161 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.8510	-0.6648	-9.5596	-7.5086
3	0.35	-3.2877	-2.5967	-18.1221	-14.4803
4	0.52	-7.1356	-5.7016	-25.6874	-20.9151
5	0.70	-12.2201	-9.8856	-32.2556	-26.7033
6	0.88	-18.3669	-15.0548	-37.8267	-30.9251
7	1.05	-25.4013	-21.0288	-42.4007	-34.1654
8	1.23	-33.1489	-27.2197	-45.9775	-36.4240
9	1.40	-41.4353	-33.7200	-48.5573	-37.7011
10	1.58	-50.0858	-40.3578	-50.1399	-37.9966
11	1.75	-58.9261	-46.9615	-50.9247	-37.3106

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.2797	-0.2797	-3.1512	-3.1512
3	0.35	-1.0868	-1.0868	-6.0267	-6.0267
4	0.52	-2.3730	-2.3730	-8.6264	-8.6264

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	162 di 297

5	0.70	-4.0900	-4.0900	-10.9505	-10.9505
6	0.88	-6.1896	-6.1896	-12.9989	-12.9989
7	1.05	-8.6235	-8.6235	-14.7715	-14.7715
8	1.23	-11.3435	-11.3435	-16.2685	-16.2685
9	1.40	-14.3014	-14.3014	-17.4898	-17.4898
10	1.58	-17.4489	-17.4489	-18.4353	-18.4353
11	1.75	-20.7377	-20.7377	-19.1052	-19.1052

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsdl</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsdl</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.00	0.00	1000.00	165.96	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
					IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	163 di 297
2	0.10	100,41	10.05	7.70	5683.34	-297.98	5739.82	168.57	--	--
3	0.20	100,42	10.05	7.70	481.65	-217.85	240.91	171.18	--	--
4	0.30	100,42	10.05	7.70	148.47	-166.64	49.04	173.78	--	--
5	0.40	100,43	10.05	7.70	100.17	-161.84	24.58	176.37	--	--
6	0.50	100,44	10.05	7.70	84.11	-162.34	16.36	178.96	--	--
7	0.60	100,45	10.05	7.70	76.21	-164.18	12.24	181.54	--	--
8	0.70	100,45	10.05	7.70	71.56	-166.56	9.76	184.12	--	--
9	0.80	100,46	10.05	7.70	68.55	-169.21	8.11	186.69	--	--
10	0.90	100,47	10.05	7.70	66.46	-172.02	6.93	189.25	--	--
11	1.00	100,48	10.05	7.70	64.95	-174.92	6.04	191.81	--	--
12	1.10	100,49	10.05	7.70	63.82	-177.90	5.35	194.37	--	--
13	1.20	100,49	10.05	7.70	62.96	-180.92	4.79	196.92	--	--
14	1.30	100,50	10.05	7.70	62.29	-183.97	4.34	199.47	--	--
15	1.40	100,51	10.05	15.39	61.89	-187.35	3.97	202.02	--	--
16	1.50	100,52	10.05	15.39	61.50	-190.44	3.65	204.56	--	--
17	1.60	100,52	10.05	7.70	60.91	-193.24	3.36	207.09	--	--
18	1.70	100,53	10.05	7.70	60.25	-196.29	3.10	209.63	--	--
19	1.80	100,54	10.05	7.70	59.47	-199.31	2.87	212.16	--	--
20	1.90	100,55	10.05	7.70	58.61	-202.30	2.66	214.68	--	--
21	2.00	100,55	10.05	7.70	57.71	-205.28	2.47	217.21	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fl</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fl</sub>
1	0.00	100,40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100,41	10.05	7.70	0.004	0.004	-0.020	-0.048
3	0.20	100,42	10.05	7.70	0.036	0.036	0.841	-0.351
4	0.30	100,42	10.05	7.70	0.136	0.064	5.046	-1.085
5	0.40	100,43	10.05	7.70	0.254	0.066	10.369	-1.949
6	0.50	100,44	10.05	7.70	0.370	0.067	15.707	-2.814
7	0.60	100,45	10.05	7.70	0.484	0.069	21.055	-3.683
8	0.70	100,45	10.05	7.70	0.595	0.070	26.417	-4.555
9	0.80	100,46	10.05	7.70	0.705	0.071	31.795	-5.431
10	0.90	100,47	10.05	7.70	0.813	0.073	37.193	-6.311

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	164 di 297

11	1.00	100,48	10.05	7.70	0.920	0.074	42.613	-7.195
12	1.10	100,49	10.05	7.70	1.025	0.075	48.059	-8.082
13	1.20	100,49	10.05	7.70	1.128	0.077	53.533	-8.974
14	1.30	100,50	10.05	7.70	1.231	0.078	59.037	-9.869
15	1.40	100,51	10.05	15.39	1.259	0.079	64.521	-9.793
16	1.50	100,52	10.05	15.39	1.354	0.081	70.034	-10.614
17	1.60	100,52	10.05	7.70	1.535	0.087	75.876	-12.594
18	1.70	100,53	10.05	7.70	1.644	0.092	82.100	-13.583
19	1.80	100,54	10.05	7.70	1.759	0.098	88.721	-14.624
20	1.90	100,55	10.05	7.70	1.879	0.103	95.736	-15.717
21	2.00	100,55	10.05	7.70	2.003	0.108	103.140	-16.861

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	165 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$VRd$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 70	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	256.78	--	--
2	0.07	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	1324.73	256.78	--	--
3	0.14	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	333.53	256.78	--	--
4	0.21	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	149.29	256.78	--	--
5	0.28	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	84.58	256.78	--	--
6	0.35	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	54.52	256.78	--	--
7	0.42	100, 70	10.05	10.05	0.00	248.00	38.14	256.78	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	166 di 297

8	0.49	100,70	10.05	10.05	0.00	248.00	28.23	256.78	--	--
9	0.56	100,70	10.05	10.05	0.00	248.00	21.77	256.78	--	--
10	0.63	100,70	10.05	10.05	0.00	248.00	17.33	256.78	--	--
11	0.70	100,70	10.05	10.05	0.00	248.00	14.14	256.78	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
12	0.00	100,70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.07	100,70	10.05	10.05	0.002	0.005	0.153	-0.020
14	0.14	100,70	10.05	10.05	0.009	0.010	0.612	-0.079
15	0.21	100,70	10.05	10.05	0.020	0.015	1.377	-0.177
16	0.28	100,70	10.05	10.05	0.036	0.019	2.449	-0.314
17	0.35	100,70	10.05	10.05	0.057	0.024	3.826	-0.491
18	0.42	100,70	10.05	10.05	0.082	0.029	5.510	-0.707
19	0.49	100,70	10.05	10.05	0.111	0.034	7.499	-0.962
20	0.56	100,70	10.05	10.05	0.145	0.039	9.795	-1.257
21	0.63	100,70	10.05	10.05	0.184	0.044	12.397	-1.591
22	0.70	100,70	10.05	10.05	0.227	0.048	15.305	-1.964

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsdl</sub>
1	0.00	100,70	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	256.78	--	--
2	0.17	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	291.42	256.78	--	--
3	0.35	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	75.43	256.78	--	--
4	0.52	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	34.76	256.78	--	--
5	0.70	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	20.29	256.78	--	--
6	0.88	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	13.50	256.78	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	167 di 297

7	1.05	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	9.76	256.78	--	--
8	1.23	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	7.48	256.78	--	--
9	1.40	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	5.99	256.78	--	--
10	1.58	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	4.95	256.78	--	--
11	1.75	100,70	10.05	10.05	0.00	-248.00	4.21	256.78	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fl</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fl}$	$\sigma_{fs}$
12	0.00	100,70	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.17	100,70	10.05	10.05	0.007	-0.006	-0.059	0.457
14	0.35	100,70	10.05	10.05	0.026	-0.011	-0.228	1.775
15	0.52	100,70	10.05	10.05	0.057	-0.016	-0.497	3.875
16	0.70	100,70	10.05	10.05	0.099	-0.020	-0.857	6.678
17	0.88	100,70	10.05	10.05	0.150	-0.024	-1.297	10.106
18	1.05	100,70	10.05	10.05	0.209	-0.027	-1.807	14.080
19	1.23	100,70	10.05	10.05	0.275	-0.029	-2.377	18.521
20	1.40	100,70	10.05	10.05	0.346	-0.032	-2.996	23.351
21	1.58	100,70	10.05	10.05	0.422	-0.033	-3.656	28.490
22	1.75	100,70	10.05	10.05	0.502	-0.035	-4.345	33.859

# ALLEGATO 2

## *TABULATI DI CALCOLO MURO TIPO 3*

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	169 di 297

## Geometria muro e fondazione

Descrizione

**Muro a gradoni in c.a.**

### Descrizione dei gradoni

#### *Simbologia adottata*

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.40	0.40	1.50	0.00	0.00
2	0.70	0.70	1.50	0.00	0.00

Altezza del paramento      3.00 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.55 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.25 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.15 [m]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	170 di 297

## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	35.00 [MPa]
Modulo elastico E	32587.986 [MPa]

### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449.94 [MPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0.01	0.00	0.00
2	10.00	4.50	24.25
3	20.00	4.50	0.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	171 di 297

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.30	[m]

## Falda

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
$c$	Coesione espressa in [MPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	38.00	0.00	0.0000	0.0000
Fondazione	19.50	19.50	34.00	30.00	0.0000	0.0000

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	172 di 297

*N*                   Indice dello strato  
*H*                   Spessore dello strato espresso in [m]  
*a*                   Inclinazione espressa in [°]  
*K<sub>w</sub>*                Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
*K<sub>s</sub>*                Coefficiente di spinta  
*Terreno*           Terreno dello strato

Nr.	H	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	3.80	0.00	0.20	50.00	Rilevato
2	6.20	0.00	7.45	50.00	Fondazione

## Condizioni di carico

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

*X*                   Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
*F<sub>x</sub>*                Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
*F<sub>y</sub>*                Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
*M*                Momento espresso in [kNm]  
*X<sub>i</sub>*                Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
*X<sub>f</sub>*                Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
*Q<sub>i</sub>*                Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN/m]  
*Q<sub>f</sub>*                Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN/m]  
*D / C*            Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	173 di 297

Condizione n° 1 (BALL+ARMAM)

D	Profilo	$X_i=10.00$	$X_f=20.00$	$Q_i=14.4000$	$Q_f=14.4000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (TRENO)

D	Profilo	$X_i=11.00$	$X_f=14.20$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 3 (Doppio Treno)

D	Profilo	$X_i=11.00$	$X_f=14.20$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

D	Profilo	$X_i=16.00$	$X_f=19.20$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	174 di 297

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30

### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10

### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	175 di 297

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30
TRENO	SFAV	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10
TRENO	SFAV	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.25	0.80	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30
Doppio Treno	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	176 di 297

Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10
Doppio Treno	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
Doppio Treno	SFAV	1.25	1.00	1.25

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	177 di 297

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	178 di 297

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	179 di 297

BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 22 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 24 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	180 di 297

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure  $w_1 = 0.10$

$w_2 = 0.15$

$w_3 = 0.20$

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/1996)

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.55 f_{ck} - \sigma_f < 0.75 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni



ITINERARIO NAPOLI-BARI.  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.  
2° LOTTO FUNZIONALE TELESE - SAN LORENZO.

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	181 di 297

Terreno a monte a elevata permeabilità

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	182 di 297

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
$CS_{SCO}$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
$CS_{RIB}$	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
$CS_{QLM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite
$CS_{STAB}$	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.98	--	8.81	--
2	EQU - [1]	--	--	3.51	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.77
4	A1-M1 - [2]	--	1.98	--	8.81	--
5	EQU - [2]	--	--	3.51	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.77
7	A1-M1 - [3]	--	1.98	--	8.81	--
8	EQU - [3]	--	--	3.51	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.77
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.22	--	3.77	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.31	--	3.93	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.93	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.22	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.41
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.37
16	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	1.31	--	3.93	--
17	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	1.22	--	3.77	--
18	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.90	--	--
19	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.19	--	--
20	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.41

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	183 di 297

21	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.37
22	SLEQ - [1]	--	2.58	--	12.12	--
23	SLEF - [1]	--	2.58	--	12.12	--
24	SLER - [1]	--	2.58	--	12.12	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	184 di 297

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	41.255517
Longitudine	14.597709
Comune	Guardia Sanframondi
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Punti di interpolazione del reticolo	31208 - 31207 - 31429 - 31430

#### **Tipo di opera**

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	185 di 297

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	113 anni

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g$	3.53 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.19
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.31
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 13.29$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 6.65$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	2.40 [m]
Peso muro	123.8109 [kN]
Baricentro del muro	X=0.45 Y=-2.85

Superficie di spinta

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	186 di 297

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.85	Y = -3.80
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.85	Y = 1.28
Altezza della superficie di spinta	5.08	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	81.5970	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	81.5970	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.11	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.13	[°]		
Incremento sismico della spinta	36.5286	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.11	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46.38	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.85	[m]	Y = -3.80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	198.3315	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.57	[m]	Y = -1.11	[m]
Inerzia del muro	16.4561	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-8.2281	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	26.3609	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-13.1805	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	161.7202	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	306.5839	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-20.8647	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	306.5839	[kN]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	187 di 297

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	161.7202	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.56	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Risultante in fondazione	346.6225	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.81	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	171.7104	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1155.3363	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.12918	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.01510	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.48$	$i_q = 0.48$	$i_\gamma = 0.03$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 22.09$	$N'_q = 14.74$	$N'_\gamma = 1.08$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.77

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	188 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4710	0.0236	0.3472
3	0.30	2.9420	0.1143	0.8961
4	0.45	4.4131	0.3025	1.6482
5	0.60	5.8841	0.6189	2.6036
6	0.75	7.3551	1.0938	3.7621
7	0.90	8.8261	1.7577	5.1239
8	1.05	10.2971	2.6411	6.6888
9	1.20	11.7682	3.7745	8.4569
10	1.35	13.2392	5.1883	10.4283
11	1.50	14.7102	6.9131	12.6028
12	1.50	24.0890	8.1824	13.8834
13	1.65	26.6633	10.4613	16.5361
14	1.80	29.2376	13.1534	19.3920
15	1.95	31.8119	16.2891	22.4511
16	2.10	34.3862	19.8989	25.7134
17	2.25	36.9605	24.0132	29.1788
18	2.40	39.5348	28.6627	32.8475
19	2.55	42.1090	33.8776	36.7194
20	2.70	44.6833	39.6886	40.7944
21	2.85	47.2576	46.1261	45.0727

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	189 di 297

22	3.00	49.8319	53.2206	49.5541
----	------	---------	---------	---------

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.5141	10.2370
3	0.20	2.0385	20.2057
4	0.30	4.5463	29.9059
5	0.40	8.0107	39.3377
6	0.50	12.4049	48.5011
7	0.60	17.7020	57.3960
8	0.70	23.8751	66.0225
9	0.80	30.8975	74.3807
10	0.90	38.7423	82.4704
11	1.00	47.3826	90.2917

## Sollecitazioni fondazione di monte

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	190 di 297

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.26	-2.8303	-21.8100
3	0.51	-10.9250	-41.2889
4	0.77	-23.6895	-58.4365
5	1.02	-40.5295	-73.2530
6	1.27	-60.8504	-85.7383
7	1.53	-84.0578	-95.8923
8	1.78	-109.5573	-103.7152
9	2.04	-136.7544	-109.2068
10	2.29	-165.0547	-112.3673
11	2.55	-193.8636	-113.1966

## Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	191 di 297

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.00	0.00	1000.00	155.24	--	--
2	0.15	100, 40	10.05	7.70	5802.58	-92.91	3944.59	155.43	--	--
3	0.30	100, 40	10.05	7.70	5589.25	-217.06	1899.79	155.63	--	--
4	0.45	100, 40	10.05	7.70	4706.79	-322.68	1066.56	155.82	--	--
5	0.60	100, 40	10.05	7.70	3715.16	-390.76	631.39	156.01	--	--
6	0.75	100, 40	10.05	7.70	2827.28	-420.45	384.40	156.21	--	--
7	0.90	100, 40	10.05	7.70	1895.70	-377.52	214.78	156.40	--	--
8	1.05	100, 40	10.05	7.70	1211.95	-310.85	117.70	156.59	--	--
9	1.20	100, 40	10.05	7.70	797.09	-255.66	67.73	156.79	--	--
10	1.35	100, 40	10.05	7.70	557.72	-218.57	42.13	156.98	--	--
11	1.50	100, 40	10.05	7.70	419.43	-197.11	28.51	157.17	--	--
12	1.50	100, 70	10.05	7.70	2832.90	-962.26	117.60	243.55	--	--
13	1.65	100, 70	10.05	7.70	2094.90	-821.93	78.57	243.91	--	--
14	1.80	100, 70	10.05	7.70	1521.23	-684.37	52.03	244.27	--	--
15	1.95	100, 70	10.05	7.70	1129.34	-578.27	35.50	244.62	--	--
16	2.10	100, 70	10.05	7.70	865.86	-501.06	25.18	244.98	--	--
17	2.25	100, 70	10.05	7.70	693.46	-450.54	18.76	245.34	--	--
18	2.40	100, 70	10.05	15.39	577.19	-418.46	14.60	245.70	--	--
19	2.55	100, 70	10.05	7.70	483.56	-389.03	11.48	246.06	--	--
20	2.70	100, 70	10.05	7.70	415.56	-369.10	9.30	246.42	--	--
21	2.85	100, 70	10.05	7.70	362.11	-353.44	7.66	246.78	--	--
22	3.00	100, 70	10.05	7.70	319.15	-340.85	6.40	247.13	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	192 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	556.29	266.97	--	--
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	140.29	266.97	--	--
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	62.90	266.97	--	--
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	35.70	266.97	--	--
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	23.05	266.97	--	--
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	16.16	266.97	--	--
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	11.98	266.97	--	--
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	9.26	266.97	--	--
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	7.38	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	193 di 297

11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	6.04	266.97	--	--
----	------	---------	-------	-------	------	--------	------	--------	----	----

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	101.04	266.97	--	--
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	26.18	266.97	--	--
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	12.07	266.97	--	--
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	7.06	266.97	--	--
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	4.70	266.97	--	--
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	3.40	266.97	--	--
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.61	266.97	--	--
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.09	266.97	--	--
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.73	266.97	--	--
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.48	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	194 di 297

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.38 Y[m]= 3.38

Raggio del cerchio R[m]= 7.87

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.39

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.49

Larghezza della striscia dx[m]= 0.52

Coefficiente di sicurezza C= 1.37

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	13.2015	79.56	12.9829	0.0279	32.01	0.000	0.000
2	30.8338	64.75	27.8874	0.0118	32.01	0.000	0.000
3	38.1411	56.91	31.9546	0.0093	32.01	0.000	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	195 di 297
4	43.0436	50.52	33.2225	0.0079	32.01	0.000	0.000		
5	46.5202	44.92	32.8470	0.0071	32.01	0.000	0.000		
6	48.9882	39.82	31.3733	0.0066	32.01	0.000	0.000		
7	50.6744	35.09	29.1287	0.0062	32.01	0.000	0.000		
8	51.7180	30.61	26.3372	0.0059	32.01	0.000	0.000		
9	52.2114	26.34	23.1657	0.0056	32.01	0.000	0.000		
10	54.0379	22.22	20.4344	0.0055	28.39	0.000	0.000		
11	53.5832	18.22	16.7509	0.0053	28.35	0.000	0.000		
12	52.7102	14.31	13.0240	0.0052	28.35	0.000	0.000		
13	51.4623	10.46	9.3437	0.0051	28.35	0.000	0.000		
14	49.9949	6.66	5.8016	0.0051	28.35	0.000	0.000		
15	53.3540	2.90	2.6957	0.0051	28.35	0.000	0.000		
16	31.3289	-0.86	-0.4697	0.0051	28.35	0.000	0.000		
17	19.9184	-4.62	-1.6037	0.0051	28.35	0.000	0.000		
18	17.8933	-8.40	-2.6130	0.0051	28.35	0.000	0.000		
19	16.4467	-12.21	-3.4794	0.0052	28.35	0.000	0.000		
20	15.1406	-16.09	-4.1951	0.0053	28.35	0.000	0.000		
21	13.4510	-20.04	-4.6084	0.0054	28.35	0.000	0.000		
22	11.3436	-24.09	-4.6298	0.0055	30.15	0.000	0.000		
23	8.7376	-28.27	-4.1389	0.0057	32.01	0.000	0.000		
24	5.6111	-32.63	-3.0258	0.0060	32.01	0.000	0.000		
25	1.8964	-37.22	-1.1470	0.0063	32.01	0.000	0.000		

$\Sigma W_i = 832.2423$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 287.0385$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 483.0526$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.35$

COMBINAZIONE n° 18

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	196 di 297

Valore della spinta statica	113.1197	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	113.1197	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.11	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.32	[°]		
Incremento sismico della spinta	58.1207	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.11	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41.07	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.85	[m]	Y = -3.80	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	198.3315	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.57	[m]	Y = -1.11	[m]
Inerzia del muro	16.4561	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-8.2281	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	26.3609	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-13.1805	[kN]		
<i><u>Risultanti</u></i>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	214.8351	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	306.5839	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-16.5676	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	431.8227	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	821.6057	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	306.5839	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	214.8351	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.85	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.81	[m]		
Risultante in fondazione	374.3632	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	35.02	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	261.7079	[kNm]		

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	197 di 297

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

1.90

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	198 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4710	0.0034	0.0687
3	0.30	2.9420	0.0277	0.2781
4	0.45	4.4131	0.0940	0.6299
5	0.60	5.8841	0.2237	1.1242
6	0.75	7.3551	0.4383	1.7609
7	0.90	8.8261	0.7591	2.5400
8	1.05	10.2971	1.2075	3.4616
9	1.20	11.7682	1.8047	4.5256
10	1.35	13.2392	2.5723	5.7321
11	1.50	14.7102	3.5315	7.0810
12	1.50	24.0890	4.8007	8.3616
13	1.65	26.6633	6.1746	9.9813
14	1.80	29.2376	7.8022	11.7434
15	1.95	31.8119	9.7048	13.6479
16	2.10	34.3862	11.9037	15.6949
17	2.25	36.9605	14.4204	17.8843
18	2.40	39.5348	17.2761	20.2162
19	2.55	42.1090	20.4923	22.6905
20	2.70	44.6833	24.0904	25.3072
21	2.85	47.2576	28.0916	28.0664

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	199 di 297

22      3.00      49.8319      32.5174      30.9680

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 22

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.2808	5.6134
3	0.20	1.1220	11.2055
4	0.30	2.5212	16.7763
5	0.40	4.4765	22.3257
6	0.50	6.9857	27.8539
7	0.60	10.0466	33.3607
8	0.70	13.6571	38.8462
9	0.80	17.8151	44.3104
10	0.90	22.5185	49.7533
11	1.00	27.7650	55.1748

## Sollecitazioni fondazione di monte

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	200 di 297

### Combinazione n° 22

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.0276	-7.9391
3	0.51	-3.9874	-15.1537
4	0.77	-8.6945	-21.6440
5	1.02	-14.9642	-27.4098
6	1.27	-22.6119	-32.4512
7	1.53	-31.4527	-36.7682
8	1.78	-41.3021	-40.3608
9	2.04	-51.9752	-43.2290
10	2.29	-63.2873	-45.3727
11	2.55	-75.0537	-46.7921

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	201 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.15	100, 40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.050	-0.054
3	0.30	100, 40	10.05	7.70	0.008	0.001	-0.092	-0.115
4	0.45	100, 40	10.05	7.70	0.014	0.002	-0.118	-0.193
5	0.60	100, 40	10.05	7.70	0.022	0.004	-0.120	-0.295
6	0.75	100, 40	10.05	7.70	0.032	0.006	-0.090	-0.430
7	0.90	100, 40	10.05	7.70	0.047	0.009	-0.005	-0.610
8	1.05	100, 40	10.05	7.70	0.071	0.012	0.279	-0.877
9	1.20	100, 40	10.05	7.70	0.109	0.015	1.003	-1.257
10	1.35	100, 40	10.05	7.70	0.161	0.019	2.369	-1.738
11	1.50	100, 40	10.05	7.70	0.228	0.024	4.440	-2.302
12	1.50	100, 70	10.05	7.70	0.095	0.015	0.453	-1.286
13	1.65	100, 70	10.05	7.70	0.124	0.018	0.986	-1.644
14	1.80	100, 70	10.05	7.70	0.162	0.021	1.899	-2.096
15	1.95	100, 70	10.05	7.70	0.209	0.025	3.311	-2.643
16	2.10	100, 70	10.05	7.70	0.266	0.028	5.293	-3.278
17	2.25	100, 70	10.05	7.70	0.332	0.032	7.876	-3.992
18	2.40	100, 70	10.05	15.39	0.385	0.037	10.809	-4.493
19	2.55	100, 70	10.05	7.70	0.491	0.041	14.921	-5.652
20	2.70	100, 70	10.05	7.70	0.585	0.046	19.421	-6.603
21	2.85	100, 70	10.05	7.70	0.688	0.051	24.607	-7.637
22	3.00	100, 70	10.05	7.70	0.802	0.056	30.506	-8.761

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	202 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 22

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.005	0.009	0.395	-0.050
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.022	0.018	1.580	-0.198
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.049	0.026	3.550	-0.446
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.087	0.035	6.304	-0.791
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.135	0.044	9.837	-1.235
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.194	0.052	14.147	-1.776
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.264	0.061	19.231	-2.414
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.344	0.070	25.087	-3.149
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.435	0.078	31.710	-3.981
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.537	0.087	39.098	-4.908

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	203 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.020	-0.012	-0.182	1.447
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.077	-0.024	-0.705	5.615
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.168	-0.034	-1.537	12.243
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.289	-0.043	-2.645	21.072
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.437	-0.051	-3.997	31.841
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.608	-0.058	-5.560	44.291
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	0.798	-0.063	-7.301	58.160
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	1.005	-0.068	-9.188	73.190
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	1.223	-0.071	-11.187	89.119
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	1.451	-0.073	-13.267	105.688

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	204 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.15	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.30	10.05	7.70	-45.31	-0.03	0.0000	0.00	0.000
4	0.45	10.05	7.70	-45.31	-0.09	0.0000	0.00	0.000
5	0.60	10.05	7.70	-45.31	-0.22	0.0000	0.00	0.000
6	0.75	10.05	7.70	-45.31	-0.44	0.0000	0.00	0.000
7	0.90	10.05	7.70	-45.31	-0.76	0.0000	0.00	0.000
8	1.05	10.05	7.70	-45.31	-1.21	0.0000	0.00	0.000
9	1.20	10.05	7.70	-45.31	-1.80	0.0000	0.00	0.000
10	1.35	10.05	7.70	-45.31	-2.57	0.0000	0.00	0.000
11	1.50	10.05	7.70	-45.31	-3.53	0.0000	0.00	0.000
12	1.50	10.05	7.70	-135.69	-4.80	0.0000	0.00	0.000
13	1.65	10.05	7.70	-135.69	-6.17	0.0000	0.00	0.000
14	1.80	10.05	7.70	-135.69	-7.80	0.0000	0.00	0.000
15	1.95	10.05	7.70	-135.69	-9.70	0.0000	0.00	0.000
16	2.10	10.05	7.70	-135.69	-11.90	0.0000	0.00	0.000
17	2.25	10.05	7.70	-135.69	-14.42	0.0000	0.00	0.000
18	2.40	10.05	15.39	-136.77	-17.28	0.0000	0.00	0.000
19	2.55	10.05	7.70	-135.69	-20.49	0.0000	0.00	0.000
20	2.70	10.05	7.70	-135.69	-24.09	0.0000	0.00	0.000
21	2.85	10.05	7.70	-135.69	-28.09	0.0000	0.00	0.000
22	3.00	10.05	7.70	-135.69	-32.52	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.40	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.30	10.05	10.05	176.67	0.28	0.0000	0.00	0.000
3	-1.20	10.05	10.05	176.67	1.12	0.0000	0.00	0.000
4	-1.10	10.05	10.05	176.67	2.52	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	205 di 297
5	-1.00	10.05	10.05	176.67	4.48	0.0000	0.00	0.000	
6	-0.90	10.05	10.05	176.67	6.99	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.80	10.05	10.05	176.67	10.05	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.70	10.05	10.05	176.67	13.66	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.60	10.05	10.05	176.67	17.82	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.50	10.05	10.05	176.67	22.52	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	176.67	27.77	0.0000	0.00	0.000	
12	0.30	10.05	10.05	-176.67	-75.05	0.0000	0.00	0.000	
13	0.55	10.05	10.05	-176.67	-63.29	0.0000	0.00	0.000	
14	0.81	10.05	10.05	-176.67	-51.98	0.0000	0.00	0.000	
15	1.06	10.05	10.05	-176.67	-41.30	0.0000	0.00	0.000	
16	1.32	10.05	10.05	-176.67	-31.45	0.0000	0.00	0.000	
17	1.57	10.05	10.05	-176.67	-22.61	0.0000	0.00	0.000	
18	1.83	10.05	10.05	-176.67	-14.96	0.0000	0.00	0.000	
19	2.08	10.05	10.05	-176.67	-8.69	0.0000	0.00	0.000	
20	2.34	10.05	10.05	-176.67	-3.99	0.0000	0.00	0.000	
21	2.59	10.05	10.05	-176.67	-1.03	0.0000	0.00	0.000	
22	2.85	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000	

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	206 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4710	0.0034	0.0687
3	0.30	2.9420	0.0277	0.2781
4	0.45	4.4131	0.0940	0.6299
5	0.60	5.8841	0.2237	1.1242
6	0.75	7.3551	0.4383	1.7609
7	0.90	8.8261	0.7591	2.5400
8	1.05	10.2971	1.2075	3.4616
9	1.20	11.7682	1.8047	4.5256
10	1.35	13.2392	2.5723	5.7321
11	1.50	14.7102	3.5315	7.0810
12	1.50	24.0890	4.8007	8.3616
13	1.65	26.6633	6.1746	9.9813
14	1.80	29.2376	7.8022	11.7434
15	1.95	31.8119	9.7048	13.6479
16	2.10	34.3862	11.9037	15.6949
17	2.25	36.9605	14.4204	17.8843
18	2.40	39.5348	17.2761	20.2162
19	2.55	42.1090	20.4923	22.6905
20	2.70	44.6833	24.0904	25.3072
21	2.85	47.2576	28.0916	28.0664

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	207 di 297

22      3.00      49.8319      32.5174      30.9680

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 23

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.2808	5.6134
3	0.20	1.1220	11.2055
4	0.30	2.5212	16.7763
5	0.40	4.4765	22.3257
6	0.50	6.9857	27.8539
7	0.60	10.0466	33.3607
8	0.70	13.6571	38.8462
9	0.80	17.8151	44.3104
10	0.90	22.5185	49.7533
11	1.00	27.7650	55.1748

## Sollecitazioni fondazione di monte

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	208 di 297

### Combinazione n° 23

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.0276	-7.9391
3	0.51	-3.9874	-15.1537
4	0.77	-8.6945	-21.6440
5	1.02	-14.9642	-27.4098
6	1.27	-22.6119	-32.4512
7	1.53	-31.4527	-36.7682
8	1.78	-41.3021	-40.3608
9	2.04	-51.9752	-43.2290
10	2.29	-63.2873	-45.3727
11	2.55	-75.0537	-46.7921

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	209 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.15	100, 40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.050	-0.054
3	0.30	100, 40	10.05	7.70	0.008	0.001	-0.092	-0.115
4	0.45	100, 40	10.05	7.70	0.014	0.002	-0.118	-0.193
5	0.60	100, 40	10.05	7.70	0.022	0.004	-0.120	-0.295
6	0.75	100, 40	10.05	7.70	0.032	0.006	-0.090	-0.430
7	0.90	100, 40	10.05	7.70	0.047	0.009	-0.005	-0.610
8	1.05	100, 40	10.05	7.70	0.071	0.012	0.279	-0.877
9	1.20	100, 40	10.05	7.70	0.109	0.015	1.003	-1.257
10	1.35	100, 40	10.05	7.70	0.161	0.019	2.369	-1.738
11	1.50	100, 40	10.05	7.70	0.228	0.024	4.440	-2.302
12	1.50	100, 70	10.05	7.70	0.095	0.015	0.453	-1.286
13	1.65	100, 70	10.05	7.70	0.124	0.018	0.986	-1.644
14	1.80	100, 70	10.05	7.70	0.162	0.021	1.899	-2.096
15	1.95	100, 70	10.05	7.70	0.209	0.025	3.311	-2.643
16	2.10	100, 70	10.05	7.70	0.266	0.028	5.293	-3.278
17	2.25	100, 70	10.05	7.70	0.332	0.032	7.876	-3.992
18	2.40	100, 70	10.05	15.39	0.385	0.037	10.809	-4.493
19	2.55	100, 70	10.05	7.70	0.491	0.041	14.921	-5.652
20	2.70	100, 70	10.05	7.70	0.585	0.046	19.421	-6.603
21	2.85	100, 70	10.05	7.70	0.688	0.051	24.607	-7.637
22	3.00	100, 70	10.05	7.70	0.802	0.056	30.506	-8.761

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	210 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 23

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.005	0.009	0.395	-0.050
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.022	0.018	1.580	-0.198
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.049	0.026	3.550	-0.446
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.087	0.035	6.304	-0.791
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.135	0.044	9.837	-1.235
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.194	0.052	14.147	-1.776
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.264	0.061	19.231	-2.414
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.344	0.070	25.087	-3.149
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.435	0.078	31.710	-3.981
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.537	0.087	39.098	-4.908

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	211 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.020	-0.012	-0.182	1.447
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.077	-0.024	-0.705	5.615
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.168	-0.034	-1.537	12.243
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.289	-0.043	-2.645	21.072
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.437	-0.051	-3.997	31.841
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.608	-0.058	-5.560	44.291
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	0.798	-0.063	-7.301	58.160
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	1.005	-0.068	-9.188	73.190
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	1.223	-0.071	-11.187	89.119
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	1.451	-0.073	-13.267	105.688

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	212 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.15	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.30	10.05	7.70	-45.31	-0.03	0.0000	0.00	0.000
4	0.45	10.05	7.70	-45.31	-0.09	0.0000	0.00	0.000
5	0.60	10.05	7.70	-45.31	-0.22	0.0000	0.00	0.000
6	0.75	10.05	7.70	-45.31	-0.44	0.0000	0.00	0.000
7	0.90	10.05	7.70	-45.31	-0.76	0.0000	0.00	0.000
8	1.05	10.05	7.70	-45.31	-1.21	0.0000	0.00	0.000
9	1.20	10.05	7.70	-45.31	-1.80	0.0000	0.00	0.000
10	1.35	10.05	7.70	-45.31	-2.57	0.0000	0.00	0.000
11	1.50	10.05	7.70	-45.31	-3.53	0.0000	0.00	0.000
12	1.50	10.05	7.70	-135.69	-4.80	0.0000	0.00	0.000
13	1.65	10.05	7.70	-135.69	-6.17	0.0000	0.00	0.000
14	1.80	10.05	7.70	-135.69	-7.80	0.0000	0.00	0.000
15	1.95	10.05	7.70	-135.69	-9.70	0.0000	0.00	0.000
16	2.10	10.05	7.70	-135.69	-11.90	0.0000	0.00	0.000
17	2.25	10.05	7.70	-135.69	-14.42	0.0000	0.00	0.000
18	2.40	10.05	15.39	-136.77	-17.28	0.0000	0.00	0.000
19	2.55	10.05	7.70	-135.69	-20.49	0.0000	0.00	0.000
20	2.70	10.05	7.70	-135.69	-24.09	0.0000	0.00	0.000
21	2.85	10.05	7.70	-135.69	-28.09	0.0000	0.00	0.000
22	3.00	10.05	7.70	-135.69	-32.52	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.40	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.30	10.05	10.05	176.67	0.28	0.0000	0.00	0.000
3	-1.20	10.05	10.05	176.67	1.12	0.0000	0.00	0.000
4	-1.10	10.05	10.05	176.67	2.52	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	213 di 297
5	-1.00	10.05	10.05	176.67	4.48	0.0000	0.00	0.000	
6	-0.90	10.05	10.05	176.67	6.99	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.80	10.05	10.05	176.67	10.05	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.70	10.05	10.05	176.67	13.66	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.60	10.05	10.05	176.67	17.82	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.50	10.05	10.05	176.67	22.52	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	176.67	27.77	0.0000	0.00	0.000	
12	0.30	10.05	10.05	-176.67	-75.05	0.0000	0.00	0.000	
13	0.55	10.05	10.05	-176.67	-63.29	0.0000	0.00	0.000	
14	0.81	10.05	10.05	-176.67	-51.98	0.0000	0.00	0.000	
15	1.06	10.05	10.05	-176.67	-41.30	0.0000	0.00	0.000	
16	1.32	10.05	10.05	-176.67	-31.45	0.0000	0.00	0.000	
17	1.57	10.05	10.05	-176.67	-22.61	0.0000	0.00	0.000	
18	1.83	10.05	10.05	-176.67	-14.96	0.0000	0.00	0.000	
19	2.08	10.05	10.05	-176.67	-8.69	0.0000	0.00	0.000	
20	2.34	10.05	10.05	-176.67	-3.99	0.0000	0.00	0.000	
21	2.59	10.05	10.05	-176.67	-1.03	0.0000	0.00	0.000	
22	2.85	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000	

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	214 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4710	0.0034	0.0687
3	0.30	2.9420	0.0277	0.2781
4	0.45	4.4131	0.0940	0.6299
5	0.60	5.8841	0.2237	1.1242
6	0.75	7.3551	0.4383	1.7609
7	0.90	8.8261	0.7591	2.5400
8	1.05	10.2971	1.2075	3.4616
9	1.20	11.7682	1.8047	4.5256
10	1.35	13.2392	2.5723	5.7321
11	1.50	14.7102	3.5315	7.0810
12	1.50	24.0890	4.8007	8.3616
13	1.65	26.6633	6.1746	9.9813
14	1.80	29.2376	7.8022	11.7434
15	1.95	31.8119	9.7048	13.6479
16	2.10	34.3862	11.9037	15.6949
17	2.25	36.9605	14.4204	17.8843
18	2.40	39.5348	17.2761	20.2162
19	2.55	42.1090	20.4923	22.6905
20	2.70	44.6833	24.0904	25.3072
21	2.85	47.2576	28.0916	28.0664

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	215 di 297

22      3.00      49.8319      32.5174      30.9680

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 24

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.2808	5.6134
3	0.20	1.1220	11.2055
4	0.30	2.5212	16.7763
5	0.40	4.4765	22.3257
6	0.50	6.9857	27.8539
7	0.60	10.0466	33.3607
8	0.70	13.6571	38.8462
9	0.80	17.8151	44.3104
10	0.90	22.5185	49.7533
11	1.00	27.7650	55.1748

## Sollecitazioni fondazione di monte

Muro di sottscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	216 di 297

#### Combinazione n° 24

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.0276	-7.9391
3	0.51	-3.9874	-15.1537
4	0.77	-8.6945	-21.6440
5	1.02	-14.9642	-27.4098
6	1.27	-22.6119	-32.4512
7	1.53	-31.4527	-36.7682
8	1.78	-41.3021	-40.3608
9	2.04	-51.9752	-43.2290
10	2.29	-63.2873	-45.3727
11	2.55	-75.0537	-46.7921

## Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 24

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	217 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.15	100, 40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.050	-0.054
3	0.30	100, 40	10.05	7.70	0.008	0.001	-0.092	-0.115
4	0.45	100, 40	10.05	7.70	0.014	0.002	-0.118	-0.193
5	0.60	100, 40	10.05	7.70	0.022	0.004	-0.120	-0.295
6	0.75	100, 40	10.05	7.70	0.032	0.006	-0.090	-0.430
7	0.90	100, 40	10.05	7.70	0.047	0.009	-0.005	-0.610
8	1.05	100, 40	10.05	7.70	0.071	0.012	0.279	-0.877
9	1.20	100, 40	10.05	7.70	0.109	0.015	1.003	-1.257
10	1.35	100, 40	10.05	7.70	0.161	0.019	2.369	-1.738
11	1.50	100, 40	10.05	7.70	0.228	0.024	4.440	-2.302
12	1.50	100, 70	10.05	7.70	0.095	0.015	0.453	-1.286
13	1.65	100, 70	10.05	7.70	0.124	0.018	0.986	-1.644
14	1.80	100, 70	10.05	7.70	0.162	0.021	1.899	-2.096
15	1.95	100, 70	10.05	7.70	0.209	0.025	3.311	-2.643
16	2.10	100, 70	10.05	7.70	0.266	0.028	5.293	-3.278
17	2.25	100, 70	10.05	7.70	0.332	0.032	7.876	-3.992
18	2.40	100, 70	10.05	15.39	0.385	0.037	10.809	-4.493
19	2.55	100, 70	10.05	7.70	0.491	0.041	14.921	-5.652
20	2.70	100, 70	10.05	7.70	0.585	0.046	19.421	-6.603
21	2.85	100, 70	10.05	7.70	0.688	0.051	24.607	-7.637
22	3.00	100, 70	10.05	7.70	0.802	0.056	30.506	-8.761

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	218 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 24

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.005	0.009	0.395	-0.050
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.022	0.018	1.580	-0.198
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.049	0.026	3.550	-0.446
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.087	0.035	6.304	-0.791
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.135	0.044	9.837	-1.235
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.194	0.052	14.147	-1.776
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.264	0.061	19.231	-2.414
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.344	0.070	25.087	-3.149
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.435	0.078	31.710	-3.981
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.537	0.087	39.098	-4.908

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	219 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.020	-0.012	-0.182	1.447
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.077	-0.024	-0.705	5.615
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.168	-0.034	-1.537	12.243
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.289	-0.043	-2.645	21.072
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.437	-0.051	-3.997	31.841
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.608	-0.058	-5.560	44.291
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	0.798	-0.063	-7.301	58.160
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	1.005	-0.068	-9.188	73.190
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	1.223	-0.071	-11.187	89.119
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	1.451	-0.073	-13.267	105.688

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	220 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.15	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.30	10.05	7.70	-45.31	-0.03	0.0000	0.00	0.000
4	0.45	10.05	7.70	-45.31	-0.09	0.0000	0.00	0.000
5	0.60	10.05	7.70	-45.31	-0.22	0.0000	0.00	0.000
6	0.75	10.05	7.70	-45.31	-0.44	0.0000	0.00	0.000
7	0.90	10.05	7.70	-45.31	-0.76	0.0000	0.00	0.000
8	1.05	10.05	7.70	-45.31	-1.21	0.0000	0.00	0.000
9	1.20	10.05	7.70	-45.31	-1.80	0.0000	0.00	0.000
10	1.35	10.05	7.70	-45.31	-2.57	0.0000	0.00	0.000
11	1.50	10.05	7.70	-45.31	-3.53	0.0000	0.00	0.000
12	1.50	10.05	7.70	-135.69	-4.80	0.0000	0.00	0.000
13	1.65	10.05	7.70	-135.69	-6.17	0.0000	0.00	0.000
14	1.80	10.05	7.70	-135.69	-7.80	0.0000	0.00	0.000
15	1.95	10.05	7.70	-135.69	-9.70	0.0000	0.00	0.000
16	2.10	10.05	7.70	-135.69	-11.90	0.0000	0.00	0.000
17	2.25	10.05	7.70	-135.69	-14.42	0.0000	0.00	0.000
18	2.40	10.05	15.39	-136.77	-17.28	0.0000	0.00	0.000
19	2.55	10.05	7.70	-135.69	-20.49	0.0000	0.00	0.000
20	2.70	10.05	7.70	-135.69	-24.09	0.0000	0.00	0.000
21	2.85	10.05	7.70	-135.69	-28.09	0.0000	0.00	0.000
22	3.00	10.05	7.70	-135.69	-32.52	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.40	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.30	10.05	10.05	176.67	0.28	0.0000	0.00	0.000
3	-1.20	10.05	10.05	176.67	1.12	0.0000	0.00	0.000
4	-1.10	10.05	10.05	176.67	2.52	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	221 di 297
5	-1.00	10.05	10.05	176.67	4.48	0.0000	0.00	0.000	
6	-0.90	10.05	10.05	176.67	6.99	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.80	10.05	10.05	176.67	10.05	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.70	10.05	10.05	176.67	13.66	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.60	10.05	10.05	176.67	17.82	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.50	10.05	10.05	176.67	22.52	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	176.67	27.77	0.0000	0.00	0.000	
12	0.30	10.05	10.05	-176.67	-75.05	0.0000	0.00	0.000	
13	0.55	10.05	10.05	-176.67	-63.29	0.0000	0.00	0.000	
14	0.81	10.05	10.05	-176.67	-51.98	0.0000	0.00	0.000	
15	1.06	10.05	10.05	-176.67	-41.30	0.0000	0.00	0.000	
16	1.32	10.05	10.05	-176.67	-31.45	0.0000	0.00	0.000	
17	1.57	10.05	10.05	-176.67	-22.61	0.0000	0.00	0.000	
18	1.83	10.05	10.05	-176.67	-14.96	0.0000	0.00	0.000	
19	2.08	10.05	10.05	-176.67	-8.69	0.0000	0.00	0.000	
20	2.34	10.05	10.05	-176.67	-3.99	0.0000	0.00	0.000	
21	2.59	10.05	10.05	-176.67	-1.03	0.0000	0.00	0.000	
22	2.85	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000	

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	222 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4710	1.4710	0.0045	0.0250	0.0893	0.3685
3	0.30	2.9420	2.9420	0.0360	0.1214	0.3615	0.9544
4	0.45	4.4131	4.4131	0.1222	0.3222	0.8189	1.7592
5	0.60	5.8841	5.8841	0.2909	0.6601	1.4614	2.7828
6	0.75	7.3551	7.3551	0.5698	1.1680	2.2891	4.0252
7	0.90	8.8261	8.8261	0.9869	1.8787	3.3020	5.4864
8	1.05	10.2971	10.2971	1.5697	2.8249	4.5001	7.1665
9	1.20	11.7682	11.7682	2.3461	4.0395	5.8833	9.0653
10	1.35	13.2392	13.2392	3.3440	5.5554	7.4517	11.1830
11	1.50	14.7102	14.7102	4.5909	7.4054	9.2052	13.5195
12	1.50	24.0890	26.9027	5.5790	8.6746	10.8701	14.8001
13	1.65	26.6633	29.4770	7.3651	11.1042	12.9756	17.6303
14	1.80	29.2376	32.0513	9.4809	13.9747	15.2664	20.6794
15	1.95	31.8119	34.6255	11.9543	17.3189	17.7423	23.9473
16	2.10	34.3862	37.1998	14.8129	21.1698	20.4033	27.4340
17	2.25	36.9605	39.7741	18.0845	25.5601	23.2496	31.1395
18	2.40	39.5348	42.3484	21.7970	30.5226	26.2810	35.0638
19	2.55	42.1090	44.9227	25.9781	36.0901	29.4976	39.2069
20	2.70	44.6833	47.4970	30.6555	42.2956	32.8993	43.5688
21	2.85	47.2576	50.0713	35.8571	49.1717	36.4863	48.1496

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI250 5002	REV. A	FOGLIO 223 di 297
---	------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	----------------------

22	3.00	49.8319	52.6456	41.6107	56.7514	40.2584	52.9491
----	------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	1.4710	1.4710	0.0034	0.0034	0.0687	0.0687
3	0.30	2.9420	2.9420	0.0277	0.0277	0.2781	0.2781
4	0.45	4.4131	4.4131	0.0940	0.0940	0.6299	0.6299
5	0.60	5.8841	5.8841	0.2237	0.2237	1.1242	1.1242
6	0.75	7.3551	7.3551	0.4383	0.4383	1.7609	1.7609
7	0.90	8.8261	8.8261	0.7591	0.7591	2.5400	2.5400
8	1.05	10.2971	10.2971	1.2075	1.2075	3.4616	3.4616
9	1.20	11.7682	11.7682	1.8047	1.8047	4.5256	4.5256
10	1.35	13.2392	13.2392	2.5723	2.5723	5.7321	5.7321
11	1.50	14.7102	14.7102	3.5315	3.5315	7.0810	7.0810
12	1.50	24.0890	24.0890	4.8007	4.8007	8.3616	8.3616
13	1.65	26.6633	26.6633	6.1746	6.1746	9.9813	9.9813
14	1.80	29.2376	29.2376	7.8022	7.8022	11.7434	11.7434
15	1.95	31.8119	31.8119	9.7048	9.7048	13.6479	13.6479
16	2.10	34.3862	34.3862	11.9037	11.9037	15.6949	15.6949
17	2.25	36.9605	36.9605	14.4204	14.4204	17.8843	17.8843
18	2.40	39.5348	39.5348	17.2761	17.2761	20.2162	20.2162
19	2.55	42.1090	42.1090	20.4923	20.4923	22.6905	22.6905
20	2.70	44.6833	44.6833	24.0904	24.0904	25.3072	25.3072
21	2.85	47.2576	47.2576	28.0916	28.0916	28.0664	28.0664
22	3.00	49.8319	49.8319	32.5174	32.5174	30.9680	30.9680

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	224 di 297

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3399	0.5595	6.7833	11.1461
3	0.20	1.3538	2.2204	13.4804	22.0285
4	0.30	3.0331	4.9564	20.0914	32.6472
5	0.40	5.3692	8.7411	26.6162	43.0022
6	0.50	8.3535	13.5481	33.0549	53.0936
7	0.60	11.9773	19.3510	39.4074	62.9213
8	0.70	16.2321	26.1235	45.6737	72.4853
9	0.80	21.1092	33.8393	51.8539	81.7857
10	0.90	26.6000	42.4719	57.9480	90.8224
11	1.00	32.6959	51.9950	63.9559	99.5954

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.2808	0.2808	5.6134	5.6134
3	0.20	1.1220	1.1220	11.2055	11.2055
4	0.30	2.5212	2.5212	16.7763	16.7763
5	0.40	4.4765	4.4765	22.3257	22.3257
6	0.50	6.9857	6.9857	27.8539	27.8539
7	0.60	10.0466	10.0466	33.3607	33.3607
8	0.70	13.6571	13.6571	38.8462	38.8462
9	0.80	17.8151	17.8151	44.3104	44.3104
10	0.90	22.5185	22.5185	49.7533	49.7533

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	225 di 297

11	1.00	27.7650	27.7650	55.1748	55.1748
----	------	---------	---------	---------	---------

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.26	-2.8303	-2.2850	-21.8100	-17.7011
3	0.51	-10.9250	-8.9152	-41.2889	-34.0804
4	0.77	-23.6895	-19.5536	-58.4365	-49.1379
5	1.02	-40.5295	-33.8632	-73.2530	-62.1954
6	1.27	-60.8504	-51.5068	-85.7383	-71.9934
7	1.53	-84.0578	-71.3692	-95.8923	-79.4910
8	1.78	-109.5573	-92.3510	-103.7152	-84.6883
9	2.04	-136.7544	-114.3648	-109.2068	-87.5853
10	2.29	-165.0547	-136.8240	-112.3673	-88.1819
11	2.55	-193.8636	-159.1420	-117.5313	-86.4781

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.0276	-1.0276	-7.9391	-7.9391

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO R1250 5002	REV. A	FOGLIO 226 di 297
---	------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	----------------------

3	0.51	-3.9874	-3.9874	-15.1537	-15.1537	
4	0.77	-8.6945	-8.6945	-21.6440	-21.6440	
5	1.02	-14.9642	-14.9642	-27.4098	-27.4098	
6	1.27	-22.6119	-22.6119	-32.4512	-32.4512	
7	1.53	-31.4527	-31.4527	-36.7682	-36.7682	
8	1.78	-41.3021	-41.3021	-40.3608	-40.3608	
9	2.04	-51.9752	-51.9752	-43.2290	-43.2290	
10	2.29	-63.2873	-63.2873	-45.3727	-45.3727	
11	2.55	-75.0537	-75.0537	-46.7921	-46.7921	

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	227 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.00	0.00	1000.00	155.24	--	--
2	0.15	100, 40	10.05	7.70	5793.33	-17.97	3938.31	155.43	--	--
3	0.30	100, 40	10.05	7.70	5567.36	-71.36	1892.35	155.63	--	--
4	0.45	100, 40	10.05	7.70	4571.67	-157.56	1035.94	155.82	--	--
5	0.60	100, 40	10.05	7.70	3556.51	-262.13	604.43	156.01	--	--
6	0.75	100, 40	10.05	7.70	2617.92	-344.32	355.93	156.21	--	--
7	0.90	100, 40	10.05	7.70	1696.26	-361.05	192.19	156.40	--	--
8	1.05	100, 40	10.05	7.70	1061.02	-291.08	103.04	156.59	--	--
9	1.20	100, 40	10.05	7.70	701.90	-240.93	59.64	156.79	--	--
10	1.35	100, 40	10.05	7.70	499.25	-209.50	37.71	156.98	--	--
11	1.50	100, 40	10.05	7.70	379.13	-190.86	25.77	157.17	--	--
12	1.50	100, 70	10.05	7.70	2519.53	-907.30	104.59	243.94	--	--
13	1.65	100, 70	10.05	7.70	1825.23	-760.13	68.45	244.30	--	--
14	1.80	100, 70	10.05	7.70	1334.43	-637.81	45.64	244.66	--	--
15	1.95	100, 70	10.05	7.70	983.90	-535.65	30.93	245.02	--	--
16	2.10	100, 70	10.05	7.70	766.66	-471.99	22.30	245.38	--	--
17	2.25	100, 70	10.05	7.70	620.63	-429.20	16.79	245.73	--	--
18	2.40	100, 70	10.05	15.39	520.04	-401.49	13.15	246.09	--	--
19	2.55	100, 70	10.05	7.70	438.51	-375.83	10.41	246.45	--	--
20	2.70	100, 70	10.05	7.70	378.46	-358.23	8.47	246.81	--	--
21	2.85	100, 70	10.05	7.70	330.89	-344.29	7.00	247.17	--	--
22	3.00	100, 70	10.05	7.70	292.42	-333.02	5.87	247.53	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.15	100, 40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.050	-0.054
3	0.30	100, 40	10.05	7.70	0.008	0.001	-0.092	-0.115
4	0.45	100, 40	10.05	7.70	0.014	0.002	-0.118	-0.193
5	0.60	100, 40	10.05	7.70	0.022	0.004	-0.120	-0.295
6	0.75	100, 40	10.05	7.70	0.032	0.006	-0.090	-0.430
7	0.90	100, 40	10.05	7.70	0.047	0.009	-0.005	-0.610

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	228 di 297

8	1.05	100,40	10.05	7.70	0.071	0.012	0.279	-0.877
9	1.20	100,40	10.05	7.70	0.109	0.015	1.003	-1.257
10	1.35	100,40	10.05	7.70	0.161	0.019	2.369	-1.738
11	1.50	100,40	10.05	7.70	0.228	0.024	4.440	-2.302
12	1.50	100,70	10.05	7.70	0.095	0.015	0.453	-1.286
13	1.65	100,70	10.05	7.70	0.124	0.018	0.986	-1.644
14	1.80	100,70	10.05	7.70	0.162	0.021	1.899	-2.096
15	1.95	100,70	10.05	7.70	0.209	0.025	3.311	-2.643
16	2.10	100,70	10.05	7.70	0.266	0.028	5.293	-3.278
17	2.25	100,70	10.05	7.70	0.332	0.032	7.876	-3.992
18	2.40	100,70	10.05	15.39	0.385	0.037	10.809	-4.493
19	2.55	100,70	10.05	7.70	0.491	0.041	14.921	-5.652
20	2.70	100,70	10.05	7.70	0.585	0.046	19.421	-6.603
21	2.85	100,70	10.05	7.70	0.688	0.051	24.607	-7.637
22	3.00	100,70	10.05	7.70	0.802	0.056	30.506	-8.761

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	229 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$VRd$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	511.14	266.97	--	--
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	128.80	266.97	--	--
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	57.70	266.97	--	--
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	32.72	266.97	--	--
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	21.11	266.97	--	--
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	14.78	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	230 di 297

8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	10.95	266.97	--	--
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	8.45	266.97	--	--
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	6.73	266.97	--	--
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	5.50	266.97	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
12	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.005	0.009	0.395	-0.050
14	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.022	0.018	1.580	-0.198
15	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.049	0.026	3.550	-0.446
16	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.087	0.035	6.304	-0.791
17	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.135	0.044	9.837	-1.235
18	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.194	0.052	14.147	-1.776
19	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.264	0.061	19.231	-2.414
20	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.344	0.070	25.087	-3.149
21	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.435	0.078	31.710	-3.981
22	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.537	0.087	39.098	-4.908

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsdl</sub>
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	101.04	266.97	--	--
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	26.18	266.97	--	--
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	12.07	266.97	--	--
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	7.06	266.97	--	--
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	4.70	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	231 di 297

7	1.53	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	3.40	266.97	--	--
8	1.78	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.61	266.97	--	--
9	2.04	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.09	266.97	--	--
10	2.29	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.73	266.97	--	--
11	2.55	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.48	266.97	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fl</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fl}$	$\sigma_{fs}$
12	0.00	100,80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.26	100,80	10.05	10.05	0.020	-0.012	-0.182	1.447
14	0.51	100,80	10.05	10.05	0.077	-0.024	-0.705	5.615
15	0.77	100,80	10.05	10.05	0.168	-0.034	-1.537	12.243
16	1.02	100,80	10.05	10.05	0.289	-0.043	-2.645	21.072
17	1.27	100,80	10.05	10.05	0.437	-0.051	-3.997	31.841
18	1.53	100,80	10.05	10.05	0.608	-0.058	-5.560	44.291
19	1.78	100,80	10.05	10.05	0.798	-0.063	-7.301	58.160
20	2.04	100,80	10.05	10.05	1.005	-0.068	-9.188	73.190
21	2.29	100,80	10.05	10.05	1.223	-0.071	-11.187	89.119
22	2.55	100,80	10.05	10.05	1.451	-0.073	-13.267	105.688

# ALLEGATO 3

## ***TABULATI DI CALCOLO MURO TIPO 3.5***

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	233 di 297

## Geometria muro e fondazione

Descrizione

**Muro a gradoni in c.a.**

### Descrizione dei gradoni

#### *Simbologia adottata*

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.40	0.40	1.50	0.00	0.00
2	0.70	0.70	2.00	0.00	0.00

Altezza del paramento 3.50 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.55 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.25 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.15 [m]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	234 di 297

## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	35.00 [MPa]
Modulo elastico E	32587.986 [MPa]

### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449.94 [MPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0.01	0.00	0.00
2	10.00	4.20	22.80
3	20.00	4.20	0.00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.50 [m]

Muro di sottscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	235 di 297

## Falda

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

*Nr.* Indice del terreno

*Descrizione* Descrizione terreno

$\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
 $c$  Coesione espressa in [MPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	38.00	0.00	0.0000	0.0000
Fondazione bc2	19.50	19.50	34.00	30.00	0.0000	0.0000

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

*N* Indice dello strato

*H* Spessore dello strato espresso in [m]

*a* Inclinazione espressa in [°]

*K<sub>w</sub>* Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

*K<sub>s</sub>* Coefficiente di spinta

*Terreno* Terreno dello strato

<i>Nr.</i>	<i>H</i>	<i>a</i>	<i>K<sub>w</sub></i>	<i>K<sub>s</sub></i>	<i>Terreno</i>
1	4.30	0.00	0.20	50.00	Rilevato
2	6.00	0.00	8.63	50.00	Fondazione bc2

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	236 di 297

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D/C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (BALL+ARMAM)

D	Profilo	$X_i=11.00$	$X_f=20.00$	$Q_i=14.4000$	$Q_f=14.4000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (TRENO)

D	Profilo	$X_i=12.00$	$X_f=15.20$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

### Condizione n° 3 (Doppio Treno)

D	Profilo	$X_i=12.00$	$X_f=15.20$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

D	Profilo	$X_i=17.00$	$X_f=20.00$	$Q_i=50.0000$	$Q_f=50.0000$
---	---------	-------------	-------------	---------------	---------------

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	237 di 297

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30

### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10

### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	238 di 297

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30
TRENO	SFAV	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10
TRENO	SFAV	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.25	0.80	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
BALL+ARMAM	SFAV	1.30	1.00	1.30
Doppio Treno	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	239 di 297

Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
BALL+ARMAM	SFAV	1.10	1.00	1.10
Doppio Treno	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
Doppio Treno	SFAV	1.25	1.00	1.25

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	240 di 297

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	241 di 297

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	242 di 297

BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 22 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 24 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
BALL+ARMAM	SFAV	1.00	1.00	1.00
TRENO	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

*Impostazioni verifiche SLU*

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	243 di 297

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure  $w_1 = 0.10$

$w_2 = 0.15$

$w_3 = 0.20$

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.75 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Terreno a monte a elevata permeabilità

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	244 di 297

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
$CS_{SCO}$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
$CS_{RIB}$	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
$CS_{QLM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite
$CS_{STAB}$	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	$CS_{SCO}$	$CS_{RIB}$	$CS_{QLM}$	$CS_{STAB}$
1	A1-M1 - [1]	--	1.73	--	8.24	--
2	EQU - [1]	--	--	3.16	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.79
4	A1-M1 - [2]	--	1.73	--	8.24	--
5	EQU - [2]	--	--	3.16	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.79
7	A1-M1 - [3]	--	1.73	--	8.24	--
8	EQU - [3]	--	--	3.16	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.79
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.10	--	3.76	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.18	--	3.87	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.82	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.07	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.42
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.38
16	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	1.18	--	3.87	--
17	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	1.10	--	3.76	--
18	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.81	--	--
19	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.07	--	--
20	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.42

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	245 di 297

21	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.38
22	SLEQ - [1]	--	2.25	--	11.38	--
23	SLEF - [1]	--	2.25	--	11.38	--
24	SLER - [1]	--	2.25	--	11.38	--

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	41.255517
Longitudine	14.597709
Comune	Guardia Sanframondi
Provincia	Benevento
Regione	Campania

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	246 di 297

Punti di interpolazione del reticolo

31208 - 31207 - 31429 - 31430

### Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	113 anni

### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g$	3.53 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.19
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.31
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 13.29$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 6.65$

### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0

Lunghezza del muro

2.40 [m]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	247 di 297

Peso muro 132.3919 [kN]  
Baricentro del muro X=0.42 Y=-3.19

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 2.85 Y = -4.30  
Punto superiore superficie di spinta X = 2.85 Y = 1.19  
Altezza della superficie di spinta 5.49 [m]  
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0.00 [°]

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica 93.0861 [kN]  
Componente orizzontale della spinta statica 93.0861 [kN]  
Componente verticale della spinta statica 0.0000 [kN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 2.85 [m] Y = -2.47 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 0.00 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58.69 [°]  
  
Incremento sismico della spinta 36.6886 [kN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 2.85 [m] Y = -2.47 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 49.06 [°]  
Punto d'applicazione della spinta della falda X = 2.85 [m] Y = -4.30 [m]  
  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 221.4094 [kN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1.57 [m] Y = -1.38 [m]  
Inerzia del muro 17.5967 [kN]  
Inerzia verticale del muro -8.7983 [kN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 29.4283 [kN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -14.7141 [kN]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	248 di 297

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	178.0955	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	340.0388	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	340.0388	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	178.0955	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.66	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Risultante in fondazione	383.8547	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.64	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	223.9752	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1279.4782	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.15441	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00561	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.48$	$i_q = 0.48$	$i_\gamma = 0.03$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 22.57$	$N'_q = 14.95$	$N'_\gamma = 1.15$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.76

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	249 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.6345	0.0287	0.3840
3	0.33	3.2689	0.1412	1.0059
4	0.50	4.9034	0.3773	1.8673
5	0.67	6.5379	0.7770	2.9681
6	0.83	8.1723	1.3800	4.3085
7	1.00	9.8068	2.2264	5.8883
8	1.17	11.4413	3.3561	7.7077
9	1.33	13.0757	4.8090	9.7665
10	1.50	14.7102	6.6249	12.0650
11	1.50	24.0638	7.8140	13.2309
12	1.68	27.1841	10.4972	16.3316
13	1.86	30.3045	13.7700	19.7162
14	2.05	33.4248	17.6840	23.3859
15	2.23	36.5452	22.2912	27.3406
16	2.41	39.6655	27.6433	31.5802
17	2.59	42.7859	33.7922	36.1049
18	2.77	45.9062	40.7897	40.9146
19	2.95	49.0266	48.6875	46.0093
20	3.14	52.1469	57.5376	51.3890
21	3.32	55.2673	67.3917	57.0537

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	250 di 297

22      3.50      58.3876      78.3017      63.0035

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.6194	12.3295
3	0.20	2.4542	24.3089
4	0.30	5.4695	35.9382
5	0.40	9.6302	47.2173
6	0.50	14.9013	58.1463
7	0.60	21.2478	68.7252
8	0.70	28.6347	78.9540
9	0.80	37.0269	88.8327
10	0.90	46.3895	98.3613
11	1.00	56.6875	107.5397

## Sollecitazioni fondazione di monte

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	251 di 297

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.26	-3.3876	-26.0988
3	0.51	-13.0704	-49.3743
4	0.77	-28.3285	-69.8263
5	1.02	-48.4418	-87.4549
6	1.27	-72.6905	-102.2602
7	1.53	-100.3545	-114.2420
8	1.78	-130.7139	-123.4004
9	2.04	-163.0488	-129.7355
10	2.29	-196.6390	-133.2471
11	2.55	-230.7648	-133.9353

## Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	252 di 297

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.00	0.00	1000.00	155.24	--	--
2	0.17	100, 40	10.05	7.70	5787.38	-101.75	3540.83	155.46	--	--
3	0.33	100, 40	10.05	7.70	5508.21	-237.98	1685.02	155.67	--	--
4	0.50	100, 40	10.05	7.70	4458.71	-343.12	909.31	155.88	--	--
5	0.67	100, 40	10.05	7.70	3409.64	-405.20	521.52	156.10	--	--
6	0.83	100, 40	10.05	7.70	2424.12	-409.35	296.62	156.31	--	--
7	1.00	100, 40	10.05	7.70	1515.94	-344.16	154.58	156.53	--	--
8	1.17	100, 40	10.05	7.70	934.36	-274.08	81.67	156.74	--	--
9	1.33	100, 40	10.05	7.70	620.97	-228.38	47.49	156.96	--	--
10	1.50	100, 40	10.05	7.70	447.27	-201.43	30.41	157.17	--	--
11	1.50	100, 70	10.05	7.70	3087.87	-1002.69	128.32	243.55	--	--
12	1.68	100, 70	10.05	7.70	2165.01	-836.03	79.64	243.98	--	--
13	1.86	100, 70	10.05	7.70	1487.80	-676.04	49.10	244.41	--	--
14	2.05	100, 70	10.05	7.70	1047.88	-554.40	31.35	244.85	--	--
15	2.23	100, 70	10.05	7.70	780.41	-476.02	21.35	245.28	--	--
16	2.41	100, 70	10.05	7.70	612.40	-426.79	15.44	245.72	--	--
17	2.59	100, 70	10.05	7.70	497.89	-393.23	11.64	246.15	--	--
18	2.77	100, 70	10.05	7.70	415.33	-369.04	9.05	246.59	--	--
19	2.95	100, 70	10.05	15.39	354.92	-352.47	7.24	247.02	--	--
20	3.14	100, 70	10.05	7.70	305.22	-336.77	5.85	247.46	--	--
21	3.32	100, 70	10.05	7.70	267.00	-325.57	4.83	247.89	--	--
22	3.50	100, 70	10.05	7.70	236.00	-316.49	4.04	248.33	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	253 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	461.71	266.97	--	--
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	116.53	266.97	--	--
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	52.29	266.97	--	--
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	29.70	266.97	--	--
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	19.19	266.97	--	--
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	13.46	266.97	--	--
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	9.99	266.97	--	--
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	7.72	266.97	--	--
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	6.16	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	254 di 297

11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	5.04	266.97	--	--
----	------	---------	-------	-------	------	--------	------	--------	----	----

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	84.42	266.97	--	--
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	21.88	266.97	--	--
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	10.10	266.97	--	--
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	5.90	266.97	--	--
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	3.93	266.97	--	--
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.85	266.97	--	--
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.19	266.97	--	--
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.75	266.97	--	--
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.45	266.97	--	--
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.24	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	255 di 297

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 15

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.40 Y[m]= 3.64

Raggio del cerchio R[m]= 8.58

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.85

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.18

Larghezza della striscia dx[m]= 0.56

Coefficiente di sicurezza C= 1.38

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	14.6487	78.85	14.3721	0.0285	32.01	0.000	0.000
2	34.6543	64.76	31.3467	0.0129	32.01	0.000	0.000
3	43.5229	56.93	36.4717	0.0101	32.01	0.000	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	256 di 297
4	49.5366	50.54	38.2472	0.0087	32.01	0.000	0.000		
5	53.8575	44.94	38.0462	0.0078	32.01	0.000	0.000		
6	56.9813	39.85	36.5161	0.0072	32.01	0.000	0.000		
7	59.1771	35.12	34.0455	0.0067	32.01	0.000	0.000		
8	60.6103	30.65	30.9002	0.0064	32.01	0.000	0.000		
9	61.3905	26.38	27.2781	0.0061	32.01	0.000	0.000		
10	62.6216	22.26	23.7255	0.0059	30.23	0.000	0.000		
11	63.2534	18.27	19.8244	0.0058	28.35	0.000	0.000		
12	62.4117	14.36	15.4757	0.0057	28.35	0.000	0.000		
13	61.1253	10.52	11.1562	0.0056	28.35	0.000	0.000		
14	59.4138	6.72	6.9556	0.0055	28.35	0.000	0.000		
15	64.1993	2.96	3.3144	0.0055	28.35	0.000	0.000		
16	35.6564	-0.79	-0.4926	0.0055	28.35	0.000	0.000		
17	23.3594	-4.55	-1.8514	0.0055	28.35	0.000	0.000		
18	20.6996	-8.32	-2.9952	0.0056	28.35	0.000	0.000		
19	19.4580	-12.13	-4.0890	0.0056	28.35	0.000	0.000		
20	17.9178	-16.00	-4.9381	0.0057	28.35	0.000	0.000		
21	15.9237	-19.94	-5.4308	0.0059	28.35	0.000	0.000		
22	13.4142	-23.99	-5.4530	0.0060	31.71	0.000	0.000		
23	10.3276	-28.16	-4.8744	0.0062	32.01	0.000	0.000		
24	6.6348	-32.51	-3.5660	0.0065	32.01	0.000	0.000		
25	2.2477	-37.08	-1.3553	0.0069	32.01	0.000	0.000		

$\Sigma W_i = 973.0433$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 332.6297$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 567.5621$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.15$

COMBINAZIONE n° 18

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	257 di 297

Valore della spinta statica	127.6886	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	127.6886	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.47	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.44	[°]		
Incremento sismico della spinta	53.4720	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.47	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41.25	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.85	[m]	Y = -4.30	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	221.4094	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.57	[m]	Y = -1.38	[m]
Inerzia del muro	17.5967	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-8.7983	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	29.4283	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-14.7141	[kN]		
<i><u>Risultanti</u></i>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	229.4814	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	340.0388	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	498.5711	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	903.0015	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	340.0388	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	229.4814	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.94	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]		
Risultante in fondazione	410.2294	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	34.01	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	318.1522	[kNm]		

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	258 di 297

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 1.81

### COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	93.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	93.0861	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.47	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.69	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.85	[m]	Y = -4.30	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	221.4094	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.57	[m]	Y = -1.38	[m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93.0861	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	363.5513	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	363.5513	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93.0861	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Risultante in fondazione	375.2793	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.36	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	40.1476	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4138.1883	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.09888	[MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	259 di 297

Tensione terreno allo spigolo di monte

0.07221 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.71$	$i_q = 0.71$	$i_\gamma = 0.33$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 33.21$	$N'_q = 21.99$	$N'_\gamma = 10.99$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.38

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	260 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.6345	0.0046	0.0833
3	0.33	3.2689	0.0372	0.3362
4	0.50	4.9034	0.1262	0.7605
5	0.67	6.5379	0.3002	1.3563
6	0.83	8.1723	0.5878	2.1236
7	1.00	9.8068	1.0176	3.0624
8	1.17	11.4413	1.6181	4.1726
9	1.33	13.0757	2.4180	5.4543
10	1.50	14.7102	3.4458	6.9074
11	1.50	24.0638	4.6348	8.0733
12	1.68	27.1841	6.2745	9.9964
13	1.86	30.3045	8.2822	12.1228
14	2.05	33.4248	10.6951	14.4533
15	2.23	36.5452	13.5503	16.9879
16	2.41	39.6655	16.8849	19.7265
17	2.59	42.7859	20.7360	22.6692
18	2.77	45.9062	25.1406	25.8159
19	2.95	49.0266	30.1360	29.1667
20	3.14	52.1469	35.7591	32.7216
21	3.32	55.2673	42.0471	36.4805

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	261 di 297

22      3.50      58.3876      49.0371      40.4435

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 22

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3465	6.9200
3	0.20	1.3819	13.7773
4	0.30	3.0999	20.5718
5	0.40	5.4942	27.3036
6	0.50	8.5585	33.9726
7	0.60	12.2866	40.5788
8	0.70	16.6722	47.1223
9	0.80	21.7090	53.6030
10	0.90	27.3907	60.0210
11	1.00	33.7111	66.3762

## Sollecitazioni fondazione di monte

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	262 di 297

### Combinazione n° 22

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.3018	-10.0511
3	0.51	-5.0449	-19.1473
4	0.77	-10.9858	-27.2887
5	1.02	-18.8810	-34.4752
6	1.27	-28.4870	-40.7069
7	1.53	-39.5603	-45.9838
8	1.78	-51.8576	-50.3058
9	2.04	-65.1351	-53.6730
10	2.29	-79.1496	-56.0853
11	2.55	-93.6575	-57.5427

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	263 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.17	100, 40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.055	-0.060
3	0.33	100, 40	10.05	7.70	0.009	0.001	-0.099	-0.131
4	0.50	100, 40	10.05	7.70	0.016	0.003	-0.123	-0.223
5	0.67	100, 40	10.05	7.70	0.026	0.005	-0.114	-0.348
6	0.83	100, 40	10.05	7.70	0.039	0.007	-0.062	-0.516
7	1.00	100, 40	10.05	7.70	0.061	0.010	0.125	-0.763
8	1.17	100, 40	10.05	7.70	0.097	0.014	0.720	-1.139
9	1.33	100, 40	10.05	7.70	0.151	0.018	2.036	-1.645
10	1.50	100, 40	10.05	7.70	0.222	0.023	4.201	-2.256
11	1.50	100, 70	10.05	7.70	0.092	0.015	0.381	-1.247
12	1.68	100, 70	10.05	7.70	0.126	0.018	0.991	-1.670
13	1.86	100, 70	10.05	7.70	0.173	0.022	2.150	-2.230
14	2.05	100, 70	10.05	7.70	0.234	0.026	4.057	-2.926
15	2.23	100, 70	10.05	7.70	0.308	0.031	6.814	-3.745
16	2.41	100, 70	10.05	7.70	0.396	0.036	10.462	-4.677
17	2.59	100, 70	10.05	7.70	0.497	0.041	15.031	-5.721
18	2.77	100, 70	10.05	7.70	0.611	0.047	20.558	-6.882
19	2.95	100, 70	10.05	15.39	0.700	0.053	26.757	-7.639
20	3.14	100, 70	10.05	7.70	0.885	0.059	34.666	-9.585
21	3.32	100, 70	10.05	7.70	1.046	0.066	43.352	-11.142
22	3.50	100, 70	10.05	7.70	1.223	0.073	53.199	-12.848

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	264 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 22

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.007	0.011	0.488	-0.061
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.027	0.022	1.946	-0.244
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.060	0.032	4.365	-0.548
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.106	0.043	7.737	-0.971
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.165	0.053	12.052	-1.513
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.238	0.064	17.302	-2.172
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.322	0.074	23.477	-2.947
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.420	0.084	30.570	-3.837
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.530	0.094	38.571	-4.842
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.652	0.104	47.471	-5.959

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	265 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.025	-0.016	-0.230	1.833
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.098	-0.030	-0.892	7.104
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.212	-0.043	-1.942	15.470
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.365	-0.054	-3.338	26.588
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.551	-0.064	-5.036	40.114
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.765	-0.072	-6.993	55.708
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	1.003	-0.079	-9.167	73.024
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	1.259	-0.084	-11.514	91.721
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	1.530	-0.088	-13.991	111.456
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	1.811	-0.090	-16.556	131.885

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	266 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.17	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.33	10.05	7.70	-45.31	-0.04	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	10.05	7.70	-45.31	-0.13	0.0000	0.00	0.000
5	0.67	10.05	7.70	-45.31	-0.30	0.0000	0.00	0.000
6	0.83	10.05	7.70	-45.31	-0.59	0.0000	0.00	0.000
7	1.00	10.05	7.70	-45.31	-1.02	0.0000	0.00	0.000
8	1.17	10.05	7.70	-45.31	-1.62	0.0000	0.00	0.000
9	1.33	10.05	7.70	-45.31	-2.42	0.0000	0.00	0.000
10	1.50	10.05	7.70	-45.31	-3.45	0.0000	0.00	0.000
11	1.50	10.05	7.70	-135.69	-4.63	0.0000	0.00	0.000
12	1.68	10.05	7.70	-135.69	-6.27	0.0000	0.00	0.000
13	1.86	10.05	7.70	-135.69	-8.28	0.0000	0.00	0.000
14	2.05	10.05	7.70	-135.69	-10.70	0.0000	0.00	0.000
15	2.23	10.05	7.70	-135.69	-13.55	0.0000	0.00	0.000
16	2.41	10.05	7.70	-135.69	-16.88	0.0000	0.00	0.000
17	2.59	10.05	7.70	-135.69	-20.74	0.0000	0.00	0.000
18	2.77	10.05	7.70	-135.69	-25.14	0.0000	0.00	0.000
19	2.95	10.05	15.39	-136.77	-30.14	0.0000	0.00	0.000
20	3.14	10.05	7.70	-135.69	-35.76	0.0000	0.00	0.000
21	3.32	10.05	7.70	-135.69	-42.05	0.0000	0.00	0.000
22	3.50	10.05	7.70	-135.69	-49.04	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.40	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.30	10.05	10.05	176.67	0.35	0.0000	0.00	0.000
3	-1.20	10.05	10.05	176.67	1.38	0.0000	0.00	0.000
4	-1.10	10.05	10.05	176.67	3.10	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	267 di 297
5	-1.00	10.05	10.05	176.67	5.49	0.0000	0.00	0.000	
6	-0.90	10.05	10.05	176.67	8.56	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.80	10.05	10.05	176.67	12.29	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.70	10.05	10.05	176.67	16.67	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.60	10.05	10.05	176.67	21.71	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.50	10.05	10.05	176.67	27.39	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	176.67	33.71	0.0000	0.00	0.000	
12	0.30	10.05	10.05	-176.67	-93.66	0.0000	0.00	0.000	
13	0.55	10.05	10.05	-176.67	-79.15	0.0000	0.00	0.000	
14	0.81	10.05	10.05	-176.67	-65.14	0.0000	0.00	0.000	
15	1.06	10.05	10.05	-176.67	-51.86	0.0000	0.00	0.000	
16	1.32	10.05	10.05	-176.67	-39.56	0.0000	0.00	0.000	
17	1.57	10.05	10.05	-176.67	-28.49	0.0000	0.00	0.000	
18	1.83	10.05	10.05	-176.67	-18.88	0.0000	0.00	0.000	
19	2.08	10.05	10.05	-176.67	-10.99	0.0000	0.00	0.000	
20	2.34	10.05	10.05	-176.67	-5.04	0.0000	0.00	0.000	
21	2.59	10.05	10.05	-176.67	-1.30	0.0000	0.00	0.000	
22	2.85	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000	

COMBINAZIONE n° 23

Valore della spinta statica	93.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	93.0861	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.47	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.69	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.85	[m]	Y = -4.30	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	221.4094	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.57	[m]	Y = -1.38	[m]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	268 di 297

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93.0861	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	363.5513	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	363.5513	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93.0861	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Risultante in fondazione	375.2793	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.36	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	40.1476	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4138.1883	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.09888	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.07221	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.71$	$i_q = 0.71$	$i_\gamma = 0.33$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 33.21$	$N'_q = 21.99$	$N'_\gamma = 10.99$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.38

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	269 di 297

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	270 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.6345	0.0046	0.0833
3	0.33	3.2689	0.0372	0.3362
4	0.50	4.9034	0.1262	0.7605
5	0.67	6.5379	0.3002	1.3563
6	0.83	8.1723	0.5878	2.1236
7	1.00	9.8068	1.0176	3.0624
8	1.17	11.4413	1.6181	4.1726
9	1.33	13.0757	2.4180	5.4543
10	1.50	14.7102	3.4458	6.9074
11	1.50	24.0638	4.6348	8.0733
12	1.68	27.1841	6.2745	9.9964
13	1.86	30.3045	8.2822	12.1228
14	2.05	33.4248	10.6951	14.4533
15	2.23	36.5452	13.5503	16.9879
16	2.41	39.6655	16.8849	19.7265
17	2.59	42.7859	20.7360	22.6692
18	2.77	45.9062	25.1406	25.8159
19	2.95	49.0266	30.1360	29.1667
20	3.14	52.1469	35.7591	32.7216
21	3.32	55.2673	42.0471	36.4805

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	271 di 297

22      3.50      58.3876      49.0371      40.4435

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 23

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3465	6.9200
3	0.20	1.3819	13.7773
4	0.30	3.0999	20.5718
5	0.40	5.4942	27.3036
6	0.50	8.5585	33.9726
7	0.60	12.2866	40.5788
8	0.70	16.6722	47.1223
9	0.80	21.7090	53.6030
10	0.90	27.3907	60.0210
11	1.00	33.7111	66.3762

## Sollecitazioni fondazione di monte

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	272 di 297

### Combinazione n° 23

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.3018	-10.0511
3	0.51	-5.0449	-19.1473
4	0.77	-10.9858	-27.2887
5	1.02	-18.8810	-34.4752
6	1.27	-28.4870	-40.7069
7	1.53	-39.5603	-45.9838
8	1.78	-51.8576	-50.3058
9	2.04	-65.1351	-53.6730
10	2.29	-79.1496	-56.0853
11	2.55	-93.6575	-57.5427

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	273 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.17	100, 40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.055	-0.060
3	0.33	100, 40	10.05	7.70	0.009	0.001	-0.099	-0.131
4	0.50	100, 40	10.05	7.70	0.016	0.003	-0.123	-0.223
5	0.67	100, 40	10.05	7.70	0.026	0.005	-0.114	-0.348
6	0.83	100, 40	10.05	7.70	0.039	0.007	-0.062	-0.516
7	1.00	100, 40	10.05	7.70	0.061	0.010	0.125	-0.763
8	1.17	100, 40	10.05	7.70	0.097	0.014	0.720	-1.139
9	1.33	100, 40	10.05	7.70	0.151	0.018	2.036	-1.645
10	1.50	100, 40	10.05	7.70	0.222	0.023	4.201	-2.256
11	1.50	100, 70	10.05	7.70	0.092	0.015	0.381	-1.247
12	1.68	100, 70	10.05	7.70	0.126	0.018	0.991	-1.670
13	1.86	100, 70	10.05	7.70	0.173	0.022	2.150	-2.230
14	2.05	100, 70	10.05	7.70	0.234	0.026	4.057	-2.926
15	2.23	100, 70	10.05	7.70	0.308	0.031	6.814	-3.745
16	2.41	100, 70	10.05	7.70	0.396	0.036	10.462	-4.677
17	2.59	100, 70	10.05	7.70	0.497	0.041	15.031	-5.721
18	2.77	100, 70	10.05	7.70	0.611	0.047	20.558	-6.882
19	2.95	100, 70	10.05	15.39	0.700	0.053	26.757	-7.639
20	3.14	100, 70	10.05	7.70	0.885	0.059	34.666	-9.585
21	3.32	100, 70	10.05	7.70	1.046	0.066	43.352	-11.142
22	3.50	100, 70	10.05	7.70	1.223	0.073	53.199	-12.848

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	274 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 23

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.007	0.011	0.488	-0.061
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.027	0.022	1.946	-0.244
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.060	0.032	4.365	-0.548
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.106	0.043	7.737	-0.971
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.165	0.053	12.052	-1.513
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.238	0.064	17.302	-2.172
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.322	0.074	23.477	-2.947
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.420	0.084	30.570	-3.837
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.530	0.094	38.571	-4.842
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.652	0.104	47.471	-5.959

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	275 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.025	-0.016	-0.230	1.833
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.098	-0.030	-0.892	7.104
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.212	-0.043	-1.942	15.470
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.365	-0.054	-3.338	26.588
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.551	-0.064	-5.036	40.114
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.765	-0.072	-6.993	55.708
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	1.003	-0.079	-9.167	73.024
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	1.259	-0.084	-11.514	91.721
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	1.530	-0.088	-13.991	111.456
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	1.811	-0.090	-16.556	131.885

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	276 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.17	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.33	10.05	7.70	-45.31	-0.04	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	10.05	7.70	-45.31	-0.13	0.0000	0.00	0.000
5	0.67	10.05	7.70	-45.31	-0.30	0.0000	0.00	0.000
6	0.83	10.05	7.70	-45.31	-0.59	0.0000	0.00	0.000
7	1.00	10.05	7.70	-45.31	-1.02	0.0000	0.00	0.000
8	1.17	10.05	7.70	-45.31	-1.62	0.0000	0.00	0.000
9	1.33	10.05	7.70	-45.31	-2.42	0.0000	0.00	0.000
10	1.50	10.05	7.70	-45.31	-3.45	0.0000	0.00	0.000
11	1.50	10.05	7.70	-135.69	-4.63	0.0000	0.00	0.000
12	1.68	10.05	7.70	-135.69	-6.27	0.0000	0.00	0.000
13	1.86	10.05	7.70	-135.69	-8.28	0.0000	0.00	0.000
14	2.05	10.05	7.70	-135.69	-10.70	0.0000	0.00	0.000
15	2.23	10.05	7.70	-135.69	-13.55	0.0000	0.00	0.000
16	2.41	10.05	7.70	-135.69	-16.88	0.0000	0.00	0.000
17	2.59	10.05	7.70	-135.69	-20.74	0.0000	0.00	0.000
18	2.77	10.05	7.70	-135.69	-25.14	0.0000	0.00	0.000
19	2.95	10.05	15.39	-136.77	-30.14	0.0000	0.00	0.000
20	3.14	10.05	7.70	-135.69	-35.76	0.0000	0.00	0.000
21	3.32	10.05	7.70	-135.69	-42.05	0.0000	0.00	0.000
22	3.50	10.05	7.70	-135.69	-49.04	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.40	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.30	10.05	10.05	176.67	0.35	0.0000	0.00	0.000
3	-1.20	10.05	10.05	176.67	1.38	0.0000	0.00	0.000
4	-1.10	10.05	10.05	176.67	3.10	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	277 di 297
5	-1.00	10.05	10.05	176.67	5.49	0.0000	0.00	0.000	
6	-0.90	10.05	10.05	176.67	8.56	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.80	10.05	10.05	176.67	12.29	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.70	10.05	10.05	176.67	16.67	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.60	10.05	10.05	176.67	21.71	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.50	10.05	10.05	176.67	27.39	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	176.67	33.71	0.0000	0.00	0.000	
12	0.30	10.05	10.05	-176.67	-93.66	0.0000	0.00	0.000	
13	0.55	10.05	10.05	-176.67	-79.15	0.0000	0.00	0.000	
14	0.81	10.05	10.05	-176.67	-65.14	0.0000	0.00	0.000	
15	1.06	10.05	10.05	-176.67	-51.86	0.0000	0.00	0.000	
16	1.32	10.05	10.05	-176.67	-39.56	0.0000	0.00	0.000	
17	1.57	10.05	10.05	-176.67	-28.49	0.0000	0.00	0.000	
18	1.83	10.05	10.05	-176.67	-18.88	0.0000	0.00	0.000	
19	2.08	10.05	10.05	-176.67	-10.99	0.0000	0.00	0.000	
20	2.34	10.05	10.05	-176.67	-5.04	0.0000	0.00	0.000	
21	2.59	10.05	10.05	-176.67	-1.30	0.0000	0.00	0.000	
22	2.85	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000	

COMBINAZIONE n° 24

Valore della spinta statica	93.0861	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	93.0861	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.85	[m]	Y = -2.47	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.69	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.85	[m]	Y = -4.30	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	221.4094	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.57	[m]	Y = -1.38	[m]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	278 di 297

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93.0861	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	363.5513	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	363.5513	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93.0861	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Risultante in fondazione	375.2793	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.36	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	40.1476	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4138.1883	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.25	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.09888	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.07221	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 42.16$	$N_q = 29.44$	$N_\gamma = 31.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.71$	$i_q = 0.71$	$i_\gamma = 0.33$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 33.21$	$N'_q = 21.99$	$N'_\gamma = 10.99$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.38

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	R1250 5002	A	279 di 297

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	280 di 297

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.6345	0.0046	0.0833
3	0.33	3.2689	0.0372	0.3362
4	0.50	4.9034	0.1262	0.7605
5	0.67	6.5379	0.3002	1.3563
6	0.83	8.1723	0.5878	2.1236
7	1.00	9.8068	1.0176	3.0624
8	1.17	11.4413	1.6181	4.1726
9	1.33	13.0757	2.4180	5.4543
10	1.50	14.7102	3.4458	6.9074
11	1.50	24.0638	4.6348	8.0733
12	1.68	27.1841	6.2745	9.9964
13	1.86	30.3045	8.2822	12.1228
14	2.05	33.4248	10.6951	14.4533
15	2.23	36.5452	13.5503	16.9879
16	2.41	39.6655	16.8849	19.7265
17	2.59	42.7859	20.7360	22.6692
18	2.77	45.9062	25.1406	25.8159
19	2.95	49.0266	30.1360	29.1667
20	3.14	52.1469	35.7591	32.7216
21	3.32	55.2673	42.0471	36.4805

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	281 di 297

22      3.50      58.3876      49.0371      40.4435

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 24

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3465	6.9200
3	0.20	1.3819	13.7773
4	0.30	3.0999	20.5718
5	0.40	5.4942	27.3036
6	0.50	8.5585	33.9726
7	0.60	12.2866	40.5788
8	0.70	16.6722	47.1223
9	0.80	21.7090	53.6030
10	0.90	27.3907	60.0210
11	1.00	33.7111	66.3762

## Sollecitazioni fondazione di monte

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	282 di 297

#### Combinazione n° 24

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.3018	-10.0511
3	0.51	-5.0449	-19.1473
4	0.77	-10.9858	-27.2887
5	1.02	-18.8810	-34.4752
6	1.27	-28.4870	-40.7069
7	1.53	-39.5603	-45.9838
8	1.78	-51.8576	-50.3058
9	2.04	-65.1351	-53.6730
10	2.29	-79.1496	-56.0853
11	2.55	-93.6575	-57.5427

## Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 24

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fv}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	283 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.17	100, 40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.055	-0.060
3	0.33	100, 40	10.05	7.70	0.009	0.001	-0.099	-0.131
4	0.50	100, 40	10.05	7.70	0.016	0.003	-0.123	-0.223
5	0.67	100, 40	10.05	7.70	0.026	0.005	-0.114	-0.348
6	0.83	100, 40	10.05	7.70	0.039	0.007	-0.062	-0.516
7	1.00	100, 40	10.05	7.70	0.061	0.010	0.125	-0.763
8	1.17	100, 40	10.05	7.70	0.097	0.014	0.720	-1.139
9	1.33	100, 40	10.05	7.70	0.151	0.018	2.036	-1.645
10	1.50	100, 40	10.05	7.70	0.222	0.023	4.201	-2.256
11	1.50	100, 70	10.05	7.70	0.092	0.015	0.381	-1.247
12	1.68	100, 70	10.05	7.70	0.126	0.018	0.991	-1.670
13	1.86	100, 70	10.05	7.70	0.173	0.022	2.150	-2.230
14	2.05	100, 70	10.05	7.70	0.234	0.026	4.057	-2.926
15	2.23	100, 70	10.05	7.70	0.308	0.031	6.814	-3.745
16	2.41	100, 70	10.05	7.70	0.396	0.036	10.462	-4.677
17	2.59	100, 70	10.05	7.70	0.497	0.041	15.031	-5.721
18	2.77	100, 70	10.05	7.70	0.611	0.047	20.558	-6.882
19	2.95	100, 70	10.05	15.39	0.700	0.053	26.757	-7.639
20	3.14	100, 70	10.05	7.70	0.885	0.059	34.666	-9.585
21	3.32	100, 70	10.05	7.70	1.046	0.066	43.352	-11.142
22	3.50	100, 70	10.05	7.70	1.223	0.073	53.199	-12.848

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	284 di 297

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 24

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.007	0.011	0.488	-0.061
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.027	0.022	1.946	-0.244
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.060	0.032	4.365	-0.548
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.106	0.043	7.737	-0.971
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.165	0.053	12.052	-1.513
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.238	0.064	17.302	-2.172
8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.322	0.074	23.477	-2.947
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.420	0.084	30.570	-3.837
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.530	0.094	38.571	-4.842
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.652	0.104	47.471	-5.959

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	285 di 297

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.025	-0.016	-0.230	1.833
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.098	-0.030	-0.892	7.104
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.212	-0.043	-1.942	15.470
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.365	-0.054	-3.338	26.588
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.551	-0.064	-5.036	40.114
7	1.53	100, 80	10.05	10.05	0.765	-0.072	-6.993	55.708
8	1.78	100, 80	10.05	10.05	1.003	-0.079	-9.167	73.024
9	2.04	100, 80	10.05	10.05	1.259	-0.084	-11.514	91.721
10	2.29	100, 80	10.05	10.05	1.530	-0.088	-13.991	111.456
11	2.55	100, 80	10.05	10.05	1.811	-0.090	-16.556	131.885

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	286 di 297

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.17	10.05	7.70	-45.31	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.33	10.05	7.70	-45.31	-0.04	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	10.05	7.70	-45.31	-0.13	0.0000	0.00	0.000
5	0.67	10.05	7.70	-45.31	-0.30	0.0000	0.00	0.000
6	0.83	10.05	7.70	-45.31	-0.59	0.0000	0.00	0.000
7	1.00	10.05	7.70	-45.31	-1.02	0.0000	0.00	0.000
8	1.17	10.05	7.70	-45.31	-1.62	0.0000	0.00	0.000
9	1.33	10.05	7.70	-45.31	-2.42	0.0000	0.00	0.000
10	1.50	10.05	7.70	-45.31	-3.45	0.0000	0.00	0.000
11	1.50	10.05	7.70	-135.69	-4.63	0.0000	0.00	0.000
12	1.68	10.05	7.70	-135.69	-6.27	0.0000	0.00	0.000
13	1.86	10.05	7.70	-135.69	-8.28	0.0000	0.00	0.000
14	2.05	10.05	7.70	-135.69	-10.70	0.0000	0.00	0.000
15	2.23	10.05	7.70	-135.69	-13.55	0.0000	0.00	0.000
16	2.41	10.05	7.70	-135.69	-16.88	0.0000	0.00	0.000
17	2.59	10.05	7.70	-135.69	-20.74	0.0000	0.00	0.000
18	2.77	10.05	7.70	-135.69	-25.14	0.0000	0.00	0.000
19	2.95	10.05	15.39	-136.77	-30.14	0.0000	0.00	0.000
20	3.14	10.05	7.70	-135.69	-35.76	0.0000	0.00	0.000
21	3.32	10.05	7.70	-135.69	-42.05	0.0000	0.00	0.000
22	3.50	10.05	7.70	-135.69	-49.04	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.40	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.30	10.05	10.05	176.67	0.35	0.0000	0.00	0.000
3	-1.20	10.05	10.05	176.67	1.38	0.0000	0.00	0.000
4	-1.10	10.05	10.05	176.67	3.10	0.0000	0.00	0.000

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	287 di 297
5	-1.00	10.05	10.05	176.67	5.49	0.0000	0.00	0.000	
6	-0.90	10.05	10.05	176.67	8.56	0.0000	0.00	0.000	
7	-0.80	10.05	10.05	176.67	12.29	0.0000	0.00	0.000	
8	-0.70	10.05	10.05	176.67	16.67	0.0000	0.00	0.000	
9	-0.60	10.05	10.05	176.67	21.71	0.0000	0.00	0.000	
10	-0.50	10.05	10.05	176.67	27.39	0.0000	0.00	0.000	
11	-0.40	10.05	10.05	176.67	33.71	0.0000	0.00	0.000	
12	0.30	10.05	10.05	-176.67	-93.66	0.0000	0.00	0.000	
13	0.55	10.05	10.05	-176.67	-79.15	0.0000	0.00	0.000	
14	0.81	10.05	10.05	-176.67	-65.14	0.0000	0.00	0.000	
15	1.06	10.05	10.05	-176.67	-51.86	0.0000	0.00	0.000	
16	1.32	10.05	10.05	-176.67	-39.56	0.0000	0.00	0.000	
17	1.57	10.05	10.05	-176.67	-28.49	0.0000	0.00	0.000	
18	1.83	10.05	10.05	-176.67	-18.88	0.0000	0.00	0.000	
19	2.08	10.05	10.05	-176.67	-10.99	0.0000	0.00	0.000	
20	2.34	10.05	10.05	-176.67	-5.04	0.0000	0.00	0.000	
21	2.59	10.05	10.05	-176.67	-1.30	0.0000	0.00	0.000	
22	2.85	10.05	10.05	-176.67	0.00	0.0000	0.00	0.000	

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	288 di 297

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.6345	1.6345	0.0060	0.0305	0.1082	0.4080
3	0.33	3.2689	3.2689	0.0484	0.1503	0.4370	1.0735
4	0.50	4.9034	4.9034	0.1641	0.4027	0.9887	1.9980
5	0.67	6.5379	6.5379	0.3903	0.8307	1.7632	3.1816
6	0.83	8.1723	8.1723	0.7642	1.4776	2.7607	4.6242
7	1.00	9.8068	9.8068	1.3229	2.3865	3.9811	6.3259
8	1.17	11.4413	11.4413	2.1036	3.6006	5.4243	8.2866
9	1.33	13.0757	13.0757	3.1434	5.1631	7.0905	10.5063
10	1.50	14.7102	14.7102	4.4795	7.1171	8.9796	12.9854
11	1.50	24.0638	26.8699	5.3633	8.3062	10.4953	14.1513
12	1.68	27.1841	29.9902	7.4949	11.1764	12.9953	17.4711
13	1.86	30.3045	33.1105	10.1049	14.6780	15.7597	21.0982
14	2.05	33.4248	36.2309	13.2417	18.8671	18.7893	25.0336
15	2.23	36.5452	39.3512	16.9535	23.7998	22.0843	29.2772
16	2.41	39.6655	42.4716	21.2884	29.5321	25.6445	33.8291
17	2.59	42.7859	45.5919	26.2948	36.1200	29.4699	38.6892
18	2.77	45.9062	48.7123	32.0209	43.6195	33.5607	43.8576
19	2.95	49.0266	51.8326	38.5148	52.0869	37.9168	49.3343
20	3.14	52.1469	54.9530	45.8249	61.5780	42.5381	55.1193
21	3.32	55.2673	58.0733	53.9993	72.1489	47.4247	61.2125

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	289 di 297

22    3.50    58.3876    61.1937    63.0863    83.8557    52.5766    67.6140

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.6345	1.6345	0.0046	0.0046	0.0833	0.0833
3	0.33	3.2689	3.2689	0.0372	0.0372	0.3362	0.3362
4	0.50	4.9034	4.9034	0.1262	0.1262	0.7605	0.7605
5	0.67	6.5379	6.5379	0.3002	0.3002	1.3563	1.3563
6	0.83	8.1723	8.1723	0.5878	0.5878	2.1236	2.1236
7	1.00	9.8068	9.8068	1.0176	1.0176	3.0624	3.0624
8	1.17	11.4413	11.4413	1.6181	1.6181	4.1726	4.1726
9	1.33	13.0757	13.0757	2.4180	2.4180	5.4543	5.4543
10	1.50	14.7102	14.7102	3.4458	3.4458	6.9074	6.9074
11	1.50	24.0638	24.0638	4.6348	4.6348	8.0733	8.0733
12	1.68	27.1841	27.1841	6.2745	6.2745	9.9964	9.9964
13	1.86	30.3045	30.3045	8.2822	8.2822	12.1228	12.1228
14	2.05	33.4248	33.4248	10.6951	10.6951	14.4533	14.4533
15	2.23	36.5452	36.5452	13.5503	13.5503	16.9879	16.9879
16	2.41	39.6655	39.6655	16.8849	16.8849	19.7265	19.7265
17	2.59	42.7859	42.7859	20.7360	20.7360	22.6692	22.6692
18	2.77	45.9062	45.9062	25.1406	25.1406	25.8159	25.8159
19	2.95	49.0266	49.0266	30.1360	30.1360	29.1667	29.1667
20	3.14	52.1469	52.1469	35.7591	35.7591	32.7216	32.7216
21	3.32	55.2673	55.2673	42.0471	42.0471	36.4805	36.4805
22	3.50	58.3876	58.3876	49.0371	49.0371	40.4435	40.4435

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	290 di 297

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.4156	0.6754	8.2877	13.4497
3	0.20	1.6528	2.6783	16.4325	26.5487
4	0.30	3.6973	5.9735	24.4347	39.2969
5	0.40	6.5349	10.5259	32.2940	51.6943
6	0.50	10.1514	16.3006	40.0106	63.7409
7	0.60	14.5323	23.2624	47.5844	75.4367
8	0.70	19.6635	31.3763	55.0155	86.7818
9	0.80	25.5307	40.6071	62.3038	97.7760
10	0.90	32.1195	50.9198	69.4493	108.4195
11	1.00	39.4158	62.2793	76.4521	118.7122

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3465	0.3465	6.9200	6.9200
3	0.20	1.3819	1.3819	13.7773	13.7773
4	0.30	3.0999	3.0999	20.5718	20.5718
5	0.40	5.4942	5.4942	27.3036	27.3036
6	0.50	8.5585	8.5585	33.9726	33.9726
7	0.60	12.2866	12.2866	40.5788	40.5788
8	0.70	16.6722	16.6722	47.1223	47.1223
9	0.80	21.7090	21.7090	53.6030	53.6030
10	0.90	27.3907	27.3907	60.0210	60.0210

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	291 di 297

11	1.00	33.7111	33.7111	66.3762	66.3762
----	------	---------	---------	---------	---------

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.26	-3.3876	-2.7412	-26.0988	-21.2261
3	0.51	-13.0704	-10.6860	-49.3743	-40.8130
4	0.77	-28.3285	-23.4165	-69.8263	-58.7609
5	1.02	-48.4418	-40.5147	-87.4549	-75.0696
6	1.27	-72.6905	-61.5627	-102.2602	-88.2785
7	1.53	-100.3545	-86.1424	-114.2420	-97.4511
8	1.78	-130.7139	-113.2484	-123.4004	-103.7959
9	2.04	-163.0488	-140.2249	-129.7355	-107.3131
10	2.29	-196.6390	-167.7377	-133.2471	-108.0025
11	2.55	-230.7648	-195.0658	-138.5008	-105.8642

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.26	-1.3018	-1.3018	-10.0511	-10.0511

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA IF0H	LOTTO 22 D 11	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI250 5002	REV. A	FOGLIO 292 di 297
---	------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	----------------------

3	0.51	-5.0449	-5.0449	-19.1473	-19.1473
4	0.77	-10.9858	-10.9858	-27.2887	-27.2887
5	1.02	-18.8810	-18.8810	-34.4752	-34.4752
6	1.27	-28.4870	-28.4870	-40.7069	-40.7069
7	1.53	-39.5603	-39.5603	-45.9838	-45.9838
8	1.78	-51.8576	-51.8576	-50.3058	-50.3058
9	2.04	-65.1351	-65.1351	-53.6730	-53.6730
10	2.29	-79.1496	-79.1496	-56.0853	-56.0853
11	2.55	-93.6575	-93.6575	-57.5427	-57.5427

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km  
31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	293 di 297

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.00	0.00	1000.00	155.24	--	--
2	0.17	100, 40	10.05	7.70	5777.20	-21.78	3534.60	155.46	--	--
3	0.33	100, 40	10.05	7.70	5414.50	-86.00	1656.35	155.67	--	--
4	0.50	100, 40	10.05	7.70	4313.05	-188.64	879.60	155.88	--	--
5	0.67	100, 40	10.05	7.70	3243.92	-297.04	496.17	156.10	--	--
6	0.83	100, 40	10.05	7.70	2196.74	-374.70	268.80	156.31	--	--
7	1.00	100, 40	10.05	7.70	1330.94	-323.89	135.72	156.53	--	--
8	1.17	100, 40	10.05	7.70	823.72	-259.23	72.00	156.74	--	--
9	1.33	100, 40	10.05	7.70	550.81	-217.50	42.12	156.96	--	--
10	1.50	100, 40	10.05	7.70	401.73	-194.37	27.31	157.17	--	--
11	1.50	100, 70	10.05	7.70	2749.35	-949.01	114.25	243.94	--	--
12	1.68	100, 70	10.05	7.70	1885.23	-775.09	69.35	244.37	--	--
13	1.86	100, 70	10.05	7.70	1292.82	-626.18	42.66	244.81	--	--
14	2.05	100, 70	10.05	7.70	911.23	-514.36	27.26	245.24	--	--
15	2.23	100, 70	10.05	7.70	690.47	-449.67	18.89	245.68	--	--
16	2.41	100, 70	10.05	7.70	547.81	-407.86	13.81	246.11	--	--
17	2.59	100, 70	10.05	7.70	448.74	-378.83	10.49	246.54	--	--
18	2.77	100, 70	10.05	7.70	376.37	-357.62	8.20	246.98	--	--
19	2.95	100, 70	10.05	15.39	322.77	-342.92	6.58	247.41	--	--
20	3.14	100, 70	10.05	7.70	278.58	-328.97	5.34	247.85	--	--
21	3.32	100, 70	10.05	7.70	244.30	-318.92	4.42	248.28	--	--
22	3.50	100, 70	10.05	7.70	216.36	-310.73	3.71	248.72	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	7.70	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.17	100, 40	10.05	7.70	0.004	0.000	-0.055	-0.060
3	0.33	100, 40	10.05	7.70	0.009	0.001	-0.099	-0.131
4	0.50	100, 40	10.05	7.70	0.016	0.003	-0.123	-0.223
5	0.67	100, 40	10.05	7.70	0.026	0.005	-0.114	-0.348
6	0.83	100, 40	10.05	7.70	0.039	0.007	-0.062	-0.516
7	1.00	100, 40	10.05	7.70	0.061	0.010	0.125	-0.763

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
					IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	294 di 297
8	1.17	100,40	10.05	7.70	0.097	0.014	0.720	-1.139		
9	1.33	100,40	10.05	7.70	0.151	0.018	2.036	-1.645		
10	1.50	100,40	10.05	7.70	0.222	0.023	4.201	-2.256		
11	1.50	100,70	10.05	7.70	0.092	0.015	0.381	-1.247		
12	1.68	100,70	10.05	7.70	0.126	0.018	0.991	-1.670		
13	1.86	100,70	10.05	7.70	0.173	0.022	2.150	-2.230		
14	2.05	100,70	10.05	7.70	0.234	0.026	4.057	-2.926		
15	2.23	100,70	10.05	7.70	0.308	0.031	6.814	-3.745		
16	2.41	100,70	10.05	7.70	0.396	0.036	10.462	-4.677		
17	2.59	100,70	10.05	7.70	0.497	0.041	15.031	-5.721		
18	2.77	100,70	10.05	7.70	0.611	0.047	20.558	-6.882		
19	2.95	100,70	10.05	15.39	0.700	0.053	26.757	-7.639		
20	3.14	100,70	10.05	7.70	0.885	0.059	34.666	-9.585		
21	3.32	100,70	10.05	7.70	1.046	0.066	43.352	-11.142		
22	3.50	100,70	10.05	7.70	1.223	0.073	53.199	-12.848		

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	295 di 297

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$VRd$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	423.42	266.97	--	--
3	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	106.78	266.97	--	--
4	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	47.88	266.97	--	--
5	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	27.17	266.97	--	--
6	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	17.54	266.97	--	--
7	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	12.29	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	296 di 297

8	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	9.11	266.97	--	--
9	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	7.04	266.97	--	--
10	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	5.62	266.97	--	--
11	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	285.98	4.59	266.97	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
12	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.10	100, 80	10.05	10.05	0.007	0.011	0.488	-0.061
14	0.20	100, 80	10.05	10.05	0.027	0.022	1.946	-0.244
15	0.30	100, 80	10.05	10.05	0.060	0.032	4.365	-0.548
16	0.40	100, 80	10.05	10.05	0.106	0.043	7.737	-0.971
17	0.50	100, 80	10.05	10.05	0.165	0.053	12.052	-1.513
18	0.60	100, 80	10.05	10.05	0.238	0.064	17.302	-2.172
19	0.70	100, 80	10.05	10.05	0.322	0.074	23.477	-2.947
20	0.80	100, 80	10.05	10.05	0.420	0.084	30.570	-3.837
21	0.90	100, 80	10.05	10.05	0.530	0.094	38.571	-4.842
22	1.00	100, 80	10.05	10.05	0.652	0.104	47.471	-5.959

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 80	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	266.97	--	--
2	0.26	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	84.42	266.97	--	--
3	0.51	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	21.88	266.97	--	--
4	0.77	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	10.10	266.97	--	--
5	1.02	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	5.90	266.97	--	--
6	1.27	100, 80	10.05	10.05	0.00	-285.98	3.93	266.97	--	--

Muro di sottoscarpa in Dx (lato B.P.) dal km 31+816.2 al km 31+921.2- Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF0H	22 D 11	CL	RI250 5002	A	297 di 297

7	1.53	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.85	266.97	--	--
8	1.78	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	2.19	266.97	--	--
9	2.04	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.75	266.97	--	--
10	2.29	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.45	266.97	--	--
11	2.55	100,80	10.05	10.05	0.00	-285.98	1.24	266.97	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fl</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fl}$	$\sigma_{fs}$
12	0.00	100,80	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.26	100,80	10.05	10.05	0.025	-0.016	-0.230	1.833
14	0.51	100,80	10.05	10.05	0.098	-0.030	-0.892	7.104
15	0.77	100,80	10.05	10.05	0.212	-0.043	-1.942	15.470
16	1.02	100,80	10.05	10.05	0.365	-0.054	-3.338	26.588
17	1.27	100,80	10.05	10.05	0.551	-0.064	-5.036	40.114
18	1.53	100,80	10.05	10.05	0.765	-0.072	-6.993	55.708
19	1.78	100,80	10.05	10.05	1.003	-0.079	-9.167	73.024
20	2.04	100,80	10.05	10.05	1.259	-0.084	-11.514	91.721
21	2.29	100,80	10.05	10.05	1.530	-0.088	-13.991	111.456
22	2.55	100,80	10.05	10.05	1.811	-0.090	-16.556	131.885