

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

**ADEGUAMENTO S.P. 161 DELLA CRENNA
Muri di sostegno
Relazione di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	C L	N V 2 1 0 5	0 0 7	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Errevia <i>Errevia</i>	25/09/2012	Ing. F. Colla <i>F. Colla</i>	27/09/2012	E. Pagani <i>E. Pagani</i>	28/09/2012	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-CL-NV21-05-007-A00.DOC
-----------	---

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Censozio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
<p>Muri di sostegno Relazione di calcolo</p>	<p>ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc</p> <p>Foglio 3 di 107</p>

INDICE

1.	PREMESSE	4
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	5
2.1.	Normativa sismica	5
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
4.	CRITERI GENERALI VERIFICHE STRUTTURALI	7
5.	PARAMETRI GEOTECNICI.....	8
6.	ANALISI DEI CARICHI.....	9
6.1.	Peso proprio e permanenti	9
6.2.	Carichi accidentali a tergo del muro	9
6.1.	Urto sulla barriera di sicurezza	9
6.2.	Azione sismica	10
6.2.1.	Coefficiente di intensità sismica (C)	10
6.2.2.	Accelerazione al suolo	10
6.2.3.	Accelerazione massima al suolo in fase di costruzione e/o per opere provvisoriale	10
6.2.4.	Coefficiente di protezione sismica (I)	11
7.	CRITERI DI CALCOLO MURI.....	12
7.1.	Calcolo della spinta sul muro.....	12
7.2.	Verifica a ribaltamento	13
7.3.	Verifica a scorrimento	14
7.4.	Verifica al carico limite	15
7.5.	Verifica alla stabilità globale	16
8.	ANALISI MURI	17
8.1.	Muro H=2.0 m	17
8.2.	Muro H=3.0 m	36
8.3.	Muro H=4.0 m	54
8.4.	Muro H=5.0m	72
8.5.	Muro H=6.0 m	90

1. PREMESSE

La seguente relazione di calcolo è relativa all'analisi e al dimensionamento dei muri di sostegno previsti nell'ambito del progetto esecutivo dell'adeguamento della strada provinciale n°161 della Crenna.

I muri in oggetto dell'analisi sono gettati in opera con paramento verticale inclinato verso l'esterno con pendenza pari al 10% e spessore in testa di 30 cm, il cordolo di testa ha larghezza pari a 70cm per permettere l'inghisaggio della barriera di sicurezza.

Il paramento esterno è rivestito da un pannello prefabbricato in pietrame avente funzione di cassero.

Nella tabella seguente si riassumono le principali caratteristiche geometriche dei muri di sostegno:

Altezza (m)	Spessore a base elevazione (m)	Larghezza fondazione (m)	Spessore fondazione (m)	Largh. dente anteriore fond. (m)
2.0	0.50	2.00	0.50	0.40
3.0	0.60	2.50	0.60	0.50
4.0	0.70	3.20	0.70	0.50
5.0	0.80	4.00	0.80	0.70
6.0	0.90	5.00	0.90	0.80

I muri con altezze intermedie rispetto a quelle indicate in tabella prenderanno la caratteristiche geometriche uguali a quelle dell'altezza intera superiore.

Di seguito si riportano le analisi per le sezioni tipologiche dei muri sopra descritti.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 5 di 107

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Per il dimensionamento delle opere strutturali si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Legge 5 Novembre 1971 N° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 - “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- Circolare LL.PP. 15 Ottobre 1996 n° 252 AA.GG./S.T.C. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 9.01.1996”;
- Legge 2 Febbraio 1974 n.64: “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 - “Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Circolare LL.PP. 10 Aprile, n° 65/AA.GG. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica» di cui al D.M. 16.01.1996”;
- D.M. 16 Gennaio 1996 - “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
- Circolare LL.PP. 4 Luglio 1996 n° 156 AA.GG./S.T.C. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16.01.1996”;
- Decreto Ministero dei LL.PP. 4 Maggio 1990 – “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali”;
- Circolare Ministero LL.PP. N. 34233 (Pers. Cons. Sup. Serv. Tecnico Centrale, 25 febbraio 1991) – “Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”.
- Istruzioni FF.SS. n°I/SC/PS-OM/2298 – “Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari – Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo.”
- Istruzioni FF.SS. 44° - “Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione l’esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria”.

2.1. Normativa sismica

Nell’analisi in condizioni sismiche viene recepita la nuova normativa (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 30.03.2003) per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale. In assenza di ulteriori specificazioni da parte della Regione Liguria essendo la zona classificata di 4° categoria, le verifiche sono state eseguite secondo le norme tecniche di cui al DM 15 Gennaio 1996 e relative circolari applicative, assumendo il grado di sismicità $S=6$ e coefficiente di importanza $I = 1.0$.



3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per gli elementi strutturali in cemento armato è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

Calcestruzzo per elevazione muri $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} =$	35.00	N/mm^2
Compressione ammissibile	$\sigma_c = 6 + [(R_{ck} - 15) / 4] =$	11.00	N/mm^2
Trazione ammissibile senza armatura a taglio	$\tau_{c0} = 0.4 + [(R_{ck} - 15) / 75] =$	0.67	N/mm^2
Trazione ammissibile con armatura a taglio	$\tau_{c1} = 1.4 + [(R_{ck} - 15) / 35] =$	1.97	N/mm^2

Calcestruzzo per fondazione muri $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} =$	30.00	N/mm^2
Compressione ammissibile	$\sigma_c = 6 + [(R_{ck} - 15) / 4] =$	9.75	N/mm^2
Trazione ammissibile senza armatura a taglio	$\tau_{c0} = 0.4 + [(R_{ck} - 15) / 75] =$	0.60	N/mm^2
Trazione ammissibile con armatura a taglio	$\tau_{c1} = 1.4 + [(R_{ck} - 15) / 35] =$	1.83	N/mm^2

Acciaio ordinario Fe B 44 k

Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} =$	430.00	N/mm^2
Tensione di trazione ammissibile	$\sigma_s =$	255.00	N/mm^2

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe $R_{ck} 15 \text{ N/mm}^2$.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
<p>Muri di sostegno Relazione di calcolo</p>	<p>ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc</p> <p>Foglio 7 di 107</p>

4. CRITERI GENERALI VERIFICHE STRUTTURALI

Criterio di verifica

Il dimensionamento e la verifica delle strutture in calcestruzzo armato viene condotto con riferimento al criterio delle tensioni ammissibili considerando le caratteristiche di resistenza dei materiali di norma secondo le classi definite negli elaborati grafici di progetto.

Verifiche a fessurazione

Nelle combinazioni di esercizio in cui il tasso di lavoro delle armature sia inferiore a 160 N/mm^2 , le verifiche di fessurazione vengono omesse.

Copriferro

Si adotta un copriferro minimo netto (inclusi collegamenti e staffe) di 4cm.

Interasse tra le barre

Si pone:

Interasse massimo = 30cm

Diametro massimo = 30mm

Percentuale minima di armatura per i muri

Si considera di armare le sezioni (in fondazione ed in elevazione) con percentuali di armatura non inferiori a 0.15% in zona tesa in accordo a quanto previsto dalla norma per strutture inflesse.

5. PARAMETRI GEOTECNICI

L'inquadramento sia generale che specifico delle problematiche geologico-geotecniche è riportato nella relazione tecnica specifica, individuata dall'elaborato A301 00 D CV RB NV2100 001B.

Di seguito sono riportati i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo delle spinte delle terre e per la verifiche delle tensioni scaricate in fondazione. Tali valori di peso specifico, angolo di attrito, coesione e modulo elastico sono ricavati dalla relazione e dalle sezioni geotecniche.

Stratigrafia	Descrizione	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E (MPa)
Strato 1	Copertura superficiale: limo argilloso sabbioso	1.0-2.0	18.0	22-24°	0-5	-
Strato 2 ¹	Alterazione della formazione locale: argilla limosa mediamente consistente	3.50	19.0-20.0	22°-24°	10-30	100-300
Strato 3	Formazione di substrato: argille limose consistenti	-	20.0-21.0	23°-25°	30-50	300-500

Per il terreno di rilevato posto a tergo dei muri si assumono le seguenti caratteristiche geotecniche:

$$\begin{aligned}\phi' &= 35^\circ \\ \gamma &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ c' &= 0.0 \text{ kPa}\end{aligned}$$

¹ Si ipotizza che il terreno di fondazione per i muri sia lo "Strato 2" per il fatto che la quota di imposta della fondazione è sempre posta fra 1.0 e 2.0m dal piano campagna.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 9 di 107

6. ANALISI DEI CARICHI

Di seguito sono riportati i carichi agenti sulle strutture di cui si esegue il predimensionamento.

6.1. Peso proprio e permanenti

I carichi dovuti al peso proprio sono calcolati considerando i seguenti pesi specifici dei materiali:

calcestruzzo: $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$;

terreno di riporto (rilevato stradale): $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$.

6.2. Carichi accidentali a tergo del muro

Il carico accidentale posto sulla carreggiata stradale a tergo del muro è stato considerato pari a 20 kN/m^2 .

6.1. Urto sulla barriera di sicurezza

Come indicato nel D.M. LL.PP. "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali" del 4 Maggio 1990, si assume che l'effetto dell'urto di un veicolo in svio sia assimilabile ad una forza orizzontale perpendicolare all'asse stradale di intensità pari a 45kN agente sul montante del sicurvia ad una quota di 60cm dal piano viario.

Si considera una larghezza di ripartizione (B) pari almeno a 3.0 m (2-3 montanti).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 10 di 107

6.2. Azione sismica

6.2.1. Coefficiente di intensità sismica (C)

La normativa di riferimento (DM 16/01/96) prevede che il coefficiente di intensità sismica (C) venga calcolato sulla base della correlazione di cui al seguito (con "S" si indica il *grado di sismicità* del comune):

$$C = \text{coefficiente di intensità sismica} = (S - 2) / 100$$

Si considera:

$$S = 6$$

$$C = 0.04$$

6.2.2. Accelerazione al suolo

L'accelerazione di riferimento al suolo viene pertanto definita in funzione del tipo di terreno e del grado di sismicità come di seguito indicato:

$$a_{\max} = C \cdot \varepsilon$$

Dove:

C = coefficiente di intensità sismica

ε = coefficiente di fondazione (pari a 1.0)

6.2.3. Accelerazione massima al suolo in fase di costruzione e/o per opere provvisoriali

Per le verifiche in fase di costruzione la norma non fornisce specifiche indicazioni. Si può comunque fare riferimento alle indicazioni di cui all'Eurocodice 8 (UNI-ENV 1998-2:1998 – Appendice A) considerando:

t_{r0} = periodo di ritorno di riferimento dell'evento sismico = 475 anni

p = probabilità di superamento in fase di costruzione ≤ 0.05

t_c = durata della vita attesa della paratia = 3 anni

$t_{rc} = t_c/p$ = periodo di ritorno rapportato alla vita attesa della paratia = 60 anni

$$a_{gc}/a_g = (t_{rc}/t_{r0})^k \cong 0.5$$

a_{gc} = accelerazione relativa ad un periodo di ritorno t_{rc}

a_g = accelerazione relativa ad un periodo di ritorno t_{r0}

k = esponente funzione della sismicità della regione $\cong 0.30$

si ottiene:

$$a_{gc}/a_g = a_{\max-c}/a_{\max} \cong 0.5$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 11 di 107

6.2.4. Coefficiente di protezione sismica (I)

Nel caso delle verifiche degli elementi strutturali, la Norma impone che l'azione sismica venga moltiplicata per un fattore di importanza (I) variabile in funzione del tipo di opera come indicato in tabella.

Opera	γ_I
Edifici la cui funzionalità durante il terremoto ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali, municipi, etc)	1.4
Opere che presentano particolare rischio per le caratteristiche d'uso	1.2
Altri edifici	1.0

Coefficiente di protezione sismica

Si considera $I = 1.0$.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 12 di 107

7. CRITERI DI CALCOLO MURI

7.1. Calcolo della spinta sul muro

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 ρ 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.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(C)$ essendo C il coefficiente di intensità sismica.

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 13 di 107

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1. Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base pari a $2/3$ dell'altezza del muro stesso.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali che si destano per effetto del sisma. Tale forza viene valutata come

$$F_i = CW$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

7.2. Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che sia $\eta_r \geq 1.5$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

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

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 14 di 107

7.3. Verifica a scorrimento

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

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che $\eta_s \geq 1.3$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

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

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

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

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

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	<div style="text-align: center;">ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc</div> <div style="text-align: right;">Foglio 15 di 107</div>

7.4. Verifica al carico limite

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

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che $\eta_q \geq 2.0$
 Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 16 di 107

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

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

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

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

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

7.5. Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che $\eta_g \geq 1.3$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

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

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_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} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 17 di 107

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

8. ANALISI MURI

8.1. Muro H=2.0 m

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2.00 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.50 [m]
Inclinazione paramento esterno	5.71 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
Spessore rivestimento	0.10 [m]
Peso sp. rivestimento	20.0000 [kN/mc]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0.40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.10 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.50 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



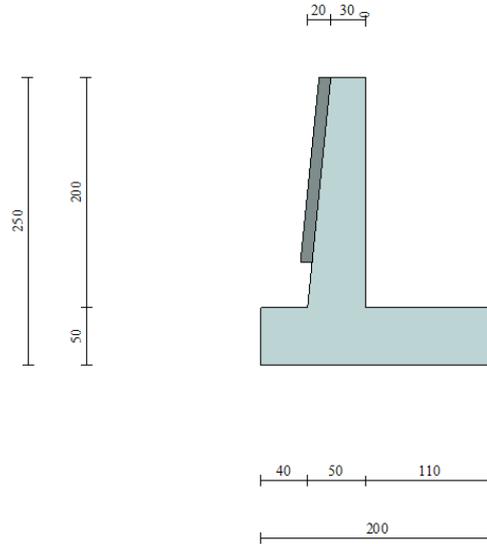
Muri di sostegno

ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc

Foglio
18 di
107

Relazione di calcolo

VALLE



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 19 di 107
Relazione di calcolo		

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	0.60	0.00	0.00
2	10.00	0.00	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
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [N/mm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33 ²	0.0000	0.0000
Argilla limosa	19.00	19.00	23.00	23.00	0.0100	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2.00	0.00	5.83	0.00	Rilevato
2	3.50	0.00	2.05	0.00	Argilla limosa

² Nella combinazione sismica il coefficiente di attrito muro-terreno viene posto pari a 0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 20 di 107

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 (Accidentali)

D Profilo $X_i=0.00$ $X_f=10.00$ $Q_i=20.0000$ $Q_f=20.0000$

Condizione n° 2 (Urto)

C Paramento $X=-0.15$ $Y=0.00$ $F_x=15.0000$ $F_y=0.0000$ $M=9.0000$

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

Combinazione n° 2 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00

Combinazione n° 3 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00
Urto	1.00

Combinazione n° 4 - Tensioni ammissibili - Sismica

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 21 di 107

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Tensioni ammissibili

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

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

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	TAMM - [1]	--	3.75	10.43	7.01	3.31
2	TAMM - [2]	--	2.27	6.21	4.72	2.35
3	TAMM - [3]	--	1.40	2.19	2.58	2.35
4	TAMM - [4]	Orizzontale	2.22	5.40	5.78	2.97

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 22 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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	0.20	1.5886	-0.0079	0.0898
2	0.50	4.3035	0.0015	0.5611
3	0.80	7.4169	0.1342	1.4363
4	1.10	10.9288	0.5001	2.7155
5	1.40	14.8393	1.2092	4.3986
6	1.70	19.1482	2.3714	6.4858
7	2.00	23.8526	4.0974	8.9696

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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	0.04	0.0201	1.0058
2	0.16	0.3240	4.0710
3	0.28	1.0000	7.2081
4	0.40	2.0568	10.4172

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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	0.11	0.0148	0.2596
2	0.44	0.1841	0.6758
3	0.77	0.4010	0.5479
4	1.10	0.4859	-0.1239

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 23 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.20	100, 32	7.70	5.65	0.005	0.000	-0.074	-0.067
2	0.50	100, 35	7.70	5.65	0.012	0.002	-0.172	-0.177
3	0.80	100, 38	7.70	5.65	0.024	0.005	-0.218	-0.339
4	1.10	100, 41	7.70	5.65	0.042	0.009	-0.191	-0.574
5	1.40	100, 44	7.70	5.65	0.068	0.013	-0.077	-0.895
6	1.70	100, 47	7.70	5.65	0.106	0.018	0.303	-1.359
7	2.00	100, 50	7.70	5.65	0.165	0.023	1.380	-2.042

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 24 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.04	100, 50	7.70	7.70	0.001	0.003	0.062	-0.006
2	0.16	100, 50	7.70	7.70	0.016	0.011	1.005	-0.102
3	0.28	100, 50	7.70	7.70	0.049	0.019	3.101	-0.314
4	0.40	100, 50	7.70	7.70	0.102	0.027	6.379	-0.647

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.11	100, 50	7.70	7.70	0.001	0.001	0.046	-0.005
2	0.44	100, 50	7.70	7.70	0.009	0.002	0.571	-0.058
3	0.77	100, 50	7.70	7.70	0.020	0.001	1.244	-0.126
4	1.10	100, 50	7.70	7.70	0.024	0.000	1.507	-0.153

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 25 di 107

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.43 Y[m]= 0.86

Raggio del cerchio R[m]= 3.69

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.17

Larghezza della striscia dx[m]= 0.25

Coefficiente di sicurezza C= 2.35

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	6.8867	70.24	6.4811	0.0074	35.00	0.000	0.000
2	9.8453	60.82	8.5960	0.0051	35.00	0.000	0.000
3	11.8762	53.45	9.5411	0.0042	35.00	0.000	0.000
4	13.4480	47.23	9.8720	0.0037	35.00	0.000	0.000
5	14.7230	41.68	9.7901	0.0033	34.59	0.000	0.000
6	15.7529	36.58	9.3871	0.0031	23.00	0.010	0.000
7	16.5897	31.80	8.7410	0.0029	23.00	0.010	0.000
8	17.2871	27.25	7.9159	0.0028	23.00	0.010	0.000
9	18.4420	22.89	7.1729	0.0027	23.00	0.010	0.000
10	18.9964	18.66	6.0787	0.0026	23.00	0.010	0.000
11	19.3660	14.54	4.8617	0.0026	23.00	0.010	0.000
12	19.6411	10.49	3.5767	0.0025	23.00	0.010	0.000
13	18.5116	6.50	2.0949	0.0025	23.00	0.010	0.000
14	16.4286	2.54	0.7266	0.0025	23.00	0.010	0.000
15	7.5105	-1.42	-0.1855	0.0025	23.00	0.010	0.000
16	6.6796	-5.37	-0.6255	0.0025	23.00	0.010	0.000
17	5.8063	-9.36	-0.9440	0.0025	23.00	0.010	0.000
18	5.5589	-13.39	-1.2870	0.0026	23.00	0.010	0.000
19	5.2191	-17.49	-1.5681	0.0026	23.00	0.010	0.000
20	4.7813	-21.68	-1.7662	0.0027	23.00	0.010	0.000
21	4.2373	-26.00	-1.8575	0.0028	23.00	0.010	0.000
22	3.5759	-30.49	-1.8142	0.0029	23.00	0.010	0.000
23	2.7808	-35.19	-1.6027	0.0031	23.00	0.010	0.000
24	1.8149	-40.19	-1.1713	0.0033	35.00	0.000	0.000
25	0.6104	-45.60	-0.4362	0.0036	35.00	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 266.3697$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 81.5776$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 129.2342$ [kN]

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Muri di sostegno

ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc

Foglio
26 di
107

Relazione di calcolo

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.31$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 27 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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	0.20	1.9738	0.0196	0.9830
2	0.50	5.2696	0.3915	2.8008
3	0.80	8.9639	1.2732	5.0225
4	1.10	13.0566	2.7747	7.6483
5	1.40	17.5479	5.0059	10.6779
6	1.70	22.4377	8.0768	14.1116
7	2.00	27.7229	12.0979	17.9420

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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	0.04	0.0299	1.4986
2	0.16	0.4823	6.0558
3	0.28	1.4870	10.7047
4	0.40	3.0551	15.4455

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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	0.11	-0.0154	-0.2925
2	0.44	-0.3140	-1.6331
3	0.77	-1.1696	-3.6680
4	1.10	-2.8113	-6.3973

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 28 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.20	100, 32	7.70	5.65	0.007	0.004	-0.075	-0.099
2	0.50	100, 35	7.70	5.65	0.033	0.011	-0.013	-0.410
3	0.80	100, 38	7.70	5.65	0.089	0.018	0.830	-1.005
4	1.10	100, 41	7.70	5.65	0.181	0.025	3.368	-1.875
5	1.40	100, 44	7.70	5.65	0.300	0.032	7.592	-2.945
6	1.70	100, 47	7.70	5.65	0.438	0.040	13.375	-4.202
7	2.00	100, 50	7.70	5.65	0.595	0.047	20.664	-5.644

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 29 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.04	100, 50	7.70	7.70	0.001	0.004	0.093	-0.009
2	0.16	100, 50	7.70	7.70	0.024	0.016	1.496	-0.152
3	0.28	100, 50	7.70	7.70	0.073	0.028	4.612	-0.467
4	0.40	100, 50	7.70	7.70	0.151	0.040	9.475	-0.960

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.11	100, 50	7.70	7.70	0.001	-0.001	-0.005	0.048
2	0.44	100, 50	7.70	7.70	0.016	-0.004	-0.099	0.974
3	0.77	100, 50	7.70	7.70	0.058	-0.010	-0.368	3.627
4	1.10	100, 50	7.70	7.70	0.139	-0.017	-0.884	8.719

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 30 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

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	0.20	1.9738	12.0196	15.9830
2	0.50	5.2696	16.8915	17.8008
3	0.80	8.9639	22.2732	20.0225
4	1.10	13.0566	28.2747	22.6483
5	1.40	17.5479	35.0059	25.6779
6	1.70	22.4377	42.5768	29.1116
7	2.00	27.7229	51.0979	32.9420

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

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	0.04	0.0850	4.2328
2	0.16	1.3275	16.3230
3	0.28	3.9660	27.5005
4	0.40	7.8911	37.7655

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

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	0.11	-0.4219	-7.5431
2	0.44	-6.0755	-25.5713
3	0.77	-16.5398	-36.6981
4	1.10	-29.5372	-40.9236

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 31 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.20	100, 32	7.70	5.65	1.383	0.070	62.119	-5.398
2	0.50	100, 35	7.70	5.65	1.637	0.070	76.393	-7.725
3	0.80	100, 38	7.70	5.65	1.849	0.071	89.495	-9.978
4	1.10	100, 41	7.70	5.65	2.041	0.074	102.092	-12.182
5	1.40	100, 44	7.70	5.65	2.223	0.077	114.639	-14.370
6	1.70	100, 47	7.70	5.65	2.402	0.082	127.455	-16.568
7	2.00	100, 50	7.70	5.65	2.583	0.086	140.779	-18.801

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 32 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.04	100, 50	7.70	7.70	0.004	0.011	0.264	-0.027
2	0.16	100, 50	7.70	7.70	0.066	0.043	4.117	-0.417
3	0.28	100, 50	7.70	7.70	0.196	0.072	12.300	-1.247
4	0.40	100, 50	7.70	7.70	0.390	0.099	24.473	-2.480

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.11	100, 50	7.70	7.70	0.021	-0.020	-0.133	1.308
2	0.44	100, 50	7.70	7.70	0.300	-0.067	-1.910	18.842
3	0.77	100, 50	7.70	7.70	0.817	-0.096	-5.199	51.295
4	1.10	100, 50	7.70	7.70	1.460	-0.107	-9.285	91.604

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 33 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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	0.20	1.5498	0.0223	0.3340
2	0.50	4.0615	0.2015	1.2166
3	0.80	6.7973	0.6747	2.5572
4	1.10	9.7575	1.5758	4.3559
5	1.40	12.9419	3.0390	6.6125
6	1.70	16.3505	5.1982	9.3272
7	2.00	19.9834	8.1873	12.4912

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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	0.04	0.0335	1.6720
2	0.16	0.5291	6.5542
3	0.28	1.5985	11.2352
4	0.40	3.2175	15.7153

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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	0.11	-0.1073	-1.9220
2	0.44	-1.5675	-6.6743
3	0.77	-4.3451	-9.9064
4	1.10	-7.9385	-11.6182

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 34 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.20	100, 32	7.70	5.65	0.006	0.001	-0.055	-0.082
2	0.50	100, 35	7.70	5.65	0.020	0.005	-0.066	-0.265
3	0.80	100, 38	7.70	5.65	0.046	0.009	0.103	-0.566
4	1.10	100, 41	7.70	5.65	0.096	0.014	1.062	-1.094
5	1.40	100, 44	7.70	5.65	0.175	0.020	3.518	-1.840
6	1.70	100, 47	7.70	5.65	0.278	0.026	7.600	-2.764
7	2.00	100, 50	7.70	5.65	0.401	0.033	13.307	-3.863

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 35 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm ²]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm ²]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.04	100, 50	7.70	7.70	0.002	0.004	0.104	-0.011
2	0.16	100, 50	7.70	7.70	0.026	0.017	1.641	-0.166
3	0.28	100, 50	7.70	7.70	0.079	0.029	4.957	-0.502
4	0.40	100, 50	7.70	7.70	0.159	0.041	9.979	-1.011

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.11	100, 50	7.70	7.70	0.005	-0.005	-0.034	0.333
2	0.44	100, 50	7.70	7.70	0.077	-0.017	-0.493	4.861
3	0.77	100, 50	7.70	7.70	0.215	-0.026	-1.366	13.475
4	1.10	100, 50	7.70	7.70	0.392	-0.030	-2.495	24.620

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 36 di 107

8.2. Muro H=3.0 m

Geometria muro e fondazione

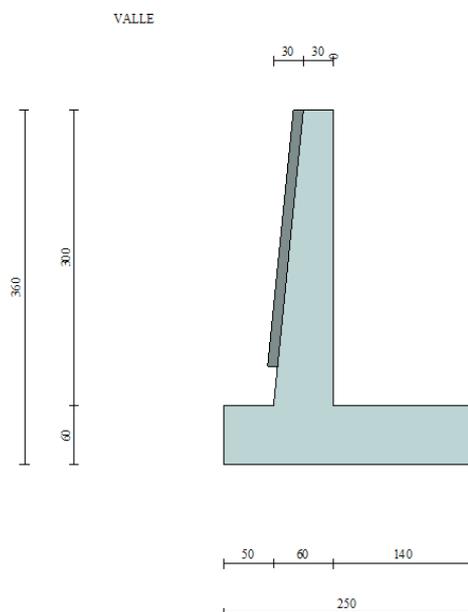
Descrizione

Muro a mensola in c.a.

Altezza del paramento	3.00 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.60 [m]
Inclinazione paramento esterno	5.71 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
Spessore rivestimento	0.10 [m]
Peso sp. rivestimento	20.0000 [kN/mc]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.40 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 37 di 107

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	0.60	0.00	0.00
2	10.00	0.00	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]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [N/mm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33 ³	0.0000	0.0000
Argilla limosa	19.00	19.00	23.00	23.00	0.0100	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3.00	0.00	5.83	0.00	Rilevato
2	3.50	0.00	2.22	0.00	Argilla limosa

³ Nella combinazione sismica il coefficiente di attrito muro-terreno è posto pari a 0.0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 38 di 107

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 (Accidentali)

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=10.00$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=0.00$	$F_x=15.0000$	$F_y=0.0000$	$M=9.0000$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

Combinazione n° 2 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00

Combinazione n° 3 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00
Urto	1.00

Combinazione n° 4 - Tensioni ammissibili - Sismica

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 39 di 107

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Tensioni ammissibili

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	TAMM - [1]	--	2.73	7.59	4.85	2.53
2	TAMM - [2]	--	1.99	5.17	3.64	2.05
3	TAMM - [3]	--	1.50	2.60	2.43	2.05
4	TAMM - [4]	Orizzontale	1.72	4.06	3.72	2.30

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 40 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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	0.30	2.4493	-0.0117	0.2020
2	0.75	6.8703	0.0989	1.2624
3	1.20	12.1880	0.6929	3.2317
4	1.65	18.4024	2.1416	6.1099
5	2.10	25.5134	4.8161	9.8970
6	2.55	33.5210	9.0874	14.5930
7	3.00	42.4183	15.3281	20.1817

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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	0.05	0.0523	2.0956
2	0.20	0.8423	8.4554
3	0.35	2.5944	14.9247
4	0.50	5.3252	21.5037

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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	0.14	0.0131	0.1714
2	0.56	0.1029	0.1129
3	0.98	-0.0123	-0.8048
4	1.40	-0.6934	-2.5815

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 41 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.30	100, 33	10.05	5.65	0.007	0.001	-0.107	-0.100
2	0.75	100, 38	10.05	5.65	0.022	0.005	-0.211	-0.308
3	1.20	100, 42	10.05	5.65	0.050	0.010	-0.160	-0.672
4	1.65	100, 47	10.05	5.65	0.098	0.017	0.195	-1.265
5	2.10	100, 51	10.05	5.65	0.185	0.025	1.758	-2.278
6	2.55	100, 56	10.05	5.65	0.315	0.034	5.462	-3.718
7	3.00	100, 60	10.05	5.65	0.480	0.043	11.485	-5.501

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 42 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm ²]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm ²]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.05	100, 60	10.05	10.05	0.002	0.004	0.102	-0.013
2	0.20	100, 60	10.05	10.05	0.027	0.018	1.636	-0.213
3	0.35	100, 60	10.05	10.05	0.082	0.032	5.038	-0.657
4	0.50	100, 60	10.05	10.05	0.168	0.046	10.341	-1.349

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.14	100, 60	10.05	10.05	0.000	0.000	0.025	-0.003
2	0.56	100, 60	10.05	10.05	0.003	0.000	0.200	-0.026
3	0.98	100, 60	10.05	10.05	0.000	-0.002	-0.003	0.024
4	1.40	100, 60	10.05	10.05	0.022	-0.006	-0.176	1.346

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 43 di 107

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.90 Y[m]= 0.90

Raggio del cerchio R[m]= 5.05

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.55

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.08

Larghezza della striscia dx[m]= 0.35

Coefficiente di sicurezza C= 2.05

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	10.7342	72.71	10.2492	0.0114	35.00	0.000	0.000
2	16.8406	62.37	14.9201	0.0073	35.00	0.000	0.000
3	20.8038	54.74	16.9881	0.0059	35.00	0.000	0.000
4	23.8323	48.40	17.8207	0.0051	35.00	0.000	0.000
5	26.2773	42.77	17.8452	0.0046	35.00	0.000	0.000
6	28.2642	37.63	17.2567	0.0043	24.56	0.009	0.000
7	29.8682	32.82	16.1897	0.0040	23.00	0.010	0.000
8	31.4538	28.27	14.8951	0.0038	23.00	0.010	0.000
9	33.3936	23.90	13.5274	0.0037	23.00	0.010	0.000
10	34.3061	19.67	11.5487	0.0036	23.00	0.010	0.000
11	35.0306	15.56	9.3949	0.0035	23.00	0.010	0.000
12	35.3237	11.52	7.0560	0.0035	23.00	0.010	0.000
13	33.1120	7.55	4.3482	0.0034	23.00	0.010	0.000
14	14.8272	3.61	0.9324	0.0034	23.00	0.010	0.000
15	11.4897	-0.32	-0.0637	0.0034	23.00	0.010	0.000
16	10.2226	-4.24	-0.7562	0.0034	23.00	0.010	0.000
17	9.9632	-8.19	-1.4189	0.0034	23.00	0.010	0.000
18	9.5560	-12.17	-2.0149	0.0035	23.00	0.010	0.000
19	8.9824	-16.22	-2.5087	0.0035	23.00	0.010	0.000
20	8.2331	-20.35	-2.8629	0.0036	23.00	0.010	0.000
21	7.2949	-24.59	-3.0360	0.0037	23.00	0.010	0.000
22	6.1492	-28.99	-2.9802	0.0039	23.00	0.010	0.000
23	4.7700	-33.58	-2.6385	0.0041	23.00	0.010	0.000
24	3.1152	-38.44	-1.9366	0.0043	23.00	0.010	0.000
25	1.0554	-43.65	-0.7285	0.0047	35.00	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 454.8993$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 152.0272$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 221.4612$ [kN]

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Muri di sostegno

ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc

Foglio

44 di

107

Relazione di calcolo

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.31$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 45 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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	0.30	3.0281	0.0938	1.5440
2	0.75	8.3205	1.0863	4.6242
3	1.20	14.5094	3.4320	8.6133
4	1.65	21.5950	7.5021	13.5112
5	2.10	29.5773	13.6676	19.3181
6	2.55	38.4561	22.2997	26.0339
7	3.00	48.2247	33.7709	33.6425

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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	0.05	0.0756	3.0257
2	0.20	1.2113	12.1222
3	0.35	3.7138	21.2482
4	0.50	7.5873	30.4035

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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	0.14	-0.0854	-1.2243
2	0.56	-1.3951	-5.0508
3	0.98	-4.3603	-9.1078
4	1.40	-9.0779	-13.3952

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 46 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.30	100, 33	10.05	5.65	0.014	0.006	-0.077	-0.182
2	0.75	100, 38	10.05	5.65	0.075	0.017	0.520	-0.873
3	1.20	100, 42	10.05	5.65	0.205	0.027	3.747	-2.150
4	1.65	100, 47	10.05	5.65	0.382	0.038	9.790	-3.859
5	2.10	100, 51	10.05	5.65	0.596	0.049	18.454	-5.965
6	2.55	100, 56	10.05	5.65	0.842	0.061	29.663	-8.444
7	3.00	100, 60	10.05	5.65	1.116	0.072	43.379	-11.275

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 47 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm ²]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm ²]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.05	100, 60	10.05	10.05	0.002	0.006	0.147	-0.019
2	0.20	100, 60	10.05	10.05	0.038	0.026	2.352	-0.307
3	0.35	100, 60	10.05	10.05	0.117	0.045	7.211	-0.941
4	0.50	100, 60	10.05	10.05	0.239	0.065	14.733	-1.922

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.14	100, 60	10.05	10.05	0.003	-0.003	-0.022	0.166
2	0.56	100, 60	10.05	10.05	0.044	-0.011	-0.353	2.709
3	0.98	100, 60	10.05	10.05	0.137	-0.019	-1.105	8.467
4	1.40	100, 60	10.05	10.05	0.286	-0.029	-2.300	17.628

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 48 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

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	0.30	3.0281	13.5938	16.5440
2	0.75	8.3205	21.3363	19.6242
3	1.20	14.5094	30.4320	23.6133
4	1.65	21.5950	41.2521	28.5112
5	2.10	29.5773	54.1676	34.3181
6	2.55	38.4561	69.5497	41.0339
7	3.00	48.2247	87.7709	48.6425

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

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	0.05	0.1502	5.9892
2	0.20	2.3564	23.2505
3	0.35	7.0724	39.4526
4	0.50	14.1393	54.5955

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

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	0.14	-0.6560	-9.2173
2	0.56	-9.4622	-31.3330
3	0.98	-25.8131	-45.1442
4	1.40	-46.2207	-50.6509

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 49 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.30	100, 33	10.05	5.65	1.324	0.070	51.925	-7.035
2	0.75	100, 38	10.05	5.65	1.632	0.071	67.632	-10.309
3	1.20	100, 42	10.05	5.65	1.890	0.075	82.259	-13.404
4	1.65	100, 47	10.05	5.65	2.133	0.081	96.989	-16.456
5	2.10	100, 51	10.05	5.65	2.378	0.088	112.526	-19.561
6	2.55	100, 56	10.05	5.65	2.633	0.096	129.313	-22.785
7	3.00	100, 60	10.05	5.65	2.903	0.104	147.648	-26.168

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 50 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm ²]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm ²]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.05	100, 60	10.05	10.05	0.005	0.013	0.292	-0.038
2	0.20	100, 60	10.05	10.05	0.074	0.050	4.576	-0.597
3	0.35	100, 60	10.05	10.05	0.223	0.084	13.733	-1.792
4	0.50	100, 60	10.05	10.05	0.446	0.117	27.456	-3.582

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.14	100, 60	10.05	10.05	0.021	-0.020	-0.166	1.274
2	0.56	100, 60	10.05	10.05	0.298	-0.067	-2.397	18.374
3	0.98	100, 60	10.05	10.05	0.814	-0.097	-6.539	50.124
4	1.40	100, 60	10.05	10.05	1.457	-0.108	-11.709	89.752

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 51 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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	0.30	2.3621	0.0770	0.7064
2	0.75	6.3258	0.6908	2.6248
3	1.20	10.7940	2.3044	5.5738
4	1.65	15.7668	5.3703	9.5532
5	2.10	21.2442	10.3407	14.5632
6	2.55	27.2262	17.6680	20.6037
7	3.00	33.7127	27.8036	27.6552

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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	0.05	0.0899	3.5871
2	0.20	1.4162	14.0131
3	0.35	4.2687	23.9362
4	0.50	8.5719	33.3564

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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	0.14	-0.3424	-4.8177
2	0.56	-4.9870	-16.6425
3	0.98	-13.7701	-24.5246
4	1.40	-25.0357	-28.4639

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 52 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.30	100, 33	10.05	5.65	0.011	0.003	-0.058	-0.144
2	0.75	100, 38	10.05	5.65	0.047	0.010	0.176	-0.575
3	1.20	100, 42	10.05	5.65	0.135	0.018	2.163	-1.465
4	1.65	100, 47	10.05	5.65	0.273	0.027	6.885	-2.772
5	2.10	100, 51	10.05	5.65	0.452	0.037	14.441	-4.475
6	2.55	100, 56	10.05	5.65	0.669	0.048	24.910	-6.579
7	3.00	100, 60	10.05	5.65	0.922	0.059	38.355	-9.080

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 53 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.05	100, 60	10.05	10.05	0.003	0.008	0.175	-0.023
2	0.20	100, 60	10.05	10.05	0.045	0.030	2.750	-0.359
3	0.35	100, 60	10.05	10.05	0.135	0.051	8.289	-1.081
4	0.50	100, 60	10.05	10.05	0.270	0.071	16.645	-2.171

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.14	100, 60	10.05	10.05	0.011	-0.010	-0.087	0.665
2	0.56	100, 60	10.05	10.05	0.157	-0.036	-1.263	9.684
3	0.98	100, 60	10.05	10.05	0.434	-0.052	-3.488	26.739
4	1.40	100, 60	10.05	10.05	0.789	-0.061	-6.342	48.615

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 54 di 107

8.3. Muro H=4.0 m

Geometria muro e fondazione

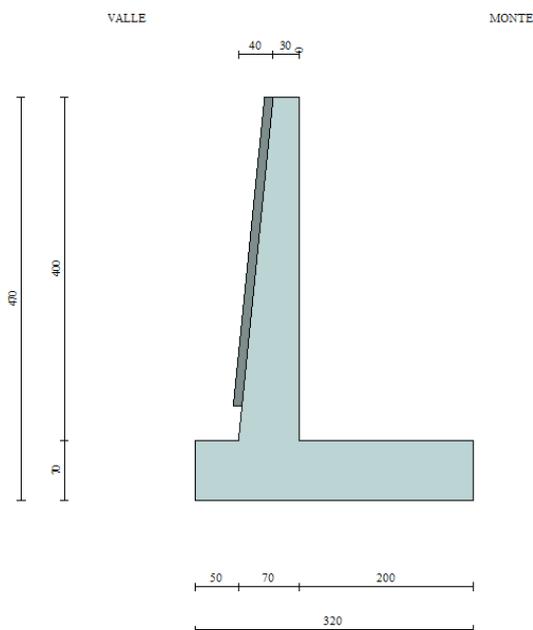
Descrizione

Muro a mensola in c.a.

Altezza del paramento	4.00 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70 [m]
Inclinazione paramento esterno	5.71 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
Spessore rivestimento	0.10 [m]
Peso sp. rivestimento	20.0000 [kN/mc]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.70 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 55 di 107
Relazione di calcolo		

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	0.60	0.00	0.00
2	10.00	0.00	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]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [N/mm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33 ⁴	0.0000	0.0000
Argilla limosa	19.00	19.00	23.00	23.00	0.0100	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.00	0.00	5.83	0.00	Rilevato
2	3.50	0.00	2.42	0.00	Argilla limosa

⁴ Nella combinazione sismica il coefficiente di attrito muro-terreno è posto pari a 0.0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 56 di 107

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 (Accidentali)

D Profilo $X_i=0.00$ $X_f=10.00$ $Q_i=20.0000$ $Q_f=20.0000$

Condizione n° 2 (Urto)

C Paramento $X=-0.15$ $Y=0.00$ $F_x=15.0000$ $F_y=0.0000$ $M=9.0000$

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

Combinazione n° 2 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00

Combinazione n° 3 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00
Urto	1.00

Combinazione n° 4 - Tensioni ammissibili - Sismica

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 57 di 107

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Tensioni ammissibili

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	TAMM - [1]	--	2.56	7.25	3.87	2.21
2	TAMM - [2]	--	2.04	5.33	3.03	1.90
3	TAMM - [3]	--	1.69	3.29	2.35	1.90
4	TAMM - [4]	Orizzontale	1.64	3.87	2.80	2.03

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 58 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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	0.40	3.3542	-0.0099	0.3591
2	1.00	9.7139	0.3454	2.2442
3	1.60	17.6676	1.9269	5.7452
4	2.20	27.2153	5.6142	10.8620
5	2.80	38.3571	12.2869	17.5946
6	3.40	51.0929	22.8249	25.9430
7	4.00	65.4102	38.1104	35.8786

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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	0.05	0.0800	3.2020
2	0.20	1.2830	12.8472
3	0.35	3.9371	22.5511
4	0.50	8.0512	32.3138

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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	0.20	-0.0049	-0.0661
2	0.80	-0.2450	-0.8911
3	1.40	-1.2622	-2.6562
4	2.00	-3.6205	-5.3613

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 59 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.40	100, 34	12.72	7.70	0.009	0.001	-0.137	-0.135
2	1.00	100, 40	12.72	7.70	0.035	0.008	-0.202	-0.479
3	1.60	100, 46	12.72	7.70	0.089	0.016	0.102	-1.157
4	2.20	100, 52	12.72	7.70	0.200	0.027	2.058	-2.466
5	2.80	100, 58	12.72	7.70	0.375	0.039	7.075	-4.423
6	3.40	100, 64	12.72	7.70	0.598	0.052	15.298	-6.916
7	4.00	100, 70	12.72	7.70	0.864	0.065	26.716	-9.912

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 60 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.05	100, 70	12.72	12.72	0.002	0.006	0.104	-0.016
2	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.028	0.023	1.665	-0.255
3	0.35	100, 70	12.72	12.72	0.085	0.041	5.108	-0.782
4	0.50	100, 70	12.72	12.72	0.174	0.058	10.447	-1.600

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.000	0.000	-0.001	0.006
2	0.80	100, 70	12.72	12.72	0.005	-0.002	-0.049	0.318
3	1.40	100, 70	12.72	12.72	0.027	-0.005	-0.251	1.638
4	2.00	100, 70	12.72	12.72	0.078	-0.010	-0.719	4.698

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 61 di 107

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.18 Y[m]= 1.18

Raggio del cerchio R[m]= 6.68

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.86

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.41

Larghezza della striscia dx[m]= 0.45

Coefficiente di sicurezza C= 1.90

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	15.6269	72.93	14.9381	0.0151	35.00	0.000	0.000
2	26.1410	62.49	23.1861	0.0096	35.00	0.000	0.000
3	32.9366	54.94	26.9602	0.0077	35.00	0.000	0.000
4	38.1390	48.65	28.6293	0.0067	35.00	0.000	0.000
5	42.3460	43.07	28.9202	0.0061	35.00	0.000	0.000
6	45.7873	37.98	28.1743	0.0056	26.12	0.007	0.000
7	48.5624	33.21	26.6002	0.0053	23.00	0.010	0.000
8	51.5907	28.70	24.7742	0.0050	23.00	0.010	0.000
9	54.4486	24.37	22.4696	0.0049	23.00	0.010	0.000
10	56.0418	20.19	19.3434	0.0047	23.00	0.010	0.000
11	57.3162	16.12	15.9139	0.0046	23.00	0.010	0.000
12	58.2938	12.13	12.2503	0.0045	23.00	0.010	0.000
13	56.6414	8.20	8.0797	0.0045	23.00	0.010	0.000
14	24.2215	4.31	1.8202	0.0044	23.00	0.010	0.000
15	17.6616	0.44	0.1352	0.0044	23.00	0.010	0.000
16	16.3484	-3.43	-0.9783	0.0044	23.00	0.010	0.000
17	15.9850	-7.32	-2.0355	0.0045	23.00	0.010	0.000
18	15.3539	-11.24	-2.9915	0.0045	23.00	0.010	0.000
19	14.4460	-15.21	-3.7898	0.0046	23.00	0.010	0.000
20	13.2471	-19.26	-4.3695	0.0047	23.00	0.010	0.000
21	11.7373	-23.41	-4.6640	0.0048	23.00	0.010	0.000
22	9.8884	-27.70	-4.5970	0.0050	23.00	0.010	0.000
23	7.6614	-32.17	-4.0792	0.0052	23.00	0.010	0.000
24	5.0003	-36.87	-3.0002	0.0055	23.00	0.010	0.000
25	1.7288	-41.88	-1.1542	0.0059	35.00	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 737.1515$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 250.5359$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 359.1849$ [kN]

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
<p>Muri di sostegno</p> <p>Relazione di calcolo</p>	<p>ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc</p>	<p>Foglio 62 di 107</p>

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.58$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 63 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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	0.40	4.1267	0.2165	2.1499
2	1.00	11.6481	2.1988	6.7281
3	1.60	20.7635	6.9533	12.9221
4	2.20	31.4729	15.3598	20.7320
5	2.80	43.7763	28.2979	30.1577
6	3.40	57.6737	46.6472	41.1992
7	4.00	73.1528	71.2904	53.8278

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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	0.05	0.1071	4.2823
2	0.20	1.7119	17.1109
3	0.35	5.2390	29.9120
4	0.50	10.6841	42.6857

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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	0.20	-0.2109	-2.1006
2	0.80	-3.2959	-8.1098
3	1.40	-9.8548	-13.6801
4	2.00	-19.6243	-18.8116

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 64 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.40	100, 34	12.72	7.70	0.022	0.009	-0.059	-0.279
2	1.00	100, 40	12.72	7.70	0.132	0.023	1.639	-1.460
3	1.60	100, 46	12.72	7.70	0.331	0.037	7.332	-3.468
4	2.20	100, 52	12.72	7.70	0.591	0.052	16.754	-6.140
5	2.80	100, 58	12.72	7.70	0.900	0.067	29.756	-9.415
6	3.40	100, 64	12.72	7.70	1.250	0.082	46.269	-13.241
7	4.00	100, 70	12.72	7.70	1.637	0.097	66.258	-17.576

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 65 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm ²]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm ²]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.05	100, 70	12.72	12.72	0.002	0.008	0.139	-0.021
2	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.037	0.031	2.221	-0.340
3	0.35	100, 70	12.72	12.72	0.113	0.054	6.798	-1.041
4	0.50	100, 70	12.72	12.72	0.230	0.077	13.863	-2.123

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.005	-0.004	-0.042	0.274
2	0.80	100, 70	12.72	12.72	0.071	-0.015	-0.655	4.277
3	1.40	100, 70	12.72	12.72	0.212	-0.025	-1.958	12.787
4	2.00	100, 70	12.72	12.72	0.423	-0.034	-3.900	25.463

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 66 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

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	0.40	4.1267	15.2165	17.1499
2	1.00	11.6481	26.1988	21.7281
3	1.60	20.7635	39.9533	27.9221
4	2.20	31.4729	57.3598	35.7320
5	2.80	43.7763	79.2979	45.1577
6	3.40	57.6737	106.6472	56.1992
7	4.00	73.1528	140.2904	68.8278

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

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	0.05	0.1647	6.5750
2	0.20	2.6047	25.8450
3	0.35	7.8841	44.4325
4	0.50	15.9003	62.3375

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

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	0.20	-1.1037	-10.8347
2	0.80	-15.7178	-36.0590
3	1.40	-42.1905	-50.3635
4	2.00	-73.9700	-53.7481

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 67 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.40	100, 34	12.72	7.70	1.260	0.070	44.433	-7.980
2	1.00	100, 40	12.72	7.70	1.600	0.073	60.544	-11.925
3	1.60	100, 46	12.72	7.70	1.894	0.080	76.105	-15.664
4	2.20	100, 52	12.72	7.70	2.188	0.089	92.697	-19.465
5	2.80	100, 58	12.72	7.70	2.500	0.100	111.152	-23.477
6	3.40	100, 64	12.72	7.70	2.838	0.112	131.953	-27.777
7	4.00	100, 70	12.72	7.70	3.204	0.125	155.401	-32.406

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 68 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm ²]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm ²]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.05	100, 70	12.72	12.72	0.004	0.012	0.214	-0.033
2	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.056	0.047	3.380	-0.518
3	0.35	100, 70	12.72	12.72	0.170	0.080	10.230	-1.567
4	0.50	100, 70	12.72	12.72	0.343	0.113	20.631	-3.160

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.024	-0.020	-0.219	1.432
2	0.80	100, 70	12.72	12.72	0.339	-0.065	-3.123	20.394
3	1.40	100, 70	12.72	12.72	0.910	-0.091	-8.384	54.743
4	2.00	100, 70	12.72	12.72	1.595	-0.097	-14.699	95.977

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 69 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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	0.40	3.1993	0.1846	1.2159
2	1.00	8.7459	1.6501	4.5664
3	1.60	15.1894	5.4949	9.7489
4	2.20	22.5300	12.7912	16.7635
5	2.80	30.7675	24.6110	25.6101
6	3.40	39.9021	42.0266	36.2888
7	4.00	49.9337	66.1082	48.7648

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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	0.05	0.1318	5.2622
2	0.20	2.0827	20.6488
3	0.35	6.2965	35.4355
4	0.50	12.6833	49.6224

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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	0.20	-1.0006	-9.8281
2	0.80	-14.3030	-32.9136
3	1.40	-38.5773	-46.4011
4	2.00	-68.0647	-50.2903

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 70 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.40	100, 34	12.72	5.65	0.018	0.005	-0.037	-0.229
2	1.00	100, 40	12.72	5.65	0.101	0.015	1.243	-1.120
3	1.60	100, 46	12.72	5.65	0.267	0.028	6.200	-2.764
4	2.20	100, 52	12.72	5.65	0.502	0.042	15.217	-5.105
5	2.80	100, 58	12.72	5.65	0.796	0.057	28.435	-8.128
6	3.40	100, 64	12.72	5.65	1.143	0.072	45.949	-11.804
7	4.00	100, 70	12.72	5.65	1.540	0.088	67.813	-16.101

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 71 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.05	100, 70	12.72	12.72	0.003	0.010	0.171	-0.026
2	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.045	0.037	2.702	-0.414
3	0.35	100, 70	12.72	12.72	0.136	0.064	8.170	-1.251
4	0.50	100, 70	12.72	12.72	0.273	0.090	16.457	-2.520

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.022	-0.018	-0.199	1.298
2	0.80	100, 70	12.72	12.72	0.308	-0.060	-2.842	18.558
3	1.40	100, 70	12.72	12.72	0.832	-0.084	-7.666	50.055
4	2.00	100, 70	12.72	12.72	1.467	-0.091	-13.526	88.315

8.4. Muro H=5.0m

Geometria muro e fondazione

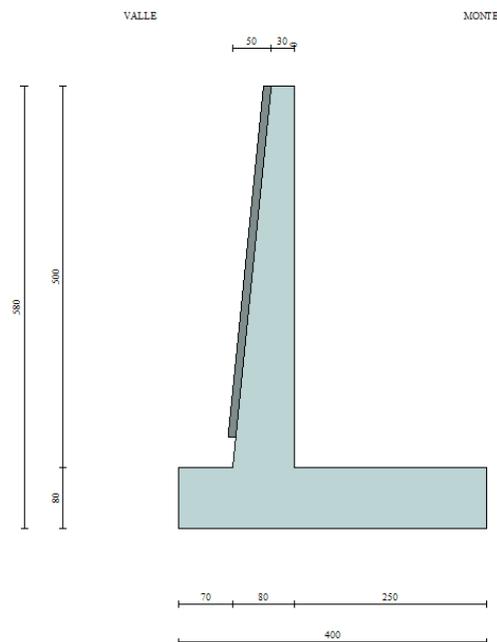
Descrizione

Altezza del paramento	5.00 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.80 [m]
Inclinazione paramento esterno	5.71 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
Spessore rivestimento	0.10 [m]
Peso sp. rivestimento	20.0000 [kN/mc]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.70 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 73 di 107
Relazione di calcolo		

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	0.60	0.00	0.00
2	10.00	0.00	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]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [N/mm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33 ⁵	0.0000	0.0000
Argilla limosa	19.00	19.00	23.00	23.00	0.0100	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	5.00	0.00	5.83	0.00	Rilevato
2	3.50	0.00	2.65	0.00	Argilla limosa

⁵ Nella combinazione sismica il coefficiente di attrito muro-terreno è posto pari a 0.0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 74 di 107

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 (Accidentali)

D Profilo $X_i=0.00$ $X_f=10.00$ $Q_i=20.0000$ $Q_f=20.0000$

Condizione n° 2 (Urto)

C Paramento $X=-0.15$ $Y=0.00$ $F_x=15.0000$ $F_y=0.0000$ $M=9.0000$

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

Combinazione n° 2 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00

Combinazione n° 3 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00
Urto	1.00

Combinazione n° 4 - Tensioni ammissibili - Sismica

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 75 di 107

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Tensioni ammissibili

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

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

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	TAMM - [1]	--	2.45	7.32	3.30	2.01
2	TAMM - [2]	--	2.05	5.65	2.71	1.79
3	TAMM - [3]	--	1.79	3.95	2.37	1.79
4	TAMM - [4]	Orizzontale	1.58	3.91	2.46	1.86

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 76 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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	0.50	4.3035	0.0015	0.5611
2	1.25	12.8342	0.8049	3.5066
3	2.00	23.8557	4.0968	8.9768
4	2.75	37.3677	11.5954	16.9718
5	3.50	53.3705	25.0187	27.4915
6	4.25	71.8638	46.0850	40.5360
7	5.00	92.8285	76.5170	56.0603

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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	0.07	0.1754	5.0167
2	0.28	2.8238	20.2523
3	0.49	8.7009	35.7665
4	0.70	17.8652	51.5591

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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	0.25	0.1181	0.8790
2	1.00	1.1001	1.1478
3	1.75	0.9517	-2.1356
4	2.50	-2.9913	-8.9710

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 77 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.50	100, 35	15.71	7.70	0.012	0.002	-0.160	-0.176
2	1.25	100, 43	15.71	7.70	0.053	0.011	-0.140	-0.712
3	2.00	100, 50	15.71	7.70	0.153	0.023	1.001	-1.927
4	2.75	100, 58	15.71	7.70	0.342	0.038	5.591	-4.111
5	3.50	100, 65	15.71	7.70	0.603	0.054	14.224	-7.101
6	4.25	100, 73	15.71	7.70	0.923	0.071	26.915	-10.826
7	5.00	100, 80	15.71	7.70	1.297	0.088	43.717	-15.242

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 78 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.07	100, 80	12.72	12.72	0.003	0.008	0.196	-0.029
2	0.28	100, 80	12.72	12.72	0.049	0.032	3.159	-0.470
3	0.49	100, 80	12.72	12.72	0.150	0.056	9.733	-1.449
4	0.70	100, 80	12.72	12.72	0.308	0.081	19.983	-2.975

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.25	100, 80	12.72	12.72	0.002	0.001	0.132	-0.020
2	1.00	100, 80	12.72	12.72	0.019	0.002	1.231	-0.183
3	1.75	100, 80	12.72	12.72	0.016	-0.003	1.065	-0.158
4	2.50	100, 80	12.72	12.72	0.052	-0.014	-0.498	3.346

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 79 di 107

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.97 Y[m]= 0.97

Raggio del cerchio R[m]= 7.60

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.16

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.58

Larghezza della striscia dx[m]= 0.51

Coefficiente di sicurezza C= 1.79

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	19.9186	75.05	19.2447	0.0194	35.00	0.000	0.000
2	34.8483	63.48	31.1803	0.0112	35.00	0.000	0.000
3	43.8656	55.76	36.2618	0.0089	35.00	0.000	0.000
4	50.7089	49.39	38.4966	0.0077	35.00	0.000	0.000
5	56.2258	43.78	38.9013	0.0069	35.00	0.000	0.000
6	60.7735	38.66	37.9637	0.0064	30.03	0.004	0.000
7	64.4393	33.88	35.9265	0.0060	23.00	0.010	0.000
8	67.4841	29.37	33.0944	0.0057	23.00	0.010	0.000
9	72.1076	25.04	30.5231	0.0055	23.00	0.010	0.000
10	74.2314	20.87	26.4419	0.0053	23.00	0.010	0.000
11	75.9260	16.81	21.9522	0.0052	23.00	0.010	0.000
12	77.2396	12.83	17.1511	0.0051	23.00	0.010	0.000
13	78.4610	8.92	12.1598	0.0051	23.00	0.010	0.000
14	73.9593	5.04	6.5017	0.0050	23.00	0.010	0.000
15	28.1860	1.19	0.5874	0.0050	23.00	0.010	0.000
16	21.8282	-2.65	-1.0090	0.0050	23.00	0.010	0.000
17	19.4019	-6.51	-2.1982	0.0050	23.00	0.010	0.000
18	18.6683	-10.39	-3.3671	0.0051	23.00	0.010	0.000
19	17.5860	-14.33	-4.3515	0.0052	23.00	0.010	0.000
20	16.1386	-18.33	-5.0759	0.0053	23.00	0.010	0.000
21	14.3029	-22.43	-5.4580	0.0054	23.00	0.010	0.000
22	12.0459	-26.66	-5.4050	0.0056	23.00	0.010	0.000
23	9.3221	-31.05	-4.8084	0.0058	23.00	0.010	0.000
24	6.0671	-35.66	-3.5367	0.0062	23.00	0.010	0.000
25	2.0869	-40.55	-1.3567	0.0066	35.00	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1015.8232$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 349.8201$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 497.7865$ [kN]

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
<p>Muri di sostegno</p> <p>Relazione di calcolo</p>	<p>ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc</p>	<p>Foglio 80 di 107</p>

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.28$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 81 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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	0.50	5.2696	0.3918	2.8008
2	1.25	15.2524	3.7926	9.1126
3	2.00	27.7259	12.0977	17.9492
4	2.75	42.6901	27.0253	29.3105
5	3.50	60.1449	50.2935	43.1965
6	4.25	80.0904	83.6204	59.6073
7	5.00	102.5071	128.7289	78.4979

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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	0.07	0.2267	6.4810
2	0.28	3.6375	26.0289
3	0.49	11.1699	45.7340
4	0.70	22.8568	65.5962

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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	0.25	-0.1869	-1.5320
2	1.00	-3.4352	-7.4644
3	1.75	-11.8846	-15.4016
4	2.50	-27.0388	-25.3435

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 82 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.50	100, 35	15.71	7.70	0.032	0.011	-0.014	-0.402
2	1.25	100, 43	15.71	7.70	0.197	0.029	3.004	-2.160
3	2.00	100, 50	15.71	7.70	0.468	0.047	10.986	-5.025
4	2.75	100, 58	15.71	7.70	0.814	0.066	23.582	-8.807
5	3.50	100, 65	15.71	7.70	1.221	0.085	40.662	-13.396
6	4.25	100, 73	15.71	7.70	1.679	0.104	62.155	-18.709
7	5.00	100, 80	15.71	7.70	2.182	0.123	88.027	-24.680

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 83 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.07	100, 80	12.72	12.72	0.004	0.010	0.254	-0.038
2	0.28	100, 80	12.72	12.72	0.063	0.041	4.069	-0.606
3	0.49	100, 80	12.72	12.72	0.192	0.072	12.494	-1.860
4	0.70	100, 80	12.72	12.72	0.394	0.103	25.567	-3.806

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.25	100, 80	12.72	12.72	0.003	-0.002	-0.031	0.209
2	1.00	100, 80	12.72	12.72	0.059	-0.012	-0.572	3.842
3	1.75	100, 80	12.72	12.72	0.205	-0.024	-1.979	13.294
4	2.50	100, 80	12.72	12.72	0.466	-0.040	-4.502	30.245

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 84 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

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	0.50	5.2696	16.8918	17.8008
2	1.25	15.2524	31.5426	24.1126
3	2.00	27.7259	51.0977	32.9492
4	2.75	42.6901	77.2753	44.3105
5	3.50	60.1449	111.7935	58.1965
6	4.25	80.0904	156.3704	74.6073
7	5.00	102.5071	212.7289	93.4979

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

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	0.07	0.3139	8.9569
2	0.28	4.9829	35.4033
3	0.49	15.1387	61.2131
4	0.70	30.6478	86.3862

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

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	0.25	-1.2650	-9.9695
2	1.00	-18.4352	-34.4644
3	1.75	-50.9315	-50.8391
4	2.50	-92.6638	-59.0935

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 85 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.50	100, 35	15.71	7.70	1.225	0.070	38.657	-8.865
2	1.25	100, 43	15.71	7.70	1.596	0.076	54.794	-13.440
3	2.00	100, 50	15.71	7.70	1.932	0.086	71.178	-17.853
4	2.75	100, 58	15.71	7.70	2.287	0.099	89.632	-22.501
5	3.50	100, 65	15.71	7.70	2.677	0.114	111.027	-27.559
6	4.25	100, 73	15.71	7.70	3.108	0.130	135.828	-33.100
7	5.00	100, 80	15.71	7.70	3.579	0.147	164.314	-39.149

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 86 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.07	100, 80	12.72	12.72	0.005	0.014	0.351	-0.052
2	0.28	100, 80	12.72	12.72	0.086	0.056	5.574	-0.830
3	0.49	100, 80	12.72	12.72	0.261	0.096	16.934	-2.521
4	0.70	100, 80	12.72	12.72	0.528	0.136	34.282	-5.103

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.25	100, 80	12.72	12.72	0.022	-0.016	-0.211	1.415
2	1.00	100, 80	12.72	12.72	0.317	-0.054	-3.069	20.621
3	1.75	100, 80	12.72	12.72	0.877	-0.080	-8.480	56.970
4	2.50	100, 80	12.72	12.72	1.596	-0.093	-15.429	103.651

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 87 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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	0.50	4.0615	0.3629	1.8623
2	1.25	11.3217	3.2377	7.0412
3	2.00	19.9834	10.7703	15.0827
4	2.75	30.0468	25.0548	25.9867
5	3.50	41.5118	48.1851	39.7533
6	4.25	54.3783	82.2553	56.3825
7	5.00	68.6465	129.3558	75.8200

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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	0.07	0.2984	8.5067
2	0.28	4.7129	33.3731
3	0.49	14.2464	57.2592
4	0.70	28.6931	80.1649

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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	0.25	-1.7864	-14.0600
2	1.00	-25.8044	-47.9038
3	1.75	-70.5160	-69.2431
4	2.50	-126.5429	-78.0779

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 88 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.50	100, 35	15.71	7.70	0.028	0.007	0.039	-0.345
2	1.25	100, 43	15.71	7.70	0.169	0.022	2.957	-1.798
3	2.00	100, 50	15.71	7.70	0.417	0.039	11.013	-4.333
4	2.75	100, 58	15.71	7.70	0.753	0.058	24.456	-7.885
5	3.50	100, 65	15.71	7.70	1.164	0.078	43.414	-12.388
6	4.25	100, 73	15.71	7.70	1.642	0.098	67.956	-17.774
7	5.00	100, 80	15.71	7.70	2.180	0.119	98.113	-23.975

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	<div style="text-align: center;">ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc</div> <div style="text-align: right;">Foglio 89 di 107</div>

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.07	100, 80	12.72	12.72	0.005	0.013	0.334	-0.050
2	0.28	100, 80	12.72	12.72	0.081	0.052	5.272	-0.785
3	0.49	100, 80	12.72	12.72	0.245	0.090	15.936	-2.372
4	0.70	100, 80	12.72	12.72	0.494	0.126	32.095	-4.777

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.25	100, 80	12.72	12.72	0.031	-0.022	-0.297	1.998
2	1.00	100, 80	12.72	12.72	0.444	-0.075	-4.296	28.864
3	1.75	100, 80	12.72	12.72	1.214	-0.109	-11.741	78.877
4	2.50	100, 80	12.72	12.72	2.179	-0.122	-21.070	141.547

8.5. Muro H=6.0 m

Geometria muro e fondazione

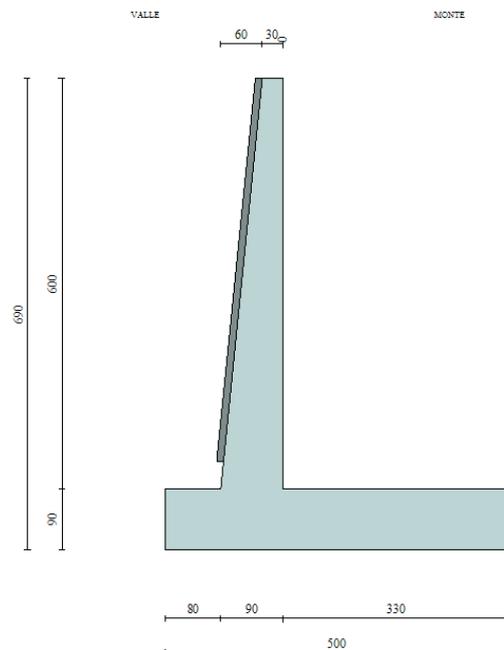
Descrizione

Altezza del paramento	6.00 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.90 [m]
Inclinazione paramento esterno	5.71 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
Spessore rivestimento	0.10 [m]
Peso sp. rivestimento	20.0000 [kN/mc]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3.30 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.90 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
Muri di sostegno	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc	Foglio 91 di 107
Relazione di calcolo		

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	0.60	0.00	0.00
2	10.00	0.00	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]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
 Descrizione Descrizione terreno
 γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
 γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
 δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
 c Coesione espressa in [N/mm²]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [N/mm²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c _a
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33 ⁶	0.0000	0.0000
Argilla limosa	19.00	19.00	23.00	23.00	0.0100	0.0000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 a Inclinazione espressa in [°]
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 Ks Coefficiente di spinta
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	6.00	0.00	5.83	0.00	Rilevato
2	3.50	0.00	2.91	0.00	Argilla limosa

⁶ Nella combinazione sismica il coefficiente di attrito muro-terreno è posto pari a 0.0.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 92 di 107

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 (Accidentali)

D Profilo $X_i=0.00$ $X_f=10.00$ $Q_i=20.0000$ $Q_f=20.0000$

Condizione n° 2 (Urto)

C Paramento $X=-0.15$ $Y=0.00$ $F_x=15.0000$ $F_y=0.0000$ $M=9.0000$

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

Combinazione n° 2 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00

Combinazione n° 3 - Tensioni ammissibili

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00
Accidentali	1.00
Urto	1.00

Combinazione n° 4 - Tensioni ammissibili - Sismica

	C
Peso proprio	1.00
Spinta terreno	1.00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 93 di 107

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Tensioni ammissibili

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	TAMM - [1]	--	2.53	8.01	2.98	1.92
2	TAMM - [2]	--	2.18	6.41	2.51	1.75
3	TAMM - [3]	--	1.98	4.87	2.39	1.75
4	TAMM - [4]	Orizzontale	1.63	4.25	3.04	1.81

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 94 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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	0.60	5.2970	0.0266	0.8079
2	1.50	16.2313	1.5408	5.0495
3	2.40	30.7521	7.4633	12.9266
4	3.30	48.8595	20.7628	24.4394
5	4.20	70.5535	44.4084	39.5878
6	5.10	95.8339	81.3689	58.3718
7	6.00	124.6730	134.6206	80.7268

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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	0.08	0.2693	6.7395
2	0.32	4.3388	27.2454
3	0.56	13.3815	48.1825
4	0.80	27.5009	69.5508

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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	0.33	0.4439	2.5545
2	1.32	4.9504	5.3265
3	2.31	8.5690	0.7610
4	3.30	4.0357	-11.1421

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 95 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.60	100, 36	19.01	7.70	0.016	0.003	-0.176	-0.224
2	1.50	100, 45	19.01	7.70	0.077	0.015	-0.005	-1.010
3	2.40	100, 54	19.01	7.70	0.237	0.031	2.604	-2.922
4	3.30	100, 63	19.01	7.70	0.502	0.050	9.863	-6.026
5	4.20	100, 72	19.01	7.70	0.849	0.070	21.962	-10.152
6	5.10	100, 81	19.01	7.70	1.269	0.090	38.969	-15.215
7	6.00	100, 90	19.01	7.70	1.752	0.112	60.951	-21.144

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 96 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.08	100, 90	19.01	19.01	0.003	0.009	0.179	-0.034
2	0.32	100, 90	19.01	19.01	0.050	0.038	2.879	-0.541
3	0.56	100, 90	19.01	19.01	0.155	0.067	8.880	-1.669
4	0.80	100, 90	19.01	19.01	0.319	0.096	18.251	-3.430

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.33	100, 90	19.01	19.01	0.005	0.004	0.295	-0.055
2	1.32	100, 90	19.01	19.01	0.057	0.007	3.285	-0.618
3	2.31	100, 90	19.01	19.01	0.099	0.001	5.687	-1.069
4	3.30	100, 90	19.01	19.01	0.047	-0.015	2.678	-0.503

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 97 di 107

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.17 Y[m]= 1.17

Raggio del cerchio R[m]= 9.22

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.44

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.99

Larghezza della striscia dx[m]= 0.62

Coefficiente di sicurezza C= 1.75

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	26.6311	75.06	25.7311	0.0235	35.00	0.000	0.000
2	48.5648	63.52	43.4684	0.0136	35.00	0.000	0.000
3	61.8214	55.80	51.1300	0.0108	35.00	0.000	0.000
4	71.8806	49.43	54.6044	0.0093	35.00	0.000	0.000
5	79.9901	43.82	55.3891	0.0084	35.00	0.000	0.000
6	86.6566	38.71	54.1895	0.0078	28.46	0.005	0.000
7	92.0258	33.94	51.3753	0.0073	23.00	0.010	0.000
8	97.6541	29.42	47.9711	0.0070	23.00	0.010	0.000
9	103.1110	25.10	43.7416	0.0067	23.00	0.010	0.000
10	106.2081	20.93	37.9390	0.0065	23.00	0.010	0.000
11	108.7032	16.87	31.5476	0.0063	23.00	0.010	0.000
12	110.6395	12.90	24.6978	0.0062	23.00	0.010	0.000
13	112.4612	8.99	17.5712	0.0061	23.00	0.010	0.000
14	104.4153	5.12	9.3200	0.0061	23.00	0.010	0.000
15	38.1438	1.28	0.8497	0.0061	23.00	0.010	0.000
16	31.1209	-2.56	-1.3912	0.0061	23.00	0.010	0.000
17	28.2974	-6.41	-3.1604	0.0061	23.00	0.010	0.000
18	27.2330	-10.29	-4.8657	0.0062	23.00	0.010	0.000
19	25.6580	-14.22	-6.3031	0.0062	23.00	0.010	0.000
20	23.5488	-18.22	-7.3625	0.0064	23.00	0.010	0.000
21	20.8713	-22.31	-7.9237	0.0065	23.00	0.010	0.000
22	17.5781	-26.53	-7.8514	0.0068	23.00	0.010	0.000
23	13.6031	-30.91	-6.9876	0.0071	23.00	0.010	0.000
24	8.8528	-35.50	-5.1410	0.0074	23.00	0.010	0.000
25	3.0920	-40.38	-2.0030	0.0079	35.00	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1448.7619$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 496.5362$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 705.6621$ [kN]

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Muri di sostegno

ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc

Foglio
98 di
107

Relazione di calcolo

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.28$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 99 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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	0.60	6.4567	0.6238	3.4965
2	1.50	19.1335	5.9313	11.7776
3	2.40	35.3969	19.1258	23.6943
4	3.30	55.2468	43.1761	39.2467
5	4.20	78.6832	81.0513	58.4347
6	5.10	105.7062	135.7203	81.2583
7	6.00	136.2878	210.1592	107.6528

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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	0.08	0.3328	8.3269
2	0.32	5.3495	33.5359
3	0.56	16.4575	59.0876
4	0.80	33.7390	84.9819

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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	0.33	0.0292	0.0690
2	1.32	-1.2430	-3.6108
3	2.31	-9.0441	-13.1207
4	3.30	-29.1459	-28.4608

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 100 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.60	100, 36	19.01	7.70	0.045	0.013	0.086	-0.553
2	1.50	100, 45	19.01	7.70	0.265	0.035	4.390	-2.933
3	2.40	100, 54	19.01	7.70	0.609	0.057	14.469	-6.725
4	3.30	100, 63	19.01	7.70	1.040	0.080	29.985	-11.674
5	4.20	100, 72	19.01	7.70	1.543	0.103	50.809	-17.620
6	5.10	100, 81	19.01	7.70	2.105	0.126	76.870	-24.447
7	6.00	100, 90	19.01	7.70	2.722	0.149	108.131	-32.070

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 101 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.08	100, 90	19.01	19.01	0.004	0.012	0.221	-0.042
2	0.32	100, 90	19.01	19.01	0.062	0.046	3.550	-0.667
3	0.56	100, 90	19.01	19.01	0.191	0.082	10.922	-2.053
4	0.80	100, 90	19.01	19.01	0.391	0.118	22.390	-4.209

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.33	100, 90	19.01	19.01	0.000	0.000	0.019	-0.004
2	1.32	100, 90	19.01	19.01	0.014	-0.005	-0.155	0.825
3	2.31	100, 90	19.01	19.01	0.105	-0.018	-1.128	6.002
4	3.30	100, 90	19.01	19.01	0.338	-0.039	-3.636	19.342

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 102 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

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	0.60	6.4567	18.6238	18.4965
2	1.50	19.1335	37.4313	26.7776
3	2.40	35.3969	64.1258	38.6943
4	3.30	55.2468	101.6761	54.2467
5	4.20	78.6832	153.0513	73.4347
6	5.10	105.7062	221.2203	96.2583
7	6.00	136.2878	309.1592	122.6528

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

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	0.08	0.4183	10.4523
2	0.32	6.6729	41.6230
3	0.56	20.3750	72.5141
4	0.80	41.4574	103.1259

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

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	0.33	-1.3763	-8.2529
2	1.32	-20.6255	-29.8418
3	2.31	-58.8939	-46.6758
4	3.30	-111.4743	-58.7548

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 103 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.60	100, 36	19.01	7.70	1.197	0.070	34.127	-9.555
2	1.50	100, 45	19.01	7.70	1.596	0.079	50.162	-14.683
3	2.40	100, 54	19.01	7.70	1.978	0.093	67.358	-19.771
4	3.30	100, 63	19.01	7.70	2.398	0.110	87.657	-25.316
5	4.20	100, 72	19.01	7.70	2.870	0.129	111.912	-31.490
6	5.10	100, 81	19.01	7.70	3.396	0.149	140.549	-38.345
7	6.00	100, 90	19.01	7.70	3.974	0.170	173.813	-45.881

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 104 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.08	100, 90	19.01	19.01	0.005	0.014	0.278	-0.052
2	0.32	100, 90	19.01	19.01	0.077	0.058	4.428	-0.832
3	0.56	100, 90	19.01	19.01	0.236	0.100	13.522	-2.542
4	0.80	100, 90	19.01	19.01	0.481	0.143	27.512	-5.171

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.33	100, 90	19.01	19.01	0.016	-0.011	-0.172	0.913
2	1.32	100, 90	19.01	19.01	0.239	-0.041	-2.573	13.688
3	2.31	100, 90	19.01	19.01	0.683	-0.065	-7.346	39.084
4	3.30	100, 90	19.01	19.01	1.293	-0.081	-13.905	73.978

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 105 di 107

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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	0.60	4.9485	0.6299	2.6457
2	1.50	14.0532	5.6119	10.0493
3	2.40	25.1761	18.6550	21.5751
4	3.30	38.3174	43.3777	37.2229
5	4.20	53.4769	83.3984	56.9928
6	5.10	70.6548	142.3355	80.8848
7	6.00	89.8509	223.8013	108.8209

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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	0.08	0.4463	11.1367
2	0.32	7.0646	43.8390
3	0.56	21.4040	75.4793
4	0.80	43.2097	106.0575

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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	0.33	-3.3057	-19.7002
2	1.32	-47.5912	-66.7537
3	2.31	-129.5148	-95.7369
4	3.30	-231.1870	-106.6496

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 106 di 107

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mmq]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.60	100, 36	19.01	7.70	0.044	0.010	0.236	-0.514
2	1.50	100, 45	19.01	7.70	0.250	0.030	4.974	-2.657
3	2.40	100, 54	19.01	7.70	0.589	0.052	16.157	-6.288
4	3.30	100, 63	19.01	7.70	1.036	0.076	33.978	-11.266
5	4.20	100, 72	19.01	7.70	1.572	0.100	58.520	-17.455
6	5.10	100, 81	19.01	7.70	2.187	0.125	89.816	-24.737
7	6.00	100, 90	19.01	7.70	2.871	0.151	127.875	-33.016

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Muri di sostegno Relazione di calcolo	ig51-01-e-cv-cl-nv21-05-007-a00.doc Foglio 107 di 107

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm ²]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mm ²]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mm ²]

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.08	100, 90	19.01	19.01	0.005	0.015	0.296	-0.056
2	0.32	100, 90	19.01	19.01	0.082	0.061	4.688	-0.881
3	0.56	100, 90	19.01	19.01	0.248	0.104	14.204	-2.670
4	0.80	100, 90	19.01	19.01	0.501	0.147	28.675	-5.390

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}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0.33	100, 90	19.01	19.01	0.038	-0.027	-0.412	2.194
2	1.32	100, 90	19.01	19.01	0.552	-0.092	-5.937	31.583
3	2.31	100, 90	19.01	19.01	1.502	-0.133	-16.156	85.950
4	3.30	100, 90	19.01	19.01	2.682	-0.148	-28.839	153.423