

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE

Opera di sostegno BD - km 39+019.88 al km 39+140.12

Relazione di calcolo muro di sostegno

SCALA:

-

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

NR 1 J 0 1 D 2 9 CL RI 0 0 0 5 0 1 5 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Serrau	Ott.2018	M. Monda	Ott.2018	T. Paoletti	Ott.2018	F. Arduini Maggio 2020
B	Revisione	F. Serrau <i>F. Serrau</i>	Maggio 2020	M. Monda <i>MM</i>	Maggio 2020	T. Paoletti <i>T. Paoletti</i>	Maggio 2020	<i>F. Arduini</i> Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Arduini Via dei Turchi, 155/156/157 00144 Roma

## INDICE

1	PREMESSA .....	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	8
2.2	ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO.....	8
3	UNITÀ DI MISURA .....	10
4	MATERIALI .....	11
4.1	CALCESTRUZZO PER SOTTOFONDAZIONI.....	11
4.2	CALCESTRUZZO PER OPERE INTERRATE O CONTRO TERRA .....	11
4.3	ACCIAIO IN BARRE PER GETTI E RETI ELETTRISALDATE .....	12
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	13
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	14
7	METODO DI CALCOLO .....	20
7.1	CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI STATICHE .....	20
7.2	CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI SISMICHE.....	22
7.3	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	24
7.4	VERIFICHE STRUTTURALI.....	24
8	GEOMETRIA DEL MURO TIPO A .....	26
8.1	CARATTERISTICHE DEI TERRENI .....	26
8.1.1	<i>Terreno spingente</i> .....	26

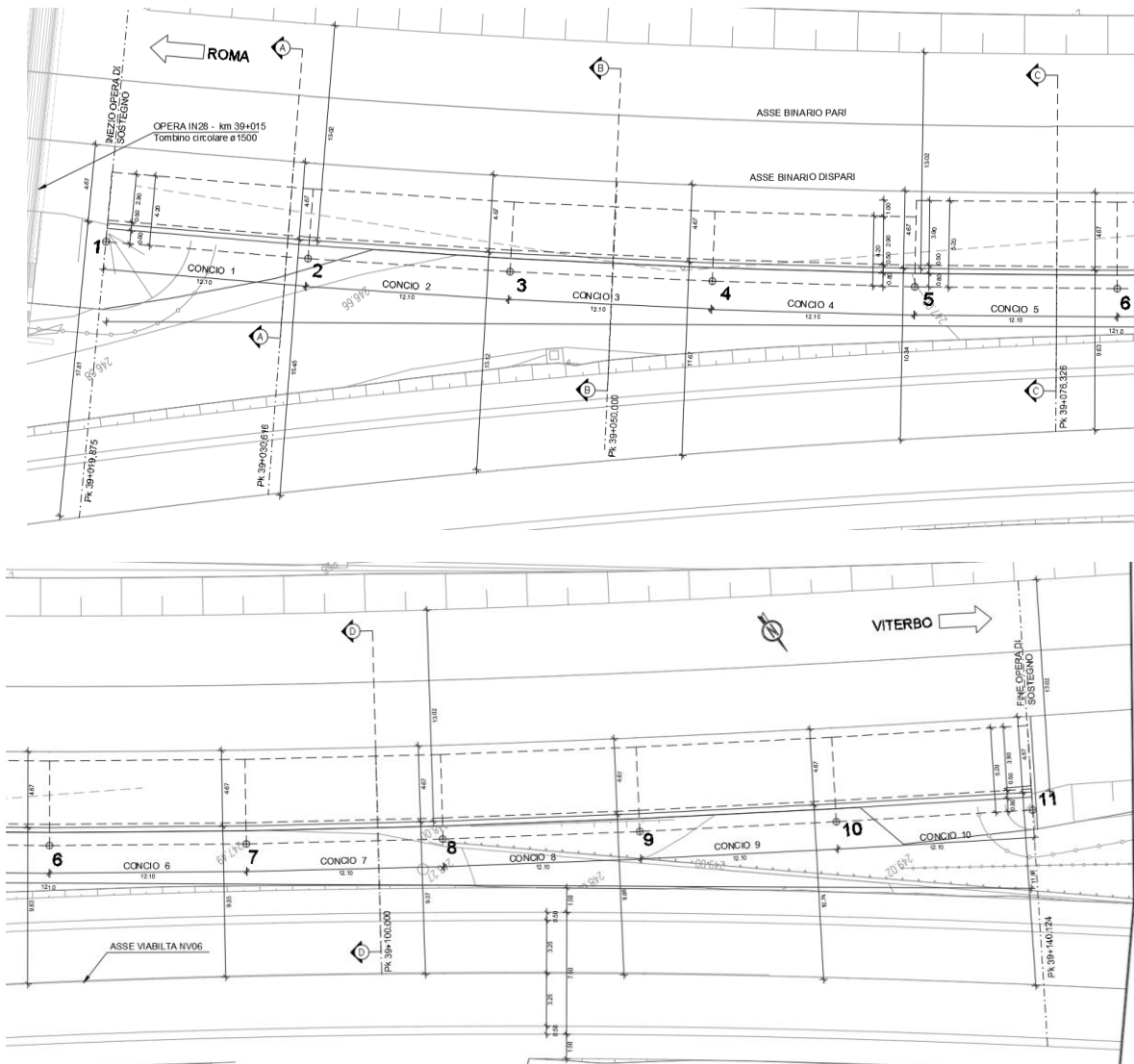
8.1.2	Terreno di fondazione.....	27
8.2	DATI DI PROGETTO .....	28
8.3	ANALISI DEI CARICHI.....	30
8.3.1	Rilevato.....	30
8.3.2	Ballast.....	30
8.3.3	Carico parapetto .....	31
8.3.4	Sovraccarico treni.....	32
8.3.5	Sovraccarico accidentale .....	34
8.3.6	Sisma .....	35
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	36
	VERIFICHE .....	48
8.4.1	Verifiche geotecniche .....	48
8.4.2	Verifiche strutturali - Stato Limite Ultimo.....	50
8.4.3	Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio .....	51
8.4.4	Verifica dei cedimenti.....	65
8.4.5	Verifica degli spostamenti in condizione sismica.....	70
9	GEOMETRIA DEL MURO TIPO B .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
9.1	CARATTERISTICHE DEI TERRENI .....	72
9.1.1	Terreno spingente.....	72
9.1.2	Terreno di fondazione.....	73
9.2	DATI DI PROGETTO .....	73

9.3	ANALISI DEI CARICHI .....	75
9.3.1	<i>Rilevato</i> .....	75
9.3.2	<i>Ballast</i> .....	75
9.3.3	<i>Carico parapetto</i> .....	76
9.3.4	<i>Sovraccarico treni</i> .....	77
9.3.5	<i>Sovraccarico accidentale</i> .....	79
9.3.6	<i>Sisma</i> .....	80
9.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	80
9.5	VERIFICHE.....	92
9.5.1	<i>Verifiche geotecniche</i> .....	92
9.5.2	<i>Verifiche strutturali - Stato Limite Ultimo</i> .....	94
9.5.3	<i>Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio</i> .....	95
9.5.4	<i>Verifica dei cedimenti</i> .....	109
9.5.5	<i>Verifica degli spostamenti in condizione sismica</i> .....	114
10	INCIDENZA ARMATURA.....	116
11	ALLEGATO 1 – TABULATI MAX 14 MURO TIPO A .....	119
12	ALLEGATO 2 – TABULATI MAX 14 MURO TIPO B .....	358

## 1 PREMESSA

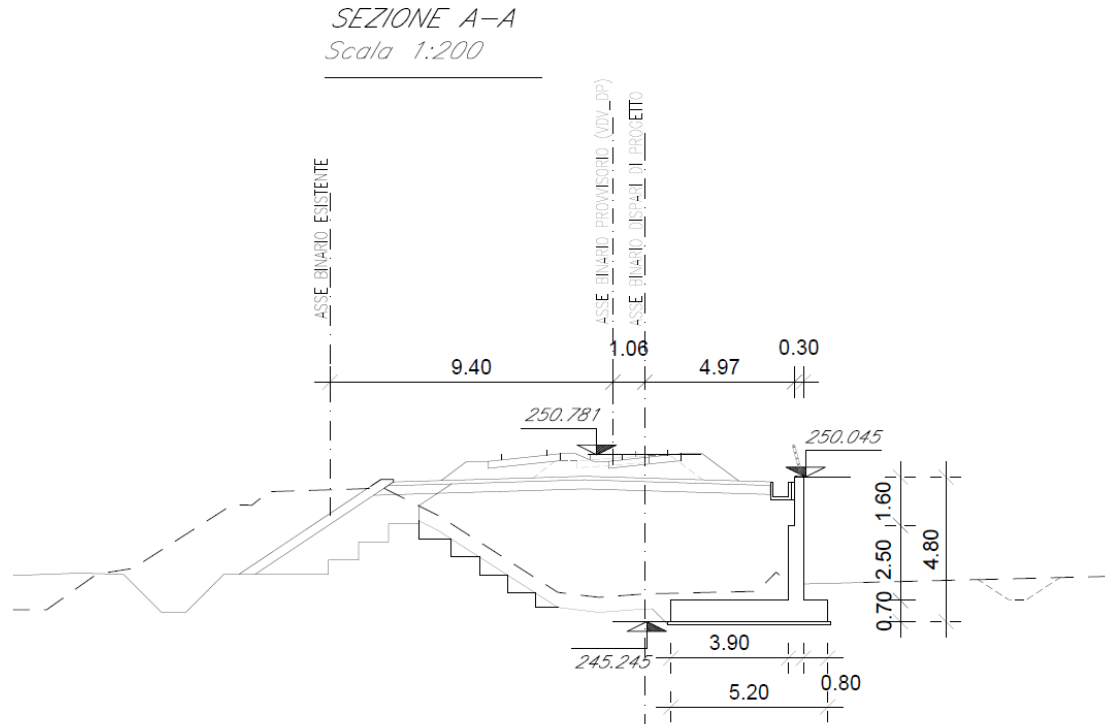
Il progetto di raddoppio della tratta Cesano – Vigna di Valle, sulla linea ferroviaria Roma – Viterbo, costituisce la prima fase funzionale del più esteso intervento di raddoppio tra Cesano e Bracciano, previsto dal recente Accordo Quadro tra Regione Lazio e RFI del 22/02/2018.

La presente relazione riporta il dimensionamento e le verifiche dei muri contro terra previsti tra le progressive km 39+020 e km 39+140.



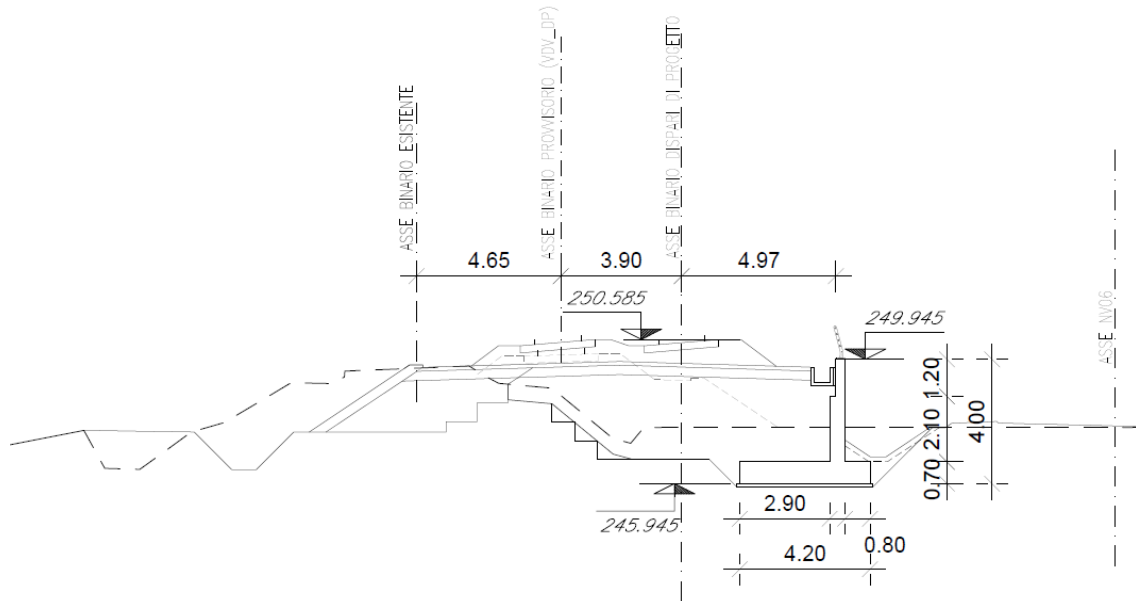
**Figura 1-1: Planimetria di inquadramento**

In particolare, è stato analizzato un tratto di 120 m attraverso sezioni ogni 12.1 m e sul tratto si individuano due tipologie di muro, oggetto della presente relazione:




**Figura 1-2: Muro Tipo A - Sezione trasversale tipo**

*SEZIONE D-D*  
*Scala 1:200*



**Figura 1-3: Muro Tipo B - Sezione trasversale tipo**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normative di riferimento

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative:

- [1] D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [2] Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [3] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B del 22-12-17: “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” (MdP 2018) Parte II - Sezione 3: Corpo stradale;
- [4] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B del 22-12-17: “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” (MdP 2018) Parte II - Sezione 2: Ponti e strutture;
- [5] UNI EN 206-1:2016. “Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- [6] UNI 11104-2016: Calcestruzzo,” Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali”;
- [7] UNI EN 1992-1-1:2015. “Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- [8] UNI EN 1997-1:2013 – “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali”;
- [9] UNI EN 1998-5:2005 – “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

### 2.2 Elaborati di progetto di riferimento

Titolo	scale																				
Opera di sostegno BD - km 39+019.88 - 39+140.12 - Planimetria di tracciamento, profilo e sezioni 1	varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	3	2
Opera di sostegno BD - km 39+019.88 - 39+140.12 - Planimetria di tracciamento, profilo e sezioni 2	varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	3	3





RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo opere di sostegno


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	9 di 596

Opera di sostegno BD - km 39+019.88 - 39+140.12 - Scavi - pianta e sezioni	varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	3	4
--	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### 3 UNITÀ DI MISURA

Nei calcoli si farà uso delle seguenti unità di misura:

- per i carichi:  $\text{kN/m}^2$ ,  $\text{kN/m}$ ,  $\text{kN}$
- per i momenti:  $\text{kNm}$
- per i tagli e sforzi normali:  $\text{kN}$
- per le tensioni:  $\text{N/mm}^2$
- per le accelerazioni:  $\text{m/s}^2$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	11 di 596

## 4 MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo per sottofondazioni

Per la realizzazione delle opere di sottofondazione impiegato un calcestruzzo con classe di resistenza **C12/15** e classe di esposizione **X0**.

### 4.2 Calcestruzzo per opere interrate o contro terra


Per la realizzazione delle opere interrate o contro terra verrà impiegato un calcestruzzo con classe di resistenza **C30/37** e classe di esposizione **XC3** con le seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di esposizione: XC3
- Rapporto massimo acqua/cemento: 0,55
- Copriferro netto minimo: 40 mm
- Peso per unità di volume:  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 37,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 30,71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cilindrica media:  $f_{cm} = 38,71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = 17,40 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale):  $f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica a trazione semplice (frattile 5%):  $f_{ctk} = 2,03 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice:  $f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico medio:  $E_{cm} = 32836,57 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente parziale di sicurezza:  $\gamma_c = 1,50$
- Deformazione al raggiungimento della massima tensione:  $\epsilon_{c2} = 2,00 \text{ ‰}$
- Deformazione ultima:  $\epsilon_{cu} = 3,50 \text{ ‰}$
- Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

### 4.3 Acciaio in barre per getti e reti elettrosaldate

Per la realizzazione delle armature lente delle opere in cemento armato verrà fatto uso di acciaio tipo **B450C** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Resistenza nominale di snervamento:  $f_{yk} = 450,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza nominale di rottura:  $F_{tk} = 540,00 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:  $E_s = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente parziale di sicurezza:  $\gamma_c = 1,15$
- Resistenza di calcolo:  $f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La stratigrafia e i parametri da utilizzare per la verifica del muro sono i seguenti:

- Modello geotecnico n.9a, dalla pk 38+0 00 alla pk 39+150

Le profondità sono relative alla quota di imposta della fondazione del muro, posta mediamente alla quota + 245.6 m l.m.m.. (si rimanda al profilo geotecnico).

Strato	Profondità Da (m)	Profondità A (m)	Descrizione	Peso di volume $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tipo di terreno	Angolo di attrito di picco $\phi'p$ (°)	Angolo di attrito a volume costante $\phi'cv$ (°)	Coesione efficace $c'$ (kPa)	Modulo elastico $E_{op,1}$ (MPa)
U3b	0	20	PVS – Depositi vulcanici - Sabbia limosa addensata con presenza di ghiaia e litici vulcanici	17.00	GG	32	27	5	35

La falda si trova a circa 19 m di profondità dalla quota di imposta della fondazione del muro.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	14 di 596

## 6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione :

- Vita Nominale ( $V_N$ );
- Classe d'uso ( $C_u$ );
- Periodo di Riferimento ( $V_R$ ).

Con riferimento invece alla tabella 2.5.1.1.2-1 (RFI DTC SI GE MA IFS 001 A del 22-12-17: "Manuale di Progettazione delle Opere Civili", Parte II - Sezione 2) i muri oggetto di studio rientrano nelle "ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA'  $V < 250$  km/h" e pertanto si considera una vita nominale paria a  $V_N = 75$  anni e una **classe d'uso II**, con associato coefficiente  $C_u = 1.0$ .

Il periodo di riferimento per l'azione sismica si valuta mediante la seguente espressione:

$$V_R = V_N \cdot C_u$$

Pertanto il periodo di riferimento per la struttura in esame risulta di **75 anni**.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

La normativa definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_{C^*}$  - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra loro indipendenti.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ . Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

L'accelerazione di picco assunta riferimento è  $PGA = 0.074g$  per SLV e  $0.043g$  per SLD.

L'amplificazione locale è valutata assumendo come sito di riferimento **Anguillara Sabazia**

Ne consegue che lo spettro di riferimento può essere assunto come nel seguito esposto.

*Amplificazione stratigrafica:*

**La categoria di sottosuolo risulta essere la B** per l'intero intervento. In base ad NTC per il caso in esame e  $VR = 75$  anni,  $S_s = 1.2$ . Le linee guida regionali non comportano ulteriori amplificazioni. Analoghe considerazioni valgono anche per il coefficiente topografico, che per il sito in esame vale  $S_t = 1$ .

Di conseguenza si adottano  $S_s$  ed  $S_t$  ricavati con le formule/tabelle delle NTC.

Lo spettro di risposta elastico allo SLV ( $VR = 75$  anni,  $TR = 712$  anni) sarà caratterizzato dai seguenti valori:

$$a_g/g = 0.074$$

$$F_0 = 2.941$$

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	16 di 596

$$S = S_s \times S_t = 1.20$$

$$\eta = 1.0$$

$$T_B = 0.159 \text{ s}$$

$$T_C = 0.476 \text{ s}$$

$$T_D = 1.898 \text{ s}$$

In particolare, il valore dello spettro di risposta vale (VR=75 anni):

$$S_e(T=0) = a_{g/g} \times S = 0.0888$$

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:     LATTITUDINE:

---

Ricerca per comune

REGIONE:     PROVINCIA:     COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta →

Variabilità dei parametri →

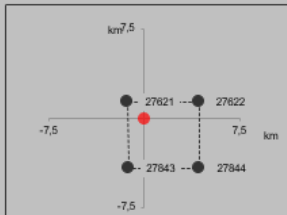
---

**Elaborazioni numeriche**


Tabella parametri →

---

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

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



## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

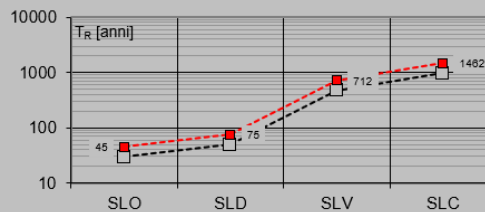
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLD - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato  info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo  info

$S_B =$    $C_C =$   info

Categoria topografica  info

$h/H =$    $S_T =$   info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%)   $\eta =$   info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_0$   Regol. in altezza  info

Compon. verticale

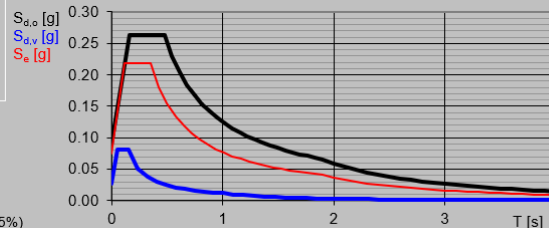
Spettro di progetto

Fattore  $q$    $\eta =$   info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.074 g
$F_o$	2.941
$T_c$	0.351 s
$S_s$	1.200
$C_c$	1.356
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.159 s
$T_C$	0.476 s
$T_D$	1.898 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.089
$T_B$ ←	0.159	0.263
$T_C$ ←	0.476	0.263
	0.544	0.230
	0.612	0.205
	0.680	0.184
	0.747	0.168
	0.815	0.154
	0.883	0.142
	0.950	0.132
	1.018	0.123
	1.088	0.115
	1.153	0.109
	1.221	0.103
	1.289	0.097
	1.358	0.092
	1.424	0.088
	1.492	0.084
	1.559	0.080
	1.627	0.077
	1.695	0.074
	1.762	0.071
	1.830	0.068
$T_D$ ←	1.898	0.068
	1.998	0.060
	2.098	0.054
	2.198	0.049
	2.298	0.045
	2.398	0.041
	2.498	0.038
	2.599	0.035
	2.699	0.033
	2.799	0.030
	2.899	0.028
	2.999	0.026
	3.099	0.025
	3.199	0.023
	3.299	0.022
	3.399	0.021
	3.499	0.019
	3.600	0.018
	3.700	0.017
	3.800	0.016
	3.900	0.016
	4.000	0.015

In base alle accelerazioni massime attese sul sito in esame si valutano, alla luce dei parametri valutati sopra nella condizione di SLV e SLD i coefficienti di intensità sismica da utilizzarsi nelle analisi pseudo statiche per i muri flessibili a L, con le espressioni che seguono:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad [7.11.6]$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad [7.11.7]$$

Essendo:

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

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$$\beta_m = 0.38 \text{ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)}$$

$$\beta_m = 0.47 \text{ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).}$$

Si ha quindi:

SLV


$$k_h = 0.38 \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 0.074 = 0.0337$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h = 0.0168$$

SLD

$$k_h = 0.47 \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 0.043 = 0.0242$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h = 0.0121$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	COMMESSA <b>NRJ</b>	LOTTO <b>01 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI0005015</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>20 di 596</b>

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

## 7 METODO DI CALCOLO

L'analisi strutturale del muro di sostegno è stata condotta attraverso modelli di calcolo a mensola con incastro nella platea di fondazione (analisi del paramento) e con incastro nel paramento (analisi della fondazione lato valle e lato monte). Vista la geometria dell'opera a prevalente sviluppo longitudinale e le condizioni al contorno, le analisi e verifiche sono state effettuate prendendo in considerazione una porzione di muro corrispondente ad una larghezza unitaria, considerando a favore di sicurezza l'altezza massima del singolo muro (se trattasi di muri ad altezza costante) o l'altezza pari a 2/3 di quella massima (se trattasi di muri ad altezza variabile); cautelativamente si considera inoltre il minimo ricoprimento sul dente.

Si riporta di seguito una breve sintesi della procedura proposta per il calcolo delle spinte orizzontali agenti sulla parete dell'opera di sostegno e delle azioni verticali agenti sulla suola di fondazione.

### 7.1 Condizioni di spinta sul muro in condizioni statiche

Considerato un terrapieno con peso per unità di volume  $\gamma$ , sovraccarico uniforme su terrapieno  $q$ , condizioni drenate ed assenza di falda, si assume in genere la distribuzione di pressioni riportata nella Figura 7-2. Alla generica quota  $z$  dal piano campagna risulta:

$$\sigma_a = \gamma k_a z + q k_a - 2c' \sqrt{k_a}$$

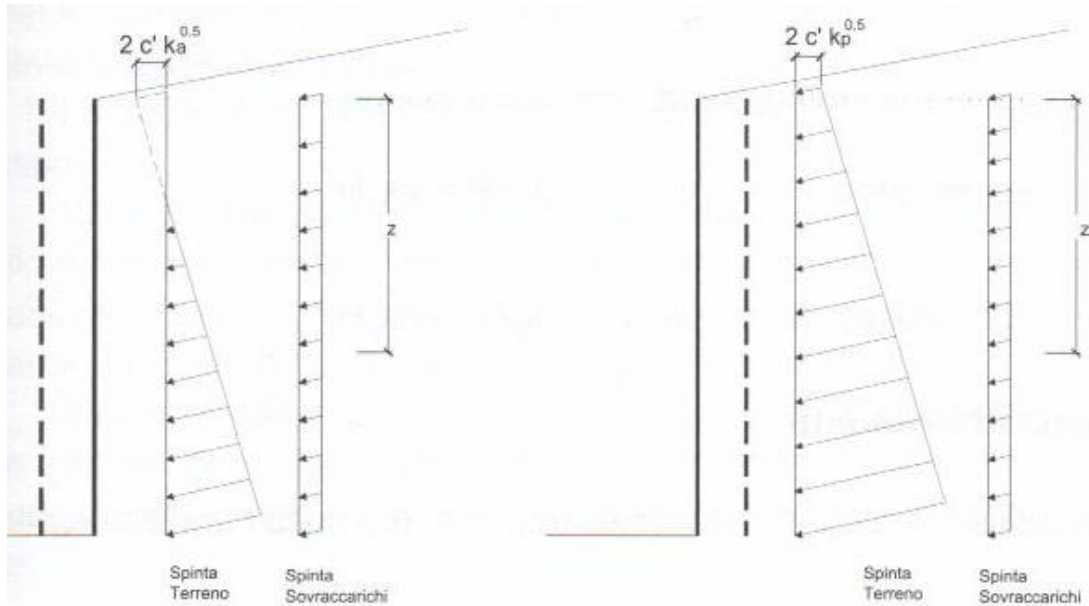
$$\sigma_p = \gamma k_p z + q k_p - 2c' \sqrt{k_p}$$

Il problema si riconduce quindi al calcolo dei coefficienti di spinta attiva  $k_a$  o passiva  $k_p$ .

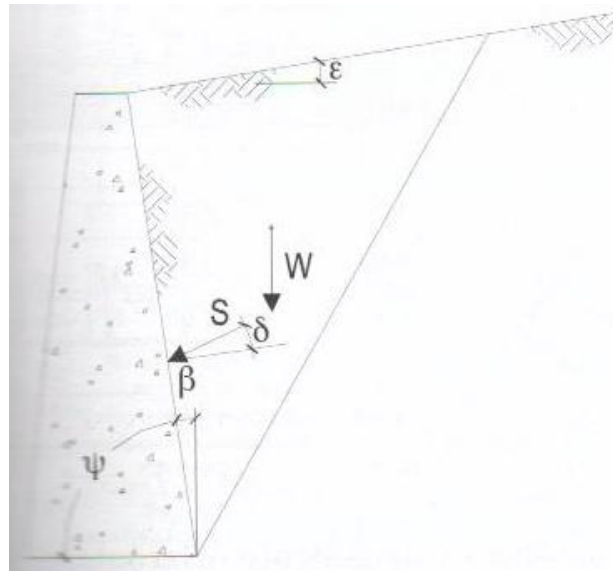
Con riferimento allo schema di Figura 7-1, in condizioni statiche il coefficiente di spinta attiva e quello di spinta passiva sono valutati attraverso le espressioni di Muller-Breslau (1924):

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi)}{\text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

$$k_p = \frac{\text{sen}^2(\psi - \varphi)}{\text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi + \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi + \varepsilon)}{\text{sen}(\psi + \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$




**Figura 7-1: Spinte orizzontali in condizioni statiche**



**Figura 7-2: Parametri geometrici per la valutazione dei coefficienti di spinta**

Il coefficiente di spinta passiva ove necessario può essere valutato con l'espressione di Caquot-Kerisel (1948) attraverso la quale si tiene in conto l'effetto sulla spinta della creazione in rottura passiva di superfici di scorrimento non piane. Non considerare tale effetto significherebbe sovrastimare considerevolmente la pressione passiva.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

La distribuzione delle pressioni è da prassi considerata triangolare, mentre quella dei sovraccarichi è considerata costante con la profondità (rettangolare), per cui il punto di applicazione della spinta delle terre è posto a 1/3 dell'altezza del muro, mentre quella dei sovraccarichi è da considerarsi a metà dell'altezza del muro.

## 7.2 Condizioni di spinta sul muro in condizioni sismiche

L'analisi delle spinte sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è eseguita attraverso metodi pseudo-statici. Nell'ipotesi di muro libero di muoversi in testa il metodo più appropriato è quello di Mononobe-Okabe il quale rappresenta un'estensione del criterio di Coulomb in cui il cuneo di rottura si muove come un corpo rigido soggetto ad accelerazioni verticali ed orizzontali. Tali accelerazioni sono espresse in funzione di opportuni coefficienti di intensità sismica  $k_v$  e  $k_h$ , menzionati anche dalle norme vigenti. Nel metodo considerato le condizioni di equilibrio limite sono espresse ancora da coefficienti di spinta attiva e passiva definiti a partire dalla geometria del sistema e dalle condizioni sismiche di calcolo.

Con riferimento allo schema di Figura 7-3, considerando un terreno in assenza di falda, si definisce:

$$\theta = \arctan \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

ed i coefficienti di spinta sono definiti da:

per  $\varepsilon \leq \phi' - \theta$

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta - \theta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \varepsilon - \theta)}{\text{sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

per  $\varepsilon \geq \phi' - \theta$

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta - \theta)}$$

$$k_p = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi + \Theta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen} \varphi \cdot \text{sen}(\varphi + \varepsilon - \Theta)}{\text{sen}(\psi + \Theta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

La spinta del terreno in condizioni sismiche vale perciò:

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) k_a H^2$$

$$S_p = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) k_p H^2$$

con inclinazione del piano di rottura valutabile attraverso l'espressione:

$$\alpha = \phi - \theta + \arctan \left[ \sqrt{\frac{P \cdot (P + Q) \cdot (1 + Q \cdot R) - P}{1 + R \cdot (P + Q)}} \right]$$

essendo:

$$P = \tan(\phi - \theta - \varepsilon)$$

$$Q = \cotan(\phi - \theta - \beta)$$

$$R = \tan(\theta + \beta + \delta)$$

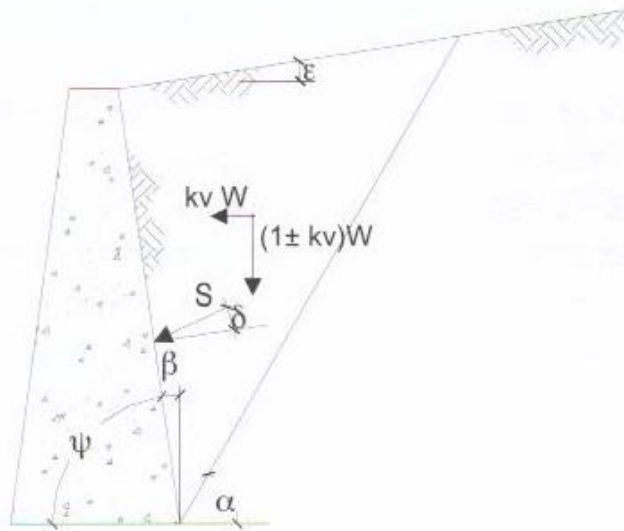



Figura 7-3: Azioni sismiche pseudo-statiche

Nel caso di terreno con presenza di falda e permeabilità inferiore a  $5 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$  si trascurano gli effetti idrodinamici dell'acqua maggiorando l'angolo  $\theta$  secondo l'espressione:

$$\theta = \arctan \left( \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v} \right)$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

e la spinta agente sulla parete si definisce solo a mezzo di effetti statici:

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma' (1 + k_v) k_a H^2 + \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

Nel caso di valori maggiori di permeabilità va considerato anche l'effetto dinamico valutabile con l'espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{2} k_h \gamma_w H^2$$

azione applicata ad un'altezza pari ad 0.4H dalla base del muro.

### 7.3 Verifiche geotecniche

Sono state condotte, in accordo con la normativa vigente, le seguenti verifiche globali di carattere geotecnico:

- verifica al ribaltamento, eseguita con riferimento allo spigolo anteriore della platea di fondazione, confrontando il momento stabilizzante  $M_s$  dovuto alle forze verticali con il momento ribaltante  $M_r$  provocato dalle forze orizzontali;
- verifica allo scorrimento, eseguita controllando che la somma delle forze orizzontali sia sufficientemente minore della forza di attrito che si può esplicitare per effetto dei carichi verticali  $N$  al contatto tra platea di fondazione e terreno. Il coefficiente di attrito  $f$  è assunto pari a:  $f = \tan(\delta) = \tan(\phi)$  con riferimento all'angolo di attrito a volume costante del terreno e si trascura il contributo stabilizzante dovuto alla spinta passiva del terreno anteriore;
- verifica al carico limite dell'insieme fondazione-terreno utilizzando l'espressione della portanza unitaria limite secondo la teoria di Meyerhoff;
- verifica di stabilità globale usando 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. Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

### 7.4 Verifiche strutturali

Sono state condotte, infine, le verifiche locali degli elementi che costituiscono l'opera di sostegno, valutando in corrispondenza delle sezioni caratteristiche le sollecitazioni esterne e i corrispondenti stati tensionali. Le azioni sul paramento sono valutate considerando quest'ultimo incastrato nella soletta di fondazione. Le azioni sulla soletta di



fondo (monte e valle) sono valutate col metodo del trapezio delle tensioni considerando questa incastrata al paramento.

## 8 GEOMETRIA DEL MURO TIPO A

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche del muro tipo A.

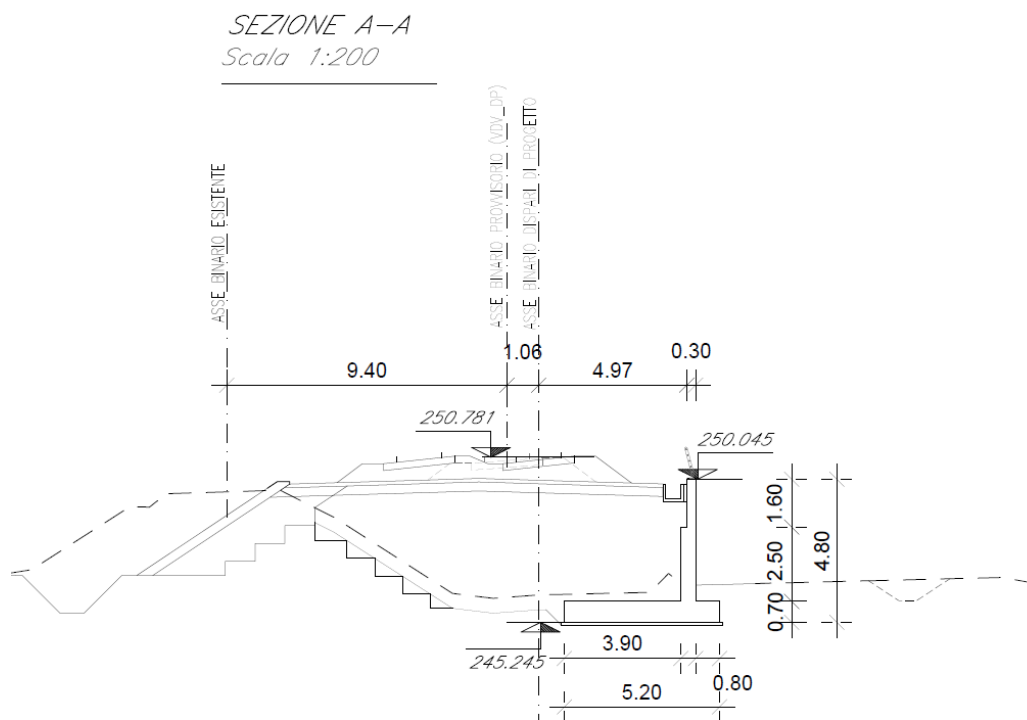



Figura 8-1: Sezione di riferimento muro tipo A

### 8.1 Caratteristiche dei terreni

#### 8.1.1 Terreno spingente

Per il terreno spingente sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

- Peso per unità di volume  $\rightarrow \gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito  $\rightarrow \phi = 38,00^\circ$
- Angolo di attrito tra paramento verticale muro e terreno  $\rightarrow \delta_k = 0^\circ$
- Coesione efficace  $\rightarrow c = 0,00 \text{ kN/m}^2$

	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B	FOGLIO 27 di 596

### 8.1.2 *Terreno di fondazione*

Per il terreno di fondazione sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

STRATO 1 (0 - 20m):

- Peso per unità di volume  $\rightarrow \gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito a volume costante  $\rightarrow \phi = 27,00^\circ$
- Angolo di attrito di picco  $\rightarrow \phi = 32,00^\circ$
- Coesione efficace  $\rightarrow c = 5 \text{ kN/m}^2$

## 8.2 Dati di progetto

Per verificare l'adeguatezza della geometria del muro tipo A è stato verificato il muro sito alla progressiva km 39+020 in quanto rappresentante un caso critico.

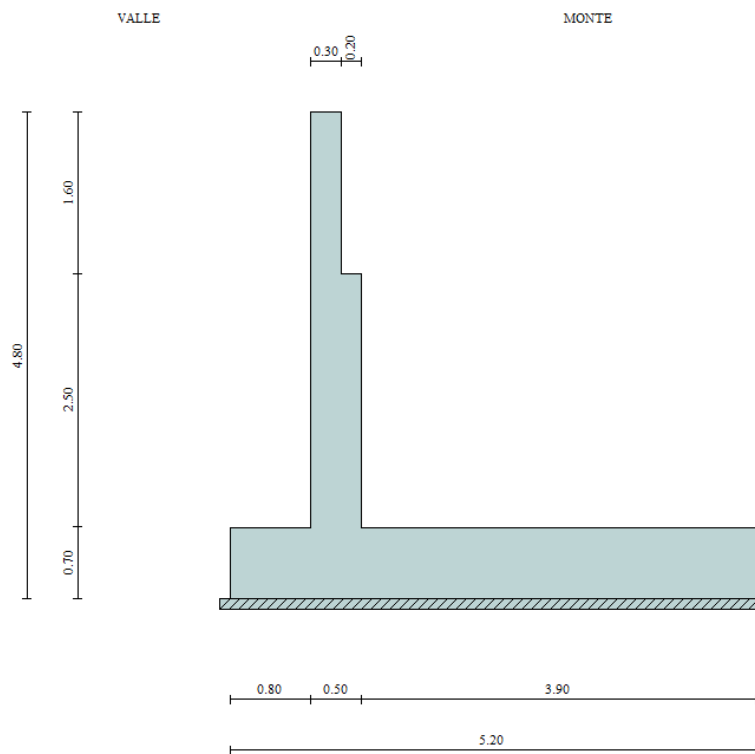


Figura 8-2: Sezione muro alla progressiva 39+020 km

### Geometria muro e fondazione

Descrizione

**Muro a grandoni in c.a.**

Descrizione dei gradoni

### Simbologia adottata

Nr. numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)

Bs base superiore del gradone espressa in [m]

Bi base inferiore del gradone espressa in [m]

Hg altezza del gradone espressa in [m]

$\alpha$ e inclinazione esterna del gradone espressa in [°]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	29 di 596

$\alpha_i$  inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.30	0.30	1.60	0.00	0.00
2	0.50	0.50	2.50	0.00	0.00
Altezza del paramento					4,10 [m]

**Fondazione**

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.70 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

**Materiali utilizzati per la struttura**

*Calcestruzzo*

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C30/37
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	37000000 [Pa]
Modulo elastico E	32836570000 [Pa]

*Acciaio*

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936256 [Pa]

**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 [°]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	30 di 596

N	X	Y	A
1	0.02	-0.10	-78.69
2	1.85	-0.10	0.00
3	14.00	-0.10	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	0.60	[m]

**8.3 Analisi dei carichi**

**8.3.1 Rilevato**

Nelle analisi svolte si considera un riempimento a tergo del muro composto da terreno di riempimento per il quale si assumono i seguenti parametri geotecnici caratteristici in condizioni drenate, relativi a nuovi rilevati ferroviari:

$\gamma_k = 20,00 \text{ kN/m}^3$  peso dell'unità di volume;

$\varphi_k = 38^\circ$  angolo di resistenza al taglio;

$c_k = 0$  coesione;

$\delta_k = 0^\circ$  angolo di attrito tra paramento verticale muro e terreno.

**8.3.2 Ballast**

Per il ballast, dello spessore di 0,8m, si è invece considerato peso dell'unità di volume  $\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ , da cui  $q = 14.4 \text{ kPa}$ .

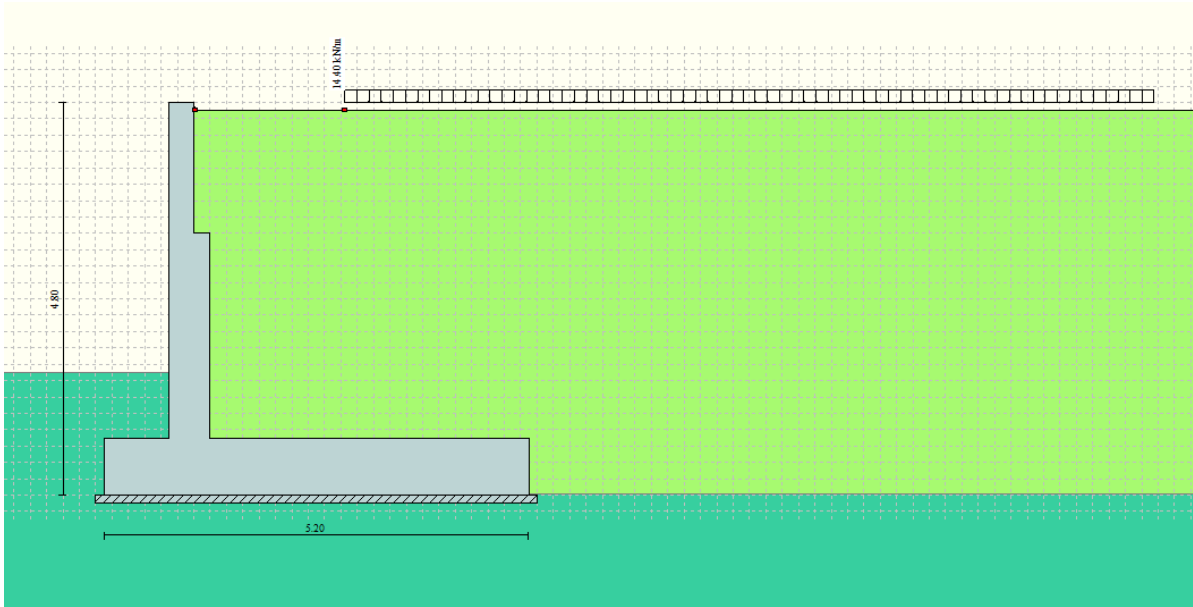


Figura 8-3 – Applicazione dei carichi: Peso ballast

### 8.3.3 Carico parapetto

Il parapetto è modellato come un carico lineare di 1 kN/m`.

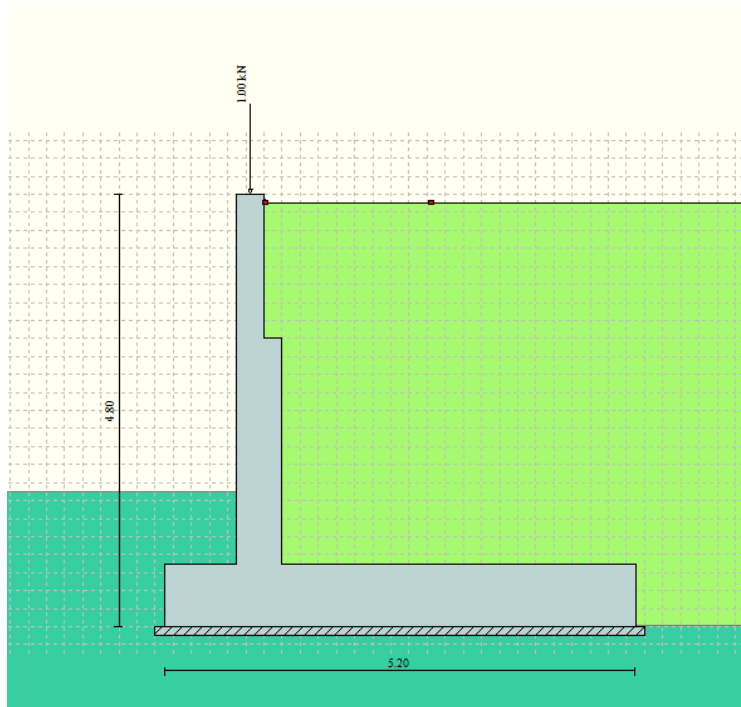



Figura 8-4 – Applicazione dei carichi: Peso parapetto

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

Nota: Si assume che il peso del parapetto sia "ben definito" ai sensi di quanto stabilito dalla tabella 2.6.I riportata nelle NTC2018.

### 8.3.4 Sovraccarico treni

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico, in particolare sono forniti due treni di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale LM71, il secondo rappresentativo del traffico pesante SW2.

#### Coefficiente di adattamento $\alpha$

I valori dei suddetti carichi relativi alla configurazione LM71 e SW2 dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento, variabile in ragione della tipologia dell'Infrastruttura (ferrovia ordinaria, ferrovia leggera metropolitana), viene di seguito riportata la tabella con la variabilità del coefficiente in base al tipo di linea o categoria di linea

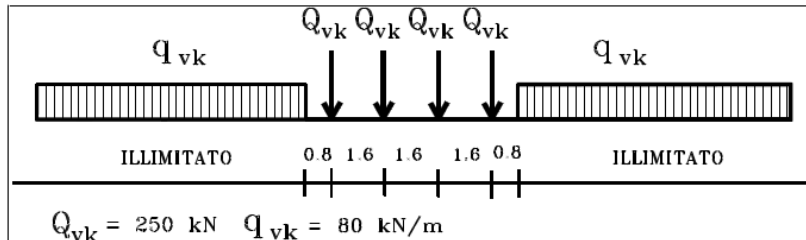
Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa ( $\alpha$ )
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

Per completezza di informazioni viene di seguito riportata la tabella attinente alla categorie di linea STI per il sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario convenzionale:

Categorie di linea STI		Tipo di traffico		
		Traffico passeggeri (P)	Traffico merci (F)	Traffico misto (M)
Tipo di linea	Nuova linea TEN fondamentale (IV)	IV-P	IV-F	IV-M
	Linea TEN fondamentale ristrutturata (V)	V-P	V-F	V-M
	Altra nuova linea TEN (VI)	VI-P	VI-F	VI-M
	Altra linea TEN ristrutturata (VII)	VII-P	VII-F	VII-M



Treno di carico LM71



E' stato applicato un carico distribuito equivalente dei 4 assi 250 kN ad interasse 1.60 m.

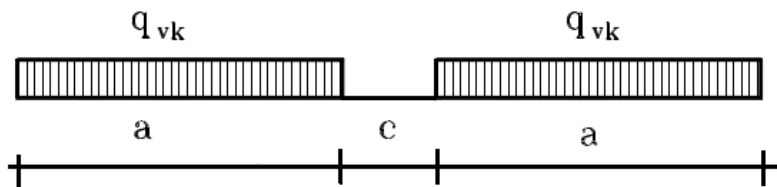
$$q_{\text{equivalente}} = 4 \times 250 / 6.40 = 156.25 \text{ kN/m.}$$

Il carico è opportunamente distribuito sulla larghezza della traversa, cioè 2,4m.

$$Q_{vk} = 4 \times 250 / (6.40 \times 2.4) = 65.10 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha \times \varphi = 65.10 \times 1.10 = 71.61 \text{ kN/m}^2$$

Treno di carico SW2



$$q_{\text{equivalente}} = 150 / 2.4 = 62.5 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha \times \varphi = 62.5 \times 1.10 \times 1.00 = 68.75 \text{ kN/m}^2$$

Ai fini del dimensionamento del muro di sostegno si considera il treno LM71 in quanto presenta un valore maggiore del carico verticale rispetto al treno SW/2.

Nota: Poichè il software di analisi Max14 non permette l'inserimento di più di un coefficiente  $\gamma$  (1.5) per i carichi variabili, per l'imposizione dei carichi di traffico ferroviario si è adottato un valore ridotto che tiene conto del diverso valore del coefficiente  $\gamma$  (1.45) da utilizzare nelle combinazioni di progetto. Il valore ridotto del carico del treno è 0.967 da cui segue  $0.967 \times 71,61 \text{ kN/m}^2 = 69,25 \text{ kN/m}^2$ .

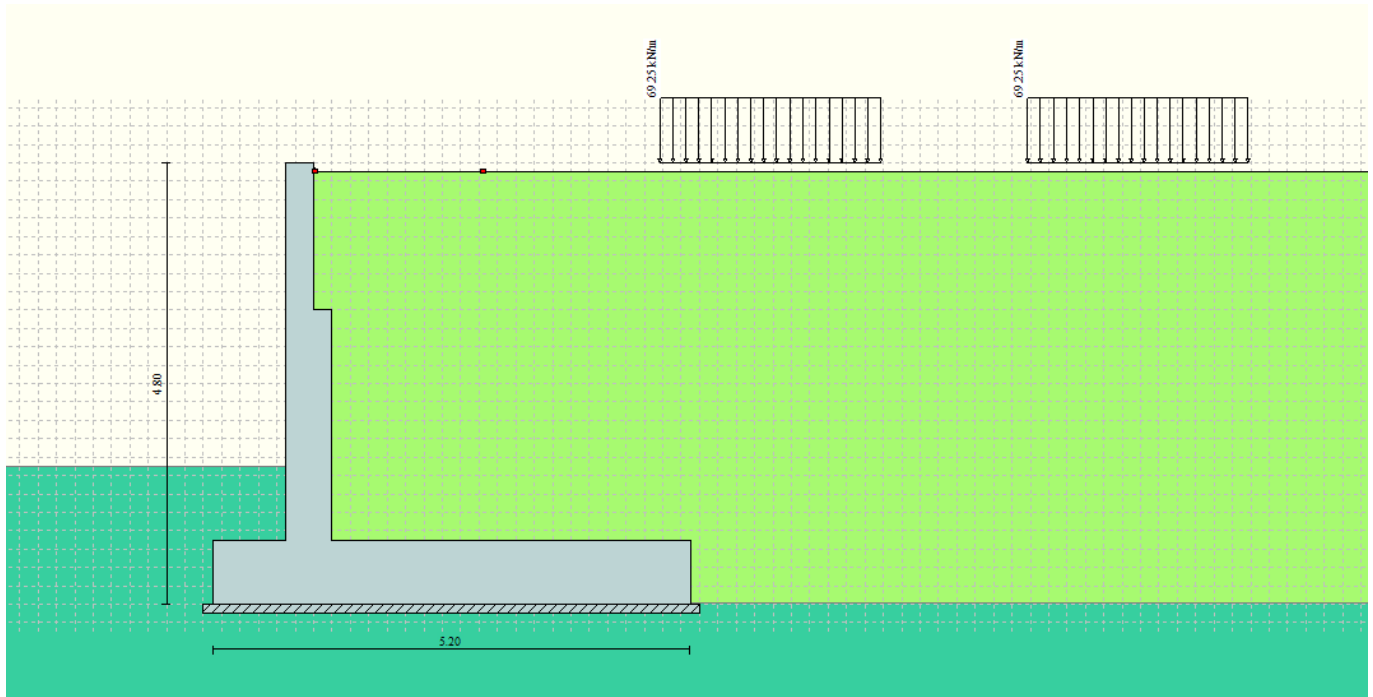


Figura 8-5 – Applicazione dei carichi: Sovraccarico treni

### 8.3.5 Sovraccarico accidentale

Un carico accidentale minimo di 5kN/m<sup>2</sup> è considerato sul terreno nella zona tra il binario più vicino e il muro.

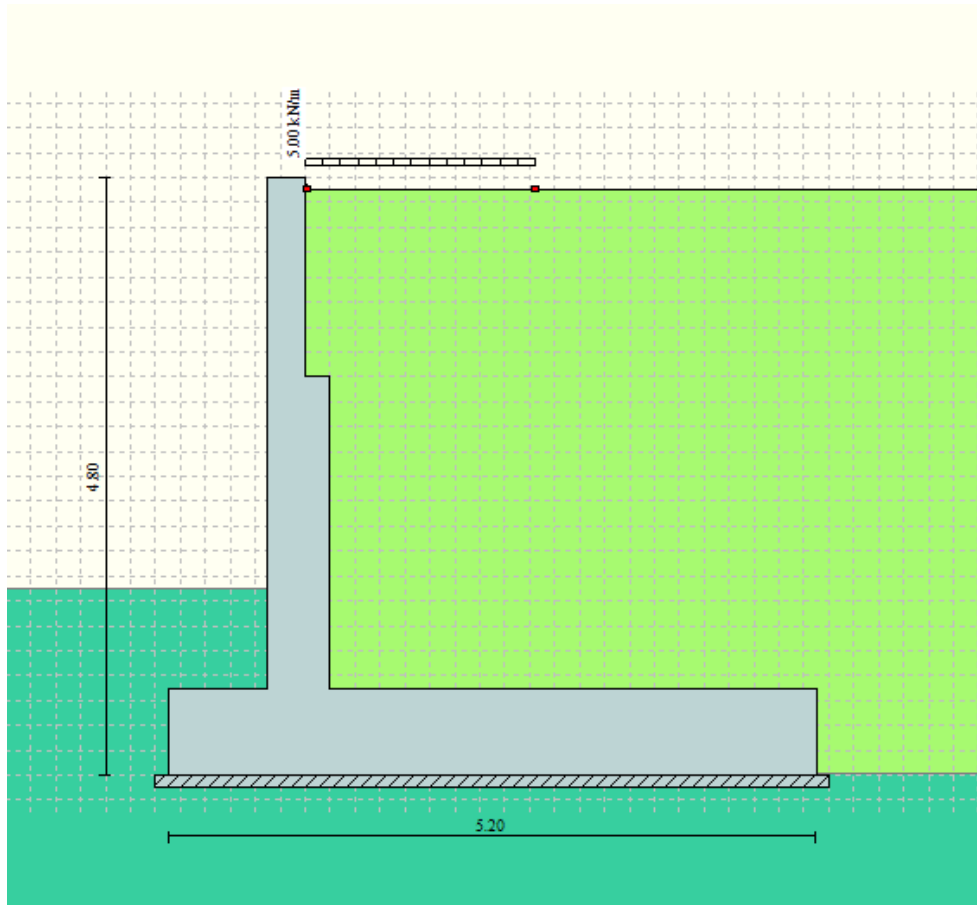



Figura 8-6 – Applicazione dei carichi: Sovraccarico accidentale

### 8.3.6 Sisma

Si rimanda al capitolo 6. Il software implementa automaticamente l'azione sismica come prescritta dal NTC 2018.


	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

#### 8.4 Combinazioni di carico

In accordo a quanto prescritto al §6.5.3.1.1 delle NTC2018, per il muro di sostegno sono state effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
  - scorrimento sul piano di posa (Approccio 2 – A1 + M1 + R3);
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno (Approccio 2 – A1 + M1 + R3);
  - ribaltamento (Approccio 2 – EQU + M2 + R3);
  - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno (Approccio 1, Combinazione 2 – A2 + M2 + R2).
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Si vedano le tabelle seguenti per i coefficienti A, M e R prescritti dal NTC 2018:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

**Tabella 8-1: Parametri per le verifiche in Approccio 1 e 2**

Tabella 5.2.V delle NTC 08

Coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_F$  per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

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

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico  $g_r$  della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Nella Tab. 5.2.V il significato dei simboli è il seguente:


- $\gamma_{01}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
- $\gamma_{02}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- $\gamma_B$  coefficiente parziale del peso proprio del ballast;
- $\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;
- $\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

\*) In condizioni sismiche i coefficienti parziali sui parametri geotecnici  $\gamma_m$  e sulle resistenze globali  $\gamma_R$  sono tutti unitari (vedasi MdP 2018, paragrafo §3.10.3.2.3).

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR}) \quad \rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{GEO-EQU}) \quad \rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	COMMESSA <b>NRJ</b>	LOTTO <b>01 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI0005015</b>	REV. <b>B</b>
<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>					

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara)  $\rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni e fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

Frequente)  $\rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Quasi permanente)  $\rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per la condizione sismica, la combinazione per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione è:

Combinazione sismica  $\rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

I valori di  $\psi_0$ ,  $\psi_1$ , e  $\psi_2$  per il carico variabile accidentale sono quelli prescritti dal Tab. 5.2.VI delle NTC 2018, pari rispettivamente a 0.8, 0.6 e 0 con  $\psi_2 = 0.2$  per il sisma (5.2.2.8 delle NTC 2018).

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

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

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	39 di 596

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

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

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

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

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	40 di 596

Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	1.00	1.30
Carichi treni	SFAV	1.30	0.80	1.04
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	41 di 596

Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	42 di 596

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	0.80	1.04
Carichi treni	SFAV	1.30	1.00	1.30
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 20 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 21 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 22 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	43 di 596

Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 23 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	0.80	1.04
Carichi treni	SFAV	1.30	0.80	1.04
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 25 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 26 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	44 di 596

Spinta terreno SFAV 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 31 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 32 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	45 di 596

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 34 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 35 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 36 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 37 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	46 di 596

Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 38 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.60	0.60
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 39 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.60	0.60
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 40 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 41 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	47 di 596

Combinazione n° 42 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 43 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 44 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 45 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Verifiche

### 8.4.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono state condotte direttamente con il software MAX14 secondo i requisiti delle NTC2018.

In verde sono evidenziati i valori minimi ottenuti.

#### Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS <sub>SCO</sub>	CS <sub>RIB</sub>	CS <sub>QLM</sub>	CS <sub>STAB</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	3.23	--	13.61	--
2	A1-M1 - [1]	--	4.36	--	11.06	--
3	A1-M1 - [1]	--	4.03	--	11.41	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.56	--	13.00	--
5	EQU - [1]	--	--	12.89	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	2.82
7	A1-M1 - [2]	--	1.78	--	5.93	--
8	A1-M1 - [2]	--	1.60	--	5.52	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.48	--	5.54	--
10	A1-M1 - [2]	--	1.90	--	5.82	--
11	EQU - [2]	--	--	3.99	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.89
13	A1-M1 - [3]	--	1.32	--	4.67	--
14	A1-M1 - [3]	--	1.70	--	5.09	--
15	A1-M1 - [3]	--	1.59	--	5.14	--
16	A1-M1 - [3]	--	1.43	--	4.71	--
17	EQU - [3]	--	--	3.50	--	--
18	STAB - [3]	--	--	--	--	1.81



Relazione di calcolo opere di sostegno			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	49 di 596
19	A1-M1 - [4]	--		1.77	--	5.92	--	
20	A1-M1 - [4]	--		1.59	--	5.51	--	
21	A1-M1 - [4]	--		1.47	--	5.53	--	
22	A1-M1 - [4]	--		1.90	--	5.81	--	
23	EQU - [4]	--		--	3.96	--	--	
24	STAB - [4]	--		--	--	--	1.89	
25	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo		3.22	--	13.49	--	
26	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo		3.20	--	13.91	--	
27	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo		--	9.22	--	--	
28	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo		--	7.50	--	--	
29	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo		--	--	--	3.17	
30	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo		--	--	--	3.17	
31	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale negativo		2.36	--	10.38	--	
32	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale positivo		2.38	--	10.09	--	
33	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale negativo		--	5.48	--	--	
34	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale positivo		--	6.30	--	--	
35	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale positivo		--	--	--	2.66	
36	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale negativo		--	--	--	2.65	
37	SLEQ - [1]	--		2.99	--	12.14	--	
38	SLEF - [1]	--		3.01	--	12.12	--	
39	SLEF - [1]	--		2.22	--	9.48	--	
40	SLEF - [1]	--		2.99	--	12.14	--	
41	SLEF - [1]	--		2.99	--	12.14	--	
42	SLER - [1]	--		2.01	--	8.40	--	
43	SLER - [1]	--		1.80	--	7.44	--	
44	SLER - [1]	--		2.00	--	8.39	--	
45	SLER - [1]	--		2.00	--	8.39	--	

#### 8.4.2 Verifiche strutturali - Stato Limite Ultimo

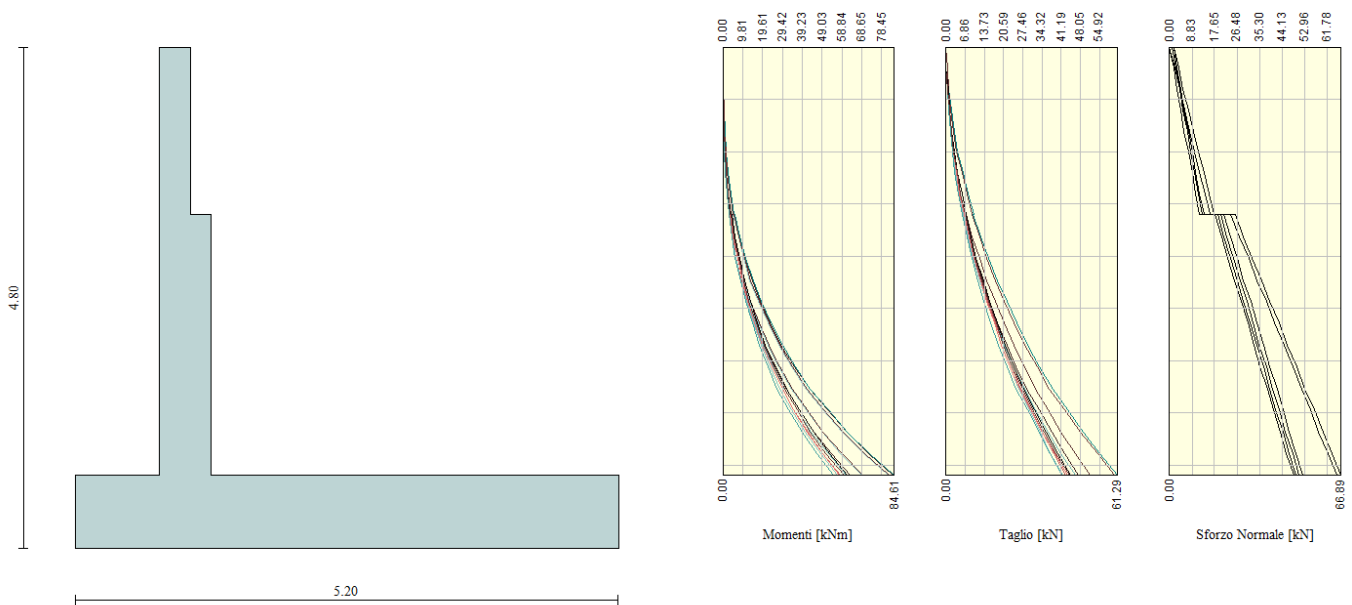
Le verifiche allo Stato Limite Ultimo sono condotte secondo i paragrafi 4.1.2.3.4 (per la resistenza flessionale) e 4.1.2.3.5 (per la resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti) delle NTC2018.

L'obiettivo in termini di resistenza a taglio è dimostrare che la sezione sostiene il valore dello sforzo di taglio agente ( $V_{Ed}$ ) senza armature trasversali.

Per ottenere i valori di progetto è stato usato il software MAX14.

- *Flessione e taglio (nel muro)*

Le sollecitazioni massime ottenute da MAX14 sono:




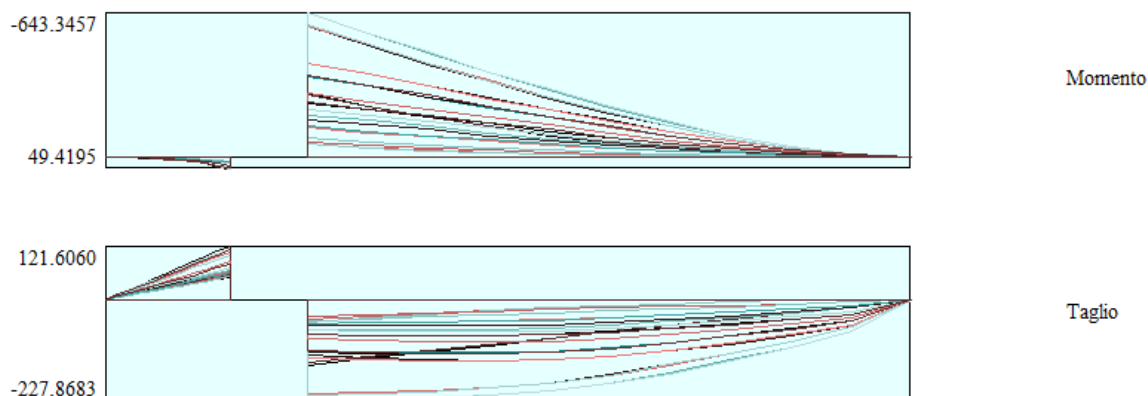
**Figura 8-7 – Involuppo delle sollecitazioni nel muro (da MAX14)**

- Valore di progetto del momento flettente agente (parte superiore - 1.6m):  $M_{Ed} = 6.1 \text{ kNm}$
- Valore di progetto del taglio agente (parte superiore -1.6m):  $V_{Ed} = 9.9 \text{ kN}$
- Valore di progetto del momento flettente agente (parte inferiore - 4.1m) :  $M_{Ed} = 85 \text{ kNm}$
- Valore di progetto del taglio agente (parte inferiore - 4.1):  $V_{Ed} = 61 \text{ kN}$

- *Flessione e taglio (nella fondazione)*

Le sollecitazioni massime ottenute da MAX14 sono:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B



**Figura 8-8 - Involuppo di sollecitazioni nella fondazione (da MAX14)**

Valore di progetto del momento flettente agente:  $M_{Ed} = 643 \text{ kNm}$

Valore di progetto del taglio agente:  $V_{Ed} = 228 \text{ kN}$

La resistenza delle sezioni muro e fondazione è stata determinata con il software RC-SEC, come mostrato di seguito.

#### 8.4.3 Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio SLE (tensioni e fessurazione) sono state condotte secondo quanto riportato nel NTC 2018, 4.1.2.2.4

- Le fessure limite sono:
  - $w_k = 0,20 \text{ mm}$  per il caso Frequente;
  - $w_k = 0,20 \text{ mm}$  per il caso Quasi\_Permanente
  - $w_k = 0,20 \text{ mm}$  per il caso Caratteristica
- La massima tensione di compressione del calcestruzzo, deve rispettare la limitazione seguente:
  - $\sigma_{c,max} \leq 0,55 f_{ck}$  per combinazione caratteristica
  - $\sigma_{c,max} \leq 0,40 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente.
- La tensione massima dell'acciaio per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:
  - $\sigma_{s,max} \leq 0,75 f_{yk}$  per combinazione caratteristica

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime per gli SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	52 di 596

Sollecitazioni SLE Rara:

*Muro*

$M = 4.4 \text{ kNm}$  (per la parte superiore)

$M = 62 \text{ kNm}$  (per la parte inferiore)

*Fondazione*

$M = 285 \text{ kNm}$

Sollecitazioni SLE Frequente:

*Muro*

$M = 3.9 \text{ kNm}$  (per la parte superiore)

$M = 58 \text{ kNm}$  (per la parte inferiore)

*Fondazione*

$M = 215 \text{ kNm}$

Sollecitazioni SLE Quasi-permanente:

*Muro*

$M = 3.3 \text{ kNm}$  (per la parte superiore)

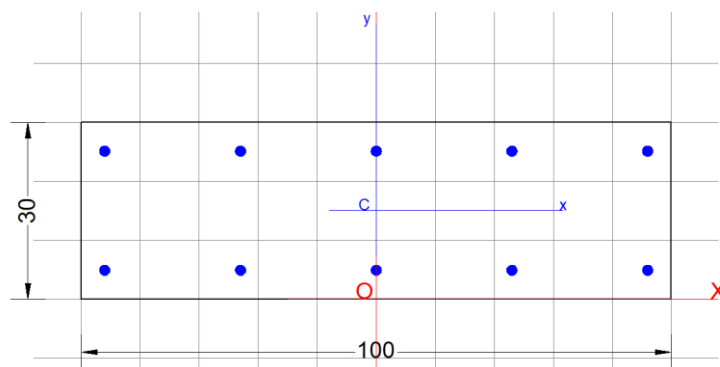
$M = 55 \text{ kNm}$  (per la parte inferiore)

*Fondazione*

$M = 137 \text{ kNm}$

Le verifiche sono state condotte con il software RC-SEC.

**Sezione superiore del paramento:**



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	53 di 596

**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**

NOME SEZIONE: tipoA\_muro\_30cm

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettagonolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø18	(12.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø18	(12.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	54 di 596

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	6.10	9.90	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	4.40

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	3.90 (50.88)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	3.30 (50.88)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.1 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.2 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 2.1 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC; deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	6.10	0.08	118.83	19.480	25.6	0.18	0.70	25.4 (4.2)

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	55 di 596

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	-0.00045	25.0	-0.01623	5.0

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.0 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	20.9	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm <sup>2</sup> /m]

**VERIFICHE A TAGLIO**

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	9.90	177.64	956.26	184.40	100.0 25.0	1.000	1.000	1.1

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.45	30.0	0.00	22.4	-15.6	25.0	7.5	749	12.7	22.5

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compression.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	56 di 596

K2 = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2*e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00010	0.00003	0.50	0.60	0.000047 (0.000047)	319	0.015 (990.00)	50.88

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.40	30.0	0.00	22.4	-13.9	25.0	7.5	749	12.7	22.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00009	0.00003	0.50	0.60	0.000042 (0.000042)	319	0.013 (0.20)	50.88

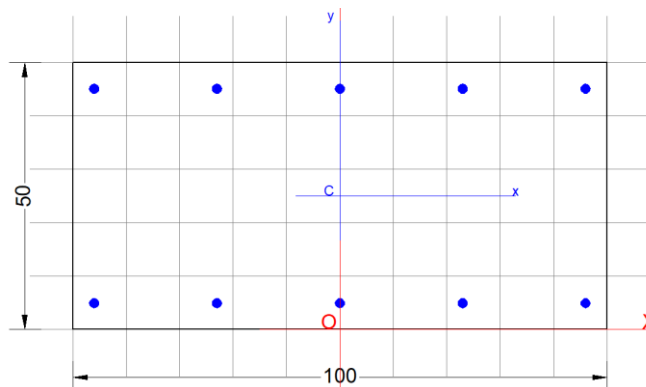
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.34	30.0	0.00	22.4	-11.7	25.0	7.5	749	12.7	22.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00008	0.00003	0.50	0.40	0.000035 (0.000035)	319	0.011 (0.20)	50.88

Sezione inferiore del paramento:



DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: tipoA\_muro\_50cm

Descrizione Sezione:



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	57 di 596

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

<b>CALCESTRUZZO -</b>	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
<b>ACCIAIO -</b>	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø18	(12.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø18	(12.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.      N                      Mx                      Vy                      MT

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	58 di 596

1	0.00	85.00	61.00	0.00
---	------	-------	-------	------

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	62.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	58.00 (138.54)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	55.00 (138.54)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.2	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.1	cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	85.00	-0.12	218.37	2.569	45.6	0.10	0.70	25.4 (7.5)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	59 di 596

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	-0.00045	45.0	-0.03202	5.0

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe: 10 mm  
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]  
N.Bracci staffe: 4  
Area staffe/m : 20.9 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm<sup>2</sup>/m]

**VERIFICHE A TAGLIO**

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]  
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	61.00	231.25	1721.26	331.91	100.0 45.0	1.000	1.000	3.8

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.40	50.0	0.00	39.5	-118.1	45.0	12.5	1250	12.7	22.5

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver Esito verifica  
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
K2 = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
srm Distanza massima in mm tra le fessure  
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	60 di 596

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00068	0.00018	0.50	0.60	0.000354 (0.000354)	440	0.156 (990.00)	138.54

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.25	50.0	0.00	39.5	-110.5	45.0	12.5	1250	12.7	22.5

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00063	0.00017	0.50	0.60	0.000331 (0.000331)	440	0.146 (0.20)	138.54

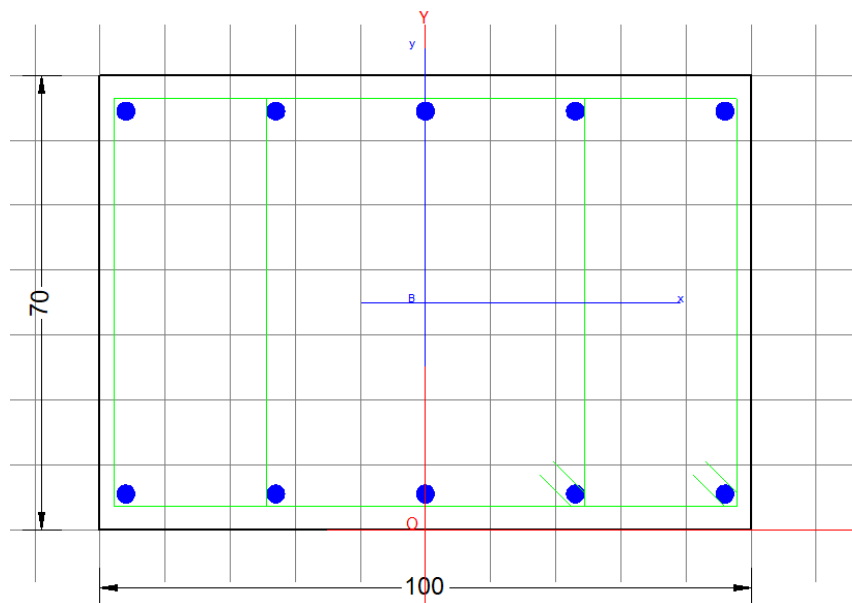
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.13	50.0	0.00	39.5	-104.8	45.0	12.5	1250	12.7	22.5

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00060	0.00016	0.50	0.40	0.000314 (0.000314)	440	0.138 (0.20)	138.54

**Sezione di fondazione:**



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	61 di 596

**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**

NOME SEZIONE: tipoA\_fondazione\_70cm

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	70.0	cm
Barre inferiori:	5Ø28	(30.8 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø28	(30.8 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.5	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	62 di 596

N°Comb.	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
	VY	MT	Momento torcente [kN m]	
	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	643.00	228.00	0.00

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

N°Comb.	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
	N	Mx
1	0.00	285.00

Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

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

N°Comb.	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
	N	Mx
1	0.00	215.00 (303.43)

Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

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

N°Comb.	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
	N	Mx
1	0.00	137.00 (303.43)

Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.6	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.2	cm
Copriferro netto minimo staffe:	1.6	cm

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	643.00	0.00	735.76	1.144	63.6	0.10	0.70	30.8 (10.8)

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	63 di 596

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	70.0	0.00051	64.5	-0.03152	5.5

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	20.9	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm <sup>2</sup> /m]

**VERIFICHE A TAGLIO**

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	228.00	292.62	2467.14	475.74	100.0 64.5	1.000	1.000	10.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.01	70.0	0.00	52.2	-157.8	64.5	13.8	1375	30.8	22.3

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	64 di 596

K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00088	0.00030	0.50	0.60	0.000473 (0.000473)	352	0.167 (990.00)	303.43

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.03	70.0	0.00	52.2	-119.0	64.5	13.8	1375	30.8	22.3

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00067	0.00023	0.50	0.60	0.000357 (0.000357)	352	0.126 (0.20)	303.43

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.93	70.0	0.00	52.2	-75.8	64.5	13.8	1375	30.8	22.3

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00042	0.00014	0.50	0.40	0.000228 (0.000228)	352	0.080 (0.20)	303.43

**Riepilogo delle armature**

• *Sezione superiore del muro*

<b>Lato a monte</b>	Φ18 ogni 200mm
<b>Lato a valle</b>	Φ18 ogni 200mm
<b>Armatura orizzontale nei entrambi lati</b>	10xΦ12 (5 ogni lato)

• *Sezione inferiore del muro*

<b>Lato a monte</b>	Φ18 ogni 200mm
<b>Lato a valle</b>	Φ18 ogni 200mm
<b>Armatura orizzontale nei entrambi lati</b>	16xΦ12 (8 ogni lato)

• *Sezione della fondazione*

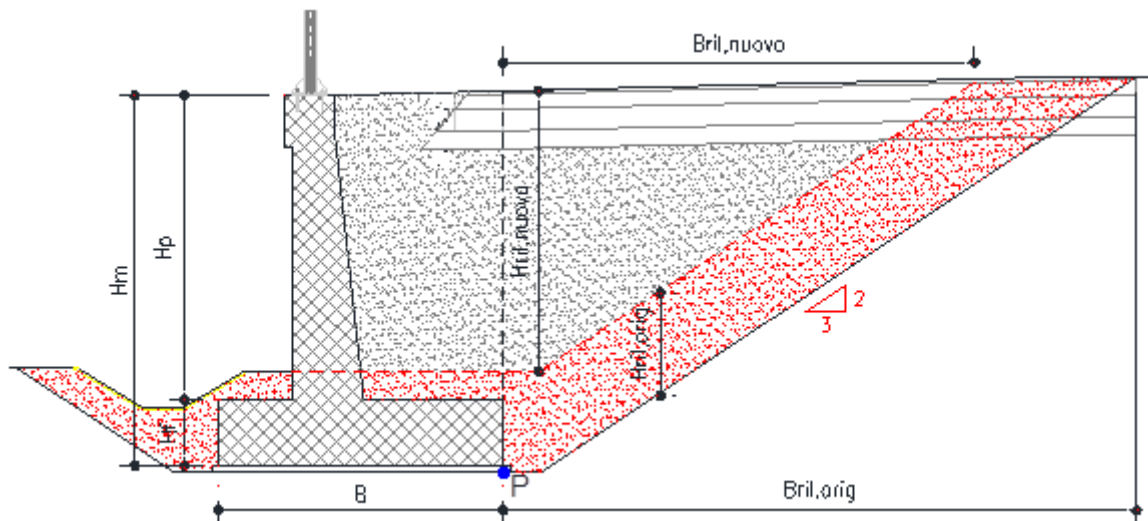
<b>Armatura superiore, dir. principale</b>	Φ28 ogni 200mm
<b>Armatura superiore, dir. Secondaria</b>	12 xΦ20
<b>Armatura inferiore, dir. principale</b>	Φ28 ogni 200mm
<b>Armatura inferiore, dir. secondaria</b>	12xΦ20



#### 8.4.4 Verifica dei cedimenti

Per la valutazione dei cedimenti si schematizza il terreno di fondazione come un semispazio elastico e la valutazione dell'entità dei cedimenti è condotta sulla base della teoria dell'elasticità [vedi, per esempio, Timoshenko e Goodier (1951) "Theory of elasticity"].

La stima del cedimento considererà sia il contributo derivante dal muro che quello del nuovo rilevato ferroviario. Lo schema tipico di calcolo è rappresentato nella seguente figura:



Il cedimento è valutato nel punto di controllo P presente all'interfaccia fra muro e rilevato di monte ed è dato dalla somma dei vari contributi presenti di seguito descritti:

$\Delta H_{qric}$  = cedimento per ripristino del terreno di valle;

$\Delta H_{qnet}$  = cedimento per incremento di carico dovuto al nuovo muro;

$\Delta H_{qril,orig}$  = cedimento per ripristino del rilevato scavato lato monte;


$\Delta H_{qril,nuovo}$  = cedimento per nuovo rilevato lato monte;

$\Delta H_{qtraf}$  = cedimento per sovraccarico ferroviario su rilevato di monte;

La fascia rappresentata in colore rosso è relativa alla parte di rilevato originale che viene rimosso in fase di scavo per la realizzazione del muro e che quindi rappresenta la quota parte di cedimento ( $\Delta H_{qric} + \Delta H_{qril,orig}$ ) valutato utilizzando il modulo elastico di ricarico del terreno.

Il parametro  $E_{s,med}$  rappresenta il modulo di carico vergine del terreno valutato nella relazione geotecnica (cui si rimanda per i dettagli) ed è utilizzato nella valutazione dei contributi al cedimento per i restanti carichi.

Il procedimento prevede, per i singoli contributi, la valutazione preliminare dell'andamento dell'incremento di sforzo sulla verticale nel punto di controllo considerando un carico rettangolare uniforme  $q_i$ , valutato mediante il

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	COMMESSA <b>NRJ</b>	LOTTO <b>01 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI0005015</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>66 di 596</b>

metodo di Boussinesq. Applicando poi il principio di sovrapposizione degli effetti si otterrà l'incremento di sforzo totale sulla verticale del punto di controllo. Lo scopo è quello di assicurarsi che nell'ambito della profondità significativa (assunta pari a 5 B) si arrivi effettivamente ad un incremento di tensioni trascurabile.

La stima dell'incremento di sforzo si ottiene quindi come:

$$\Delta\sigma_v = \sum 2 q_i / 2\pi [\text{artg}(L'B'/cz) + L'B'z/c (1/m^2 + 1/n^2)]$$

Dove:

$q_i$  = pressione applicata

$q$  = pressione in corrispondenza del piano di posa della fondazione =  $N_{Ed}/(B' L')$

$\gamma$  = peso per unità di volume del terreno

$h$  = dislivello fra piano campagna e imposta fondazione

$B'$  = dimensione minore della fondazione (nel caso specifico sarà la base efficace  $B' = B - 2e_B$ )

$L'$  = dimensione maggiore della fondazione (nel caso specifico sarà la larghezza efficace  $L' = L - 2e_L$ )

$z$  = profondità da piano di posa della fondazione

$$c = (L'^2 + B'^2 + z^2)^{0.5}$$

$$m^2 = L'^2 + z^2$$

$$n^2 = B'^2 + z^2$$

Il calcolo del cedimento si basa sulla teoria dell'elasticità. Sulla base dei parametri di deformabilità del terreno (considerando a seconda del carico le curve di ricarico e carico vergine) si stima il cedimento nel punto P, sommando i contributi dei vari carichi, attraverso la:

$$\Delta H_i = \sum 2 q_i B' (1 - \mu^2) / E_i I_s I_F$$

Dove:

$q_i$  e  $B'$  assumono i precedenti significati, mentre:

$\mu$  = coefficiente di poisson del terreno

$E_i$  = modulo elastico dello strato i-esimo di terreno

$I_s = I_1 + (1 - 2\mu)/(1 - \mu)$   $I_2$  = coefficiente di influenza legato alle dimensioni  $B' L'$


$$I_1 = 1/\pi \{ \{ M \ln[(1 + (M^2 + 1)^{0.5} (M^2 + N^2)^{0.5} / (M (1 + (M^2 + N^2 + 1))) + \ln[(M + (M^2 + 1)^{0.5} (1 + N^2)^{0.5} / (M + (M^2 + N^2 + 1)^{0.5})] \}$$

$$I_2 = N/2\pi \tan^{-1}[M/(N (M^2 + N^2 + 1)^{0.5})]$$

$$M = L'/B'$$

$$N = H/B'$$

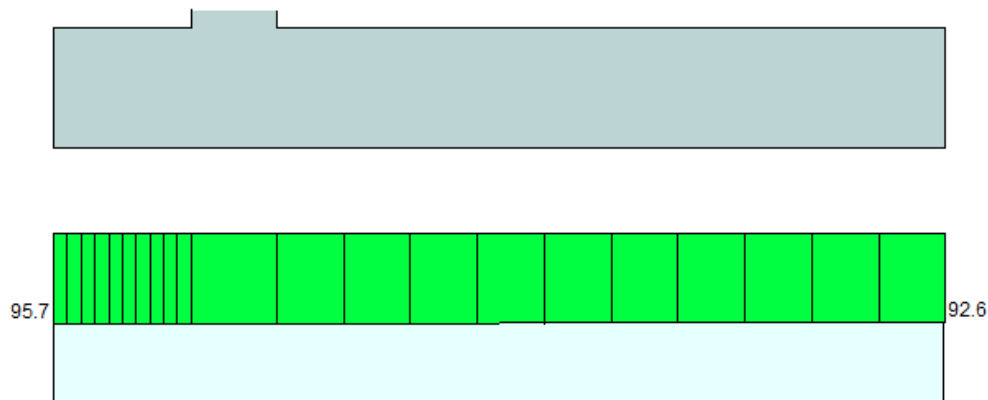
$H = 5 B =$  profondità significativa, ossia oltre la quale l'incremento di tensioni diventa trascurabile (<10%)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

$I_F$  = coefficiente di influenza, che tiene conto della profondità del piano di posa. Tale coefficiente assume valori minori all'unità all'aumentare della profondità e che cautelativamente è stato posto pari a 1

L'estensione dello strato significativo è stato posto pari a cinque volte la base della fondazione come suggerito da Newmark. Si considera inoltre che in prima istanza il metodo considerava l'ipotesi di fondazioni flessibili, la presenza come nel nostro caso di fondazione rigida lo stesso autore indica una riduzione di circa il 7% dei cedimenti, tale aspetto è tenuto in conto considerando un coefficiente  $I_{sr} = 0.93$   $I_s$  nel calcolo dei contributi derivanti dal muro.

Per verificare i cedimenti si è fatto riferimento allo stato limite di esercizio quasi permanente - (SLE quasi permanente). I risultati di pressione derivati in MAX14 sono riportati qui di seguito.



**Figure 8-9 – Pressione sul terreno sotto la fondazione per SLE quasi permanente [kPa]**

Larghezza fondazione= 5.20 m

Pressione media dalla fondazione = 94 kPa

Pressione scarico-ricarico =  $1 \text{ m} \times 17 \text{ kN/m}^3 = 17 \text{ kPa}$  (terreno asportato)

Pressione compressione vergine =  $94 - 17 = 77 \text{ kPa}$

Il modulo di compressione vergine utilizzato per il calcolo dei cedimenti è  $E_{vc} = 35 \text{ MPa}$  con riferimento all'unità U3b (corrisponde al modulo  $E_{op,1}$ ). Il modulo di ricarico è  $E_{ur} = 3 \times E_{vc} = 105 \text{ MPa}$ , vista la natura granulare del terreno di fondazione.

Si riporta in seguito lo schema della sezione considerata per il calcolo dei cedimenti.

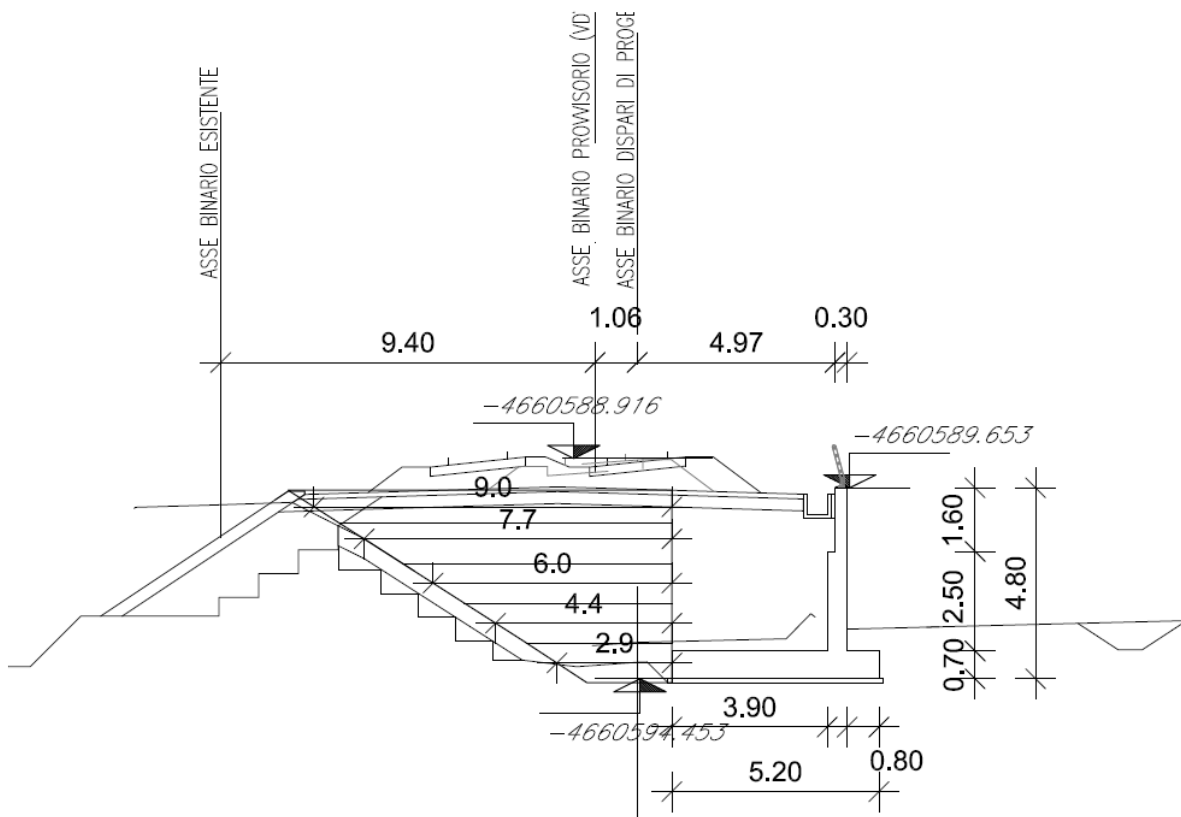


Figura 10- Schema sezione di calcolo

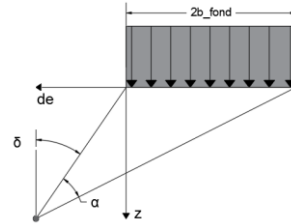
Il nuovo rilevato ferroviario a tergo del muro viene modellato con 5 blocchi di terreno in compressione vergine. I primi 4 blocchi, di altezza 1 m, scaricano una pressione di 20 kPa. Il quinto blocco, di altezza 0.84 m, scarica una pressione  $p = 0.84 \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3 + 14.4 \text{ kPa} = 31.2 \text{ kPa}$ , per tenere conto del ballast.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	69 di 596

**STRATIGRAFIA**

Peso per unità di volume	$\gamma_{\text{terreno}} = 17.00$	$\text{kN/m}^3$
Modulo elastico di compressione vergine	$E_{vc} = 35.00$	MPa
Modulo elastico di scarico e ricarico	$E_{ur} = 105.00$	MPa
Profondità falda rispetto alla fondazione	$H_w = 19.00$	m



**MURO DI SOSTEGNO**

Larghezza della fondazione	$2b_{\text{fond}} = 5.20$	m
Azione di calcolo	$q_{\text{fond}} = 94.00$	$\text{kN/m}^2$
Azione di compressione vergine	$q_{\text{fond\_vc}} = 77.00$	$\text{kN/m}^2$
Azione di ricompressione	$q_{\text{fond\_ur}} = 17.00$	$\text{kN/m}^2$

**RILEVATO**

**BLOCCHI\_COMPRESSIONE VERGINE**

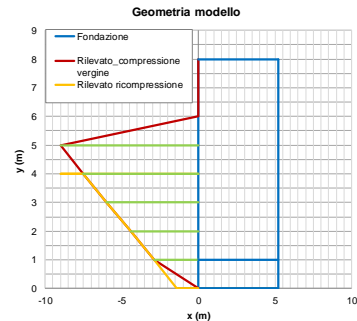
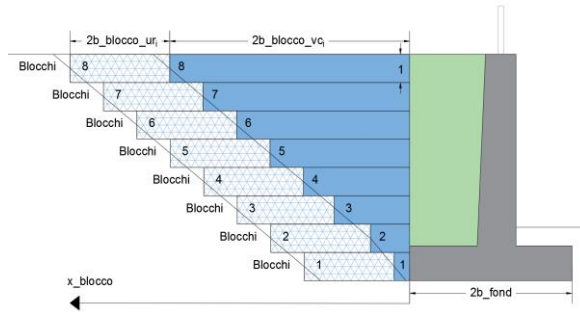
	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3	Blocco 4	Blocco 5	Blocco 6	Blocco 7	Blocco 8
Distanza del blocco dalla fondazione	$x_{\text{blocco}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Larghezza del blocco	$2b_{\text{blocco\_vc}} = 2.90$	4.40	6.00	7.50	9.00	0.00	0.00	0.00
Peso del blocco per unità di volume	$q_{\text{blocco\_vc}} = 20.00$	20.00	20.00	20.00	31.20	0.00	0.00	0.00

**BLOCCHI\_RICOMPRESSIONE**

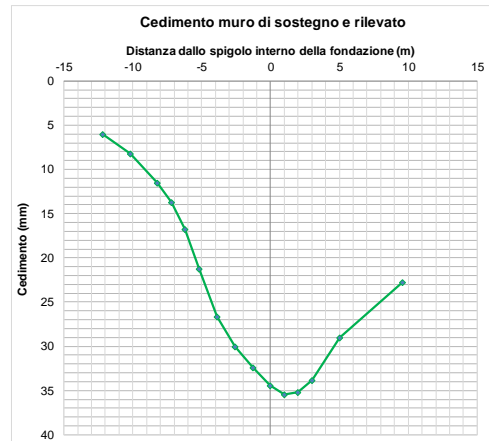
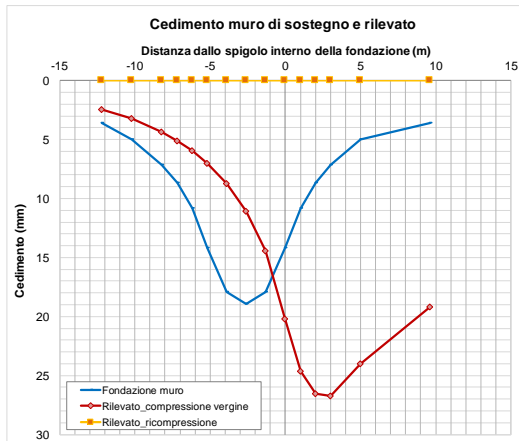
	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3	Blocco 4	Blocco 5	Blocco 6	Blocco 7	Blocco 8
Distanza del blocco dalla fondazione	$x_{\text{blocco}} = 2.90$	4.40	6.00	7.50	9.00	0.00	0.00	0.00
Larghezza del blocco	$2b_{\text{blocco\_ur}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del blocco per unità di volume	$q_{\text{blocco\_vc}} = 20.00$	20.00	20.00	20.00	31.20	0.00	0.00	0.00

**CALCOLO**


Criterio definizione della profondità significativa:	sulla base di un valore target di incremento di sforzo
Valore target di incremento di sforzo	$\Delta\sigma/\sigma_0 = 0.10$
Profondità significativa	$z_{\text{calc}} = 20.00$



**SINTESI DEI RISULTATI**



Cedimento massimo = 35mm

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

Il cedimento ottenuto in corrispondenza del muro (da  $x = 0$  a  $x = -5.2$  m) è compreso tra 21 e 34 mm.

In corrispondenza del nuovo rilevato il cedimento è compreso tra 23 e 35 mm.

Vista la natura granulare del terreno di fondazione, si tratta di cedimenti di tipo immediato che matureranno contestualmente alla costruzione del rilevato.

#### 8.4.5 Verifica degli spostamenti in condizione sismica

Nel caso particolare di muri di sostegno gli spostamenti permanenti potranno, in via semplificata, essere determinati con la seguente relazione:

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c/a_{max})}$$

dove:

- $S_S$  e  $S_T$  sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica (§ 3.2.3.2 NTC08);
- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (§ 7.11.6.2.1 NTC08);
- $a_c$  è l'accelerazione critica e rappresenta il valore limite dell'accelerazione al di sotto del quale l'opera non subisce spostamenti;
- A, B sono coefficienti raccolti nella seguente tabella in funzione di  $a_{max}$  e della categoria di sottosuolo (Rampello et al., 2008).

L'accelerazione critica  $a_c$  potrà essere determinata imponendo che, nella verifica allo scorrimento – effettuata prendendo a riferimento i valori caratteristici di azioni, materiali e resistenze (coefficienti  $\gamma_F$ ,  $\gamma_M$  e  $\gamma_R$  pari ad 1) - il rapporto  $R_d/E_d$  sia pari a 1.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	71 di 596

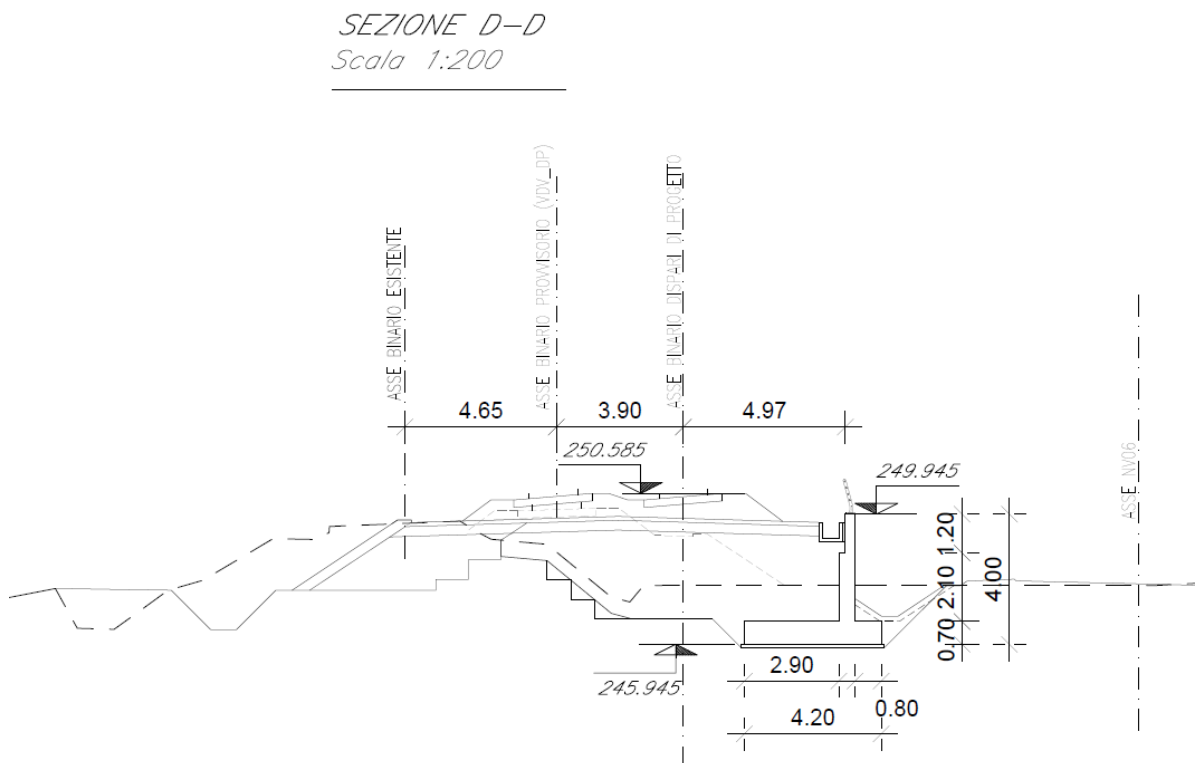
Sottosuolo	Cat. A		Cat. B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
$a_{max}/g$						
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
$\leq 0.1$	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

Ss **1.2**  
 St **1**  
 A **-7.86**  
 B **0.3**  
 ac **0.14 g**  
 a<sub>max</sub> (SLD) **0.0516 g**

d= 1.97E-10 m < 0.02 m Verificato

## 9 GEOMETRIA DEL MURO TIPO B

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche del muro tipo B.



**Figura 9-1: Sezione di riferimento muro tipo B**

### 9.1 Caratteristiche dei terreni

#### 9.1.1 Terreno spingente

Per il terreno spingente sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

- Peso per unità di volume  $\rightarrow \gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito  $\rightarrow \phi = 38,00^\circ$
- Angolo di attrito tra paramento verticale muro e terreno  $\rightarrow \delta_k = 0^\circ$
- Coesione efficace  $\rightarrow c = 0,00 \text{ kN/m}^2$



### 9.1.2 Terreno di fondazione

Per il terreno di fondazione sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

STRATO 1 (0 - 20m):

- Peso per unità di volume  $\rightarrow \gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito a volume costante  $\rightarrow \phi = 27,00^\circ$
- Angolo di attrito di picco  $\rightarrow \phi = 32,00^\circ$
- Coesione efficace  $\rightarrow c = 5 \text{ kN/m}^2$

### 9.2 Dati di progetto

Per verificare l'adeguatezza della geometria del muro tipo B è stato verificato il muro sito alla progressiva km 39+100 in quanto rappresentante un caso critico.

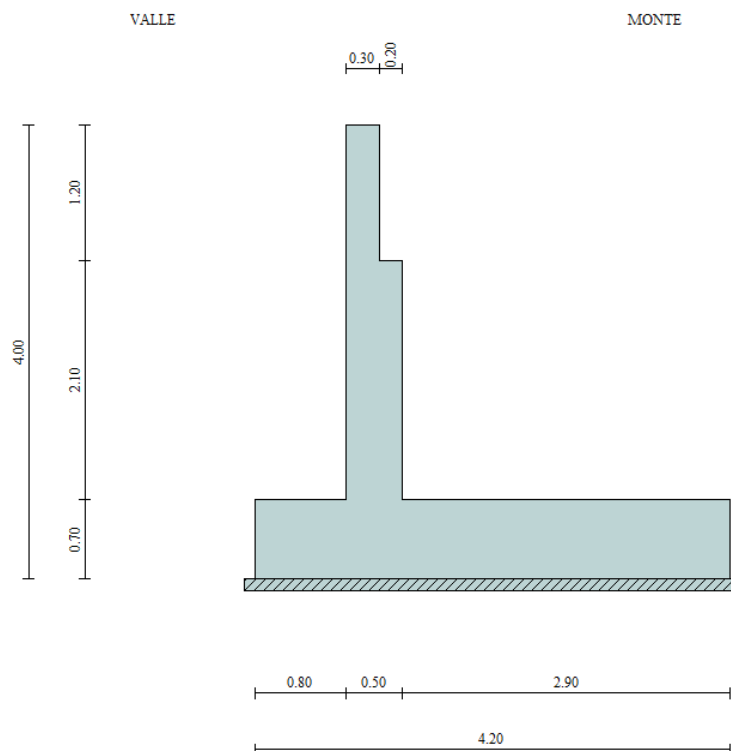


Figura 9-2: Sezione muro alla progressiva 39+100 km

## Geometria muro e fondazione

Descrizione

**Muro a grandoni in c.a.**

### Descrizione dei gradoni

### Simbologia adottata

Nr. numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)

Bs base superiore del gradone espressa in [m]

Bi base inferiore del gradone espressa in [m]

Hg altezza del gradone espressa in [m]

$\alpha_e$  inclinazione esterna del gradone espressa in [°]

$\alpha_i$  inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.30	0.30	1.20	0.00	0.00
2	0.50	0.50	2.10	0.00	0.00
Altezza del paramento					3.30 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.70 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]


### Materiali utilizzati per la struttura

#### *Calcestruzzo*

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C30/37
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	37000000 [Pa]
Modulo elastico E	32836570000 [Pa]

#### *Acciaio*

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936256 [Pa]

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

## 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	0.02	-0.10	-78.69
2	1.92	-0.10	0.00
3	14.00	-0.10	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 1.00 [m]

## **9.3 Analisi dei carichi**

### **9.3.1 Rilevato**

Nelle analisi svolte si considera un riempimento a tergo del muro composto da terreno di riempimento per il quale si assumono i seguenti parametri geotecnici caratteristici in condizioni drenate, relativi a nuovi rilevati ferroviari:

$\gamma_k = 20,00 \text{ kN/m}^3$  peso dell'unità di volume;

$\varphi_k = 38^\circ$  angolo di resistenza al taglio;

$c_k = 0$  coesione;

$\delta_k = 0^\circ$  angolo di attrito tra paramento verticale muro e terreno.

### **9.3.2 Ballast**

Per il ballast, dello spessore di 0,8m, si è invece considerato peso dell'unità di volume  $\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ , da cui  $q = 14.4 \text{ kPa}$ .

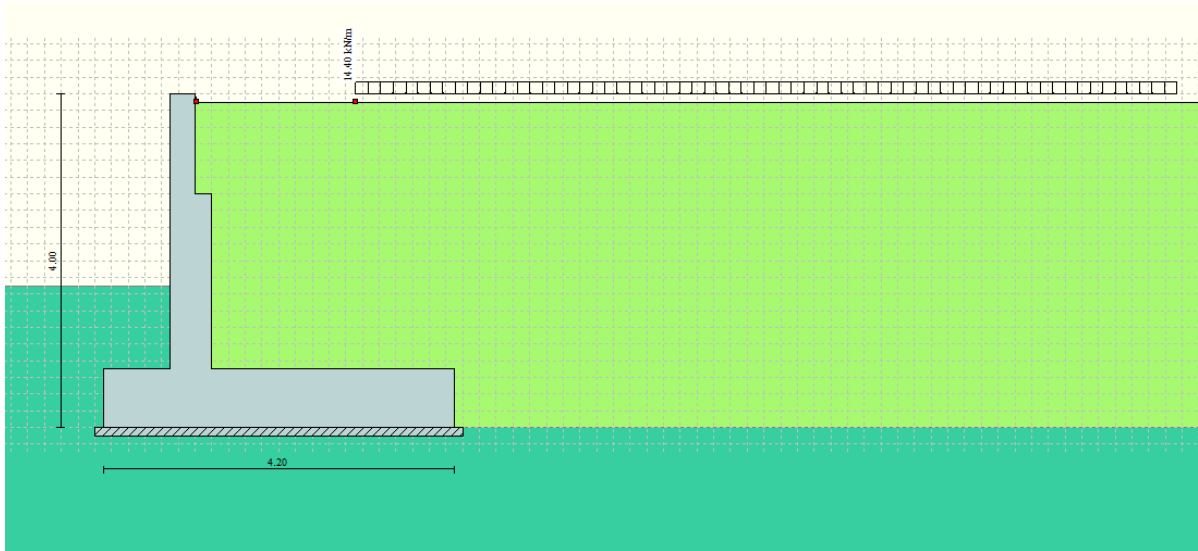


Figura 9-3 – Applicazione dei carichi: Peso ballast

### 9.3.3 Carico parapetto

Il parapetto è modellato come un carico lineare di 1 kN/m`.

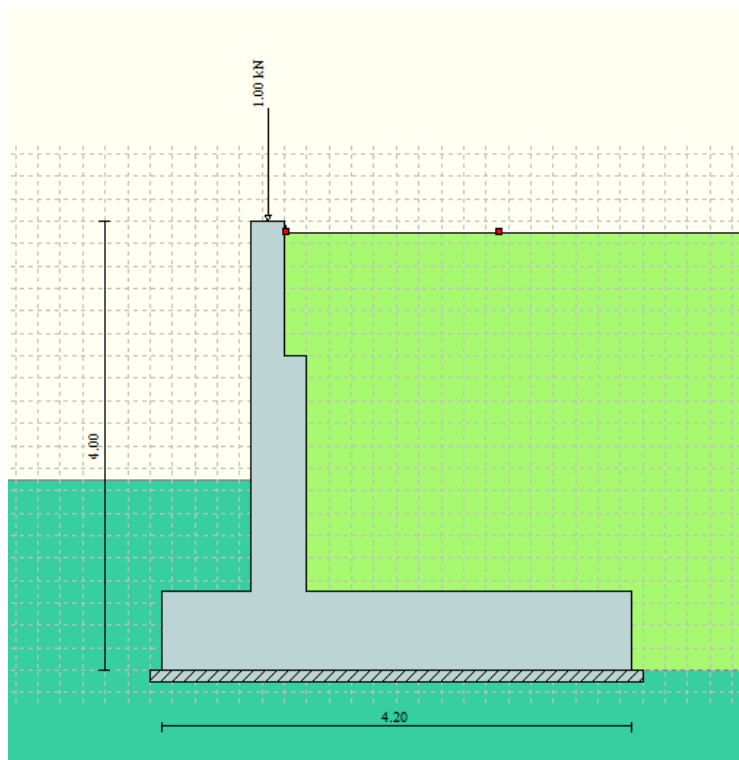



Figura 9-4 – Applicazione dei carichi: Peso parapetto

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA <b>NRJ</b>	LOTTO <b>01 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI0005015</b>	REV. <b>B</b>

Nota: Si assume che il peso del parapetto sia "ben definito" ai sensi di quanto stabilita dalla tabella 2.6.I riportata nelle NTC2018.

### 9.3.4 Sovraccarico treni

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico, in particolare sono forniti due treni di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale LM71, il secondo rappresentativo del traffico pesante SW2.

#### Coefficiente di adattamento $\alpha$

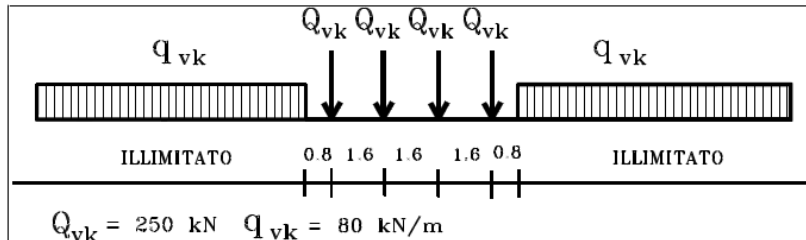
I valori dei suddetti carichi relativi alla configurazione LM71 e SW2 dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento, variabile in ragione della tipologia dell'Infrastruttura (ferrovia ordinaria, ferrovia leggera metropolitane), viene di seguito riportata la tabella con la variabilità del coefficiente in base al tipo di linea o categoria di linea

Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa ( $\alpha$ )
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

Per completezza di informazioni viene di seguito riportata la tabella attinente alla categorie di linea STI per il sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario convenzionale:

Categorie di linea STI		Tipo di traffico		
		Traffico passeggeri (P)	Traffico merci (F)	Traffico misto (M)
Tipo di linea	Nuova linea TEN fondamentale (IV)	IV-P	IV-F	IV-M
	Linea TEN fondamentale ristrutturata (V)	V-P	V-F	V-M
	Altra nuova linea TEN (VI)	VI-P	VI-F	VI-M
	Altra linea TEN ristrutturata (VII)	VII-P	VII-F	VII-M

Treno di carico LM71



E' stato applicato un carico distribuito equivalente dei 4 assi 250 kN ad interasse 1.60 m.

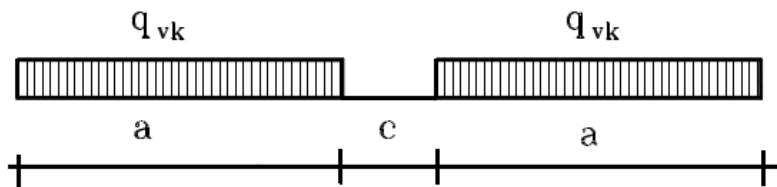
$$q_{\text{equivalente}} = 4 \times 250 / 6.40 = 156.25 \text{ kN/m.}$$

Il carico è opportunamente distribuito sulla larghezza della traversa, cioè 2,4m.

$$Q_{vk} = 4 \times 250 / (6.40 \times 2.4) = 65.10 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha \times \varphi = 65.10 \times 1.10 = 71.61 \text{ kN/m}^2$$

Treno di carico SW2



$$q_{\text{equivalente}} = 150 / 2.4 = 62.5 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha \times \varphi = 62.5 \times 1.10 \times 1.00 = 68.75 \text{ kN/m}^2$$

Ai fini del dimensionamento del muro di sostegno si considera il treno LM71 in quanto presenta un valore maggiore del carico verticale rispetto al treno SW/2.

Nota: Poichè il software di analisi Max14 non permette l'inserimento di più di un coefficiente  $\gamma$  (1.5) per i carichi variabili, per l'imposizione dei carichi di traffico ferroviario si è adottato un valore ridotto che tiene conto del diverso valore del coefficiente  $\gamma$  (1.45) da utilizzare nelle combinazioni di progetto. Il valore ridotto del carico del treno è 0.967 da cui segue  $0.967 \times 71,61 \text{ kN/m}^2 = 69,25 \text{ kN/m}^2$ .

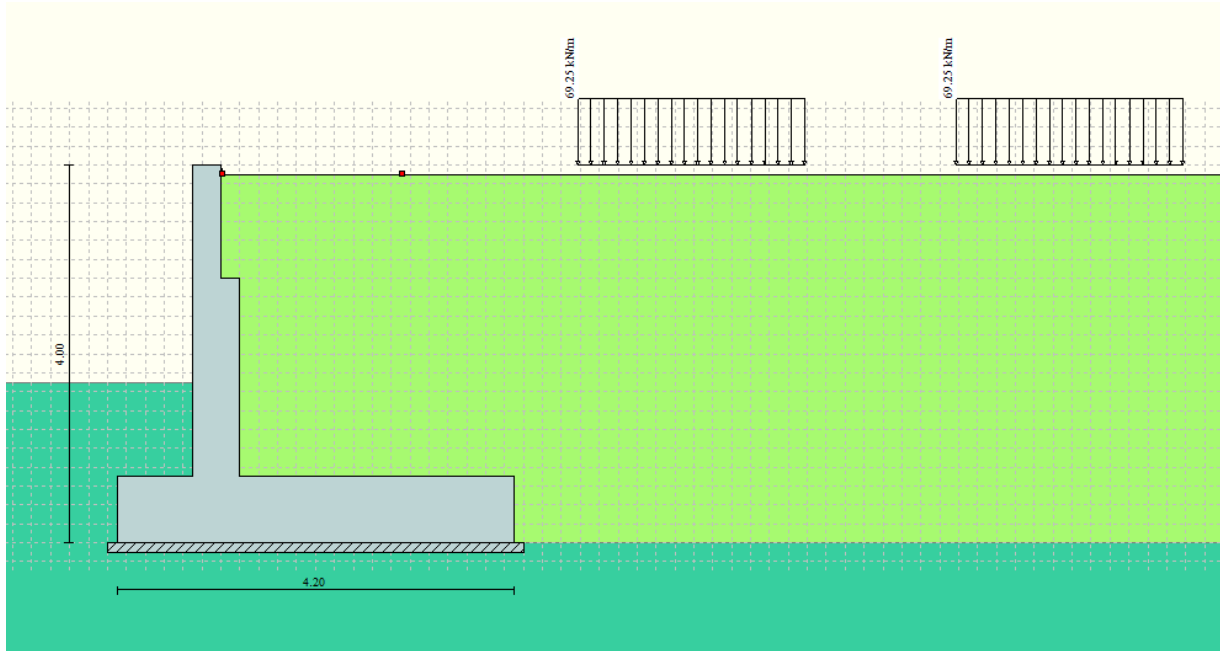


Figura 9-5 – Applicazione dei carichi: Sovraccarico treni

### 9.3.5 Sovraccarico accidentale

Un carico accidentale minimo di 5kN/m<sup>2</sup> è considerato sul terreno nella zona tra il binario più vicino e il muro.

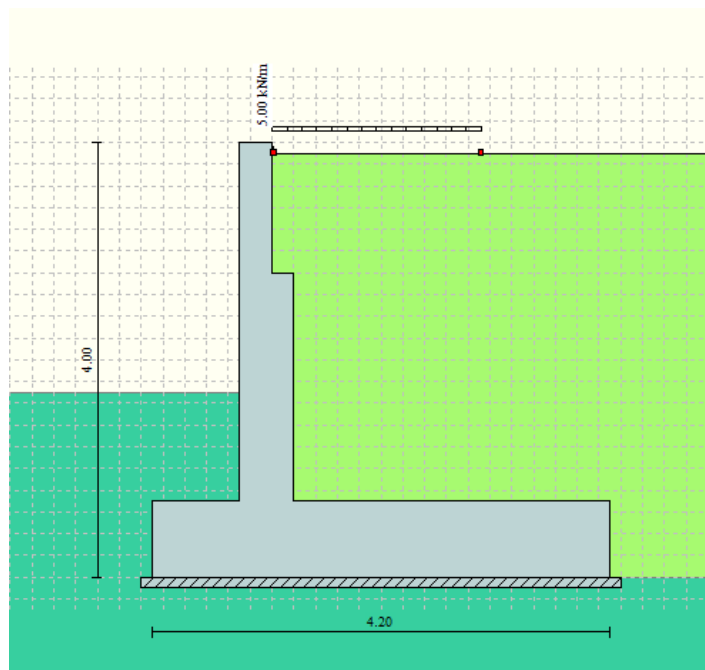



Figura 9-6 – Applicazione dei carichi: Sovraccarico accidentale

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

### 9.3.6 Sisma

Si rimanda al capitolo 6. Il software implementa automaticamente l'azione sismica come prescritta dal NTC 2018.


## 9.4 Combinazioni di carico

In accordo a quanto prescritto al §6.5.3.1.1 delle NTC2018, per il muro di sostegno sono state effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
  - scorrimento sul piano di posa (Approccio 2 – A1 + M1 + R3);
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno (Approccio 2 – A1 + M1 + R3);
  - ribaltamento (Approccio 2 – EQU + M2 + R3);
  - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno (Approccio 1, Combinazione 2 – A2 + M2 + R2).
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Si vedano le tabelle seguenti per i coefficienti A, M e R prescritti dal NTC 2018:



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

**Tabella 9-1: Parametri per le verifiche in Approccio 1 e 2**

Tabella 5.2.V delle NTC 08

Coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_F$  per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

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

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Nella Tab. 5.2.V il significato dei simboli è il seguente:


- $\gamma_{01}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
- $\gamma_{02}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- $\gamma_B$  coefficiente parziale del peso proprio del ballast;
- $\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;
- $\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

\*) In condizioni sismiche i coefficienti parziali sui parametri geotecnici  $\gamma_m$  e sulle resistenze globali  $\gamma_R$  sono tutti unitari (vedasi MDP 2018, paragrafo §3.10.3.2.3).

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR}) \quad \rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{GEO-EQU}) \quad \rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara)  $\rightarrow G_1+G_2 +Q_{k1}+\sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni e fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

Frequente)  $\rightarrow G_1+G_2 +\psi_{11} \cdot Q_{k1}+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Quasi permanente)  $\rightarrow G_1+G_2 +\psi_{21} \cdot Q_{k1}+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per la condizione sismica, la combinazione per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione è:

Combinazione sismica  $\rightarrow E+G_1+G_2+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

I valori di  $\psi_0$ ,  $\psi_1$ , e  $\psi_2$  per il carico variabile accidentale sono quelli prescritti dal Tab. 5.2.VI delle NTC 2018, pari rispettivamente a 0.8, 0.6 e 0 con  $\psi_2 = 0.2$  per il sisma (5.2.2.8 delle NTC 2018).

### Descrizione combinazioni di carico

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

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

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

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	83 di 596

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

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

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

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

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	84 di 596

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	1.00	1.30
Carichi treni	SFAV	1.30	0.80	1.04
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	85 di 596

Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	0.80	1.04
Carichi treni	SFAV	1.30	1.00	1.30

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	86 di 596

Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 20 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 21 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 22 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	87 di 596

Combinazione n° 23 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	0.80	1.04
Carichi treni	SFAV	1.30	0.80	1.04
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 25 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	88 di 596

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 31 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 32 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	89 di 596

Combinazione n° 34 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 35 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 36 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 37 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 38 - Frequente (SLE)

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	90 di 596

Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.60	0.60
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 39 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.60	0.60
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 40 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 41 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 42 - Rara (SLE)

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	91 di 596

Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 43 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 44 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 45 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 9.5 Verifiche

### 9.5.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono state condotte direttamente con il software MAX14 secondo i requisiti delle NTC2018.

In verde sono evidenziati i valori minimi dei coefficienti di sicurezza.

#### Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS <sub>SCO</sub>	CS <sub>RIB</sub>	CS <sub>QLM</sub>	CS <sub>STAB</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	3.10	--	16.05	--
2	A1-M1 - [1]	--	4.18	--	12.95	--
3	A1-M1 - [1]	--	3.79	--	13.49	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.49	--	15.30	--
5	EQU - [1]	--	--	12.22	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	3.52
7	A1-M1 - [2]	--	1.71	--	8.07	--
8	A1-M1 - [2]	--	1.58	--	7.56	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.43	--	7.67	--
10	A1-M1 - [2]	--	1.87	--	7.83	--
11	EQU - [2]	--	--	4.51	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.94
13	A1-M1 - [3]	--	1.28	--	6.68	--
14	A1-M1 - [3]	--	1.67	--	7.04	--
15	A1-M1 - [3]	--	1.53	--	7.19	--
16	A1-M1 - [3]	--	1.42	--	6.66	--
17	EQU - [3]	--	--	4.00	--	--
18	STAB - [3]	--	--	--	--	1.82

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	93 di 596

19	A1-M1 - [4]	--	1.70	--	8.06	--
20	A1-M1 - [4]	--	1.57	--	7.54	--
21	A1-M1 - [4]	--	1.41	--	7.65	--
22	A1-M1 - [4]	--	1.85	--	7.82	--
23	EQU - [4]	--	4.47	--	--	--
24	STAB - [4]	--	--	--	1.93	--
25	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	3.12	--	15.95	--
26	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	3.09	--	16.45	--
27	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	8.92	--	--
28	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	7.31	--	--
29	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.88
30	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3.88
31	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	2.20	--	12.68	--
32	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	2.22	--	12.33	--
33	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5.36	--	--
34	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6.14	--	--
35	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.01
36	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3.01
37	SLEQ - [1]	--	2.78	--	14.56	--
38	SLEF - [1]	--	2.82	--	14.42	--
39	SLEF - [1]	--	2.14	--	12.30	--
40	SLEF - [1]	--	2.78	--	14.56	--
41	SLEF - [1]	--	2.78	--	14.56	--
42	SLER - [1]	--	1.97	--	11.19	--
43	SLER - [1]	--	1.77	--	10.17	--
44	SLER - [1]	--	1.95	--	11.19	--
45	SLER - [1]	--	1.95	--	11.19	--

### 9.5.2 Verifiche strutturali - Stato Limite Ultimo

Le verifiche allo Stato Limite Ultimo sono condotte secondo i paragrafi 4.1.2.3.4 (per la resistenza flessionale) e 4.1.2.3.5 (per la resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti) delle NTC2018.

L'obiettivo in termini di resistenza a taglio è dimostrare che la sezione sostiene il valore dello sforzo di taglio agente ( $V_{Ed}$ ) senza armature trasversali.

Per ottenere i valori di progetto è stato usato il software MAX14.

- *Flessione e taglio (nel muro)*

Le sollecitazioni massime ottenute da MAX14 sono:

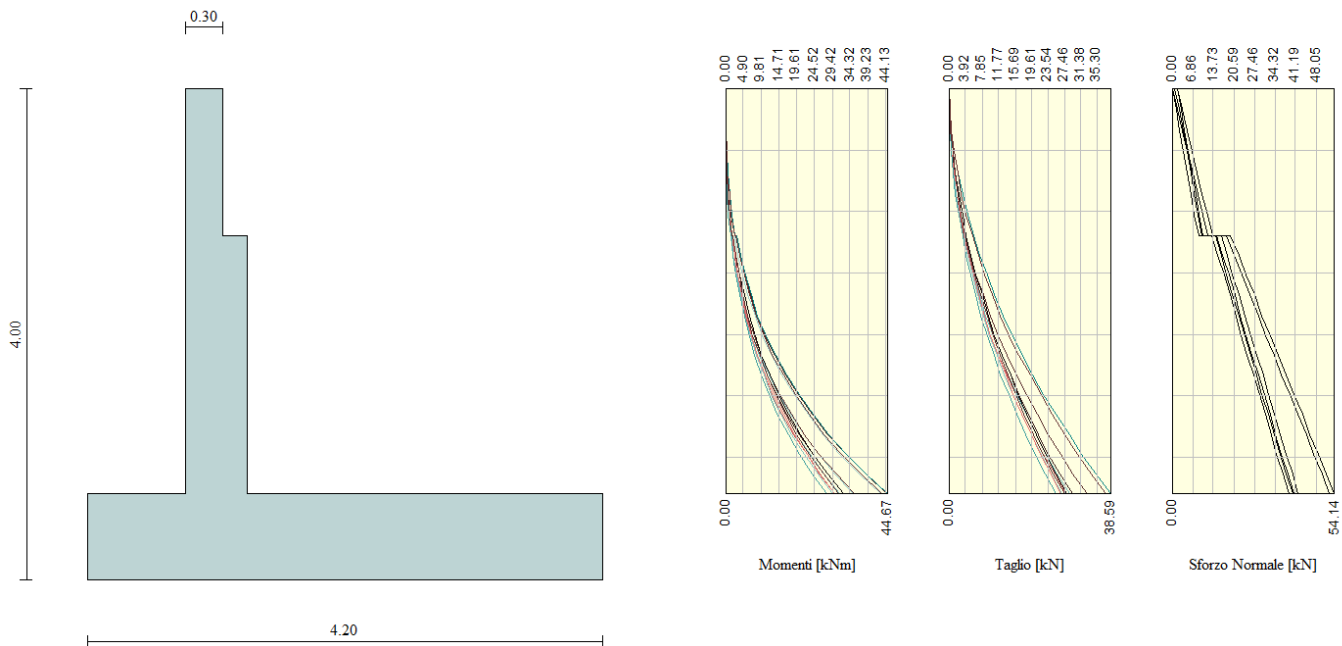



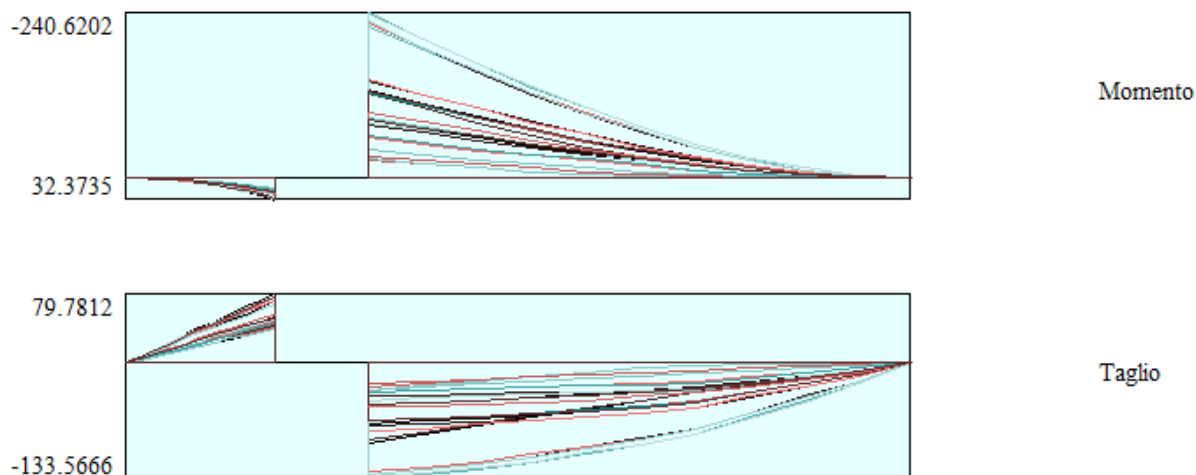
Figura 9-7 – Involuppo delle sollecitazioni nel muro (da MAX14)

- Valore di progetto del momento flettente agente (parte superiore - 1.2m):  $M_{Ed} = 3 \text{ kNm}$
- Valore di progetto del taglio agente (parte superiore -1.2m):  $V_{Ed} = 6 \text{ kN}$
- Valore di progetto del momento flettente agente (parte inferiore – 3.30 m):  $M_{Ed} = 45 \text{ kNm}$
- Valore di progetto del taglio agente (parte inferiore – 3.30):  $V_{Ed} = 39 \text{ kN}$

- *Flessione e taglio (nella fondazione)*

Le sollecitazioni massime ottenute da MAX14 sono:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B



**Figura 9-8 - Involuppo di sollecitazioni nella fondazione (da MAX14)**

Valore di progetto del momento flettente agente:  $M_{Ed} = 241 \text{ kNm}$

Valore di progetto del taglio agente:  $V_{Ed} = 134 \text{ kN}$

La resistenza delle sezioni muro e fondazione è stata determinata con il software RC-SEC, come mostrato di seguito.

### 9.5.3 Verifiche strutturali – Stato Limite di Esercizio

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio SLE (tensioni e fessurazione) sono state condotte secondo quanto riportato nel NTC 2018, 4.1.2.2.4

- Le fessure limite sono:
  - $w_k = 0,20 \text{ mm}$  per il caso Frequente;
  - $w_k = 0,20 \text{ mm}$  per il caso Quasi\_Permanente
  - $w_k = 0,20 \text{ mm}$  per il caso Caratteristica
- La massima tensione di compressione del calcestruzzo, deve rispettare la limitazione seguente:
  - $\sigma_{c,max} \leq 0,60 f_{ck}$  per combinazione caratteristica
  - $\sigma_{c,max} \leq 0,40 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente.
- La tensione massima dell'acciaio per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:
  - $\sigma_{s,max} \leq 0,8 f_{yk}$  per combinazione caratteristica

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime per gli SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	96 di 596

Sollecitazioni SLE Rara:

*Muro*

$M = 2.1$  kNm (per la parte superiore)

$M = 33$  kNm (per la parte inferiore)

*Fondazione*

$M = 95$  kNm

Sollecitazioni SLE Frequente:

*Muro*

$M = 1.8$  kNm (per la parte superiore)

$M = 30$  kNm (per la parte inferiore)

*Fondazione*

$M = 80$  kNm

Sollecitazioni SLE Quasi-permanente:

*Muro*

$M = 1.2$  kNm (per la parte superiore)

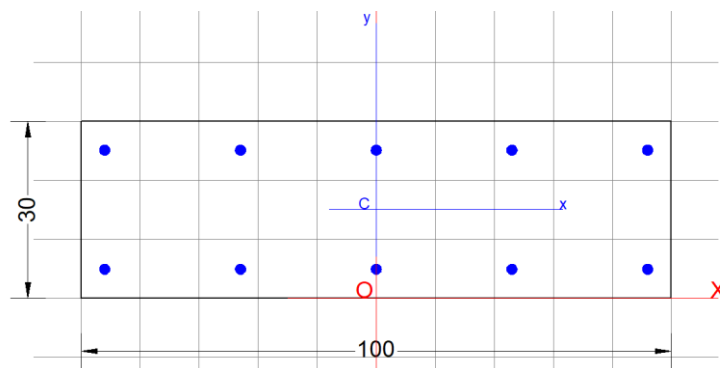
$M = 28$  kNm (per la parte inferiore)

*Fondazione*

$M = 61$  kNm

Le verifiche sono state condotte con il software RC-SEC.

**Sezione superiore del paramento:**





**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	97 di 596

**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**

NOME SEZIONE: tipoB\_muro\_30cm

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	98 di 596

MT		Momento torcente [kN m]		
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	3.00	6.00	0.00

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

N		Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx		Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx	
1	0.00	2.10	

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

N		Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx		Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx	
1	0.00	1.80 (49.33)	

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

N		Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx		Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx	
1	0.00	1.20 (49.33)	

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	18.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.2	cm

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	3.00	0.05	97.15	32.385	26.0	0.16	0.70	20.1 (4.2)

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	99 di 596

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	-0.00082	25.0	-0.01811	5.0

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.0 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	20.9	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm <sup>2</sup> /m]

**VERIFICHE A TAGLIO**

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	6.00	164.22	956.26	184.40	100.0 25.0	1.000	1.000	0.7

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.24	30.0	0.00	22.9	-9.3	25.0	7.7	768	10.1	22.5

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	100 di 596

K2 = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.60	0.000028 (0.000028)	351	0.010 (990.00)	49.33

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.21	30.0	0.00	22.9	-8.0	25.0	7.7	768	10.1	22.5

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00005	0.00002	0.50	0.60	0.000024 (0.000024)	351	0.008 (0.20)	49.33

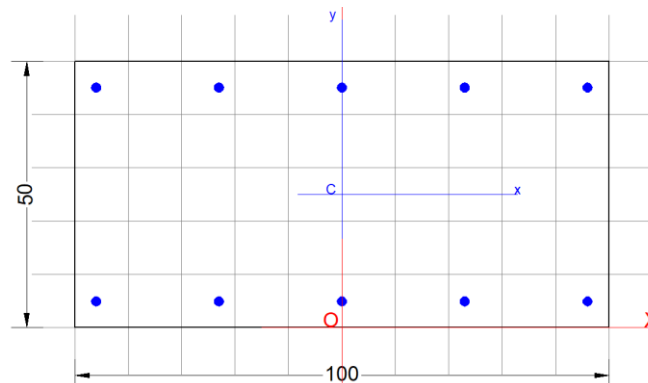
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.14	30.0	0.00	22.9	-5.3	25.0	7.7	768	10.1	22.5

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00003	0.00001	0.50	0.40	0.000016 (0.000016)	351	0.006 (0.20)	49.33

**Sezione inferiore del paramento:**



**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**

NOME SEZIONE: tipoB\_muro\_50cm

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza:  
 Normativa di riferimento:

Stati Limite Ultimi  
 N.T.C.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	101 di 596

Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	45.00	39.00	0.00

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	102 di 596

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	33.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	30.00 (134.83)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	28.00 (134.83)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 21.4 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	45.00	-0.05	175.81	3.907	46.0	0.09	0.70	20.1 (7.5)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	103 di 596

Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	-0.00082	45.0	-0.03540	5.0

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	20.9	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm <sup>2</sup> /m]

**VERIFICHE A TAGLIO**

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	39.00	213.79	1721.26	331.91	100.0 45.0	1.000	1.000	2.5

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.44	50.0	0.00	40.4	-79.0	45.0	12.5	1250	10.1	22.5

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	104 di 596

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00045	0.00011	0.50	0.60	0.000237 (0.000237)	481	0.114 (990.00)	134.83

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.30	50.0	0.00	40.4	-71.8	45.0	12.5	1250	10.1	22.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00041	0.00010	0.50	0.60	0.000215 (0.000215)	481	0.104 (0.20)	134.83

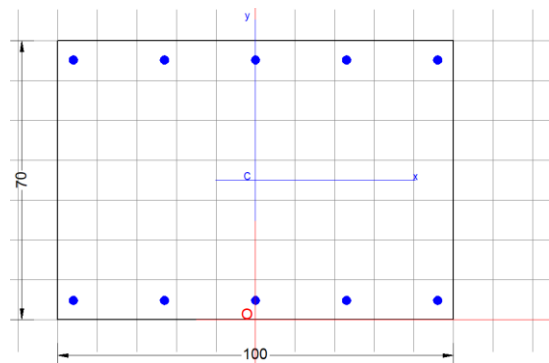
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.22	50.0	0.00	40.4	-67.0	45.0	12.5	1250	10.1	22.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00038	0.00009	0.50	0.40	0.000201 (0.000201)	481	0.097 (0.20)	134.83

Sezione della fondazione:



**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**

NOME SEZIONE: tipoB\_fondazione\_70cm

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di Trave
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Molto aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	105 di 596

Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	70.0	cm
Barre inferiori:	5Ø22	(19.0 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø22	(19.0 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.5	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	241.00	134.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	106 di 596

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	95.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	80.00 (277.95)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	61.00 (277.95)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.9 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.8 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 1.9 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC; deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	241.00	0.10	463.08	1.921	64.5	0.08	0.70	38.0 (10.8)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	70.0	-0.00002	64.5	-0.03782	5.5

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	107 di 596

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	20.9	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm <sup>2</sup> /m]

**VERIFICHE A TAGLIO**

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	134.00	313.92	2467.14	475.74	100.0 64.5	1.000	1.000	5.9

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.71	70.0	0.00	54.9	-84.2	64.5	13.8	1375	19.0	22.3

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00047	0.00013	0.50	0.60	0.000253 (0.000253)	420	0.106 (990.00)	277.95

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	108 di 596

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.44	70.0	0.00	54.9	-70.9	64.5	13.8	1375	19.0	22.3

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00039	0.00011	0.50	0.60	0.000213 (0.000213)	420	0.089 (0.20)	277.95

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.10	70.0	0.00	54.9	-54.0	64.5	13.8	1375	19.0	22.3

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00030	0.00008	0.50	0.40	0.000162 (0.000162)	420	0.068 (0.20)	277.95

**Riepilogo delle armature**

• *Sezione superiore del muro*

**Lato a monte**                     $\Phi 16$  ogni 200mm  
**Lato a valle**                     $\Phi 16$  ogni 200mm  
**Armatura orizzontale**  
**nei entrambi lati**            10x $\Phi 12$  (5 ogni lato)

• *Sezione inferiore del muro*

**Lato a monte**                     $\Phi 16$  ogni 200mm  
**Lato a valle**                     $\Phi 16$  ogni 200mm  
**Armatura orizzontale**  
**nei entrambi lati**            16x $\Phi 12$  (8 ogni lato)

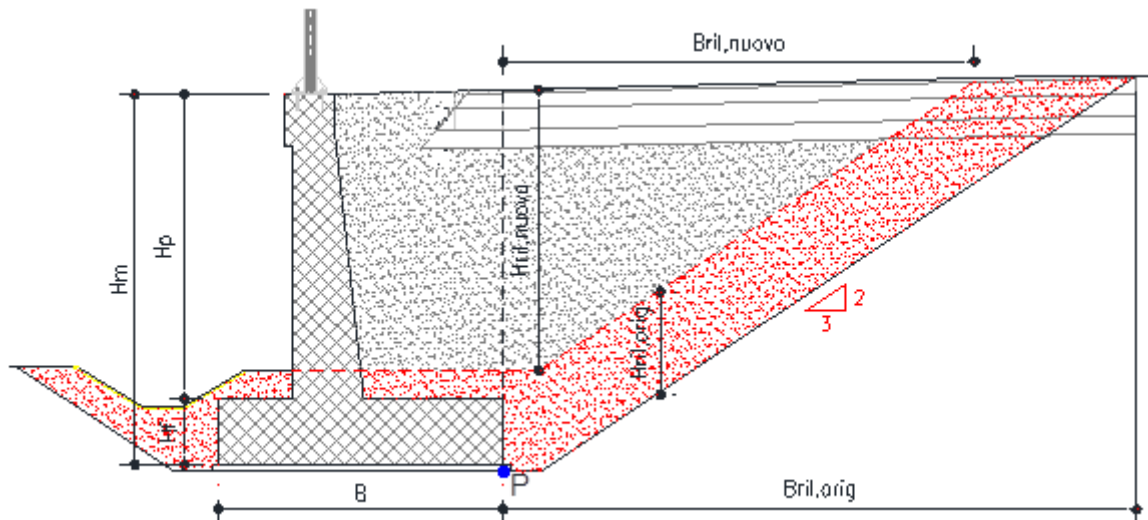
• *Sezione della fondazione*

**Armatura superiore, dir. principale**             $\Phi 22$  ogni 200mm  
**Armatura superiore, dir. Secondaria**            10x $\Phi 16$   
**Armatura inferiore, dir. principale**             $\Phi 22$  ogni 200mm  
**Armatura inferiore, dir. secondaria**            10x $\Phi 16$

#### 9.5.4 Verifica dei cedimenti

Per la valutazione dei cedimenti si schematizza il terreno di fondazione come un semispazio elastico e la valutazione dell'entità dei cedimenti è condotta sulla base della teoria dell'elasticità [vedi, per esempio, Timoshenko e Goodier (1951) "Theory of elasticity"].

La stima del cedimento considererà sia il contributo derivante dal muro che quello del nuovo rilevato ferroviario. Lo schema tipico di calcolo è rappresentato nella seguente figura:



Il cedimento è valutato nel punto di controllo P presente all'interfaccia fra muro e rilevato di monte ed è dato dalla somma dei vari contributi presenti di seguito descritti:

$\Delta H_{qric}$  = cedimento per ripristino del terreno di valle;

$\Delta H_{qnet}$  = cedimento per incremento di carico dovuto al nuovo muro;


$\Delta H_{qril,orig}$  = cedimento per ripristino del rilevato scavato lato monte;

$\Delta H_{qril,nuovo}$  = cedimento per nuovo rilevato lato monte;

$\Delta H_{qtraf}$  = cedimento per sovraccarico ferroviario su rilevato di monte;

La fascia rappresentata in colore rosso è relativa alla parte di rilevato originale che viene rimosso in fase di scavo per la realizzazione del muro e che quindi rappresenta la quota parte di cedimento ( $\Delta H_{qric} + \Delta H_{qril,orig}$ ) valutato utilizzando il modulo elastico di ricarico del terreno.

Il parametro  $E_{s,med}$  rappresenta il modulo di carico vergine del terreno valutato nella relazione geotecnica (cui si rimanda per i dettagli) ed è utilizzato nella valutazione dei contributi al cedimento per i restanti carichi.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	COMMESSA <b>NRJ</b>	LOTTO <b>01 D 29</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>RI0005015</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>110 di 596</b>

Il procedimento prevede, per i singoli contributi, la valutazione preliminare dell'andamento dell'incremento di sforzo sulla verticale nel punto di controllo considerando un carico rettangolare uniforme  $q_i$ , valutato mediante il metodo di Boussinesq. Applicando poi il principio di sovrapposizione degli effetti si otterrà l'incremento di sforzo totale sulla verticale del punto di controllo. Lo scopo è quello di assicurarsi che nell'ambito della profondità significativa (assunta pari a  $5 B$ ) si arrivi effettivamente ad un incremento di tensioni trascurabile.

La stima dell'incremento di sforzo si ottiene quindi come:

$$\Delta\sigma_v = \sum 2 q_i / 2\pi [\text{artg}(L'B'/cz) + L'B'z/c (1/m^2 + 1/n^2)]$$

Dove:

$q_i$  = pressione applicata

$q$  = pressione in corrispondenza del piano di posa della fondazione =  $N_{Ed}/(B' L')$

$\gamma$  = peso per unità di volume del terreno

$h$  = dislivello fra piano campagna e imposta fondazione

$B'$  = dimensione minore della fondazione (nel caso specifico sarà la base efficace  $B' = B - 2e_B$ )

$L'$  = dimensione maggiore della fondazione (nel caso specifico sarà la larghezza efficace  $L' = L - 2e_L$ )

$z$  = profondità da piano di posa della fondazione

$$c = (L'^2 + B'^2 + z^2)^{0.5}$$

$$m^2 = L'^2 + z^2$$

$$n^2 = B'^2 + z^2$$

Il calcolo del cedimento si basa sulla teoria dell'elasticità. Sulla base dei parametri di deformabilità del terreno (considerando a seconda del carico le curve di ricarico e carico vergine) si stima il cedimento nel punto P, sommando i contributi dei vari carichi, attraverso la:

$$\Delta H_i = \sum 2 q_i B' (1 - \mu^2) / E_i I_s I_F$$

Dove:

$q_i$  e  $B'$  assumono i precedenti significati, mentre:

$\mu$  = coefficiente di poisson del terreno


$E_i$  = modulo elastico dello strato  $i$ -esimo di terreno

$I_s = I_1 + (1 - 2\mu)/(1 - \mu)$   $I_2$  = coefficiente di influenza legato alle dimensioni  $B' L'$

$$I_1 = 1/\pi \{ \{ M \ln[(1 + (M^2 + 1)^{0.5} (M^2 + N^2)^{0.5} / (M (1 + (M^2 + N^2 + 1))) + \ln[(M + (M^2 + 1)^{0.5} (1 + N^2)^{0.5} / (M + (M^2 + N^2 + 1)^{0.5})] \}$$

$$I_2 = N/2\pi \tan^{-1}[M/(N (M^2 + N^2 + 1)^{0.5})]$$

$$M = L'/B'$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

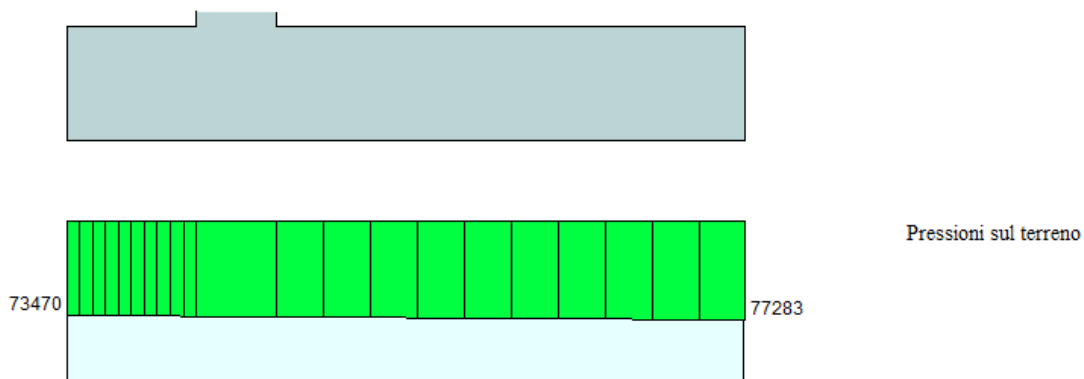
$N = H/B'$

$H = 5 B$  = profondità significativa, ossia oltre la quale l'incremento di tensioni diventa trascurabile (<10%)

$I_F$  = coefficiente di influenza, che tiene conto della profondità del piano di posa. Tale coefficiente assume valori minori all'unità all'aumentare della profondità e che cautelativamente è stato posto pari a 1

L'estensione dello strato significativo è stato posto pari a cinque volte la base della fondazione come suggerito da Newmark. Si considera inoltre che in prima istanza il metodo considerava l'ipotesi di fondazioni flessibili, la presenza come nel nostro caso di fondazione rigida lo stesso autore indica una riduzione di circa il 7% dei cedimenti, tale aspetto è tenuto in conto considerando un coefficiente  $I_{sr} = 0.93$  Is nel calcolo dei contributi derivanti dal muro.

Per verificare i cedimenti si è fatto riferimento allo stato limite di esercizio quasi permanente - (SLE quasi permanente). I risultati di pressione derivati in MAX14 sono riportati qui di seguito.



**Figure 9-9 – Pressione sul terreno sotto la fondazione per SLE quasi permanente [Pa]**

Larghezza fondazione= 4.20 m

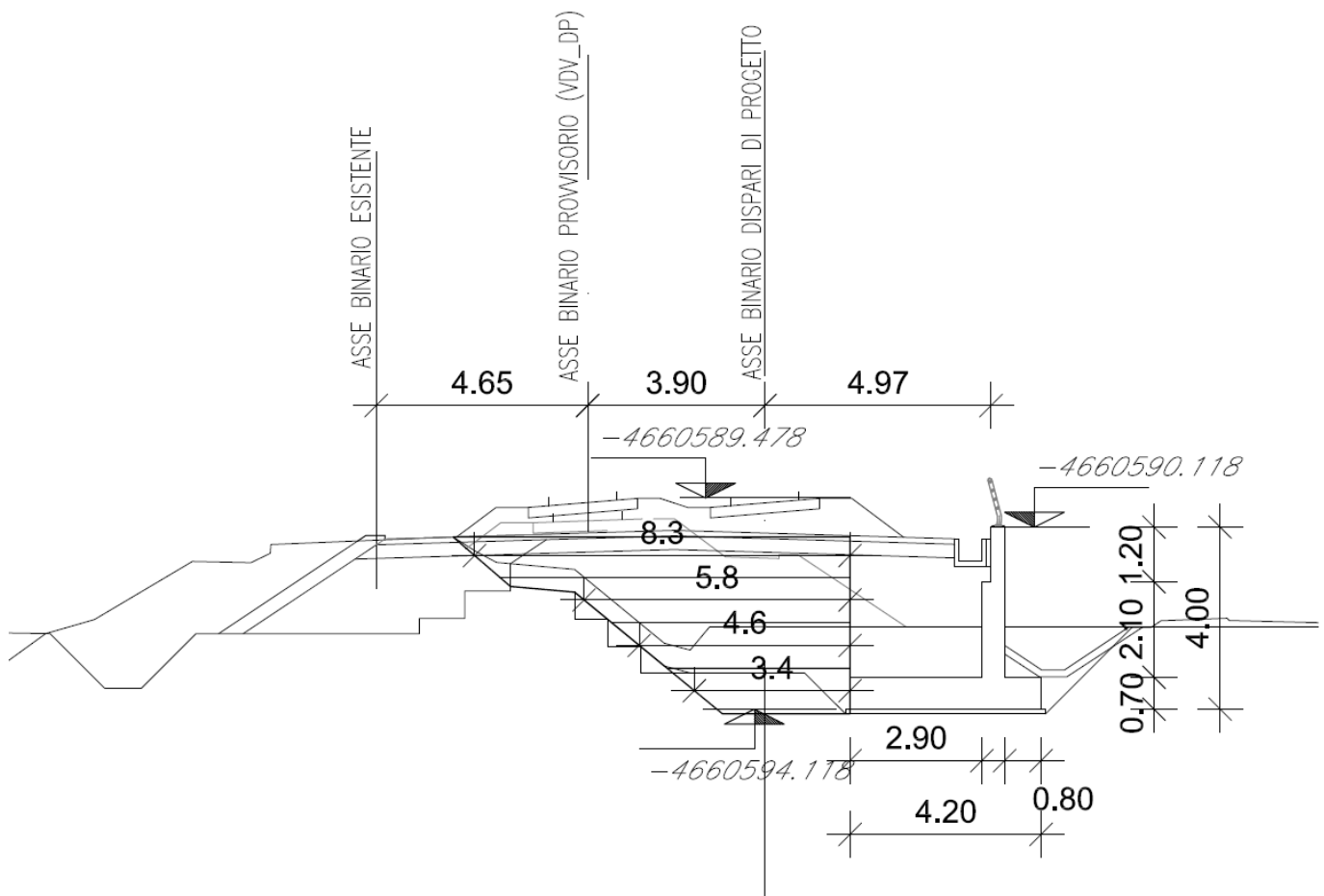
Pressione media dalla fondazione = 75.4 kPa

Pressione scarico-ricarico =  $1.9 \text{ m} \times 17 \text{ kN/m}^3 = 32.3 \text{ kPa}$  (terreno asportato)

Pressione compressione vergine =  $75.4 - 32.3 = 43.1 \text{ kPa}$

Il modulo di compressione vergine utilizzato per il calcolo dei cedimenti è  $E_{vc} = 35 \text{ MPa}$  con riferimento all'unità U3b (corrisponde al modulo  $E_{op,1}$ ). Il modulo di ricarico è  $E_{ur} = 3 \times E_{vc} = 105 \text{ MPa}$ , vista la natura granulare del terreno di fondazione.

Si riporta in seguito lo schema della sezione considerata per il calcolo dei cedimenti.



**Figura 10- Schema sezione di calcolo**

Il nuovo rilevato ferroviario a tergo del muro viene modellato con 4 blocchi di terreno, di cui due in ricarico di altezza 1 m, che scaricano una pressione di 20 kPa.

Il terzo blocco scarica una pressione di 20 kPa in compressione vergine.

Il quarto blocco, di altezza 0.88 m, scarica una pressione  $p = 0.88 \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3 + 14.4 \text{ kPa} = 32 \text{ kPa}$  in compressione vergine, per tenere conto anche del ballast.

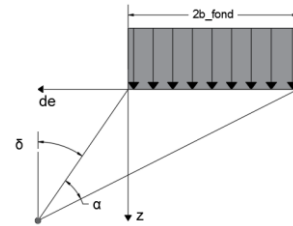


**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	113 di 596

**STRATIGRAFIA**

Peso per unità di volume	$\gamma_{\text{terreno}} = 17.00$	$\text{kN/m}^3$
Modulo elastico di compressione vergine	$E_{vc} = 35.00$	MPa
Modulo elastico di scarico e ricarico	$E_{ur} = 105.00$	MPa
Profondità falda rispetto alla fondazione	$H_w = 19.00$	m



**MURO DI SOSTEGNO**

Larghezza della fondazione	$2b_{\text{fond}} = 4.20$	m
Azione di calcolo	$q_{\text{fond}} = 75.40$	$\text{kN/m}^2$
Azione di compressione vergine	$q_{\text{fond\_vc}} = 43.10$	$\text{kN/m}^2$
Azione di ricompressione	$q_{\text{fond\_ur}} = 32.30$	$\text{kN/m}^2$

**RILEVATO**

**BLOCCHI\_COMPRESSIONE VERGINE**

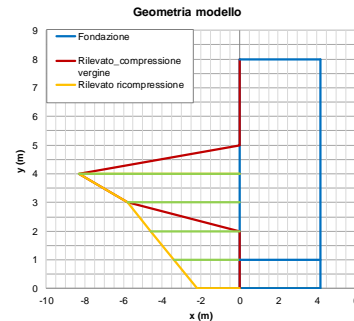
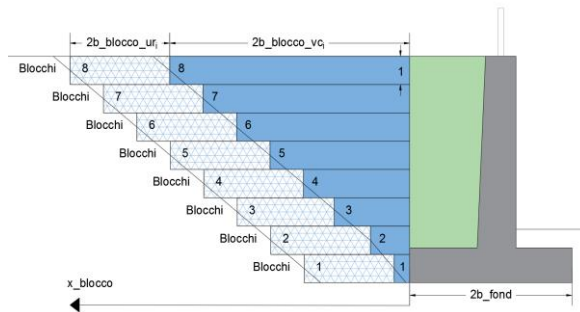
	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3	Blocco 4	Blocco 5	Blocco 6	Blocco 7	Blocco 8
Distanza del blocco dalla fondazione	$x_{\text{blocco}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Larghezza del blocco	$2b_{\text{blocco\_vc}} = 0.00$	0.00	5.80	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del blocco per unità di volume	$q_{\text{blocco\_vc}} = 20.00$	20.00	20.00	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**BLOCCHI\_RICOMPRESSIONE**

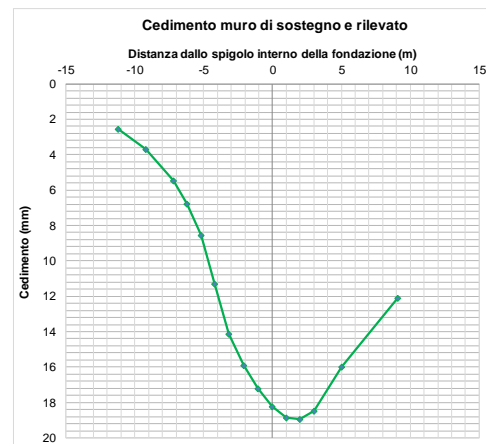
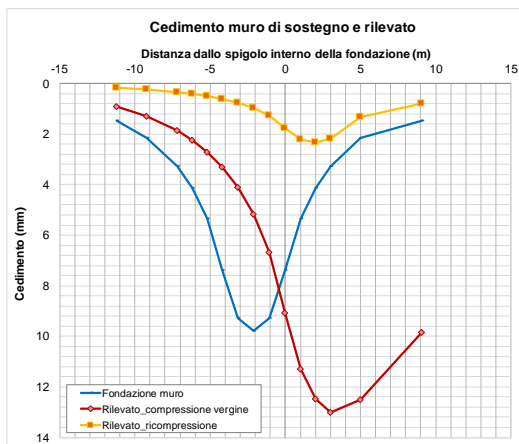
	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3	Blocco 4	Blocco 5	Blocco 6	Blocco 7	Blocco 8
Distanza del blocco dalla fondazione	$x_{\text{blocco}} = 0.00$	0.00	5.80	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00
Larghezza del blocco	$2b_{\text{blocco\_ur}} = 3.40$	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del blocco per unità di volume	$q_{\text{blocco\_vc}} = 20.00$	20.00	20.00	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**CALCOLO**


Criterio definizione della profondità significativa:	sulla base di un valore target di incremento di sforzo
Valore target di incremento di sforzo	$\Delta\sigma/\sigma_0 = 0.10$
Profondità significativa	$z_{\text{calc}} = 16.00$



**SINTESI DEI RISULTATI**



Cedimento massimo = 19mm

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	114 di 596

Il cedimento ottenuto in corrispondenza del muro (da  $x = 0$  a  $x = -4.2$  m) è compreso tra 11 e 18 mm.

In corrispondenza del nuovo rilevato il cedimento è compreso tra 9 e 19 mm.

Vista la natura granulare del terreno di fondazione, si tratta di cedimenti di tipo immediato che matureranno contestualmente alla costruzione del rilevato.

### 9.5.5 Verifica degli spostamenti in condizione sismica

Nel caso particolare di muri di sostegno gli spostamenti permanenti potranno, in via semplificata, essere determinati con la seguente relazione:

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c/a_{max})}$$

dove:

- $S_S$  e  $S_T$  sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica (§ 3.2.3.2 NTC08);
- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (§ 7.11.6.2.1 NTC08);
- $a_c$  è l'accelerazione critica e rappresenta il valore limite dell'accelerazione al di sotto del quale l'opera non subisce spostamenti;
- $A$ ,  $B$  sono coefficienti raccolti nella seguente tabella in funzione di  $a_{max}$  e della categoria di sottosuolo (Rampello et al., 2008).

L'accelerazione critica  $a_c$  potrà essere determinata imponendo che, nella verifica allo scorrimento – effettuata prendendo a riferimento i valori caratteristici di azioni, materiali e resistenze (coefficienti  $\gamma_F$ ,  $\gamma_M$  e  $\gamma_R$  pari ad 1) - il rapporto  $R_d/E_d$  sia pari a 1.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	115 di 596

Sottosuolo	Cat. A		Cat. B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
≤ 0.1	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

Ss                    **1.2**  
 St                    **1**  
 A                    **-7.86**  
 B                    **0.3**  
 ac                    **0.12 g**  
 amax (SLD)        0.0516 g

d=                    4.15E-09 m                    <                    0.02 m                    Verificato

## 10 INCIDENZA ARMATURA

I valori delle incidenze di armatura lenta sono indicati nella seguente tabella:

Come previsto dall' Eurocodice (UNI EN 1992-1-1) per le piastre a portanza unidirezionale si raccomanda di prevedere un'armatura secondaria in quantità non minore del 20% dell'armatura principale.

Inoltre nel calcolo è stato considerato un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature, spille e sovrapposizioni.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	117 di 596

**Muro tipo A**

- Fondazione = **100 kg/m<sup>3</sup>**;
- Paramento = **70 kg/m<sup>3</sup>**.

**Geometria muro tipo A**

**Paramento**

H <sub>sez1</sub>	0.3 m
H <sub>sez2</sub>	0.5 m
B <sub>sez</sub>	1 m
L <sub>sez1</sub>	1.6 m
L <sub>sez2</sub>	2.5 m
Vol. per m di muro	1.73 m <sup>3</sup>

**Fondazione**

H <sub>sez</sub>	0.7 m
B <sub>sez</sub>	1 m
L <sub>sez</sub>	5.2 m
Vol. per m di muro	3.64 m <sup>3</sup>
Peso acciaio	7850 kg/m <sup>3</sup>
Idennità di legature	0.15

**Ferri di paratia (per m di muro)**

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m <sup>2</sup>	-	kg/m
<b>Parte superiore</b>				
Lato a monte, arm. verticale	18	0.000254	5	15.981
Lato a valle arm. verticale	18	0.000254	5	15.981
Lato a monte, arm. orizzontale	12	0.000113	5	4.439
Lato a valle arm. Orizzontale	12	0.000113	5	4.439
<b>Parte inferiore</b>				
Lato a monte, arm. verticale	18	0.000254	5	24.970
Lato a vale arm. verticale	18	0.000254	5	24.970
Lato a monte, arm. orizzontale	12	0.000113	8	7.103
Lato a valle arm. Orizzontale	12	0.000113	8	7.103

**Incidenza paramento 69.79 kg/m<sup>3</sup>**

**Ferri di fondazione (per m di muro)**

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m <sup>2</sup>	-	kg/m
Armatura superiore, dir. Principale	28	0.000616	5	125.675
Armatura inferiore, dir. Principale	28	0.000616	5	125.675
Armatura superiore, dir. Secondaria	20	0.000314	12	29.594
Armatura inferiore, dir. Secondaria	20	0.000314	12	29.594

**Incidenza Fondazione 98.11 kg/m<sup>3</sup>**

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	118 di 596

## Muro tipo B

- Fondazione = **65 kg/m<sup>3</sup>**;
- Paramento = **65 kg/m<sup>3</sup>**.

### Geometria muro tipo B

#### Paramento

H <sub>sez1</sub>	0.3 m
H <sub>sez2</sub>	0.5 m
B <sub>sez</sub>	1 m
L <sub>sez1</sub>	1.2 m
L <sub>sez2</sub>	2.1 m
Vol. per m di muro	1.41 m <sup>3</sup>

#### Fondazione

H <sub>sez</sub>	0.7 m
B <sub>sez</sub>	1 m
L <sub>sez</sub>	4.2 m
Vol. per m di muro	2.94 m <sup>3</sup>
Peso acciaio	7850 kg/m <sup>3</sup>
Idennità di legature	0.15

#### Ferri di paratia (per m di muro)


	φ mm	A m <sup>2</sup>	n° barre -	peso kg/m
<u>Parte superiore</u>				
Lato a monte, arm. verticale	16	0.000201	5	9.470
Lato a valle arm. verticale	16	0.000201	5	9.470
Lato a monte, arm. orizzontale	12	0.000113	5	4.439
Lato a valle arm. Orizzontale	12	0.000113	5	4.439
<u>Parte inferiore</u>				
Lato a monte, arm. verticale	16	0.000201	5	16.573
Lato a vale arm. verticale	16	0.000201	5	16.573
Lato a monte, arm. orizzontale	12	0.000113	8	7.103
Lato a valle arm. Orizzontale	12	0.000113	8	7.103

**Incidenza paramento 61.31 kg/m<sup>3</sup>**

#### Ferri di fondazione (per m di muro)

	φ mm	A m <sup>2</sup>	n° barre -	peso kg/m
Armatura superiore, dir. Principale	22	0.00038	5	62.665
Armatura inferiore, dir. Principale	22	0.00038	5	62.665
Armatura superiore, dir. Secondaria	16	0.000201	10	15.783
Armatura inferiore, dir. Secondaria	16	0.000201	10	15.783

**Incidenza Fondazione 61.37 kg/m<sup>3</sup>**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	119 di 596

## 11 ALLEGATO 1 – TABULATI MAX 14 MURO TIPO A


### Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 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
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO <b>NRJ    01 D 29    CL    RI0005015    B    120 di 596</b>					
<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>						

## Calcolo della spinta sul muro

### Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

### 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  $p$  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.



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	121 di 596

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

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

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

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

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

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

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.

## 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  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

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

## 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  $\eta_s$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

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

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  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagenti, la forza resistente può esprimersi come

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

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,  $\delta_r$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_r$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

## Verifica al carico limite

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

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	124 di 596

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

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

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

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

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

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

Fattori di inclinazione

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

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

$$i_\gamma = \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ} (1 - \frac{\theta^\circ}{90})^\phi \quad \text{per } \phi > 0$$

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

**Verifica alla stabilità globale**

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_g \geq 1.0$

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:

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

dove il termine  $m$  è espresso da

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

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i_{\text{esima}}$  rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i_{\text{esima}}$ ,  $c_i$  e  $\phi_i$  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.

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

## Normativa

### N.T.C. 2018

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.35	1.00	1.10	1.10
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.10
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	127 di 596

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	128 di 596

## Geometria muro e fondazione

Descrizione

**Muro a gradoni in c.a.**

### Descrizione dei gradoni

#### *Simbologia adottata*

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.30	0.30	1.60	0.00	0.00
2	0.50	0.50	2.50	0.00	0.00

Altezza del paramento      4.10 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.70 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	129 di 596

## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	37000 [kPa]
Modulo elastico E	32836570 [kPa]

### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## 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	0.02	-0.10	-78.69
2	1.85	-0.10	0.00
3	14.00	-0.10	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	0.80	[m]

## Descrizione terreni

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	130 di 596

*Simbologia adottata*

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

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riempimento	20.00	20.00	38.00	0.00	0.0	0.0
U3b	17.00	17.00	32.00	27.00	5.0	0.0

**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 <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.79	0.00	2.33	0.00	Riempimento
2	20.00	0.00	7.50	0.00	U3b

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	131 di 596

## 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 (Carichi accidentali)

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=1.85$	$Q_i=5.0000$	$Q_f=5.0000$
---	---------	------------	------------	--------------	--------------

### Condizione n° 2 (Carichi treni)

D	Profilo	$X_i=3.77$	$X_f=6.17$	$Q_i=69.2500$	$Q_f=69.2500$
D	Profilo	$X_i=7.77$	$X_f=10.17$	$Q_i=69.2500$	$Q_f=69.2500$

### Condizione n° 3 (Parapetto)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=0.00$	$F_x=0.0000$	$F_y=1.0000$	$M=0.0000$
---	-----------	-----------	----------	--------------	--------------	------------

### Condizione n° 4 (Ballast)

D	Profilo	$X_i=1.85$	$X_f=11.75$	$Q_i=14.4000$	$Q_f=14.4000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	132 di 596

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	133 di 596

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
----------------	------	------	------	------

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	134 di 596

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	1.00	1.30
Carichi treni	SFAV	1.30	0.80	1.04
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	135 di 596

Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	0.80	1.04
Carichi treni	SFAV	1.30	1.00	1.30
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	136 di 596

Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 20 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 21 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 22 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 23 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	137 di 596

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	0.80	1.04
Carichi treni	SFAV	1.30	0.80	1.04
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 25 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 26 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	138 di 596

Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 31 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 32 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 34 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	139 di 596

Combinazione n° 35 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 36 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 37 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 38 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.60	0.60
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 39 - Frequente (SLE)

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	140 di 596

Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.60	0.60
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 40 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 41 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 42 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 43 - Rara (SLE)

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	141 di 596

Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 44 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 45 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

*Impostazioni verifiche SLU*

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

*Impostazioni verifiche SLE*

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	142 di 596

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.30$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.20$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.70 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

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

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

**Impostazioni avanzate**

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

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	143 di 596

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<sub>SCO</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>RIB</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>QLIM</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>SCO</sub>	CS <sub>RIB</sub>	CS <sub>QLIM</sub>	CS <sub>STAB</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	3.23	--	13.61	--
2	A1-M1 - [1]	--	4.36	--	11.06	--
3	A1-M1 - [1]	--	4.03	--	11.41	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.56	--	13.00	--
5	EQU - [1]	--	--	12.89	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	2.82
7	A1-M1 - [2]	--	1.78	--	5.93	--
8	A1-M1 - [2]	--	1.60	--	5.52	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.48	--	5.54	--
10	A1-M1 - [2]	--	1.90	--	5.82	--
11	EQU - [2]	--	--	3.99	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.89
13	A1-M1 - [3]	--	1.32	--	4.67	--
14	A1-M1 - [3]	--	1.70	--	5.09	--
15	A1-M1 - [3]	--	1.59	--	5.14	--
16	A1-M1 - [3]	--	1.43	--	4.71	--
17	EQU - [3]	--	--	3.50	--	--
18	STAB - [3]	--	--	--	--	1.81
19	A1-M1 - [4]	--	1.77	--	5.92	--
20	A1-M1 - [4]	--	1.59	--	5.51	--
21	A1-M1 - [4]	--	1.47	--	5.53	--
22	A1-M1 - [4]	--	1.90	--	5.81	--
23	EQU - [4]	--	--	3.96	--	--
24	STAB - [4]	--	--	--	--	1.89
25	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	3.22	--	13.49	--
26	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	3.20	--	13.91	--
27	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	9.22	--	--
28	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	7.50	--	--
29	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.17
30	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3.17
31	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	2.36	--	10.38	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	144 di 596

32	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	2.38	--	10.09	--
33	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5.48	--	--
34	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6.30	--	--
35	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.66
36	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.65
37	SLEQ - [1]	--	2.99	--	12.14	--
38	SLEF - [1]	--	3.01	--	12.12	--
39	SLEF - [1]	--	2.22	--	9.48	--
40	SLEF - [1]	--	2.99	--	12.14	--
41	SLEF - [1]	--	2.99	--	12.14	--
42	SLER - [1]	--	2.01	--	8.40	--
43	SLER - [1]	--	1.80	--	7.44	--
44	SLER - [1]	--	2.00	--	8.39	--
45	SLER - [1]	--	2.00	--	8.39	--



## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.73 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.38

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.37$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 1.69$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.42 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.47

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.42$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 1.21$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	146 di 596

Lunghezza del muro	10.00	[m]
Peso muro	131.6564	[kN]
Baricentro del muro	X=0.99	Y=-3.75

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 4.10	Y = -4.80
Punto superiore superficie di spinta	X = 4.10	Y = -0.10
Altezza della superficie di spinta	4.70	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	70.8884	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	70.8884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	318.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70.8884	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	449.6764	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	449.6764	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70.8884	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	455.2296	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-16.3146	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6121.8318	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	82.86	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	90.10	[kPa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	147 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.81$	$i_q = 0.81$	$i_\gamma = 0.52$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.77$	$N'_q = 19.77$	$N'_\gamma = 12.01$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.61

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	148 di 596

## 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	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.4710	0.0044	0.0677
3	0.40	2.9420	0.0402	0.3289
4	0.60	4.4131	0.1530	0.8422
5	0.80	5.8841	0.3943	1.6129
6	1.00	7.3551	0.8153	2.6406
7	1.20	8.8261	1.4676	3.9251
8	1.40	10.2971	2.4025	5.4666
9	1.60	11.7682	3.6714	7.2650
10	1.60	19.8952	3.6255	7.2619
11	1.81	22.4490	5.3572	9.4093
12	2.02	25.0029	7.5653	11.8346
13	2.23	27.5567	10.3077	14.5386
14	2.43	30.1106	13.6424	17.5215
15	2.64	32.6644	17.6277	20.7831
16	2.85	35.2183	22.3214	24.3234
17	3.06	37.7722	27.7818	28.1426
18	3.27	40.3260	34.0669	32.2405
19	3.47	42.8799	41.2347	36.6172
20	3.68	45.4337	49.3434	41.2726
21	3.89	47.9876	58.4510	46.2068
22	4.10	50.5414	68.6156	51.4198

## 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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	149 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2103	5.2600
3	0.16	0.8418	10.5289
4	0.24	1.8952	15.8067
5	0.32	3.3711	21.0934
6	0.40	5.2704	26.3891
7	0.48	7.5936	31.6936
8	0.56	10.3416	37.0071
9	0.64	13.5150	42.3295
10	0.72	17.1146	47.6607
11	0.80	21.1410	53.0009

## 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	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-2.6805	-13.7815
3	0.78	-10.7771	-27.7747
4	1.17	-24.3723	-41.9797
5	1.56	-43.5488	-56.3965
6	1.95	-68.3891	-71.0251
7	2.34	-98.9759	-85.8654
8	2.73	-135.3917	-100.9176
9	3.12	-177.7191	-116.1815
10	3.51	-226.0408	-131.6571
11	3.90	-280.4392	-147.3446

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	150 di 596

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 [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4850.87	-14.59	3297.62	137.00	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4735.19	-64.73	1609.49	137.19	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4426.18	-153.48	1002.97	137.39	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3418.86	-229.08	581.04	137.59	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2444.03	-270.92	332.29	137.79	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1481.43	-246.33	167.85	137.99	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	843.51	-196.81	81.92	138.19	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	517.51	-161.45	43.98	138.39	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3988.17	-726.76	200.46	208.41	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2967.82	-708.24	132.20	208.77	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2118.43	-640.99	84.73	209.13	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1508.20	-564.15	54.73	209.49	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1107.38	-501.73	36.78	209.85	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	831.66	-448.81	25.46	210.21	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	650.91	-412.55	18.48	210.57	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	527.14	-387.72	13.96	210.93	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	437.72	-369.78	10.85	211.29	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	370.51	-356.30	8.64	211.65	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	318.45	-345.85	7.01	212.01	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	277.14	-337.56	5.78	212.37	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	243.70	-330.86	4.82	212.73	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	151 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1694.07	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	423.28	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	188.02	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	105.70	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	67.61	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.92	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	34.46	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	26.37	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.82	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.86	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	132.93	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	33.06	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	14.62	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.18	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	152 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.21	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.60	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	5.20	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.96	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.12	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.51	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 2

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	70.8884	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	70.8884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	429.3270	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70.8884	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	607.0631	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	607.0631	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70.8884	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	611.1880	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6.66	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-60.9224	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6715.3585	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	103.22	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	130.26	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	153 di 596

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.86$	$i_q = 0.86$	$i_\gamma = 0.63$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 33.60$	$N'_q = 20.91$	$N'_\gamma = 14.53$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.36
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.06

## 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	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.9859	0.0044	0.0677
3	0.40	3.9718	0.0402	0.3289
4	0.60	5.9576	0.1530	0.8422
5	0.80	7.9435	0.3943	1.6129
6	1.00	9.9294	0.8153	2.6406
7	1.20	11.9153	1.4676	3.9251
8	1.40	13.9011	2.4025	5.4666
9	1.60	15.8870	3.6714	7.2650
10	1.60	24.0140	4.0373	7.2619
11	1.81	27.4617	5.7691	9.4093
12	2.02	30.9094	7.9772	11.8346
13	2.23	34.3571	10.7196	14.5386
14	2.43	37.8048	14.0543	17.5215
15	2.64	41.2526	18.0395	20.7831
16	2.85	44.7003	22.7333	24.3234
17	3.06	48.1480	28.1937	28.1426
18	3.27	51.5957	34.4787	32.2405
19	3.47	55.0434	41.6466	36.6172
20	3.68	58.4911	49.7553	41.2726
21	3.89	61.9388	58.8629	46.2068
22	4.10	65.3865	69.0275	51.4198

## 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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	155 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2566	6.4211
3	0.16	1.0283	12.8755
4	0.24	2.3176	19.3632
5	0.32	4.1273	25.8841
6	0.40	6.4599	32.4384
7	0.48	9.3183	39.0259
8	0.56	12.7050	45.6466
9	0.64	16.6226	52.3007
10	0.72	21.0740	58.9880
11	0.80	26.0616	65.7086

## 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	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-0.1204	-0.7493
3	0.78	-0.6873	-2.2894
4	1.17	-2.0090	-4.6203
5	1.56	-4.3939	-7.7421
6	1.95	-8.1506	-11.6547
7	2.34	-13.5874	-16.3580
8	2.73	-21.0127	-21.8523
9	3.12	-30.7349	-28.1373
10	3.51	-43.0626	-35.2131
11	3.90	-58.3040	-43.0798

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	156 di 596

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 [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4859.56	-10.83	2447.06	137.07	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4773.03	-48.33	1201.74	137.33	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4611.24	-118.44	774.01	137.60	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3935.17	-195.31	495.39	137.87	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3034.22	-249.15	305.58	138.14	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2218.40	-273.24	186.18	138.41	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1396.36	-241.33	100.45	138.67	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	858.03	-198.28	54.01	138.94	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4262.87	-716.69	177.52	208.99	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3469.66	-728.90	126.35	209.48	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2676.15	-690.67	86.58	209.96	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2014.78	-628.62	58.64	210.45	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1524.21	-566.64	40.32	210.94	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1169.45	-511.40	28.35	211.42	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	915.61	-465.65	20.48	211.91	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	732.48	-428.91	15.21	212.39	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	602.97	-402.93	11.69	212.88	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	507.14	-383.71	9.21	213.37	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	433.77	-368.99	7.42	213.85	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	376.09	-357.42	6.07	214.34	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	329.76	-348.12	5.04	214.83	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	157 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1388.54	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	346.54	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	153.75	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	86.34	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	55.16	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	38.24	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	28.05	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	21.44	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.91	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	13.67	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2959.31	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	518.49	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	177.37	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	81.10	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	158 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	43.72	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	26.23	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	33.51	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	22.91	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	16.35	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	12.08	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 3

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	70.8884	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	70.8884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	429.3270	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70.8884	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	560.9834	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	560.9834	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70.8884	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	565.4445	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7.20	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-84.3441	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6403.5123	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	89.17	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	126.60	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	159 di 596

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.85$	$i_q = 0.85$	$i_\gamma = 0.60$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 33.16$	$N'_q = 20.64$	$N'_\gamma = 13.91$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.41

## 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	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.4710	0.0044	0.0677
3	0.40	2.9420	0.0402	0.3289
4	0.60	4.4131	0.1530	0.8422
5	0.80	5.8841	0.3943	1.6129
6	1.00	7.3551	0.8153	2.6406
7	1.20	8.8261	1.4676	3.9251
8	1.40	10.2971	2.4025	5.4666
9	1.60	11.7682	3.6714	7.2650
10	1.60	19.8952	3.6255	7.2619
11	1.81	22.4490	5.3572	9.4093
12	2.02	25.0029	7.5653	11.8346
13	2.23	27.5567	10.3077	14.5386
14	2.43	30.1106	13.6424	17.5215
15	2.64	32.6644	17.6277	20.7831
16	2.85	35.2183	22.3214	24.3234
17	3.06	37.7722	27.7818	28.1426
18	3.27	40.3260	34.0669	32.2405
19	3.47	42.8799	41.2347	36.6172
20	3.68	45.4337	49.3434	41.2726
21	3.89	47.9876	58.4510	46.2068
22	4.10	50.5414	68.6156	51.4198

## 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



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	161 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2310	5.7834
3	0.16	0.9266	11.6128
4	0.24	2.0903	17.4883
5	0.32	3.7259	23.4099
6	0.40	5.8371	29.3775
7	0.48	8.4275	35.3912
8	0.56	11.5009	41.4510
9	0.64	15.0609	47.5568
10	0.72	19.1112	53.7087
11	0.80	23.6556	59.9067

## 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	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	0.0380	0.0122
3	0.78	-0.1328	-1.0705
4	1.17	-0.9393	-3.2480
5	1.56	-2.8086	-6.5203
6	1.95	-6.1675	-10.8876
7	2.34	-11.4432	-16.3496
8	2.73	-19.0626	-22.9065
9	3.12	-29.4526	-30.5583
10	3.51	-43.0404	-39.3049
11	3.90	-60.2528	-49.1464

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	162 di 596

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 [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4850.87	-14.59	3297.62	137.00	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4735.19	-64.73	1609.49	137.19	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4426.18	-153.48	1002.97	137.39	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3418.86	-229.08	581.04	137.59	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2444.03	-270.92	332.29	137.79	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1481.43	-246.33	167.85	137.99	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	843.51	-196.81	81.92	138.19	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	517.51	-161.45	43.98	138.39	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3988.17	-726.76	200.46	208.41	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2967.82	-708.24	132.20	208.77	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2118.43	-640.99	84.73	209.13	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1508.20	-564.15	54.73	209.49	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1107.38	-501.73	36.78	209.85	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	831.66	-448.81	25.46	210.21	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	650.91	-412.55	18.48	210.57	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	527.14	-387.72	13.96	210.93	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	437.72	-369.78	10.85	211.29	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	370.51	-356.30	8.64	211.65	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	318.45	-345.85	7.01	212.01	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	277.14	-337.56	5.78	212.37	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	243.70	-330.86	4.82	212.73	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	163 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 3

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1542.38	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	384.57	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	170.47	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	95.64	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	61.05	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	42.28	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	30.98	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	23.66	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	18.65	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.06	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	9386.93	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2682.81	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	379.34	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	126.87	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	164 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	57.78	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	31.14	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	36.94	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	23.91	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	16.36	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	11.69	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 4

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	70.8884	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	70.8884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	318.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70.8884	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	495.7561	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	495.7561	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70.8884	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	500.7986	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.14	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	7.1071	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6443.1912	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	96.91	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	93.76	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	165 di 596

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.83$	$i_q = 0.83$	$i_\gamma = 0.56$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 32.42$	$N'_q = 20.17$	$N'_\gamma = 12.88$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.00

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	166 di 596

## 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	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.9859	0.0044	0.0677
3	0.40	3.9718	0.0402	0.3289
4	0.60	5.9576	0.1530	0.8422
5	0.80	7.9435	0.3943	1.6129
6	1.00	9.9294	0.8153	2.6406
7	1.20	11.9153	1.4676	3.9251
8	1.40	13.9011	2.4025	5.4666
9	1.60	15.8870	3.6714	7.2650
10	1.60	24.0140	4.0373	7.2619
11	1.81	27.4617	5.7691	9.4093
12	2.02	30.9094	7.9772	11.8346
13	2.23	34.3571	10.7196	14.5386
14	2.43	37.8048	14.0543	17.5215
15	2.64	41.2526	18.0395	20.7831
16	2.85	44.7003	22.7333	24.3234
17	3.06	48.1480	28.1937	28.1426
18	3.27	51.5957	34.4787	32.2405
19	3.47	55.0434	41.6466	36.6172
20	3.68	58.4911	49.7553	41.2726
21	3.89	61.9388	58.8629	46.2068
22	4.10	65.3865	69.0275	51.4198

## 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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	167 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2359	5.8978
3	0.16	0.9435	11.7916
4	0.24	2.1225	17.6816
5	0.32	3.7725	23.5677
6	0.40	5.8932	29.4499
7	0.48	8.4844	35.3283
8	0.56	11.5456	41.2027
9	0.64	15.0767	47.0733
10	0.72	19.0773	52.9400
11	0.80	23.5470	58.8028

## 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	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-2.8389	-14.5430
3	0.78	-11.3315	-28.9936
4	1.17	-25.4419	-43.3521
5	1.56	-45.1341	-57.6183
6	1.95	-70.3722	-71.7922
7	2.34	-101.1201	-85.8739
8	2.73	-137.3418	-99.8633
9	3.12	-179.0014	-113.7604
10	3.51	-226.0629	-127.5653
11	3.90	-278.4904	-141.2780

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	168 di 596

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 [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4859.56	-10.83	2447.06	137.07	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4773.03	-48.33	1201.74	137.33	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4611.24	-118.44	774.01	137.60	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3935.17	-195.31	495.39	137.87	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3034.22	-249.15	305.58	138.14	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2218.40	-273.24	186.18	138.41	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1396.36	-241.33	100.45	138.67	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	858.03	-198.28	54.01	138.94	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4262.87	-716.69	177.52	208.99	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3469.66	-728.90	126.35	209.48	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2676.15	-690.67	86.58	209.96	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2014.78	-628.62	58.64	210.45	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1524.21	-566.64	40.32	210.94	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1169.45	-511.40	28.35	211.42	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	915.61	-465.65	20.48	211.91	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	732.48	-428.91	15.21	212.39	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	602.97	-402.93	11.69	212.88	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	507.14	-383.71	9.21	213.37	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	433.77	-368.99	7.42	213.85	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	376.09	-357.42	6.07	214.34	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	329.76	-348.12	5.04	214.83	--	--



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	169 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1510.29	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	377.65	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	167.88	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	94.46	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	60.46	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	42.00	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	30.86	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	23.63	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	18.68	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.13	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	125.52	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	31.45	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	14.01	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.89	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	170 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.06	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.52	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	5.13	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.93	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.11	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.53	252.51	--	--

**COMBINAZIONE n° 5**

Valore della spinta statica	57.7095	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.7095	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	286.2180	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	57.7095	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	404.7087	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	90.5523	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1166.9486	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	404.7087	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	57.7095	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	408.8026	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24.1535	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	12.89
--	-------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	171 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.49 Y[m]= 2.93

Raggio del cerchio R[m]= 8.99

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.98

Larghezza della striscia dx[m]= 0.60

Coefficiente di sicurezza C= 2.82

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	7.8512	65.49	7.1435	0.0141	32.01	0	0	---	---
2	21.3349	57.56	18.0053	0.0109	32.01	0	0	---	---
3	31.3841	50.97	24.3802	0.0093	32.01	0	0	---	---
4	39.4103	45.23	27.9806	0.0083	32.01	0	0	---	---
5	46.0276	40.03	29.6065	0.0077	32.01	0	0	---	---
6	51.5616	35.21	29.7274	0.0072	32.01	0	0	---	---
7	57.1026	30.66	29.1156	0.0068	29.17	2	0	---	---
8	61.4808	26.31	27.2511	0.0065	26.56	4	0	---	---
9	64.2826	22.12	24.2102	0.0063	26.56	4	0	---	---
10	66.5564	18.06	20.6329	0.0062	26.56	4	0	---	---
11	68.3449	14.09	16.6349	0.0060	26.56	4	0	---	---
12	69.6781	10.18	12.3186	0.0060	26.56	4	0	---	---
13	70.5771	6.33	7.7770	0.0059	26.56	4	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	172 di 596

14	74.7414	2.50	3.2581	0.0059	26.56	4	0	---	---
15	33.1342	-1.32	-0.7623	0.0059	26.56	4	0	---	---
16	30.7570	-5.14	-2.7560	0.0059	26.56	4	0	---	---
17	29.5672	-8.99	-4.6186	0.0059	26.56	4	0	---	---
18	28.3904	-12.87	-6.3256	0.0060	26.56	4	0	---	---
19	26.7747	-16.82	-7.7490	0.0061	26.56	4	0	---	---
20	24.6952	-20.86	-8.7922	0.0063	26.56	4	0	---	---
21	22.1165	-25.00	-9.3476	0.0065	26.56	4	0	---	---
22	18.9823	-29.29	-9.2877	0.0067	26.56	4	0	---	---
23	14.7915	-33.78	-8.2231	0.0071	32.01	0	0	---	---
24	9.5484	-38.51	-5.9450	0.0075	32.01	0	0	---	---
25	3.2930	-43.58	-2.2700	0.0081	32.01	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 972.3840 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 211.9648 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 517.6058 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.34$$

COMBINAZIONE n° 7

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.74	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	519.2250	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186.9011	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	652.3814	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	652.3814	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186.9011	[kN]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	173 di 596

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	678.6262	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.99	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	137.9596	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3866.7462	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	156.07	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	94.85	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.68$	$i_q = 0.68$	$i_\gamma = 0.25$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.50$	$N'_q = 16.49$	$N'_\gamma = 5.80$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.93

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.9710	0.0183	0.2425
3	0.40	4.4420	0.1208	0.8365
4	0.60	5.9131	0.3708	1.7069
5	0.80	7.3841	0.8207	2.8345
6	1.00	8.8551	1.5217	4.2190
7	1.20	10.3261	2.5254	5.8603
8	1.40	11.7971	3.8830	7.7586
9	1.60	13.2682	5.6460	9.9139
10	1.60	21.3952	5.7381	9.9027
11	1.81	23.9490	8.0588	12.4218
12	2.02	26.5029	10.9332	15.2188
13	2.23	29.0567	14.4193	18.2946
14	2.43	31.6106	18.5753	21.6491
15	2.64	34.1644	23.4591	25.2824
16	2.85	36.7183	29.1289	29.1945
17	3.06	39.2722	35.6445	33.4248
18	3.27	41.8260	43.0928	38.1858
19	3.47	44.3799	51.5932	43.4892
20	3.68	46.9337	61.2362	49.1321
21	3.89	49.4876	72.0850	55.0645
22	4.10	52.0414	84.1998	61.2852

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	175 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4435	11.0750
3	0.16	1.7700	22.0746
4	0.24	3.9734	32.9989
5	0.32	7.0478	43.8479
6	0.40	10.9871	54.6214
7	0.48	15.7852	65.3197
8	0.56	21.4362	75.9425
9	0.64	27.9340	86.4901
10	0.72	35.2726	96.9622
11	0.80	43.4460	107.3590

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-10.0020	-46.7749
3	0.78	-31.7269	-64.3361
4	1.17	-59.9513	-80.1064
5	1.56	-93.9770	-94.0859
6	1.95	-133.1055	-106.2745
7	2.34	-176.5812	-115.4033
8	2.73	-222.2528	-118.5114
9	3.12	-268.7873	-119.8285
10	3.51	-315.4863	-119.3549
11	3.90	-361.6513	-117.0905

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	176 di 596

Combinazione n° 7

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4816.25	-29.60	1621.07	137.20	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4596.23	-124.95	1034.71	137.40	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3541.04	-222.06	598.85	137.60	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2438.73	-271.04	330.27	137.79	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1408.46	-242.04	159.06	137.99	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	777.04	-190.03	75.25	138.19	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	475.44	-156.49	40.30	138.39	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	326.48	-138.93	24.61	138.59	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2530.36	-678.63	118.27	208.62	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1784.19	-600.37	74.50	208.98	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1282.24	-528.96	48.38	209.34	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	953.79	-473.31	32.82	209.70	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	728.58	-428.13	23.05	210.06	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	580.13	-398.35	16.98	210.42	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	475.74	-377.41	12.96	210.78	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	398.81	-361.97	10.16	211.14	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	339.85	-350.15	8.13	211.50	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	293.13	-340.77	6.60	211.86	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	255.37	-333.20	5.44	212.22	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	224.49	-327.00	4.54	212.58	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	198.94	-321.88	3.82	212.94	--	--



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	803.45	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	201.32	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	89.68	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	50.56	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	32.43	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.57	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.62	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.76	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	10.10	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.20	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	35.63	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.23	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.94	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.79	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	178 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.68	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.02	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.17	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.62	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.23	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.95	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 8

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.74	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	407.9180	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186.9011	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	587.1541	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	587.1541	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186.9011	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.39	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	616.1834	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.66	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	229.4109	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3243.4081	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	163.82	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	62.01	[kPa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	179 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.65$	$i_q = 0.65$	$i_\gamma = 0.20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 25.32$	$N'_q = 15.75$	$N'_\gamma = 4.65$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.60
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.52

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 8

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	3.4859	0.0183	0.2425
3	0.40	5.4718	0.1208	0.8365
4	0.60	7.4576	0.3708	1.7069
5	0.80	9.4435	0.8207	2.8345
6	1.00	11.4294	1.5217	4.2190
7	1.20	13.4153	2.5254	5.8603
8	1.40	15.4011	3.8830	7.7586
9	1.60	17.3870	5.6460	9.9139
10	1.60	25.5140	6.1500	9.9027
11	1.81	28.9617	8.4706	12.4218
12	2.02	32.4094	11.3450	15.2188
13	2.23	35.8571	14.8312	18.2946
14	2.43	39.3048	18.9871	21.6491
15	2.64	42.7526	23.8710	25.2824
16	2.85	46.2003	29.5408	29.1945
17	3.06	49.6480	36.0564	33.4248
18	3.27	53.0957	43.5047	38.1858
19	3.47	56.5434	52.0051	43.4892
20	3.68	59.9911	61.6481	49.1321
21	3.89	63.4388	72.4969	55.0645
22	4.10	66.8865	84.6117	61.2852

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 8

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	181 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4484	11.1894
3	0.16	1.7870	22.2535
4	0.24	4.0056	33.1922
5	0.32	7.0944	44.0057
6	0.40	11.0432	54.6939
7	0.48	15.8421	65.2567
8	0.56	21.4809	75.6943
9	0.64	27.9498	86.0066
10	0.72	35.2386	96.1935
11	0.80	43.3374	106.2552

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-12.8788	-61.3301
3	0.78	-42.9255	-92.2593
4	1.17	-84.4539	-120.2105
5	1.56	-136.3026	-145.1838
6	1.95	-197.3101	-167.1792
7	2.34	-266.2581	-184.9276
8	2.73	-340.5320	-195.4681
9	3.12	-418.3361	-203.0307
10	3.51	-498.5088	-207.6153
11	3.90	-579.8889	-209.2221

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	182 di 596

Combinazione n° 8

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4826.21	-25.28	1384.50	137.27	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4647.86	-102.57	849.43	137.54	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3932.47	-195.53	527.31	137.80	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2926.48	-254.32	309.89	138.07	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2022.27	-269.25	176.94	138.34	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1217.35	-229.16	90.74	138.61	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	737.93	-186.05	47.91	138.88	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	485.61	-157.69	27.93	139.14	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2928.40	-705.87	114.78	209.20	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2224.83	-650.71	76.82	209.69	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1677.89	-587.35	51.77	210.18	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1276.82	-528.12	35.61	210.66	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	998.27	-482.24	25.40	211.15	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	788.20	-440.09	18.44	211.63	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	642.60	-410.88	13.91	212.12	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	536.44	-389.58	10.80	212.61	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	455.70	-373.39	8.58	213.09	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	392.10	-360.63	6.93	213.58	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	340.95	-350.36	5.68	214.06	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	299.27	-342.00	4.72	214.55	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	264.91	-335.11	3.96	215.04	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	794.65	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	199.41	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	88.96	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	50.23	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	32.27	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.49	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.59	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.75	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	10.11	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.22	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	27.67	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.30	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.22	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.61	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	184 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.81	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.34	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.07	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.68	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.41	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.21	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 9

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.74	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	407.9180	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186.9011	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	541.0744	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	541.0744	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186.9011	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	572.4452	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.06	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	205.9892	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2998.8260	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	149.76	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	58.35	[kPa]



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	185 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.16$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 24.35$	$N'_q = 15.15$	$N'_\gamma = 3.79$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.48
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.54

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 9

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.9710	0.0183	0.2425
3	0.40	4.4420	0.1208	0.8365
4	0.60	5.9131	0.3708	1.7069
5	0.80	7.3841	0.8207	2.8345
6	1.00	8.8551	1.5217	4.2190
7	1.20	10.3261	2.5254	5.8603
8	1.40	11.7971	3.8830	7.7586
9	1.60	13.2682	5.6460	9.9139
10	1.60	21.3952	5.7381	9.9027
11	1.81	23.9490	8.0588	12.4218
12	2.02	26.5029	10.9332	15.2188
13	2.23	29.0567	14.4193	18.2946
14	2.43	31.6106	18.5753	21.6491
15	2.64	34.1644	23.4591	25.2824
16	2.85	36.7183	29.1289	29.1945
17	3.06	39.2722	35.6445	33.4248
18	3.27	41.8260	43.0928	38.1858
19	3.47	44.3799	51.5932	43.4892
20	3.68	46.9337	61.2362	49.1321
21	3.89	49.4876	72.0850	55.0645
22	4.10	52.0414	84.1998	61.2852

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 9

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	187 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4228	10.5516
3	0.16	1.6853	20.9907
4	0.24	3.7783	31.3173
5	0.32	6.6930	41.5314
6	0.40	10.4204	51.6330
7	0.48	14.9513	61.6221
8	0.56	20.2769	71.4986
9	0.64	26.3881	81.2627
10	0.72	33.2759	90.9142
11	0.80	40.9314	100.4533

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-12.7205	-60.5686
3	0.78	-42.3711	-91.0403
4	1.17	-83.3843	-118.8381
5	1.56	-134.7172	-143.9620
6	1.95	-195.3271	-166.4120
7	2.34	-264.1139	-184.9192
8	2.73	-338.5819	-196.5224
9	3.12	-417.0538	-205.4517
10	3.51	-498.4866	-211.7071
11	3.90	-581.8377	-215.2886

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	188 di 596

Combinazione n° 9

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4816.25	-29.60	1621.07	137.20	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4596.23	-124.95	1034.71	137.40	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3541.04	-222.06	598.85	137.60	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2438.73	-271.04	330.27	137.79	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1408.46	-242.04	159.06	137.99	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	777.04	-190.03	75.25	138.19	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	475.44	-156.49	40.30	138.39	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	326.48	-138.93	24.61	138.59	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2530.36	-678.63	118.27	208.62	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1784.19	-600.37	74.50	208.98	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1282.24	-528.96	48.38	209.34	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	953.79	-473.31	32.82	209.70	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	728.58	-428.13	23.05	210.06	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	580.13	-398.35	16.98	210.42	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	475.74	-377.41	12.96	210.78	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	398.81	-361.97	10.16	211.14	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	339.85	-350.15	8.13	211.50	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	293.13	-340.77	6.60	211.86	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	255.37	-333.20	5.44	212.22	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	224.49	-327.00	4.54	212.58	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	198.94	-321.88	3.82	212.94	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	842.76	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	211.44	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	94.31	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	53.24	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	34.20	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	23.83	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	17.57	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	13.50	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	10.71	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.71	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	28.01	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.41	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.27	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.65	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	190 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.82	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.35	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.08	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.69	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.41	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.21	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 10

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.74	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	519.2250	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186.9011	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	698.4611	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	698.4611	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186.9011	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	723.0352	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	161.3814	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4064.1412	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	170.13	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	98.51	[kPa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	191 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.69$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.28$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.23$	$N'_q = 16.94$	$N'_\gamma = 6.55$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.90
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.82

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	192 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	3.4859	0.0183	0.2425
3	0.40	5.4718	0.1208	0.8365
4	0.60	7.4576	0.3708	1.7069
5	0.80	9.4435	0.8207	2.8345
6	1.00	11.4294	1.5217	4.2190
7	1.20	13.4153	2.5254	5.8603
8	1.40	15.4011	3.8830	7.7586
9	1.60	17.3870	5.6460	9.9139
10	1.60	25.5140	6.1500	9.9027
11	1.81	28.9617	8.4706	12.4218
12	2.02	32.4094	11.3450	15.2188
13	2.23	35.8571	14.8312	18.2946
14	2.43	39.3048	18.9871	21.6491
15	2.64	42.7526	23.8710	25.2824
16	2.85	46.2003	29.5408	29.1945
17	3.06	49.6480	36.0564	33.4248
18	3.27	53.0957	43.5047	38.1858
19	3.47	56.5434	52.0051	43.4892
20	3.68	59.9911	61.6481	49.1321
21	3.89	63.4388	72.4969	55.0645
22	4.10	66.8865	84.6117	61.2852

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	193 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4691	11.7128
3	0.16	1.8717	23.3374
4	0.24	4.2007	34.8738
5	0.32	7.4492	46.3221
6	0.40	11.6099	57.6823
7	0.48	16.6760	68.9543
8	0.56	22.6403	80.1382
9	0.64	29.4957	91.2339
10	0.72	37.2353	102.2415
11	0.80	45.8520	113.1609

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-10.1604	-47.5364
3	0.78	-32.2813	-65.5550
4	1.17	-61.0210	-81.4787
5	1.56	-95.5624	-95.3076
6	1.95	-135.0885	-107.0416
7	2.34	-178.7254	-115.4118
8	2.73	-224.2029	-117.4571
9	3.12	-270.0696	-117.4075
10	3.51	-315.5084	-115.2631
11	3.90	-359.7025	-111.0239

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	194 di 596

Combinazione n° 10

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4826.21	-25.28	1384.50	137.27	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4647.86	-102.57	849.43	137.54	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3932.47	-195.53	527.31	137.80	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2926.48	-254.32	309.89	138.07	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2022.27	-269.25	176.94	138.34	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1217.35	-229.16	90.74	138.61	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	737.93	-186.05	47.91	138.88	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	485.61	-157.69	27.93	139.14	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2928.40	-705.87	114.78	209.20	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2224.83	-650.71	76.82	209.69	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1677.89	-587.35	51.77	210.18	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1276.82	-528.12	35.61	210.66	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	998.27	-482.24	25.40	211.15	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	788.20	-440.09	18.44	211.63	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	642.60	-410.88	13.91	212.12	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	536.44	-389.58	10.80	212.61	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	455.70	-373.39	8.58	213.09	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	392.10	-360.63	6.93	213.58	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	340.95	-350.36	5.68	214.06	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	299.27	-342.00	4.72	214.55	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	264.91	-335.11	3.96	215.04	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	759.61	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	190.38	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	84.83	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	47.84	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	30.69	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	21.37	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.74	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.08	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	9.57	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	7.77	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	35.07	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.04	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.84	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.73	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	196 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.64	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.99	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.14	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.61	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.23	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.96	252.51	--	--

**COMBINAZIONE n° 11**

Valore della spinta statica	173.8091	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	173.8091	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1160	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Risultanti carichi esterni**

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	173.8091	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	496.1067	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	365.3407	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1457.0530	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	496.1067	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	173.8091	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.40	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	525.6724	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	198.1653	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.99
--	------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	197 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 4.40

Raggio del cerchio R[m]= 10.07

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.50

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.02

Larghezza della striscia dx[m]= 0.62

Coefficiente di sicurezza C= 1.89

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	62.9102	59.62	54.2739	0.0120	32.01	0	0	---	---
2	74.7029	53.54	60.0831	0.0102	32.01	0	0	---	---
3	39.9284	47.93	29.6402	0.0091	32.01	0	0	---	---
4	47.3272	42.88	32.2055	0.0083	32.01	0	0	---	---
5	72.3965	38.22	44.7913	0.0077	32.01	0	0	---	---
6	104.2743	33.84	58.0743	0.0073	32.01	0	0	---	---
7	109.0559	29.68	54.0046	0.0070	32.01	0	0	---	---
8	113.2579	25.69	49.0948	0.0068	31.43	0	0	---	---
9	93.7625	21.82	34.8576	0.0066	26.56	4	0	---	---
10	75.9432	18.06	23.5468	0.0064	26.56	4	0	---	---
11	77.8931	14.38	19.3453	0.0063	26.56	4	0	---	---
12	75.9384	10.76	14.1745	0.0062	26.56	4	0	---	---
13	72.8543	7.18	9.1040	0.0061	26.56	4	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	198 di 596

14	73.4864	3.63	4.6493	0.0061	26.56	4	0	---	---
15	82.5126	0.09	0.1298	0.0061	26.56	4	0	---	---
16	30.4896	-3.45	-1.8331	0.0061	26.56	4	0	---	---
17	27.6936	-7.00	-3.3735	0.0061	26.56	4	0	---	---
18	25.9606	-10.57	-4.7641	0.0062	26.56	4	0	---	---
19	24.5203	-14.19	-6.0126	0.0063	26.56	4	0	---	---
20	22.6352	-17.87	-6.9470	0.0064	26.56	4	0	---	---
21	20.2795	-21.63	-7.4754	0.0065	26.56	4	0	---	---
22	17.2210	-25.49	-7.4107	0.0067	32.01	0	0	---	---
23	13.2115	-29.48	-6.5008	0.0070	32.01	0	0	---	---
24	8.4695	-33.63	-4.6903	0.0073	32.01	0	0	---	---
25	2.8956	-37.99	-1.7824	0.0077	32.01	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 1369.6202 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 437.1852 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 766.3885 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.20$$

COMBINAZIONE n° 13

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	210.0125	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	210.0125	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.9987	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	210.0125	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	545.1551	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	545.1551	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	210.0125	[kN]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	199 di 596

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.47	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	584.2083	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	258.0328	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2548.4854	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	162.09	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	47.58	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.59$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.12$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 22.99$	$N'_q = 14.30$	$N'_\gamma = 2.70$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.67

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 13

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.9710	0.0147	0.2021
3	0.40	4.4420	0.1027	0.7295
4	0.60	5.9131	0.3243	1.5285
5	0.80	7.3841	0.7313	2.5847
6	1.00	8.8551	1.3753	3.8978
7	1.20	10.3261	2.3075	5.4678
8	1.40	11.7971	3.5795	7.2948
9	1.60	13.2682	5.2426	9.3786
10	1.60	21.3952	5.3346	9.3675
11	1.81	23.9490	7.5361	11.8123
12	2.02	26.5029	10.2757	14.5349
13	2.23	29.0567	13.6116	17.5363
14	2.43	31.6106	17.6019	20.8165
15	2.64	34.1644	22.3045	24.3755
16	2.85	36.7183	27.7777	28.2132
17	3.06	39.2722	34.0819	32.3888
18	3.27	41.8260	41.3159	37.1715
19	3.47	44.3799	49.6066	42.4795
20	3.68	46.9337	59.0374	48.1050
21	3.89	49.4876	69.6706	54.0222
22	4.10	52.0414	81.5668	60.2295

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 13

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



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	201 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4619	11.5240
3	0.16	1.8401	22.9072
4	0.24	4.1233	34.1493
5	0.32	7.3002	45.2506
6	0.40	11.3596	56.2108
7	0.48	16.2902	67.0302
8	0.56	22.0807	77.7086
9	0.64	28.7198	88.2461
10	0.72	36.1963	98.6426
11	0.80	44.4989	108.8983

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-15.0377	-71.2843
3	0.78	-49.5103	-104.9404
4	1.17	-96.4557	-135.2470
5	1.56	-154.5675	-162.2041
6	1.95	-222.5395	-185.8118
7	2.34	-299.0021	-204.6660
8	2.73	-381.0416	-215.4908
9	3.12	-466.6495	-222.9661
10	3.51	-554.5197	-227.0919
11	3.90	-643.3457	-227.8683

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	202 di 596

Combinazione n° 13

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4829.45	-23.88	1625.52	137.20	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4637.05	-107.26	1043.90	137.40	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3771.31	-206.81	637.79	137.60	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2672.60	-264.68	361.94	137.79	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1646.29	-255.68	185.91	137.99	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	911.85	-203.77	88.30	138.19	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	541.37	-164.26	45.89	138.39	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	362.28	-143.15	27.30	138.59	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2799.92	-698.13	130.87	208.62	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1986.82	-625.19	82.96	208.98	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1419.35	-550.31	53.55	209.34	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1052.77	-493.17	36.23	209.70	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	791.56	-440.77	25.04	210.06	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	623.49	-407.05	18.25	210.42	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	507.23	-383.72	13.81	210.78	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	422.60	-366.75	10.76	211.14	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	358.19	-353.82	8.56	211.50	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	307.43	-343.64	6.93	211.86	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	266.69	-335.47	5.68	212.22	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	233.56	-328.82	4.72	212.58	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	206.31	-323.35	3.96	212.94	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	203 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	771.44	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	193.65	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	86.42	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	48.81	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	31.37	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	21.87	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.14	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.41	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	9.84	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.01	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	23.70	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.20	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.69	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.31	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	204 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.60	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.19	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.85	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.51	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.27	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.09	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 14

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	210.0125	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	210.0125	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	523.3057	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	210.0125	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	702.5418	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	702.5418	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	210.0125	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.30	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	733.2600	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.64	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	213.4249	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3577.8353	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	182.46	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	87.75	[kPa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	205 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.66$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.23$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.03$	$N'_q = 16.20$	$N'_\gamma = 5.34$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.70
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.09

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 14

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	3.4859	0.0147	0.2021
3	0.40	5.4718	0.1027	0.7295
4	0.60	7.4576	0.3243	1.5285
5	0.80	9.4435	0.7313	2.5847
6	1.00	11.4294	1.3753	3.8978
7	1.20	13.4153	2.3075	5.4678
8	1.40	15.4011	3.5795	7.2948
9	1.60	17.3870	5.2426	9.3786
10	1.60	25.5140	5.7465	9.3675
11	1.81	28.9617	7.9479	11.8123
12	2.02	32.4094	10.6876	14.5349
13	2.23	35.8571	14.0235	17.5363
14	2.43	39.3048	18.0138	20.8165
15	2.64	42.7526	22.7164	24.3755
16	2.85	46.2003	28.1896	28.2132
17	3.06	49.6480	34.4937	32.3888
18	3.27	53.0957	41.7278	37.1715
19	3.47	56.5434	50.0185	42.4795
20	3.68	59.9911	59.4493	48.1050
21	3.89	63.4388	70.0825	54.0222
22	4.10	66.8865	81.9787	60.2295

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 14

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	207 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.5082	12.6852
3	0.16	2.0265	25.2538
4	0.24	4.5457	37.7058
5	0.32	8.0563	50.0413
6	0.40	12.5492	62.2601
7	0.48	18.0149	74.3624
8	0.56	24.4441	86.3482
9	0.64	31.8275	98.2173
10	0.72	40.1557	109.9699
11	0.80	49.4195	121.6060

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-12.4776	-58.2521
3	0.78	-39.4205	-79.4551
4	1.17	-74.0924	-97.8876
5	1.56	-115.4127	-113.5497
6	1.95	-162.3010	-126.4414
7	2.34	-213.6136	-135.1586
8	2.73	-266.6625	-136.4255
9	3.12	-319.6653	-134.9219
10	3.51	-371.5415	-130.6479
11	3.90	-421.2105	-123.6035

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	208 di 596

Combinazione n° 14

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4837.51	-20.38	1387.74	137.27	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4681.69	-87.91	855.61	137.54	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4131.16	-179.62	553.95	137.80	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3147.00	-243.70	333.24	138.07	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2280.90	-274.45	199.56	138.34	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1406.45	-241.92	104.84	138.61	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	849.31	-197.40	55.15	138.88	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	546.97	-164.92	31.46	139.14	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3201.60	-721.10	125.48	209.20	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2444.18	-670.76	84.39	209.69	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1842.10	-607.47	56.84	210.18	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1399.01	-547.14	39.02	210.66	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1088.24	-498.75	27.69	211.15	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	852.56	-453.00	19.94	211.63	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	688.49	-420.09	14.90	212.12	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	570.61	-396.44	11.49	212.61	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	481.76	-378.61	9.07	213.09	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	412.24	-364.67	7.29	213.58	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	356.76	-353.54	5.95	214.06	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	311.87	-344.53	4.92	214.55	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	275.08	-337.15	4.11	215.04	--	--



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	209 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 14

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	701.18	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	175.83	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	78.39	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	44.23	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	28.39	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	19.78	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	14.58	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.20	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.87	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	7.21	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	28.56	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	9.04	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.81	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.09	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	210 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.20	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.67	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.64	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.20	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.90	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.67	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 15

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	210.0125	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	210.0125	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	523.3057	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	210.0125	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	656.4621	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	656.4621	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	210.0125	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	689.2371	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	190.0032	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3375.5011	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	168.40	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	84.08	[kPa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	211 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 25.26$	$N'_q = 15.72$	$N'_\gamma = 4.60$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.59
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.14

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 15

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.9710	0.0147	0.2021
3	0.40	4.4420	0.1027	0.7295
4	0.60	5.9131	0.3243	1.5285
5	0.80	7.3841	0.7313	2.5847
6	1.00	8.8551	1.3753	3.8978
7	1.20	10.3261	2.3075	5.4678
8	1.40	11.7971	3.5795	7.2948
9	1.60	13.2682	5.2426	9.3786
10	1.60	21.3952	5.3346	9.3675
11	1.81	23.9490	7.5361	11.8123
12	2.02	26.5029	10.2757	14.5349
13	2.23	29.0567	13.6116	17.5363
14	2.43	31.6106	17.6019	20.8165
15	2.64	34.1644	22.3045	24.3755
16	2.85	36.7183	27.7777	28.2132
17	3.06	39.2722	34.0819	32.3888
18	3.27	41.8260	41.3159	37.1715
19	3.47	44.3799	49.6066	42.4795
20	3.68	46.9337	59.0374	48.1050
21	3.89	49.4876	69.6706	54.0222
22	4.10	52.0414	81.5668	60.2295

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 15

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	213 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4826	12.0474
3	0.16	1.9248	23.9910
4	0.24	4.3184	35.8309
5	0.32	7.6550	47.5670
6	0.40	11.9263	59.1993
7	0.48	17.1241	70.7278
8	0.56	23.2400	82.1525
9	0.64	30.2657	93.4735
10	0.72	38.1930	104.6906
11	0.80	47.0135	115.8040

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-12.3192	-57.4906
3	0.78	-38.8661	-78.2361
4	1.17	-73.0227	-96.5152
5	1.56	-113.8273	-112.3279
6	1.95	-160.3179	-125.6743
7	2.34	-211.4694	-135.1502
8	2.73	-264.7124	-137.4798
9	3.12	-318.3830	-137.3429
10	3.51	-371.5193	-134.7397
11	3.90	-423.1593	-129.6701

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	214 di 596

Combinazione n° 15

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4829.45	-23.88	1625.52	137.20	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4637.05	-107.26	1043.90	137.40	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3771.31	-206.81	637.79	137.60	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2672.60	-264.68	361.94	137.79	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1646.29	-255.68	185.91	137.99	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	911.85	-203.77	88.30	138.19	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	541.37	-164.26	45.89	138.39	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	362.28	-143.15	27.30	138.59	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2799.92	-698.13	130.87	208.62	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1986.82	-625.19	82.96	208.98	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1419.35	-550.31	53.55	209.34	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1052.77	-493.17	36.23	209.70	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	791.56	-440.77	25.04	210.06	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	623.49	-407.05	18.25	210.42	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	507.23	-383.72	13.81	210.78	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	422.60	-366.75	10.76	211.14	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	358.19	-353.82	8.56	211.50	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	307.43	-343.64	6.93	211.86	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	266.69	-335.47	5.68	212.22	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	233.56	-328.82	4.72	212.58	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	206.31	-323.35	3.96	212.94	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	738.37	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	185.12	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	82.51	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.55	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	29.88	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.81	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.33	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.77	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	9.33	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	7.58	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	28.92	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	9.17	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.88	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.13	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	216 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.22	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.69	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.66	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.21	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.90	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.66	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 16

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	210.0125	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	210.0125	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.9987	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	210.0125	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	591.2348	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	591.2348	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	210.0125	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	627.4264	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.56	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	281.4545	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2785.8719	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	176.15	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	51.25	[kPa]



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	217 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 24.01$	$N'_q = 14.94$	$N'_\gamma = 3.50$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.43
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.71

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	3.4859	0.0147	0.2021
3	0.40	5.4718	0.1027	0.7295
4	0.60	7.4576	0.3243	1.5285
5	0.80	9.4435	0.7313	2.5847
6	1.00	11.4294	1.3753	3.8978
7	1.20	13.4153	2.3075	5.4678
8	1.40	15.4011	3.5795	7.2948
9	1.60	17.3870	5.2426	9.3786
10	1.60	25.5140	5.7465	9.3675
11	1.81	28.9617	7.9479	11.8123
12	2.02	32.4094	10.6876	14.5349
13	2.23	35.8571	14.0235	17.5363
14	2.43	39.3048	18.0138	20.8165
15	2.64	42.7526	22.7164	24.3755
16	2.85	46.2003	28.1896	28.2132
17	3.06	49.6480	34.4937	32.3888
18	3.27	53.0957	41.7278	37.1715
19	3.47	56.5434	50.0185	42.4795
20	3.68	59.9911	59.4493	48.1050
21	3.89	63.4388	70.0825	54.0222
22	4.10	66.8865	81.9787	60.2295

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	219 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4875	12.1618
3	0.16	1.9418	24.1699
4	0.24	4.3506	36.0242
5	0.32	7.7016	47.7248
6	0.40	11.9825	59.2717
7	0.48	17.1809	70.6649
8	0.56	23.2847	81.9043
9	0.64	30.2815	92.9900
10	0.72	38.1590	103.9219
11	0.80	46.9049	114.7002

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-15.1960	-72.0458
3	0.78	-50.0648	-106.1593
4	1.17	-97.5253	-136.6193
5	1.56	-156.1529	-163.4259
6	1.95	-224.5225	-186.5789
7	2.34	-301.1463	-204.6744
8	2.73	-382.9917	-214.4365
9	3.12	-467.9318	-220.5451
10	3.51	-554.5418	-223.0001
11	3.90	-641.3969	-221.8017

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	220 di 596

Combinazione n° 16

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4837.51	-20.38	1387.74	137.27	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4681.69	-87.91	855.61	137.54	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4131.16	-179.62	553.95	137.80	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3147.00	-243.70	333.24	138.07	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2280.90	-274.45	199.56	138.34	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1406.45	-241.92	104.84	138.61	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	849.31	-197.40	55.15	138.88	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	546.97	-164.92	31.46	139.14	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3201.60	-721.10	125.48	209.20	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2444.18	-670.76	84.39	209.69	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1842.10	-607.47	56.84	210.18	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1399.01	-547.14	39.02	210.66	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1088.24	-498.75	27.69	211.15	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	852.56	-453.00	19.94	211.63	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	688.49	-420.09	14.90	212.12	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	570.61	-396.44	11.49	212.61	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	481.76	-378.61	9.07	213.09	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	412.24	-364.67	7.29	213.58	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	356.76	-353.54	5.95	214.06	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	311.87	-344.53	4.92	214.55	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	275.08	-337.15	4.11	215.04	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	221 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 16

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	730.94	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	183.51	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	81.90	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.27	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	29.74	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.74	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.30	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.77	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	9.34	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	7.60	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	23.45	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.12	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.65	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.28	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	222 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.59	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.18	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.84	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.50	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.27	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.10	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	196.9205	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	196.9205	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.67	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	380.1967	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	196.9205	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	500.1875	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	419.8784	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1470.1570	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	500.1875	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	196.9205	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.50	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	537.5548	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.49	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	250.2089	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.50
--	------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	223 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 18

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 4.40

Raggio del cerchio R[m]= 10.07

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.50

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.02

Larghezza della striscia dx[m]= 0.62

Coefficiente di sicurezza C= 1.81

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	74.0884	59.62	63.9175	0.0120	32.01	0	0	---	---
2	85.8810	53.54	69.0736	0.0102	32.01	0	0	---	---
3	40.0412	47.93	29.7239	0.0091	32.01	0	0	---	---
4	47.3272	42.88	32.2055	0.0083	32.01	0	0	---	---
5	77.0101	38.22	47.6458	0.0077	32.01	0	0	---	---
6	115.4525	33.84	64.2998	0.0073	32.01	0	0	---	---
7	120.2340	29.68	59.5400	0.0070	32.01	0	0	---	---
8	124.4360	25.69	53.9403	0.0068	31.43	0	0	---	---
9	98.8265	21.82	36.7402	0.0066	26.56	4	0	---	---
10	75.9432	18.06	23.5468	0.0064	26.56	4	0	---	---
11	77.8931	14.38	19.3453	0.0063	26.56	4	0	---	---
12	75.5717	10.76	14.1061	0.0062	26.56	4	0	---	---
13	72.0472	7.18	9.0032	0.0061	26.56	4	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	224 di 596

14	72.6793	3.63	4.5982	0.0061	26.56	4	0	---	---
15	82.0884	0.09	0.1291	0.0061	26.56	4	0	---	---
16	30.4896	-3.45	-1.8331	0.0061	26.56	4	0	---	---
17	27.6936	-7.00	-3.3735	0.0061	26.56	4	0	---	---
18	25.9606	-10.57	-4.7641	0.0062	26.56	4	0	---	---
19	24.5203	-14.19	-6.0126	0.0063	26.56	4	0	---	---
20	22.6352	-17.87	-6.9470	0.0064	26.56	4	0	---	---
21	20.2795	-21.63	-7.4754	0.0065	26.56	4	0	---	---
22	17.2210	-25.49	-7.4107	0.0067	32.01	0	0	---	---
23	13.2115	-29.48	-6.5008	0.0070	32.01	0	0	---	---
24	8.4695	-33.63	-4.6903	0.0073	32.01	0	0	---	---
25	2.8956	-37.99	-1.7824	0.0077	32.01	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 1432.8961 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 477.0254 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 805.4497 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.20$$

COMBINAZIONE n° 19

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.74	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	516.4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186.9011	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	649.6064	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	649.6064	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186.9011	[kN]



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	225 di 596

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	675.9589	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	139.6557	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3846.5646	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	155.91	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	93.94	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.68$	$i_q = 0.68$	$i_\gamma = 0.25$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.45$	$N'_q = 16.46$	$N'_\gamma = 5.76$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.77
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.92

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 19

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.9710	0.0147	0.2021
3	0.40	4.4420	0.1027	0.7295
4	0.60	5.9131	0.3243	1.5285
5	0.80	7.3841	0.7313	2.5847
6	1.00	8.8551	1.3753	3.8978
7	1.20	10.3261	2.3075	5.4678
8	1.40	11.7971	3.5795	7.2948
9	1.60	13.2682	5.2426	9.3786
10	1.60	21.3952	5.3346	9.3675
11	1.81	23.9490	7.5361	11.8123
12	2.02	26.5029	10.2757	14.5349
13	2.23	29.0567	13.6116	17.5363
14	2.43	31.6106	17.6019	20.8165
15	2.64	34.1644	22.3045	24.3755
16	2.85	36.7183	27.7777	28.2132
17	3.06	39.2722	34.0819	32.3888
18	3.27	41.8260	41.3159	37.1715
19	3.47	44.3799	49.6066	42.4795
20	3.68	46.9337	59.0374	48.1050
21	3.89	49.4876	69.6706	54.0222
22	4.10	52.0414	81.5668	60.2295

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 19

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	227 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4430	11.0619
3	0.16	1.7679	22.0476
4	0.24	3.9686	32.9570
5	0.32	7.0390	43.7901
6	0.40	10.9730	54.5469
7	0.48	15.7644	65.2275
8	0.56	21.4073	75.8317
9	0.64	27.8955	86.3597
10	0.72	35.2228	96.8114
11	0.80	43.3833	107.1869

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 19

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-10.0698	-47.1188
3	0.78	-31.9922	-65.0018
4	1.17	-60.5355	-81.0720
5	1.56	-94.9927	-95.3293
6	1.95	-134.6567	-107.7738
7	2.34	-178.7574	-117.0014
8	2.73	-224.9802	-119.7363
9	3.12	-271.9160	-120.6582
10	3.51	-318.8579	-119.7674
11	3.90	-365.0989	-117.0636

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	228 di 596

Combinazione n° 19

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4829.45	-23.88	1625.52	137.20	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4637.05	-107.26	1043.90	137.40	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3771.31	-206.81	637.79	137.60	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2672.60	-264.68	361.94	137.79	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1646.29	-255.68	185.91	137.99	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	911.85	-203.77	88.30	138.19	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	541.37	-164.26	45.89	138.39	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	362.28	-143.15	27.30	138.59	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2799.92	-698.13	130.87	208.62	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1986.82	-625.19	82.96	208.98	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1419.35	-550.31	53.55	209.34	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1052.77	-493.17	36.23	209.70	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	791.56	-440.77	25.04	210.06	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	623.49	-407.05	18.25	210.42	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	507.23	-383.72	13.81	210.78	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	422.60	-366.75	10.76	211.14	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	358.19	-353.82	8.56	211.50	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	307.43	-343.64	6.93	211.86	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	266.69	-335.47	5.68	212.22	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	233.56	-328.82	4.72	212.58	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	206.31	-323.35	3.96	212.94	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	229 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 19

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	804.38	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	201.56	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	89.79	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	50.62	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	32.47	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.60	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.65	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.77	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	10.12	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.21	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	35.39	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.14	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.89	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.75	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	230 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.65	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.99	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.13	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.59	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.21	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.93	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 20

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.74	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	405.1430	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186.9011	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	584.3791	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	584.3791	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186.9011	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.40	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	613.5397	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	231.1070	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3221.4494	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	163.66	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	61.10	[kPa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	231 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 25.26$	$N'_q = 15.72$	$N'_\gamma = 4.60$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.59
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.51

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	232 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 20

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	3.4859	0.0147	0.2021
3	0.40	5.4718	0.1027	0.7295
4	0.60	7.4576	0.3243	1.5285
5	0.80	9.4435	0.7313	2.5847
6	1.00	11.4294	1.3753	3.8978
7	1.20	13.4153	2.3075	5.4678
8	1.40	15.4011	3.5795	7.2948
9	1.60	17.3870	5.2426	9.3786
10	1.60	25.5140	5.7465	9.3675
11	1.81	28.9617	7.9479	11.8123
12	2.02	32.4094	10.6876	14.5349
13	2.23	35.8571	14.0235	17.5363
14	2.43	39.3048	18.0138	20.8165
15	2.64	42.7526	22.7164	24.3755
16	2.85	46.2003	28.1896	28.2132
17	3.06	49.6480	34.4937	32.3888
18	3.27	53.0957	41.7278	37.1715
19	3.47	56.5434	50.0185	42.4795
20	3.68	59.9911	59.4493	48.1050
21	3.89	63.4388	70.0825	54.0222
22	4.10	66.8865	81.9787	60.2295

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 20

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



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	233 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4479	11.1763
3	0.16	1.7848	22.2264
4	0.24	4.0008	33.1503
5	0.32	7.0855	43.9480
6	0.40	11.0291	54.6194
7	0.48	15.8213	65.1646
8	0.56	21.4520	75.5835
9	0.64	27.9113	85.8762
10	0.72	35.1889	96.0427
11	0.80	43.2747	106.0830

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 20

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-12.9466	-61.6740
3	0.78	-43.1909	-92.9250
4	1.17	-85.0381	-121.1761
5	1.56	-137.3183	-146.4272
6	1.95	-198.8614	-168.6784
7	2.34	-268.4343	-186.5257
8	2.73	-343.2594	-196.6930
9	3.12	-421.4648	-203.8604
10	3.51	-501.8805	-208.0278
11	3.90	-583.3365	-209.1952

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	234 di 596

Combinazione n° 20

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4837.51	-20.38	1387.74	137.27	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4681.69	-87.91	855.61	137.54	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4131.16	-179.62	553.95	137.80	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3147.00	-243.70	333.24	138.07	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2280.90	-274.45	199.56	138.34	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1406.45	-241.92	104.84	138.61	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	849.31	-197.40	55.15	138.88	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	546.97	-164.92	31.46	139.14	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3201.60	-721.10	125.48	209.20	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2444.18	-670.76	84.39	209.69	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1842.10	-607.47	56.84	210.18	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1399.01	-547.14	39.02	210.66	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1088.24	-498.75	27.69	211.15	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	852.56	-453.00	19.94	211.63	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	688.49	-420.09	14.90	212.12	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	570.61	-396.44	11.49	212.61	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	481.76	-378.61	9.07	213.09	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	412.24	-364.67	7.29	213.58	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	356.76	-353.54	5.95	214.06	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	311.87	-344.53	4.92	214.55	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	275.08	-337.15	4.11	215.04	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 20

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	795.57	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	199.64	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	89.07	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	50.29	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	32.31	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.52	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.61	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.77	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	10.13	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.23	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	27.52	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.25	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.19	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.59	252.51	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	236 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.79	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.33	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.05	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.67	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.40	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.21	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 21

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.74	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	405.1430	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186.9011	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	538.2994	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	538.2994	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186.9011	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.39	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	569.8230	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	207.6852	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2975.7343	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	149.60	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	57.44	[kPa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	237 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.16$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 24.28$	$N'_q = 15.11$	$N'_\gamma = 3.74$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.47
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.53

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 21

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.9710	0.0147	0.2021
3	0.40	4.4420	0.1027	0.7295
4	0.60	5.9131	0.3243	1.5285
5	0.80	7.3841	0.7313	2.5847
6	1.00	8.8551	1.3753	3.8978
7	1.20	10.3261	2.3075	5.4678
8	1.40	11.7971	3.5795	7.2948
9	1.60	13.2682	5.2426	9.3786
10	1.60	21.3952	5.3346	9.3675
11	1.81	23.9490	7.5361	11.8123
12	2.02	26.5029	10.2757	14.5349
13	2.23	29.0567	13.6116	17.5363
14	2.43	31.6106	17.6019	20.8165
15	2.64	34.1644	22.3045	24.3755
16	2.85	36.7183	27.7777	28.2132
17	3.06	39.2722	34.0819	32.3888
18	3.27	41.8260	41.3159	37.1715
19	3.47	44.3799	49.6066	42.4795
20	3.68	46.9337	59.0374	48.1050
21	3.89	49.4876	69.6706	54.0222
22	4.10	52.0414	81.5668	60.2295

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 21

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	239 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4223	10.5386
3	0.16	1.6831	20.9637
4	0.24	3.7735	31.2754
5	0.32	6.6842	41.4737
6	0.40	10.4062	51.5585
7	0.48	14.9305	61.5299
8	0.56	20.2480	71.3879
9	0.64	26.3496	81.1324
10	0.72	33.2261	90.7634
11	0.80	40.8687	100.2811

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 21

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-12.7882	-60.9125
3	0.78	-42.6365	-91.7061
4	1.17	-83.9685	-119.8037
5	1.56	-135.7329	-145.2055
6	1.95	-196.8783	-167.9113
7	2.34	-266.2901	-186.5173
8	2.73	-341.3093	-197.7473
9	3.12	-420.1825	-206.2814
10	3.51	-501.8583	-212.1196
11	3.90	-585.2853	-215.2618

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	240 di 596

Combinazione n° 21

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4829.45	-23.88	1625.52	137.20	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4637.05	-107.26	1043.90	137.40	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3771.31	-206.81	637.79	137.60	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2672.60	-264.68	361.94	137.79	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1646.29	-255.68	185.91	137.99	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	911.85	-203.77	88.30	138.19	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	541.37	-164.26	45.89	138.39	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	362.28	-143.15	27.30	138.59	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2799.92	-698.13	130.87	208.62	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1986.82	-625.19	82.96	208.98	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1419.35	-550.31	53.55	209.34	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1052.77	-493.17	36.23	209.70	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	791.56	-440.77	25.04	210.06	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	623.49	-407.05	18.25	210.42	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	507.23	-383.72	13.81	210.78	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	422.60	-366.75	10.76	211.14	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	358.19	-353.82	8.56	211.50	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	307.43	-343.64	6.93	211.86	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	266.69	-335.47	5.68	212.22	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	233.56	-328.82	4.72	212.58	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	206.31	-323.35	3.96	212.94	--	--



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	241 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 21

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	843.79	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	211.71	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	94.43	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	53.31	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	34.24	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	23.87	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	17.60	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	13.52	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	10.72	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.72	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	27.86	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.36	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.24	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.63	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	242 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.81	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.34	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.06	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.68	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.40	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.20	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 22

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	186.9011	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.74	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	516.4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186.9011	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	695.6861	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	695.6861	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186.9011	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	720.3549	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.04	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	163.0774	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4045.1173	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	169.97	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	97.60	[kPa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	243 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.69$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.28$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.18$	$N'_q = 16.92$	$N'_\gamma = 6.51$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.90
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.81

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	244 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 22

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.20	3.4859	0.0147	0.2021
3	0.40	5.4718	0.1027	0.7295
4	0.60	7.4576	0.3243	1.5285
5	0.80	9.4435	0.7313	2.5847
6	1.00	11.4294	1.3753	3.8978
7	1.20	13.4153	2.3075	5.4678
8	1.40	15.4011	3.5795	7.2948
9	1.60	17.3870	5.2426	9.3786
10	1.60	25.5140	5.7465	9.3675
11	1.81	28.9617	7.9479	11.8123
12	2.02	32.4094	10.6876	14.5349
13	2.23	35.8571	14.0235	17.5363
14	2.43	39.3048	18.0138	20.8165
15	2.64	42.7526	22.7164	24.3755
16	2.85	46.2003	28.1896	28.2132
17	3.06	49.6480	34.4937	32.3888
18	3.27	53.0957	41.7278	37.1715
19	3.47	56.5434	50.0185	42.4795
20	3.68	59.9911	59.4493	48.1050
21	3.89	63.4388	70.0825	54.0222
22	4.10	66.8865	81.9787	60.2295

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 22

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	245 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4686	11.6997
3	0.16	1.8696	23.3103
4	0.24	4.1959	34.8319
5	0.32	7.4403	46.2644
6	0.40	11.5958	57.6078
7	0.48	16.6552	68.8621
8	0.56	22.6114	80.0274
9	0.64	29.4572	91.1036
10	0.72	37.1856	102.0907
11	0.80	45.7893	112.9888

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 22

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-10.2282	-47.8803
3	0.78	-32.5467	-66.2208
4	1.17	-61.6052	-82.4444
5	1.56	-96.5781	-96.5511
6	1.95	-136.6398	-108.5409
7	2.34	-180.9016	-117.0099
8	2.73	-226.9303	-118.6820
9	3.12	-273.1983	-118.2372
10	3.51	-318.8801	-115.6756
11	3.90	-363.1501	-110.9971

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	246 di 596

Combinazione n° 22

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4837.51	-20.38	1387.74	137.27	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4681.69	-87.91	855.61	137.54	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4131.16	-179.62	553.95	137.80	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3147.00	-243.70	333.24	138.07	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2280.90	-274.45	199.56	138.34	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1406.45	-241.92	104.84	138.61	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	849.31	-197.40	55.15	138.88	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	546.97	-164.92	31.46	139.14	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3201.60	-721.10	125.48	209.20	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2444.18	-670.76	84.39	209.69	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1842.10	-607.47	56.84	210.18	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1399.01	-547.14	39.02	210.66	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1088.24	-498.75	27.69	211.15	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	852.56	-453.00	19.94	211.63	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	688.49	-420.09	14.90	212.12	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	570.61	-396.44	11.49	212.61	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	481.76	-378.61	9.07	213.09	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	412.24	-364.67	7.29	213.58	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	356.76	-353.54	5.95	214.06	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	311.87	-344.53	4.92	214.55	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	275.08	-337.15	4.11	215.04	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	247 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 22

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	760.45	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	190.59	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	84.92	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	47.89	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	30.73	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	21.39	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.76	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.10	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	9.58	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	7.78	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	34.84	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	10.95	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.78	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.69	252.51	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	248 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.61	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.97	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.10	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.58	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	2.21	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.94	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 23

Valore della spinta statica	173.8091	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	173.8091	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	373.3410	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	173.8091	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	493.3317	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	365.3407	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1448.1419	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	493.3317	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	173.8091	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.41	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	523.0543	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.41	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	199.8613	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.96
--	------



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	249 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 24

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 4.40

Raggio del cerchio R[m]= 10.07

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.50

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.02

Larghezza della striscia dx[m]= 0.62

Coefficiente di sicurezza C= 1.89

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	62.9102	59.62	54.2739	0.0120	32.01	0	0	---	---
2	74.7029	53.54	60.0831	0.0102	32.01	0	0	---	---
3	39.9284	47.93	29.6402	0.0091	32.01	0	0	---	---
4	47.3272	42.88	32.2055	0.0083	32.01	0	0	---	---
5	72.3965	38.22	44.7913	0.0077	32.01	0	0	---	---
6	104.2743	33.84	58.0743	0.0073	32.01	0	0	---	---
7	109.0559	29.68	54.0046	0.0070	32.01	0	0	---	---
8	113.2579	25.69	49.0948	0.0068	31.43	0	0	---	---
9	93.7625	21.82	34.8576	0.0066	26.56	4	0	---	---
10	75.9432	18.06	23.5468	0.0064	26.56	4	0	---	---
11	77.8931	14.38	19.3453	0.0063	26.56	4	0	---	---
12	75.5717	10.76	14.1061	0.0062	26.56	4	0	---	---
13	72.0472	7.18	9.0032	0.0061	26.56	4	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	250 di 596

14	72.6793	3.63	4.5982	0.0061	26.56	4	0	---	---
15	82.0884	0.09	0.1291	0.0061	26.56	4	0	---	---
16	30.4896	-3.45	-1.8331	0.0061	26.56	4	0	---	---
17	27.6936	-7.00	-3.3735	0.0061	26.56	4	0	---	---
18	25.9606	-10.57	-4.7641	0.0062	26.56	4	0	---	---
19	24.5203	-14.19	-6.0126	0.0063	26.56	4	0	---	---
20	22.6352	-17.87	-6.9470	0.0064	26.56	4	0	---	---
21	20.2795	-21.63	-7.4754	0.0065	26.56	4	0	---	---
22	17.2210	-25.49	-7.4107	0.0067	32.01	0	0	---	---
23	13.2115	-29.48	-6.5008	0.0070	32.01	0	0	---	---
24	8.4695	-33.63	-4.6903	0.0073	32.01	0	0	---	---
25	2.8956	-37.99	-1.7824	0.0077	32.01	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 1367.2152 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 436.9642 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 765.1862 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.20$$

COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica	52.4380	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	52.4380	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Incremento sismico della spinta	4.6436	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55.06	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	318.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]
Inerzia del muro	4.4424	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.2212	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.7307	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.3653	[kN]		

Risultanti

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	251 di 596

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72.2546	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	457.2629	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	457.2629	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72.2546	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	462.9364	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6.1069	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6169.8524	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	86.58	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	89.29	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.81$	$i_q = 0.81$	$i_\gamma = 0.52$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 31.76$	$N'_q = 19.76$	$N'_\gamma = 11.99$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.49

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 25

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.4710	0.0085	0.1039
3	0.40	2.9420	0.0522	0.3641
4	0.60	4.4131	0.1679	0.8274
5	0.80	5.8841	0.3970	1.4982
6	1.00	7.3551	0.7809	2.3760
7	1.20	8.8261	1.3612	3.4609
8	1.40	10.2971	2.1791	4.7529
9	1.60	11.7682	3.2761	6.2519
10	1.60	17.7882	3.5472	6.2496
11	1.81	20.3420	5.0346	8.0665
12	2.02	22.8959	6.9238	10.1073
13	2.23	25.4497	9.2616	12.3727
14	2.43	28.0036	12.0947	14.8629
15	2.64	30.5574	15.4700	17.5776
16	2.85	33.1113	19.4343	20.5171
17	3.06	35.6652	24.0344	23.6812
18	3.27	38.2190	29.3171	27.0700
19	3.47	40.7729	35.3292	30.6835
20	3.68	43.3267	42.1175	34.5216
21	3.89	45.8806	49.7288	38.5844
22	4.10	48.4344	58.2100	42.8719

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 25

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	253 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2222	5.5551
3	0.16	0.8889	11.1136
4	0.24	2.0004	16.6754
5	0.32	3.5571	22.2405
6	0.40	5.5590	27.8090
7	0.48	8.0066	33.3808
8	0.56	10.9000	38.9559
9	0.64	14.2396	44.5344
10	0.72	18.0256	50.1162
11	0.80	22.2583	55.7013

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 25

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-0.6038	-3.1096
3	0.78	-2.4358	-6.2984
4	1.17	-5.5269	-9.5666
5	1.56	-9.9080	-12.9140
6	1.95	-15.6101	-16.3406
7	2.34	-22.6640	-19.8466
8	2.73	-31.1007	-23.4318
9	3.12	-40.9511	-27.0963
10	3.51	-52.2462	-30.8401
11	3.90	-65.0167	-34.6631

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	254 di 596

Combinazione n° 25

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4820.22	-27.88	3276.79	137.00	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4692.53	-83.22	1594.99	137.19	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4312.79	-164.04	977.28	137.39	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3406.29	-229.80	578.90	137.59	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2533.46	-268.99	344.45	137.79	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1661.89	-256.30	188.29	137.99	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1004.31	-212.53	97.53	138.19	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	625.82	-174.22	53.18	138.39	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3686.95	-735.23	207.27	208.11	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2827.43	-699.78	138.99	208.47	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2120.17	-641.15	92.60	208.83	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1581.54	-575.55	62.14	209.19	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1192.30	-514.95	42.58	209.55	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	922.53	-467.04	30.19	209.91	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	729.87	-428.39	22.04	210.27	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	595.78	-401.49	16.70	210.63	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	497.76	-381.83	13.02	210.99	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	423.45	-366.92	10.39	211.35	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	365.49	-355.29	8.44	211.71	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	319.23	-346.01	6.96	212.07	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	281.62	-338.46	5.81	212.43	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	255 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 25

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1603.77	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	400.86	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	178.13	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	100.18	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	64.10	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	44.50	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	32.69	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	25.02	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	19.77	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.01	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	590.15	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	146.29	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	64.47	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	35.96	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	256 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	22.83	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	15.72	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	22.64	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	17.19	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	13.48	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	10.83	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica	52.4380	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	52.4380	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Incremento sismico della spinta	2.8684	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	318.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]
Inerzia del muro	4.4424	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.2212	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.7307	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.3653	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70.4793	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	442.0898	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	442.0898	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70.4793	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	447.6726	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.06	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4.5932	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6151.5350	[kN]

Tensioni sul terreno



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	257 di 596

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	84.00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	86.04	[kPa]

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.81$	$i_q = 0.81$	$i_\gamma = 0.51$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.69$	$N'_q = 19.72$	$N'_\gamma = 11.91$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.91

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	258 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 26

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.4710	0.0084	0.1023
3	0.40	2.9420	0.0512	0.3560
4	0.60	4.4131	0.1641	0.8065
5	0.80	5.8841	0.3872	1.4580
6	1.00	7.3551	0.7607	2.3103
7	1.20	8.8261	1.3247	3.3631
8	1.40	10.2971	2.1193	4.6166
9	1.60	11.7682	3.1847	6.0708
10	1.60	17.7882	3.4558	6.0685
11	1.81	20.3420	4.9000	7.8318
12	2.02	22.8959	6.7341	9.8121
13	2.23	25.4497	9.0035	12.0101
14	2.43	28.0036	11.7535	14.4258
15	2.64	30.5574	15.0294	17.0593
16	2.85	33.1113	18.8766	19.9104
17	3.06	35.6652	23.3405	22.9793
18	3.27	38.2190	28.4664	26.2659
19	3.47	40.7729	34.2997	29.7702
20	3.68	43.3267	40.8858	33.4922
21	3.89	45.8806	48.2699	37.4319
22	4.10	48.4344	56.4975	41.5893

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 26

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	259 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2139	5.3481
3	0.16	0.8558	10.6988
4	0.24	1.9258	16.0520
5	0.32	3.4242	21.4076
6	0.40	5.3511	26.7658
7	0.48	7.7068	32.1265
8	0.56	10.4914	37.4897
9	0.64	13.7052	42.8554
10	0.72	17.3483	48.2236
11	0.80	21.4210	53.5944

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 26

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-0.8500	-4.3687
3	0.78	-3.4154	-8.7971
4	1.17	-7.7194	-13.2851
5	1.56	-13.7854	-17.8326
6	1.95	-21.6367	-22.4399
7	2.34	-31.2963	-27.1067
8	2.73	-42.7876	-31.8332
9	3.12	-56.1339	-36.6193
10	3.51	-71.3584	-41.4650
11	3.90	-88.4844	-46.3703

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	260 di 596

Combinazione n° 26

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4820.98	-27.55	3277.30	137.00	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4695.95	-81.73	1596.15	137.19	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4341.00	-161.41	983.67	137.39	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3452.11	-227.17	586.69	137.59	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2589.21	-267.78	352.03	137.79	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1724.07	-258.76	195.34	137.99	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1049.95	-216.10	101.96	138.19	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	657.04	-177.81	55.83	138.39	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3772.52	-732.91	212.08	208.11	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2931.01	-706.03	144.09	208.47	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2206.81	-649.07	96.38	208.83	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1650.89	-584.04	64.87	209.19	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1247.34	-523.53	44.54	209.55	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	968.22	-476.21	31.69	209.91	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	763.15	-435.07	23.05	210.27	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	621.32	-406.61	17.42	210.63	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	518.12	-385.91	13.56	210.99	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	440.14	-370.27	10.80	211.35	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	379.47	-358.09	8.76	211.71	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	331.15	-348.40	7.22	212.07	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	291.93	-340.53	6.03	212.43	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	261 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 26

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1665.80	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	416.39	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	185.03	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	104.06	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	66.59	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.24	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	33.96	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	26.00	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.54	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.63	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	419.23	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	104.33	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	46.16	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	25.85	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	262 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	16.47	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.39	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	16.46	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	12.54	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	9.87	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	7.96	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica	52.4380	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	52.4380	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Incremento sismico della spinta	7.0439	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.37	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	318.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]
Inerzia del muro	6.6636	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.3318	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.0960	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8.0480	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	82.2414	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	461.0562	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	144.2053	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1329.4223	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	461.0562	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	82.2414	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	468.3337	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.11	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13.5290	[kNm]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	263 di 596

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 9.22

**COMBINAZIONE n° 28**

Valore della spinta statica	52.4380	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	52.4380	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Incremento sismico della spinta	4.3881	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.10	[m]	Y = -3.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	318.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]
Inerzia del muro	6.6636	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.3318	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.0960	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8.0480	[kN]		
<b><u>Risultanti</u></b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	79.5856	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	438.2966	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	172.8490	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1296.6095	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	438.2966	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	79.5856	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]		
Risultante in fondazione	445.4635	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.29	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15.8106	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 7.50

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	264 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 29

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.49 Y[m]= 3.91

Raggio del cerchio R[m]= 9.84

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.21

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.51

Larghezza della striscia dx[m]= 0.63

Coefficiente di sicurezza C= 3.17

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	7.3743	61.82	6.5002	0.0131	38.00	0	0	---	---
2	20.4008	55.05	16.7209	0.0108	38.00	0	0	---	---
3	30.6072	49.06	23.1200	0.0094	38.00	0	0	---	---
4	38.9412	43.73	26.9197	0.0085	38.00	0	0	---	---
5	45.9031	38.85	28.7940	0.0079	38.00	0	0	---	---
6	51.7788	34.28	29.1673	0.0075	38.00	0	0	---	---
7	56.7493	29.96	28.3383	0.0071	37.91	0	0	---	---
8	62.6428	25.81	27.2766	0.0068	32.00	5	0	---	---
9	65.7082	21.81	24.4113	0.0066	32.00	5	0	---	---
10	68.1889	17.91	20.9748	0.0065	32.00	5	0	---	---
11	70.1561	14.10	17.0965	0.0064	32.00	5	0	---	---
12	71.6405	10.36	12.8803	0.0063	32.00	5	0	---	---
13	72.6640	6.66	8.4211	0.0062	32.00	5	0	---	---



Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	265 di 596

14	82.7805	2.98	4.3040	0.0062	32.00	5	0	---	---
15	34.2445	-0.68	-0.4077	0.0062	32.00	5	0	---	---
16	31.3411	-4.35	-2.3757	0.0062	32.00	5	0	---	---
17	29.8804	-8.03	-4.1743	0.0062	32.00	5	0	---	---
18	28.7082	-11.75	-5.8450	0.0063	32.00	5	0	---	---
19	27.0775	-15.52	-7.2434	0.0064	32.00	5	0	---	---
20	24.9656	-19.35	-8.2739	0.0065	32.00	5	0	---	---
21	22.3407	-23.29	-8.8319	0.0067	32.00	5	0	---	---
22	19.1157	-27.34	-8.7789	0.0069	32.00	5	0	---	---
23	14.7668	-31.55	-7.7258	0.0072	38.00	0	0	---	---
24	9.4758	-35.95	-5.5636	0.0076	38.00	0	0	---	---
25	3.2207	-40.63	-2.0971	0.0081	38.00	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 990.6727 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 213.6077 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 662.5723 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.99$$

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	266 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 30

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.49 Y[m]= 3.91

Raggio del cerchio R[m]= 9.84

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.21

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.51

Larghezza della striscia dx[m]= 0.63

Coefficiente di sicurezza C= 3.17

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	7.3743	61.82	6.5002	0.0131	38.00	0	0	---	---
2	20.4008	55.05	16.7209	0.0108	38.00	0	0	---	---
3	30.6072	49.06	23.1200	0.0094	38.00	0	0	---	---
4	38.9412	43.73	26.9197	0.0085	38.00	0	0	---	---
5	45.9031	38.85	28.7940	0.0079	38.00	0	0	---	---
6	51.7788	34.28	29.1673	0.0075	38.00	0	0	---	---
7	56.7493	29.96	28.3383	0.0071	37.91	0	0	---	---
8	62.6428	25.81	27.2766	0.0068	32.00	5	0	---	---
9	65.7082	21.81	24.4113	0.0066	32.00	5	0	---	---
10	68.1889	17.91	20.9748	0.0065	32.00	5	0	---	---
11	70.1561	14.10	17.0965	0.0064	32.00	5	0	---	---
12	71.6405	10.36	12.8803	0.0063	32.00	5	0	---	---
13	72.6640	6.66	8.4211	0.0062	32.00	5	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	267 di 596

14	82.7805	2.98	4.3040	0.0062	32.00	5	0	---	---
15	34.2445	-0.68	-0.4077	0.0062	32.00	5	0	---	---
16	31.3411	-4.35	-2.3757	0.0062	32.00	5	0	---	---
17	29.8804	-8.03	-4.1743	0.0062	32.00	5	0	---	---
18	28.7082	-11.75	-5.8450	0.0063	32.00	5	0	---	---
19	27.0775	-15.52	-7.2434	0.0064	32.00	5	0	---	---
20	24.9656	-19.35	-8.2739	0.0065	32.00	5	0	---	---
21	22.3407	-23.29	-8.8319	0.0067	32.00	5	0	---	---
22	19.1157	-27.34	-8.7789	0.0069	32.00	5	0	---	---
23	14.7668	-31.55	-7.7258	0.0072	38.00	0	0	---	---
24	9.4758	-35.95	-5.5636	0.0076	38.00	0	0	---	---
25	3.2207	-40.63	-2.0971	0.0081	38.00	0	0	---	---

$\Sigma W_i = 990.6727$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 213.6077$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 662.5723$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.99$

COMBINAZIONE n° 31

Valore della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Incremento sismico della spinta	3.8473	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	356.8405	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]
Inerzia del muro	4.4424	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.2212	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	12.0406	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-6.0203	[kN]		

Risultanti carichi esterni

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	268 di 596

Componente dir. X	0.03	[kN]
Componente dir. Y	1.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	103.8886	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	481.2554	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	481.2554	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	103.8886	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	492.3409	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.18	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	54.2633	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4994.9265	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	104.59	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	80.51	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.75$	$i_q = 0.75$	$i_\gamma = 0.38$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 29.29$	$N'_q = 18.23$	$N'_\gamma = 8.89$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.36
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.38

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 31

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0337
2	0.20	2.4710	0.0166	0.1580
3	0.40	3.9420	0.0753	0.4615
4	0.60	5.4131	0.2148	0.9680
5	0.80	6.8841	0.4760	1.6779
6	1.00	8.3551	0.8995	2.5910
7	1.20	9.8261	1.5260	3.7072
8	1.40	11.2971	2.3960	5.0266
9	1.60	12.7682	3.5502	6.5493
10	1.60	18.7882	3.9211	6.5468
11	1.81	21.3420	5.4726	8.3841
12	2.02	23.8959	7.4298	10.4411
13	2.23	26.4497	9.8384	12.7186
14	2.43	29.0036	12.7445	15.2165
15	2.64	31.5574	16.1939	17.9348
16	2.85	34.1113	20.2329	20.8823
17	3.06	36.6652	24.9187	24.1829
18	3.27	39.2190	30.3466	28.0065
19	3.47	41.7729	36.6129	32.1897
20	3.68	44.3267	43.7755	36.6103
21	3.89	46.8806	51.8835	41.2652
22	4.10	49.4344	60.9855	46.1529

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 31

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	270 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2794	6.9794
3	0.16	1.1159	13.9292
4	0.24	2.5073	20.8493
5	0.32	4.4510	27.7398
6	0.40	6.9448	34.6007
7	0.48	9.9863	41.4319
8	0.56	13.5731	48.2335
9	0.64	17.7029	55.0054
10	0.72	22.3732	61.7477
11	0.80	27.5817	68.4604

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 31

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-3.3442	-16.3292
3	0.78	-11.8910	-27.3835
4	1.17	-24.6117	-37.7334
5	1.56	-41.2315	-47.3789
6	1.95	-61.4757	-56.3200
7	2.34	-85.0153	-63.3508
8	2.73	-110.1947	-65.6572
9	3.12	-136.1363	-67.2592
10	3.51	-162.5653	-68.1568
11	3.90	-189.2071	-68.3501

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	271 di 596

Combinazione n° 31

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	4884.55	136.93	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4809.82	-32.39	1946.49	137.13	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4678.34	-89.37	1186.78	137.33	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4259.03	-169.04	786.81	137.53	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3360.87	-232.41	488.21	137.73	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2504.28	-269.62	299.73	137.93	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1646.42	-255.69	167.56	138.12	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1000.82	-212.26	88.59	138.32	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	627.14	-174.38	49.12	138.52	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3496.28	-729.68	186.09	208.25	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2698.77	-692.03	126.45	208.61	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2026.34	-630.04	84.80	208.97	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1522.76	-566.41	57.57	209.34	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1160.73	-510.04	40.02	209.70	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	902.18	-462.96	28.59	210.06	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	718.34	-426.08	21.06	210.42	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	588.64	-400.06	16.05	210.78	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	491.95	-380.66	12.54	211.14	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	417.20	-365.66	9.99	211.50	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	358.30	-353.85	8.08	211.86	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	311.19	-344.39	6.64	212.22	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	272.94	-336.72	5.52	212.58	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	272 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 31

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1275.46	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	319.32	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	142.12	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	80.06	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	51.31	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	35.68	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	26.25	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.13	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.93	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.92	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	106.55	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	29.97	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	14.48	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.64	252.51	--	--



Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	273 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.80	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.19	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	6.39	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	5.17	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	4.33	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	3.72	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 32

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Incremento sismico della spinta	6.6747	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	356.8405	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]
Inerzia del muro	4.4424	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.2212	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	12.0406	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	6.0203	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.03	[kN]
Componente dir. Y	1.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	106.7160	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	497.7383	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	497.7383	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	106.7160	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	509.0499	[kN]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	274 di 596

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	54.4573	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5023.8440	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	107.80	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	83.64	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.75$	$i_q = 0.75$	$i_\gamma = 0.39$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 29.36$	$N'_q = 18.27$	$N'_\gamma = 8.96$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.38
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.09

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 32

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0337
2	0.20	2.4710	0.0168	0.1602
3	0.40	3.9420	0.0766	0.4718
4	0.60	5.4131	0.2195	0.9926
5	0.80	6.8841	0.4876	1.7233
6	1.00	8.3551	0.9228	2.6636
7	1.20	9.8261	1.5671	3.8135
8	1.40	11.2971	2.4622	5.1730
9	1.60	12.7682	3.6502	6.7421
10	1.60	18.7882	4.0212	6.7396
11	1.81	21.3420	5.6185	8.6321
12	2.02	23.8959	7.6336	10.7512
13	2.23	26.4497	10.1139	13.0977
14	2.43	29.0036	13.1068	15.6717
15	2.64	31.5574	16.6596	18.4730
16	2.85	34.1113	20.8199	21.5106
17	3.06	36.6652	25.6469	24.9126
18	3.27	39.2190	31.2389	28.8540
19	3.47	41.7729	37.6951	33.1664
20	3.68	44.3267	45.0752	37.7236
21	3.89	46.8806	53.4300	42.5225
22	4.10	49.4344	62.8096	47.5615

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 32

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	276 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2897	7.2364
3	0.16	1.1570	14.4430
4	0.24	2.5997	21.6199
5	0.32	4.6154	28.7671
6	0.40	7.2017	35.8845
7	0.48	10.3561	42.9721
8	0.56	14.0764	50.0301
9	0.64	18.3602	57.0582
10	0.72	23.2050	64.0567
11	0.80	28.6084	71.0253

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 32

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-3.1062	-15.1085
3	0.78	-10.9386	-24.9395
4	1.17	-22.4672	-34.0637
5	1.56	-37.4164	-42.4810
6	1.95	-55.5105	-50.1914
7	2.34	-76.4195	-55.9889
8	2.73	-98.4869	-57.0595
9	3.12	-120.8340	-57.4231
10	3.51	-143.1851	-57.0799
11	3.90	-165.2644	-56.0298

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	277 di 596

Combinazione n° 32

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	4884.55	136.93	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4809.17	-32.67	1946.23	137.13	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4674.96	-90.83	1185.92	137.33	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4231.33	-171.60	781.69	137.53	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3316.81	-234.94	481.81	137.73	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2451.43	-270.76	293.41	137.93	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1581.52	-252.22	160.95	138.12	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	955.18	-208.18	84.55	138.32	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	597.89	-170.93	46.83	138.52	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3395.59	-726.75	180.73	208.25	--	--
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2603.03	-685.27	121.97	208.61	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1938.58	-619.28	81.13	208.97	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1452.77	-555.52	54.93	209.34	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1111.78	-502.41	38.33	209.70	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	861.50	-454.80	27.30	210.06	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	688.17	-420.02	20.17	210.42	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	565.21	-395.36	15.42	210.78	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	473.17	-376.89	12.06	211.14	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	401.79	-362.57	9.62	211.50	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	345.43	-351.26	7.79	211.86	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	300.25	-342.20	6.40	212.22	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	263.53	-334.83	5.33	212.58	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	278 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 32

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1230.20	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	307.97	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	137.06	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	77.20	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	49.48	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	34.41	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	25.31	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	19.41	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.36	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.46	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	114.71	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	32.58	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	15.86	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	9.52	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	279 di 596

6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	6.42	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.66	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	7.15	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	5.83	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	4.92	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	4.26	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 33

Valore della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.7873	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	356.8405	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]
Inerzia del muro	6.6636	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.3318	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	18.0608	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-9.0304	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.05	[kN]
Componente dir. Y	1.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	114.0870	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	477.1347	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	259.6489	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1422.2194	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	477.1347	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	114.0870	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	280 di 596

Risultante in fondazione	490.5847	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.45	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	77.9796	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.48			
--	------	--	--	--

**COMBINAZIONE n° 34**

Valore della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Incremento sismico della spinta	10.0220	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58.37	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	356.8405	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]
Inerzia del muro	6.6636	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.3318	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	18.0608	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	9.0304	[kN]		

**Risultanti carichi esterni**

Componente dir. X	0.05	[kN]		
Componente dir. Y	1.00	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	118.3216	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	501.8591	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	231.6117	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1458.1869	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	501.8591	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	118.3216	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.16	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]		
Risultante in fondazione	515.6186	[kN]		



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	281 di 596

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)

13.27 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione

78.2584 [kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

6.30

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	282 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 35

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.49 Y[m]= 4.40

Raggio del cerchio R[m]= 10.28

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.31

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.76

Larghezza della striscia dx[m]= 0.64

Coefficiente di sicurezza C= 2.66

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	25.3445	60.08	21.9663	0.0126	38.00	0	0	---	---
2	34.1320	53.86	27.5633	0.0107	38.00	0	0	---	---
3	39.5529	48.13	29.4539	0.0094	38.00	0	0	---	---
4	48.0183	42.99	32.7444	0.0086	38.00	0	0	---	---
5	63.7389	38.26	39.4684	0.0080	38.00	0	0	---	---
6	70.0647	33.82	38.9952	0.0076	38.00	0	0	---	---
7	75.1817	29.60	37.1340	0.0073	38.00	0	0	---	---
8	78.7900	25.55	33.9822	0.0070	33.43	4	0	---	---
9	75.6484	21.63	27.8907	0.0068	32.00	5	0	---	---
10	78.2263	17.82	23.9437	0.0066	32.00	5	0	---	---
11	78.1478	14.09	19.0276	0.0065	32.00	5	0	---	---
12	73.2202	10.42	13.2444	0.0064	32.00	5	0	---	---
13	74.3042	6.79	8.7894	0.0063	32.00	5	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	283 di 596

14	84.0434	3.19	4.6809	0.0063	32.00	5	0	---	---
15	39.1162	-0.40	-0.2698	0.0063	32.00	5	0	---	---
16	31.6440	-3.98	-2.1989	0.0063	32.00	5	0	---	---
17	30.0460	-7.59	-3.9686	0.0064	32.00	5	0	---	---
18	28.8805	-11.23	-5.6224	0.0064	32.00	5	0	---	---
19	27.2478	-14.91	-7.0102	0.0065	32.00	5	0	---	---
20	25.1262	-18.66	-8.0373	0.0067	32.00	5	0	---	---
21	22.4855	-22.49	-8.6004	0.0068	32.00	5	0	---	---
22	19.2184	-26.43	-8.5541	0.0070	32.00	5	0	---	---
23	14.8164	-30.51	-7.5227	0.0073	38.00	0	0	---	---
24	9.5102	-34.78	-5.4243	0.0077	38.00	0	0	---	---
25	3.2598	-39.27	-2.0636	0.0081	38.00	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 1149.7644 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 299.6123 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 781.2252 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.91$$

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	284 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 36

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 4.40

Raggio del cerchio R[m]= 10.07

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.50

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.02

Larghezza della striscia dx[m]= 0.62

Coefficiente di sicurezza C= 2.65

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	24.1143	59.62	20.8039	0.0120	38.00	0	0	---	---
2	35.9069	53.54	28.8798	0.0102	38.00	0	0	---	---
3	36.8822	47.93	27.3789	0.0091	38.00	0	0	---	---
4	44.6452	42.88	30.3804	0.0083	38.00	0	0	---	---
5	54.8089	38.22	33.9100	0.0077	38.00	0	0	---	---
6	65.4784	33.84	36.4674	0.0073	38.00	0	0	---	---
7	70.2599	29.68	34.7928	0.0070	38.00	0	0	---	---
8	74.4620	25.69	32.2776	0.0068	37.37	1	0	---	---
9	74.7199	21.82	27.7782	0.0066	32.00	5	0	---	---
10	73.2612	18.06	22.7152	0.0064	32.00	5	0	---	---
11	75.2111	14.38	18.6792	0.0063	32.00	5	0	---	---
12	72.9236	10.76	13.6118	0.0062	32.00	5	0	---	---
13	69.4397	7.18	8.6773	0.0061	32.00	5	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	285 di 596

14	70.0718	3.63	4.4332	0.0061	32.00	5	0	---	---
15	80.4182	0.09	0.1265	0.0061	32.00	5	0	---	---
16	30.4896	-3.45	-1.8331	0.0061	32.00	5	0	---	---
17	27.6936	-7.00	-3.3735	0.0061	32.00	5	0	---	---
18	25.9606	-10.57	-4.7641	0.0062	32.00	5	0	---	---
19	24.5203	-14.19	-6.0126	0.0063	32.00	5	0	---	---
20	22.6352	-17.87	-6.9470	0.0064	32.00	5	0	---	---
21	20.2795	-21.63	-7.4754	0.0065	32.00	5	0	---	---
22	17.2210	-25.49	-7.4107	0.0067	38.00	0	0	---	---
23	13.2115	-29.48	-6.5008	0.0070	38.00	0	0	---	---
24	8.4695	-33.63	-4.6903	0.0073	38.00	0	0	---	---
25	2.8956	-37.99	-1.7824	0.0077	38.00	0	0	---	---

$\Sigma W_i = 1115.9797$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 290.1224$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 766.1550$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.00$

COMBINAZIONE n° 37

Valore della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	356.8405	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.00	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	83.5246	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	489.4969	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	489.4969	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	83.5246	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.01	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	286 di 596

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	496.5718	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.68	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	6.8921	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5943.7606	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	95.66	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	92.60	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.80$	$i_q = 0.80$	$i_\gamma = 0.49$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.21$	$N'_q = 19.42$	$N'_\gamma = 11.27$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.14

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 37

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0046	0.0701
3	0.40	3.9420	0.0394	0.3079
4	0.60	5.4131	0.1405	0.7358
5	0.80	6.8841	0.3464	1.3543
6	1.00	8.3551	0.6949	2.1631
7	1.20	9.8261	1.2243	3.1622
8	1.40	11.2971	1.9725	4.3516
9	1.60	12.7682	2.9776	5.7313
10	1.60	18.7882	3.3486	5.7289
11	1.81	21.3420	4.7094	7.3691
12	2.02	23.8959	6.4333	9.2152
13	2.23	26.4497	8.5634	11.2677
14	2.43	29.0036	11.1425	13.5268
15	2.64	31.5574	14.2139	15.9924
16	2.85	34.1113	17.8206	18.6725
17	3.06	36.6652	22.0164	21.6835
18	3.27	39.2190	26.8906	25.1843
19	3.47	41.7729	32.5332	29.0221
20	3.68	44.3267	38.9985	33.0820
21	3.89	46.8806	46.3326	37.3616
22	4.10	49.4344	54.5810	41.8592

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 37

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	288 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2512	6.2782
3	0.16	1.0044	12.5527
4	0.24	2.2595	18.8234
5	0.32	4.0161	25.0903
6	0.40	6.2738	31.3535
7	0.48	9.0325	37.6129
8	0.56	12.2918	43.8686
9	0.64	16.0514	50.1204
10	0.72	20.3110	56.3686
11	0.80	25.0703	62.6129

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 37

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-2.4642	-11.9191
3	0.78	-8.5311	-19.1782
4	1.17	-17.4116	-26.3478
5	1.56	-29.0708	-33.4280
6	1.95	-43.4738	-40.4187
7	2.34	-60.5315	-46.1140
8	2.73	-78.8281	-47.6998
9	3.12	-97.7257	-49.1961
10	3.51	-117.1895	-50.6030
11	3.90	-137.1844	-51.9204

## Armature e tensioni nei materiali del muro



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	289 di 596

Combinazione n° 37

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	0	-108	-118
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	15	1	-151	-211
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	25	3	-149	-349
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	41	6	-77	-559
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	69	9	200	-900
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	120	14	1182	-1474
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	197	19	3241	-2273
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	300	25	6469	-3284
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	120	14	891	-1631
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	169	18	1913	-2249
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	231	23	3500	-3027
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	309	28	5717	-3969
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	401	34	8614	-5084
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	510	40	12246	-6384
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	637	47	16666	-7884
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	784	54	21948	-9605
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	953	63	28216	-11580
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1148	73	35599	-13843
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1370	83	44173	-16414
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1621	94	54005	-19310
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1902	105	65159	-22549

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 37

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	5	11	284	-56
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	19	22	1136	-223
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	43	33	2556	-501
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	76	44	4544	-890
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	119	55	7098	-1390
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	172	66	10219	-2001
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	234	77	13907	-2723
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	305	88	18161	-3556
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	386	99	22980	-4500
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	476	110	28365	-5555

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	47	-21	-546	2788
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	162	-34	-1890	9652
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	331	-46	-3858	19700
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	552	-59	-6441	32891
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	826	-71	-9632	49187

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	291 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1150	-81	-13411	68486
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1164	-84	-14639	45661
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1444	-86	-18149	56608
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1731	-89	-21764	67882
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2026	-91	-25477	79464

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 37

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione parametro

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fv}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.04	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.14	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.35	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-0.69	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.22	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-1.97	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-2.98	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-3.35	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-4.71	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-6.43	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-8.56	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-11.14	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-14.21	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-17.82	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-22.02	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-26.89	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-32.53	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-39.00	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-46.33	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	292 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-54.58	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.25	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.00	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.26	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	4.02	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	6.27	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	9.03	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	12.29	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	16.05	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	20.31	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	25.07	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-137.18	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-117.19	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-97.73	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-78.83	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-60.53	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-43.47	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-29.07	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-17.41	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-8.53	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-2.46	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 38

Valore della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	360.5405	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	293 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	83.5246	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	493.1969	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	493.1969	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	83.5246	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	500.2195	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.61	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4.6307	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5977.0464	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	95.87	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	93.82	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.80$	$i_q = 0.80$	$i_\gamma = 0.49$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.26$	$N'_q = 19.45$	$N'_\gamma = 11.34$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.01
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.12

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 38

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0074	0.1108
3	0.40	3.9420	0.0588	0.4373
4	0.60	5.4131	0.1954	0.9604
5	0.80	6.8841	0.4556	1.6741
6	1.00	8.3551	0.8777	2.5780
7	1.20	9.8261	1.4995	3.6723
8	1.40	11.2971	2.3593	4.9568
9	1.60	12.7682	3.4950	6.4317
10	1.60	18.7882	3.8644	6.4282
11	1.81	21.3420	5.3813	8.1676
12	2.02	23.8959	7.2819	10.1128
13	2.23	26.4497	9.6093	12.2645
14	2.43	29.0036	12.4064	14.6226
15	2.64	31.5574	15.7164	17.1873
16	2.85	34.1113	19.5821	19.9585
17	3.06	36.6652	24.0486	22.9818
18	3.27	39.2190	29.1901	26.4590
19	3.47	41.7729	35.0997	30.3153
20	3.68	44.3267	41.8372	34.4018
21	3.89	46.8806	49.4488	38.7047
22	4.10	49.4344	57.9791	43.2227

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 38

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	295 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2518	6.2956
3	0.16	1.0072	12.5887
4	0.24	2.2660	18.8793
5	0.32	4.0279	25.1673
6	0.40	6.2927	31.4528
7	0.48	9.0602	37.7358
8	0.56	12.3303	44.0163
9	0.64	16.1028	50.2942
10	0.72	20.3773	56.5696
11	0.80	25.1538	62.8425

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 38

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-2.3739	-11.4606
3	0.78	-8.1773	-18.2905
4	1.17	-16.6327	-25.0603
5	1.56	-27.7165	-31.7701
6	1.95	-41.4055	-38.4197
7	2.34	-57.6299	-43.9832
8	2.73	-75.1916	-46.0666
9	3.12	-93.5541	-48.0899
10	3.51	-112.6939	-50.0531
11	3.90	-132.5876	-51.9561

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	296 di 596

Combinazione n° 38

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	0	-106	-120
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	16	2	-138	-224
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	28	4	-112	-387
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	48	7	12	-640
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	86	11	567	-1083
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	149	16	2060	-1760
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	237	22	4673	-2647
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	352	28	8480	-3757
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	138	16	1385	-1856
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	193	20	2684	-2545
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	262	25	4573	-3393
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	346	31	7109	-4407
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	446	37	10346	-5601
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	563	43	14339	-6987
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	698	50	19146	-8581
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	854	58	24829	-10401
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1031	66	31491	-12473
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1235	76	39265	-14833
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1466	86	48238	-17503
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1726	97	58474	-20502
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2016	108	70039	-23845



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	297 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 38

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	5	11	285	-56
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	19	22	1140	-223
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	43	33	2564	-502
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	77	44	4557	-892
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	120	55	7120	-1394
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	172	66	10251	-2007
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	234	77	13951	-2732
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	306	88	18219	-3568
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	387	99	23055	-4515
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	478	110	28459	-5573

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	45	-20	-526	2686
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	155	-32	-1812	9252
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	316	-44	-3685	18818
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	527	-56	-6141	31359
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	787	-67	-9174	46847

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	298 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1095	-77	-12768	65203
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1111	-81	-13964	43555
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1382	-84	-17374	54191
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1665	-88	-20929	65278
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1959	-91	-24623	76801

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 38

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.06	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.20	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.46	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-0.88	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.50	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-2.36	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-3.49	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-3.86	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-5.38	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-7.28	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-9.61	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-12.41	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-15.72	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-19.58	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-24.05	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-29.19	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-35.10	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-41.84	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-49.45	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	299 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-57.98	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.25	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.01	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.27	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	4.03	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	6.29	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	9.06	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	12.33	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	16.10	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	20.38	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	25.15	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-132.59	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-112.69	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-93.55	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-75.19	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-57.63	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-41.41	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-27.72	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-16.63	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-8.18	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-2.37	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 39

Valore della spinta statica	114.3398	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	114.3398	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	365.9815	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	300 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	114.3398	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	498.6379	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	498.6379	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	114.3398	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	511.5792	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.91	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	74.0222	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4727.1154	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	112.32	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	79.47	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.73$	$i_q = 0.73$	$i_\gamma = 0.36$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.75$	$N'_q = 17.89$	$N'_\gamma = 8.24$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.48

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 39

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0046	0.0701
3	0.40	3.9420	0.0394	0.3079
4	0.60	5.4131	0.1405	0.7358
5	0.80	6.8841	0.3464	1.3543
6	1.00	8.3551	0.6949	2.1631
7	1.20	9.8261	1.2243	3.1622
8	1.40	11.2971	1.9725	4.3516
9	1.60	12.7682	2.9776	5.7313
10	1.60	18.7882	3.3486	5.7289
11	1.81	21.3420	4.7094	7.3691
12	2.02	23.8959	6.4333	9.2152
13	2.23	26.4497	8.5634	11.2677
14	2.43	29.0036	11.1425	13.5268
15	2.64	31.5574	14.2139	15.9924
16	2.85	34.1113	17.8206	18.6725
17	3.06	36.6652	22.0164	21.6835
18	3.27	39.2190	26.8906	25.1843
19	3.47	41.7729	32.5332	29.0221
20	3.68	44.3267	38.9985	33.0820
21	3.89	46.8806	46.3326	37.3616
22	4.10	49.4344	54.5810	41.8592

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 39

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	302 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3040	7.5922
3	0.16	1.2137	15.1439
4	0.24	2.7259	22.6553
5	0.32	4.8374	30.1262
6	0.40	7.5450	37.5566
7	0.48	10.8454	44.9467
8	0.56	14.7354	52.2963
9	0.64	19.2117	59.6054
10	0.72	24.2712	66.8742
11	0.80	29.9105	74.1025

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 39

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-5.4635	-25.7481
3	0.78	-17.6962	-36.8239
4	1.17	-34.0612	-46.9388
5	1.56	-54.1836	-56.0929
6	1.95	-77.6887	-64.2860
7	2.34	-104.1475	-70.3123
8	2.73	-131.8044	-71.3578
9	3.12	-159.6817	-71.4424
10	3.51	-187.4046	-70.5661
11	3.90	-214.5983	-68.7290

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	303 di 596

Combinazione n° 39

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	0	-108	-118
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	15	1	-151	-211
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	25	3	-149	-349
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	41	6	-77	-559
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	69	9	200	-900
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	120	14	1182	-1474
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	197	19	3241	-2273
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	300	25	6469	-3284
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	120	14	891	-1631
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	169	18	1913	-2249
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	231	23	3500	-3027
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	309	28	5717	-3969
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	401	34	8614	-5084
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	510	40	12246	-6384
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	637	47	16666	-7884
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	784	54	21948	-9605
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	953	63	28216	-11580
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1148	73	35599	-13843
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1370	83	44173	-16414
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1621	94	54005	-19310
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1902	105	65159	-22549

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 39

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	6	13	344	-67
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	23	27	1373	-269
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	52	40	3084	-604
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	92	53	5473	-1072
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	143	66	8536	-1672
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	206	79	12271	-2403
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	280	92	16672	-3265
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	365	105	21736	-4257
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	461	117	27461	-5377
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	568	130	33841	-6627

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	104	-45	-1210	6181
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	336	-65	-3921	20022
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	647	-82	-7547	38537
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1029	-98	-12005	61304
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1476	-113	-17213	87898



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	305 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1979	-123	-23075	117833
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1947	-125	-24478	76348
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2359	-125	-29655	92496
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2768	-124	-34804	108554
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3170	-121	-39854	124306

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 39

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione parametro

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.04	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.14	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.35	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-0.69	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.22	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-1.97	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-2.98	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-3.35	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-4.71	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-6.43	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-8.56	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-11.14	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-14.21	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-17.82	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-22.02	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-26.89	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-32.53	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-39.00	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-46.33	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	306 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-54.58	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.30	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.21	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.73	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	4.84	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	7.55	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	10.85	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	14.74	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	19.21	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	24.27	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	29.91	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-214.60	0.0450	0.07633	0.000058
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-187.40	0.0351	0.07633	0.000046
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-159.68	0.0269	0.07633	0.000035
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-131.80	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-104.15	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-77.69	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-54.18	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-34.06	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-17.70	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-5.46	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 40

Valore della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	356.8405	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	307 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	83.5246	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	489.4969	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	489.4969	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	83.5246	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	496.5718	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.68	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	6.8921	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5943.7606	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	95.66	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	92.60	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.80$	$i_q = 0.80$	$i_\gamma = 0.49$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.21$	$N'_q = 19.42$	$N'_\gamma = 11.27$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.14

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 40

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0046	0.0701
3	0.40	3.9420	0.0394	0.3079
4	0.60	5.4131	0.1405	0.7358
5	0.80	6.8841	0.3464	1.3543
6	1.00	8.3551	0.6949	2.1631
7	1.20	9.8261	1.2243	3.1622
8	1.40	11.2971	1.9725	4.3516
9	1.60	12.7682	2.9776	5.7313
10	1.60	18.7882	3.3486	5.7289
11	1.81	21.3420	4.7094	7.3691
12	2.02	23.8959	6.4333	9.2152
13	2.23	26.4497	8.5634	11.2677
14	2.43	29.0036	11.1425	13.5268
15	2.64	31.5574	14.2139	15.9924
16	2.85	34.1113	17.8206	18.6725
17	3.06	36.6652	22.0164	21.6835
18	3.27	39.2190	26.8906	25.1843
19	3.47	41.7729	32.5332	29.0221
20	3.68	44.3267	38.9985	33.0820
21	3.89	46.8806	46.3326	37.3616
22	4.10	49.4344	54.5810	41.8592

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 40

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	309 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2512	6.2782
3	0.16	1.0044	12.5527
4	0.24	2.2595	18.8234
5	0.32	4.0161	25.0903
6	0.40	6.2738	31.3535
7	0.48	9.0325	37.6129
8	0.56	12.2918	43.8686
9	0.64	16.0514	50.1204
10	0.72	20.3110	56.3686
11	0.80	25.0703	62.6129

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 40

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-2.4642	-11.9191
3	0.78	-8.5311	-19.1782
4	1.17	-17.4116	-26.3478
5	1.56	-29.0708	-33.4280
6	1.95	-43.4738	-40.4187
7	2.34	-60.5315	-46.1140
8	2.73	-78.8281	-47.6998
9	3.12	-97.7257	-49.1961
10	3.51	-117.1895	-50.6030
11	3.90	-137.1844	-51.9204

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	310 di 596

Combinazione n° 40

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	0	-108	-118
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	15	1	-151	-211
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	25	3	-149	-349
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	41	6	-77	-559
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	69	9	200	-900
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	120	14	1182	-1474
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	197	19	3241	-2273
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	300	25	6469	-3284
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	120	14	891	-1631
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	169	18	1913	-2249
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	231	23	3500	-3027
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	309	28	5717	-3969
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	401	34	8614	-5084
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	510	40	12246	-6384
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	637	47	16666	-7884
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	784	54	21948	-9605
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	953	63	28216	-11580
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1148	73	35599	-13843
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1370	83	44173	-16414
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1621	94	54005	-19310
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1902	105	65159	-22549

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	311 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 40

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	5	11	284	-56
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	19	22	1136	-223
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	43	33	2556	-501
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	76	44	4544	-890
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	119	55	7098	-1390
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	172	66	10219	-2001
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	234	77	13907	-2723
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	305	88	18161	-3556
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	386	99	22980	-4500
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	476	110	28365	-5555

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	47	-21	-546	2788
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	162	-34	-1890	9652
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	331	-46	-3858	19700
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	552	-59	-6441	32891
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	826	-71	-9632	49187

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	312 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1150	-81	-13411	68486
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1164	-84	-14639	45661
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1444	-86	-18149	56608
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1731	-89	-21764	67882
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2026	-91	-25477	79464

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 40

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.04	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.14	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.35	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-0.69	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.22	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-1.97	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-2.98	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-3.35	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-4.71	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-6.43	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-8.56	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-11.14	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-14.21	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-17.82	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-22.02	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-26.89	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-32.53	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-39.00	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-46.33	0.0000	0.00000	0.000000



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	313 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-54.58	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.25	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.00	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.26	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	4.02	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	6.27	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	9.03	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	12.29	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	16.05	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	20.31	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	25.07	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-137.18	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-117.19	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-97.73	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-78.83	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-60.53	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-43.47	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-29.07	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-17.41	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-8.53	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-2.46	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 41

Valore della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	83.5246	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	356.8405	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	314 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	83.5246	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	489.4969	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	489.4969	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	83.5246	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	496.5718	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.68	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	6.8921	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5943.7606	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	95.66	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	92.60	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.80$	$i_q = 0.80$	$i_\gamma = 0.49$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.21$	$N'_q = 19.42$	$N'_\gamma = 11.27$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.14

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	315 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 41

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0046	0.0701
3	0.40	3.9420	0.0394	0.3079
4	0.60	5.4131	0.1405	0.7358
5	0.80	6.8841	0.3464	1.3543
6	1.00	8.3551	0.6949	2.1631
7	1.20	9.8261	1.2243	3.1622
8	1.40	11.2971	1.9725	4.3516
9	1.60	12.7682	2.9776	5.7313
10	1.60	18.7882	3.3486	5.7289
11	1.81	21.3420	4.7094	7.3691
12	2.02	23.8959	6.4333	9.2152
13	2.23	26.4497	8.5634	11.2677
14	2.43	29.0036	11.1425	13.5268
15	2.64	31.5574	14.2139	15.9924
16	2.85	34.1113	17.8206	18.6725
17	3.06	36.6652	22.0164	21.6835
18	3.27	39.2190	26.8906	25.1843
19	3.47	41.7729	32.5332	29.0221
20	3.68	44.3267	38.9985	33.0820
21	3.89	46.8806	46.3326	37.3616
22	4.10	49.4344	54.5810	41.8592

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 41

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	316 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2512	6.2782
3	0.16	1.0044	12.5527
4	0.24	2.2595	18.8234
5	0.32	4.0161	25.0903
6	0.40	6.2738	31.3535
7	0.48	9.0325	37.6129
8	0.56	12.2918	43.8686
9	0.64	16.0514	50.1204
10	0.72	20.3110	56.3686
11	0.80	25.0703	62.6129

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 41

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-2.4642	-11.9191
3	0.78	-8.5311	-19.1782
4	1.17	-17.4116	-26.3478
5	1.56	-29.0708	-33.4280
6	1.95	-43.4738	-40.4187
7	2.34	-60.5315	-46.1140
8	2.73	-78.8281	-47.6998
9	3.12	-97.7257	-49.1961
10	3.51	-117.1895	-50.6030
11	3.90	-137.1844	-51.9204

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	317 di 596

Combinazione n° 41

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	0	-108	-118
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	15	1	-151	-211
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	25	3	-149	-349
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	41	6	-77	-559
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	69	9	200	-900
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	120	14	1182	-1474
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	197	19	3241	-2273
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	300	25	6469	-3284
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	120	14	891	-1631
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	169	18	1913	-2249
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	231	23	3500	-3027
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	309	28	5717	-3969
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	401	34	8614	-5084
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	510	40	12246	-6384
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	637	47	16666	-7884
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	784	54	21948	-9605
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	953	63	28216	-11580
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1148	73	35599	-13843
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1370	83	44173	-16414
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1621	94	54005	-19310
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1902	105	65159	-22549

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	318 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 41

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	5	11	284	-56
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	19	22	1136	-223
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	43	33	2556	-501
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	76	44	4544	-890
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	119	55	7098	-1390
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	172	66	10219	-2001
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	234	77	13907	-2723
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	305	88	18161	-3556
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	386	99	22980	-4500
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	476	110	28365	-5555

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	47	-21	-546	2788
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	162	-34	-1890	9652
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	331	-46	-3858	19700
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	552	-59	-6441	32891
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	826	-71	-9632	49187

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	319 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1150	-81	-13411	68486
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1164	-84	-14639	45661
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1444	-86	-18149	56608
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	1731	-89	-21764	67882
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2026	-91	-25477	79464

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 41

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fv}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.04	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.14	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.35	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-0.69	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.22	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-1.97	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-2.98	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-3.35	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-4.71	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-6.43	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-8.56	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-11.14	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-14.21	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-17.82	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-22.02	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-26.89	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-32.53	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-39.00	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-46.33	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	320 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-54.58	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.25	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.00	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.26	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	4.02	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	6.27	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	9.03	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	12.29	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	16.05	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	20.31	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	25.07	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-137.18	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-117.19	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-97.73	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-78.83	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-60.53	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-43.47	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-29.07	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-17.41	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-8.53	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-2.46	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 42

Valore della spinta statica	129.7474	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	129.7474	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.75	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	377.9520	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	321 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	129.7474	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	510.6084	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	510.6084	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	129.7474	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	526.8352	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.26	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	103.0644	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4287.6878	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	121.06	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	75.32	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.71$	$i_q = 0.71$	$i_\gamma = 0.31$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.75$	$N'_q = 17.27$	$N'_\gamma = 7.12$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.01
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.40

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 42

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0122	0.1647
3	0.40	3.9420	0.0828	0.5800
4	0.60	5.4131	0.2574	1.1983
5	0.80	6.8841	0.5748	2.0071
6	1.00	8.3551	1.0730	3.0062
7	1.20	9.8261	1.7900	4.1956
8	1.40	11.2971	2.7639	5.5753
9	1.60	12.7682	4.0328	7.1454
10	1.60	18.7882	4.3950	7.1371
11	1.81	21.3420	6.0698	8.9756
12	2.02	23.8959	8.1491	11.0199
13	2.23	26.4497	10.6758	13.2707
14	2.43	29.0036	13.6929	15.7280
15	2.64	31.5574	17.2435	18.3918
16	2.85	34.1113	21.3705	21.2621
17	3.06	36.6652	26.1179	24.3591
18	3.27	39.2190	31.5445	27.8109
19	3.47	41.7729	37.7338	31.6624
20	3.68	44.3267	44.7545	35.7719
21	3.89	46.8806	52.6536	40.0949
22	4.10	49.4344	61.4755	44.6305

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 42

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	323 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3317	8.2840
3	0.16	1.3239	16.5116
4	0.24	2.9721	24.6830
5	0.32	5.2717	32.7981
6	0.40	8.2183	40.8569
7	0.48	11.8073	48.8593
8	0.56	16.0343	56.8055
9	0.64	20.8947	64.6954
10	0.72	26.3840	72.5291
11	0.80	32.4978	80.3064

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 42

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-6.7823	-31.7456
3	0.78	-21.5711	-43.8714
4	1.17	-40.8281	-54.6593
5	1.56	-64.0315	-64.1094
6	1.95	-90.6595	-72.2216
7	2.34	-120.1523	-78.1499
8	2.73	-151.0195	-79.9204
9	3.12	-182.3163	-80.3530
10	3.51	-213.5209	-79.4478
11	3.90	-244.1117	-77.2048

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	324 di 596

Combinazione n° 42

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	1	-103	-124
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	17	3	-122	-241
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	32	5	-70	-429
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	57	9	169	-744
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	106	13	1100	-1287
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	179	18	3089	-2050
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	279	24	6223	-3025
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	406	31	10601	-4238
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	158	18	1963	-2090
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	219	22	3530	-2844
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	294	28	5710	-3760
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	384	33	8558	-4847
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	491	39	12129	-6121
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	616	46	16483	-7594
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	760	53	21676	-9284
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	924	61	27771	-11206
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1111	70	34851	-13383
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1324	79	43034	-15846
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1564	90	52419	-18620
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1834	100	63074	-21725
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2134	112	75062	-25176

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	325 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 42

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	6	15	375	-73
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	25	29	1498	-293
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	56	43	3363	-658
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	100	58	5964	-1168
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	156	72	9298	-1821
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	224	86	13359	-2616
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	305	100	18141	-3553
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	397	114	23640	-4629
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	501	127	29851	-5846
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	617	141	36768	-7200

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	129	-56	-1503	7674
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	410	-77	-4779	24406
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	776	-96	-9046	46193
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1217	-113	-14187	72446
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1722	-127	-20086	102573

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	326 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	2283	-137	-26621	135941
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2231	-140	-28046	87478
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2693	-141	-33859	105607
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3154	-140	-39654	123682
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3606	-136	-45335	141402

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 42

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fv}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.08	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.26	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.57	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-1.07	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.79	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-2.76	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-4.03	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-4.39	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-6.07	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-8.15	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-10.68	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-13.69	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-17.24	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-21.37	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-26.12	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-31.54	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-37.73	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-44.75	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-52.65	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	327 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-61.48	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.33	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.32	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.97	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	5.27	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	8.22	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	11.81	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	16.03	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	20.89	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	26.38	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	32.50	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-244.11	0.0551	0.07633	0.000072
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-213.52	0.0446	0.07633	0.000058
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-182.32	0.0332	0.07633	0.000043
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-151.02	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-120.15	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-90.66	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-64.03	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-40.83	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-21.57	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-6.78	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 43

Valore della spinta statica	145.1550	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	145.1550	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.72	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	380.6725	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	328 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	145.1550	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	513.3289	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	513.3289	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	145.1550	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	533.4571	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.79	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	137.7601	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3818.0104	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	129.29	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	68.15	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.68$	$i_q = 0.68$	$i_\gamma = 0.26$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.64$	$N'_q = 16.58$	$N'_\gamma = 5.95$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.80
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.44



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 43

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0098	0.1377
3	0.40	3.9420	0.0708	0.5086
4	0.60	5.4131	0.2264	1.0794
5	0.80	6.8841	0.5152	1.8406
6	1.00	8.3551	0.9753	2.7921
7	1.20	9.8261	1.6447	3.9339
8	1.40	11.2971	2.5616	5.2661
9	1.60	12.7682	3.7639	6.7885
10	1.60	18.7882	4.1260	6.7803
11	1.81	21.3420	5.7214	8.5692
12	2.02	23.8959	7.7108	10.5640
13	2.23	26.4497	10.1374	12.7652
14	2.43	29.0036	13.0440	15.1729
15	2.64	31.5574	16.4738	17.7872
16	2.85	34.1113	20.4697	20.6079
17	3.06	36.6652	25.0761	23.6672
18	3.27	39.2190	30.3591	27.1281
19	3.47	41.7729	36.4069	30.9808
20	3.68	44.3267	43.2844	35.0793
21	3.89	46.8806	51.0382	39.3927
22	4.10	49.4344	59.7128	43.9198

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 43

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	330 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3578	8.9322
3	0.16	1.4272	17.7892
4	0.24	3.2021	26.5710
5	0.32	5.6765	35.2775
6	0.40	8.8445	43.9087
7	0.48	12.6999	52.4648
8	0.56	17.2368	60.9455
9	0.64	22.4492	69.3511
10	0.72	28.3310	77.6813
11	0.80	34.8762	85.9364

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 43

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-8.3271	-38.8894
3	0.78	-26.3306	-53.1381
4	1.17	-49.5424	-65.5985
5	1.56	-77.2650	-76.2708
6	1.95	-108.8011	-85.1547
7	2.34	-143.4111	-91.3145
8	2.73	-179.3259	-92.5660
9	3.12	-215.3801	-92.0293
10	3.51	-250.8763	-89.7043
11	3.90	-285.1170	-85.5912

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	331 di 596

Combinazione n° 43

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	1	-105	-122
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	16	2	-130	-232
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	30	5	-91	-408
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	52	8	81	-690
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	96	12	818	-1185
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	164	17	2565	-1906
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	258	23	5443	-2837
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	379	30	9538	-3999
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	148	17	1663	-1971
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	206	21	3096	-2693
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	278	26	5131	-3575
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	365	32	7823	-4626
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	468	38	11228	-5859
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	589	45	15401	-7289
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	729	52	20401	-8931
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	889	59	26289	-10801
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1071	68	33158	-12925
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1279	78	41135	-15336
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1515	88	50311	-18058
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1779	99	60755	-21109
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2075	110	72529	-24505

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	332 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 43

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	7	16	405	-79
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	27	31	1615	-316
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	61	47	3623	-709
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	108	62	6422	-1258
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	168	77	10007	-1960
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	241	92	14369	-2814
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	327	107	19502	-3819
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	427	122	25399	-4974
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	538	136	32054	-6277
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	663	151	39459	-7727

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	158	-68	-1845	9421
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	500	-93	-5834	29791
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	941	-115	-10977	56053
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1468	-134	-17119	87418
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	2067	-150	-24106	123099

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	333 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	2725	-160	-31774	162257
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2649	-163	-33303	103875
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3181	-162	-39999	124759
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3706	-158	-46591	145320
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	4212	-150	-52950	165154

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 43

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.07	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.23	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.52	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-0.98	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.64	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-2.56	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-3.76	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-4.13	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-5.72	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-7.71	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-10.14	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-13.04	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-16.47	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-20.47	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-25.08	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-30.36	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-36.41	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-43.28	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-51.04	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	334 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-59.71	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.36	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.43	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	3.20	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	5.68	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	8.84	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	12.70	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	17.24	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	22.45	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	28.33	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	34.88	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-285.12	0.0686	0.07633	0.000089
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-250.88	0.0574	0.07633	0.000074
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-215.38	0.0452	0.07633	0.000059
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-179.33	0.0320	0.07633	0.000042
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-143.41	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-108.80	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-77.26	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-49.54	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-26.33	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-8.33	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 44

Valore della spinta statica	129.7474	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	129.7474	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.75	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	335 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	129.7474	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	508.7584	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	508.7584	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	129.7474	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	525.0423	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	104.1951	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4270.3207	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	120.96	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	74.72	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.71$	$i_q = 0.71$	$i_\gamma = 0.31$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.72$	$N'_q = 17.25$	$N'_\gamma = 7.08$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.00
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.39

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 44

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0098	0.1377
3	0.40	3.9420	0.0708	0.5086
4	0.60	5.4131	0.2264	1.0794
5	0.80	6.8841	0.5152	1.8406
6	1.00	8.3551	0.9753	2.7921
7	1.20	9.8261	1.6447	3.9339
8	1.40	11.2971	2.5616	5.2661
9	1.60	12.7682	3.7639	6.7885
10	1.60	18.7882	4.1260	6.7803
11	1.81	21.3420	5.7214	8.5692
12	2.02	23.8959	7.7108	10.5640
13	2.23	26.4497	10.1374	12.7652
14	2.43	29.0036	13.0440	15.1729
15	2.64	31.5574	16.4738	17.7872
16	2.85	34.1113	20.4697	20.6079
17	3.06	36.6652	25.0761	23.6672
18	3.27	39.2190	30.3591	27.1281
19	3.47	41.7729	36.4069	30.9808
20	3.68	44.3267	43.2844	35.0793
21	3.89	46.8806	51.0382	39.3927
22	4.10	49.4344	59.7128	43.9198

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 44

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



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	337 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3314	8.2753
3	0.16	1.3225	16.4936
4	0.24	2.9688	24.6550
5	0.32	5.2658	32.7596
6	0.40	8.2089	40.8072
7	0.48	11.7934	48.7979
8	0.56	16.0150	56.7317
9	0.64	20.8690	64.6086
10	0.72	26.3509	72.4285
11	0.80	32.4560	80.1916

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 44

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-6.8275	-31.9749
3	0.78	-21.7480	-44.3152
4	1.17	-41.2176	-55.3031
5	1.56	-64.7086	-64.9383
6	1.95	-91.6936	-73.2211
7	2.34	-121.6031	-79.2153
8	2.73	-152.8378	-80.7370
9	3.12	-184.4021	-80.9062
10	3.51	-215.7687	-79.7228
11	3.90	-246.4101	-77.1869

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	338 di 596

Combinazione n° 44

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	1	-105	-122
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	16	2	-130	-232
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	30	5	-91	-408
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	52	8	81	-690
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	96	12	818	-1185
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	164	17	2565	-1906
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	258	23	5443	-2837
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	379	30	9538	-3999
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	148	17	1663	-1971
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	206	21	3096	-2693
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	278	26	5131	-3575
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	365	32	7823	-4626
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	468	38	11228	-5859
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	589	45	15401	-7289
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	729	52	20401	-8931
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	889	59	26289	-10801
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1071	68	33158	-12925
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1279	78	41135	-15336
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1515	88	50311	-18058
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1779	99	60755	-21109
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2075	110	72529	-24505

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	339 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 44

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	6	15	375	-73
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	25	29	1496	-293
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	56	43	3359	-658
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	100	58	5958	-1167
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	156	72	9288	-1819
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	224	86	13343	-2613
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	304	100	18120	-3548
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	396	113	23611	-4624
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	501	127	29814	-5838
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	617	141	36721	-7191

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	130	-56	-1513	7725
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	413	-78	-4818	24606
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	783	-97	-9132	46634
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1229	-114	-14337	73212
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1742	-129	-20316	103743

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	340 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	2310	-139	-26942	137583
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2258	-142	-28384	88531
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2724	-142	-34246	106815
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3187	-140	-40071	124984
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3640	-136	-45762	142733

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 44

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.07	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.23	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.52	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-0.98	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.64	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-2.56	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-3.76	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-4.13	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-5.72	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-7.71	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-10.14	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-13.04	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-16.47	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-20.47	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-25.08	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-30.36	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-36.41	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-43.28	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-51.04	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	341 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-59.71	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.33	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.32	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.97	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	5.27	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	8.21	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	11.79	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	16.02	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	20.87	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	26.35	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	32.46	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-246.41	0.0559	0.07633	0.000073
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-215.77	0.0454	0.07633	0.000059
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-184.40	0.0339	0.07633	0.000044
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-152.84	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-121.60	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-91.69	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-64.71	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-41.22	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-21.75	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-6.83	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 45

Valore della spinta statica	129.7474	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	129.7474	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.10	[m]	Y = -2.75	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.11	[m]	Y = -2.08	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	342 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	129.7474	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	508.7584	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	508.7584	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	129.7474	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Risultante in fondazione	525.0423	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	104.1951	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4270.3207	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	120.96	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	74.72	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.71$	$i_q = 0.71$	$i_\gamma = 0.31$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.72$	$N'_q = 17.25$	$N'_\gamma = 7.08$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.00
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.39

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 45

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	0.0098	0.1377
3	0.40	3.9420	0.0708	0.5086
4	0.60	5.4131	0.2264	1.0794
5	0.80	6.8841	0.5152	1.8406
6	1.00	8.3551	0.9753	2.7921
7	1.20	9.8261	1.6447	3.9339
8	1.40	11.2971	2.5616	5.2661
9	1.60	12.7682	3.7639	6.7885
10	1.60	18.7882	4.1260	6.7803
11	1.81	21.3420	5.7214	8.5692
12	2.02	23.8959	7.7108	10.5640
13	2.23	26.4497	10.1374	12.7652
14	2.43	29.0036	13.0440	15.1729
15	2.64	31.5574	16.4738	17.7872
16	2.85	34.1113	20.4697	20.6079
17	3.06	36.6652	25.0761	23.6672
18	3.27	39.2190	30.3591	27.1281
19	3.47	41.7729	36.4069	30.9808
20	3.68	44.3267	43.2844	35.0793
21	3.89	46.8806	51.0382	39.3927
22	4.10	49.4344	59.7128	43.9198

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 45

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	344 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3314	8.2753
3	0.16	1.3225	16.4936
4	0.24	2.9688	24.6550
5	0.32	5.2658	32.7596
6	0.40	8.2089	40.8072
7	0.48	11.7934	48.7979
8	0.56	16.0150	56.7317
9	0.64	20.8690	64.6086
10	0.72	26.3509	72.4285
11	0.80	32.4560	80.1916

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 45

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.39	-6.8275	-31.9749
3	0.78	-21.7480	-44.3152
4	1.17	-41.2176	-55.3031
5	1.56	-64.7086	-64.9383
6	1.95	-91.6936	-73.2211
7	2.34	-121.6031	-79.2153
8	2.73	-152.8378	-80.7370
9	3.12	-184.4021	-80.9062
10	3.51	-215.7687	-79.7228
11	3.90	-246.4101	-77.1869

## Armature e tensioni nei materiali del muro



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	345 di 596

Combinazione n° 45

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	1	-105	-122
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	16	2	-130	-232
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	30	5	-91	-408
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	52	8	81	-690
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	96	12	818	-1185
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	164	17	2565	-1906
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	258	23	5443	-2837
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	379	30	9538	-3999
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	148	17	1663	-1971
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	206	21	3096	-2693
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	278	26	5131	-3575
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	365	32	7823	-4626
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	468	38	11228	-5859
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	589	45	15401	-7289
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	729	52	20401	-8931
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	889	59	26289	-10801
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1071	68	33158	-12925
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1279	78	41135	-15336
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1515	88	50311	-18058
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1779	99	60755	-21109
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2075	110	72529	-24505

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	346 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 45

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	6	15	375	-73
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	25	29	1496	-293
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	56	43	3359	-658
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	100	58	5958	-1167
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	156	72	9288	-1819
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	224	86	13343	-2613
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	304	100	18120	-3548
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	396	113	23611	-4624
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	501	127	29814	-5838
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	617	141	36721	-7191

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	130	-56	-1513	7725
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	413	-78	-4818	24606
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	783	-97	-9132	46634
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1229	-114	-14337	73212
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1742	-129	-20316	103743

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	347 di 596

7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	2310	-139	-26942	137583
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2258	-142	-28384	88531
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2724	-142	-34246	106815
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3187	-140	-40071	124984
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3640	-136	-45762	142733

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 45

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fv}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fv}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.20	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.40	0.001005	0.000804	-27.47	-0.07	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.60	0.001005	0.000804	-27.47	-0.23	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.80	0.001005	0.000804	-27.47	-0.52	0.0000	0.00000	0.000000
6	1.00	0.001005	0.000804	-27.47	-0.98	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.64	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.40	0.001005	0.000804	-27.47	-2.56	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.60	0.001005	0.000804	-27.47	-3.76	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.60	0.001608	0.000804	-76.92	-4.13	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.81	0.001608	0.000804	-76.92	-5.72	0.0000	0.00000	0.000000
12	2.02	0.001608	0.000804	-76.92	-7.71	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.23	0.001608	0.000804	-76.92	-10.14	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.43	0.001608	0.000804	-76.92	-13.04	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.64	0.001608	0.000804	-76.92	-16.47	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.85	0.001608	0.000804	-76.92	-20.47	0.0000	0.00000	0.000000
17	3.06	0.001608	0.000804	-76.92	-25.08	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.27	0.001608	0.000804	-76.92	-30.36	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.47	0.001608	0.000804	-76.92	-36.41	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.68	0.001608	0.000804	-76.92	-43.28	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.89	0.001608	0.000804	-76.92	-51.04	0.0000	0.00000	0.000000

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	348 di 596

22	4.10	0.001608	0.000804	-76.92	-59.71	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.33	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	1.32	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.97	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	5.27	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	8.21	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	11.79	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	16.02	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	20.87	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	26.35	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	32.46	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.002815	0.001407	-156.85	-246.41	0.0559	0.07633	0.000073
13	0.59	0.002815	0.001407	-156.85	-215.77	0.0454	0.07633	0.000059
14	0.98	0.002815	0.001407	-156.85	-184.40	0.0339	0.07633	0.000044
15	1.37	0.002815	0.001407	-156.85	-152.84	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.76	0.001407	0.001407	-145.98	-121.60	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.15	0.001407	0.001407	-145.98	-91.69	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.54	0.001407	0.001407	-145.98	-64.71	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.93	0.001407	0.001407	-145.98	-41.22	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.32	0.001407	0.001407	-145.98	-21.75	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.71	0.001407	0.001407	-145.98	-6.83	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	349 di 596

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	1.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0337
2	0.20	1.4710	3.4859	0.0044	0.0183	0.0677	0.2425
3	0.40	2.9420	5.4718	0.0402	0.1208	0.3289	0.8365
4	0.60	4.4131	7.4576	0.1530	0.3708	0.8065	1.7069
5	0.80	5.8841	9.4435	0.3872	0.8207	1.4580	2.8345
6	1.00	7.3551	11.4294	0.7607	1.5217	2.3103	4.2190
7	1.20	8.8261	13.4153	1.3247	2.5254	3.3631	5.8603
8	1.40	10.2971	15.4011	2.1193	3.8830	4.6166	7.7586
9	1.60	11.7682	17.3870	3.1847	5.6460	6.0708	9.9139
10	1.60	17.7882	25.5140	3.4558	6.1500	6.0685	9.9027
11	1.81	20.3420	28.9617	4.9000	8.4706	7.8318	12.4218
12	2.02	22.8959	32.4094	6.7341	11.3450	9.8121	15.2188
13	2.23	25.4497	35.8571	9.0035	14.8312	12.0101	18.2946
14	2.43	28.0036	39.3048	11.7535	18.9871	14.4258	21.6491
15	2.64	30.5574	42.7526	15.0294	23.8710	17.0593	25.2824
16	2.85	33.1113	46.2003	18.8766	29.5408	19.9104	29.1945
17	3.06	35.6652	49.6480	23.3405	36.0564	22.9793	33.4248
18	3.27	38.2190	53.0957	28.4664	43.5047	26.2659	38.1858
19	3.47	40.7729	56.5434	34.2997	52.0051	29.7702	43.4892
20	3.68	43.3267	59.9911	40.8858	61.6481	33.4922	49.1321
21	3.89	45.8806	63.4388	48.2699	72.4969	37.4319	55.0645
22	4.10	48.4344	66.8865	56.4975	84.6117	41.5893	61.2852

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.4710	2.4710	0.0046	0.0122	0.0701	0.1647
3	0.40	3.9420	3.9420	0.0394	0.0828	0.3079	0.5800
4	0.60	5.4131	5.4131	0.1405	0.2574	0.7358	1.1983
5	0.80	6.8841	6.8841	0.3464	0.5748	1.3543	2.0071
6	1.00	8.3551	8.3551	0.6949	1.0730	2.1631	3.0062

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	350 di 596

7	1.20	9.8261	9.8261	1.2243	1.7900	3.1622	4.1956
8	1.40	11.2971	11.2971	1.9725	2.7639	4.3516	5.5753
9	1.60	12.7682	12.7682	2.9776	4.0328	5.7313	7.1454
10	1.60	18.7882	18.7882	3.3486	4.3950	5.7289	7.1371
11	1.81	21.3420	21.3420	4.7094	6.0698	7.3691	8.9756
12	2.02	23.8959	23.8959	6.4333	8.1491	9.2152	11.0199
13	2.23	26.4497	26.4497	8.5634	10.6758	11.2677	13.2707
14	2.43	29.0036	29.0036	11.1425	13.6929	13.5268	15.7280
15	2.64	31.5574	31.5574	14.2139	17.2435	15.9924	18.3918
16	2.85	34.1113	34.1113	17.8206	21.3705	18.6725	21.2621
17	3.06	36.6652	36.6652	22.0164	26.1179	21.6835	24.3591
18	3.27	39.2190	39.2190	26.8906	31.5445	25.1843	27.8109
19	3.47	41.7729	41.7729	32.5332	37.7338	29.0221	31.6624
20	3.68	44.3267	44.3267	38.9985	44.7545	33.0820	35.7719
21	3.89	46.8806	46.8806	46.3326	52.6536	37.3616	40.0949
22	4.10	49.4344	49.4344	54.5810	61.4755	41.8592	44.6305

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

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

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2103	0.5082	5.2600	12.6852
3	0.16	0.8418	2.0265	10.5289	25.2538
4	0.24	1.8952	4.5457	15.8067	37.7058
5	0.32	3.3711	8.0563	21.0934	50.0413
6	0.40	5.2704	12.5492	26.3891	62.2601
7	0.48	7.5936	18.0149	31.6936	74.3624
8	0.56	10.3416	24.4441	37.0071	86.3482
9	0.64	13.5150	31.8275	42.3295	98.2173
10	0.72	17.1146	40.1557	47.6607	109.9699
11	0.80	21.1410	49.4195	53.0009	121.6060

### Inviluppo combinazioni SLE

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	351 di 596

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2512	0.3578	6.2782	8.9322
3	0.16	1.0044	1.4272	12.5527	17.7892
4	0.24	2.2595	3.2021	18.8234	26.5710
5	0.32	4.0161	5.6765	25.0903	35.2775
6	0.40	6.2738	8.8445	31.3535	43.9087
7	0.48	9.0325	12.6999	37.6129	52.4648
8	0.56	12.2918	17.2368	43.8686	60.9455
9	0.64	16.0514	22.4492	50.1204	69.3511
10	0.72	20.3110	28.3310	56.3686	77.6813
11	0.80	25.0703	34.8762	62.6129	85.9364

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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

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

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.39	-15.1960	0.0380	-72.0458	0.0122
3	0.78	-50.0648	-0.1328	-106.1593	-1.0705
4	1.17	-97.5253	-0.9393	-136.6193	-3.2480
5	1.56	-156.1529	-2.8086	-163.4259	-6.5203
6	1.95	-224.5225	-6.1675	-186.5789	-10.8876
7	2.34	-301.1463	-11.4432	-204.6744	-16.3496
8	2.73	-382.9917	-19.0626	-215.4908	-21.8523
9	3.12	-467.9318	-29.4526	-222.9661	-27.0963
10	3.51	-554.5418	-43.0404	-227.0919	-30.8401
11	3.90	-643.3457	-58.3040	-227.8683	-34.6631

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	352 di 596

2	0.39	-8.3271	-2.3739	-38.8894	-11.4606
3	0.78	-26.3306	-8.1773	-53.1381	-18.2905
4	1.17	-49.5424	-16.6327	-65.5985	-25.0603
5	1.56	-77.2650	-27.7165	-76.2708	-31.7701
6	1.95	-108.8011	-41.4055	-85.1547	-38.4197
7	2.34	-143.4111	-57.6299	-91.3145	-43.9832
8	2.73	-179.3259	-75.1916	-92.5660	-46.0666
9	3.12	-215.3801	-93.5541	-92.0293	-48.0899
10	3.51	-250.8763	-112.6939	-89.7043	-50.0531
11	3.90	-285.1170	-132.5876	-85.5912	-51.9204

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

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

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4809.17	-10.83	1384.50	137.00	--	--
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4596.23	-48.33	849.43	137.19	--	--
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3541.04	-118.44	527.31	137.39	--	--
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2438.73	-195.31	309.89	137.59	--	--
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1408.46	-242.04	159.06	137.79	--	--
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	777.04	-190.03	75.25	137.99	--	--
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	475.44	-156.49	40.30	138.19	--	--
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	326.48	-138.93	24.61	138.39	--	--
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2530.36	-678.63	114.78	208.11	--	--



<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	353 di 596

11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1784.19	-600.37	74.50	208.47	--	--
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1282.24	-528.96	48.38	208.83	--	--
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	953.79	-473.31	32.82	209.19	--	--
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	728.58	-428.13	23.05	209.55	--	--
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	580.13	-398.35	16.98	209.91	--	--
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	475.74	-377.41	12.96	210.27	--	--
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	398.81	-361.97	10.16	210.63	--	--
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	339.85	-350.15	8.13	210.99	--	--
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	293.13	-340.77	6.60	211.35	--	--
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	255.37	-333.20	5.44	211.71	--	--
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	224.49	-327.00	4.54	212.07	--	--
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	198.94	-321.88	3.82	212.43	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3	0	-45	-47
2	0.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	8	1	-108	-124
3	0.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	17	3	-151	-241
4	0.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	32	5	-149	-429
5	0.80	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	57	9	169	-744
6	1.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	106	13	1100	-1287
7	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	179	18	3089	-2050
8	1.40	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	279	24	6223	-3025
9	1.60	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	406	31	10601	-4238
10	1.60	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	158	18	1963	-2090
11	1.81	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	219	22	3530	-2844
12	2.02	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	294	28	5710	-3760
13	2.23	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	384	33	8558	-4847
14	2.43	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	491	39	12129	-6121
15	2.64	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	616	46	16483	-7594
16	2.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	760	53	21676	-9284
17	3.06	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	924	61	27771	-11206
18	3.27	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1111	70	34851	-13383
19	3.47	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1324	79	43034	-15846
20	3.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1564	90	52419	-18620
21	3.89	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1834	100	63074	-21725
22	4.10	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2134	112	75062	-25176

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	354 di 596

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Simbologia adottata

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

### Fondazione di valle

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

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	701.18	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	175.83	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	78.39	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	44.23	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	28.39	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	19.78	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	14.58	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.20	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	8.87	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	7.21	252.51	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
12	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
13	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	7	16	405	-79
14	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	27	31	1615	-316
15	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	61	47	3623	-709
16	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	108	62	6422	-1258

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	355 di 596

17	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	168	77	10007	-1960
18	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	241	92	14369	-2814
19	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	327	107	19502	-3819
20	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	427	122	25399	-4974
21	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	538	136	32054	-6277
22	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	663	151	39459	-7727

Fondazione di monte


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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	23.45	252.51	--	--
3	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.12	252.51	--	--
4	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.65	252.51	--	--
5	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.28	252.51	--	--
6	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.59	252.51	--	--
7	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.18	252.51	--	--
8	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.84	252.51	--	--
9	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.50	252.51	--	--
10	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.27	252.51	--	--
11	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	0.00	-704.14	1.09	252.51	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
13	0.39	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	158	-68	-1845	9421
14	0.78	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	500	-93	-5834	29791
15	1.17	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	941	-115	-10977	56053
16	1.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1468	-134	-17119	87418
17	1.95	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	2067	-150	-24106	123099
18	2.34	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	2725	-160	-31774	162257
19	2.73	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	2649	-163	-33303	103875
20	3.12	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3181	-162	-39999	124759
21	3.51	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	3706	-158	-46591	145320
22	3.90	1.00, 0.70	0.002815	0.001407	4212	-150	-52950	165154

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	356 di 596

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	NET ENGINEERING S.P.A.
Licenza	AIR011090

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	357 di 596


**Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

**Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	358 di 596

## 12 ALLEGATO 2 – TABULATI MAX 14 MURO TIPO B

### Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 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

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno


- Verifica a ribaltamento

- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa

- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA NRJ	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005015	REV. B

## Calcolo della spinta sul muro

### Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

### 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  $p$  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.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	360 di 596

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

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

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

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

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

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

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.



## 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  $\eta_r$ .

Eseguito il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

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

## 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  $\eta_s$ .

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

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

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  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagenti, la forza resistente può esprimersi come

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

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,  $\delta_r$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_r$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

## Verifica al carico limite

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

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	363 di 596

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

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

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

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

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

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

Fattori di inclinazione

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

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

$$i_\gamma = \frac{\theta^\phi}{\phi^\phi} \quad \text{per } \phi > 0$$

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

**Verifica alla stabilità globale**

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_g \geq 1.0$

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:

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

dove il termine  $m$  è espresso da

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

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i_{\text{esima}}$  rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i_{\text{esima}}$ ,  $c_i$  e  $\phi_i$  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.

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	365 di 596

## Normativa

### N.T.C. 2018

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.35	1.00	1.10	1.10
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.10
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	366 di 596

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	367 di 596

## Geometria muro e fondazione

Descrizione

**Muro a gradoni in c.a.**

### Descrizione dei gradoni

#### *Simbologia adottata*

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.30	0.30	1.20	0.00	0.00
2	0.50	0.50	2.10	0.00	0.00

Altezza del paramento      3.30 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.70 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	368 di 596

## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	37000000 [Pa]
Modulo elastico E	32836570000 [Pa]

### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936256 [Pa]

## 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	0.02	-0.10	-78.69
2	1.92	-0.10	0.00
3	14.00	-0.10	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	1.00	[m]

## Descrizione terreni



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	369 di 596

*Simbologia adottata*

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

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riempimento	20.00	20.00	38.00	0.00	0	0
U3b	17.00	17.00	32.00	27.00	5000	0

## 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 <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.00	0.00	2.33	0.00	Riempimento
2	20.00	0.00	7.42	0.00	U3b

## 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 (Carichi accidentali)

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=1.92$	$Q_i=5.0000$	$Q_f=5.0000$
---	---------	------------	------------	--------------	--------------

### Condizione n° 2 (Carichi treni)

D	Profilo	$X_i=3.77$	$X_f=6.17$	$Q_i=69.2500$	$Q_f=69.2500$
D	Profilo	$X_i=7.77$	$X_f=10.17$	$Q_i=69.2500$	$Q_f=69.2500$

### Condizione n° 3 (Parapetto)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=0.00$	$F_x=0.0000$	$F_y=1.0000$	$M=0.0000$
---	-----------	-----------	----------	--------------	--------------	------------

### Condizione n° 4 (Ballast)

D	Profilo	$X_i=1.92$	$X_f=11.74$	$Q_i=14.4000$	$Q_f=14.4000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	371 di 596

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	372 di 596

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
----------------	------	------	------	------

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	373 di 596

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	1.00	1.50
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	1.00	1.30
Carichi treni	SFAV	1.30	0.80	1.04
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	374 di 596

Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	1.00	1.50
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	0.80	1.04
Carichi treni	SFAV	1.30	1.00	1.30
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	375 di 596

Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 20 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 21 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 22 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 23 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Carichi accidentali	SFAV	1.50	0.80	1.20
Carichi treni	SFAV	1.50	0.80	1.20
Parapetto	SFAV	1.50	1.00	1.50
Ballast	SFAV	1.50	1.00	1.50

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	376 di 596

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.30	0.80	1.04
Carichi treni	SFAV	1.30	0.80	1.04
Parapetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 25 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 26 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	377 di 596

Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 31 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 32 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 34 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	378 di 596

Combinazione n° 35 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 36 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 37 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 38 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.60	0.60
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 39 - Frequente (SLE)

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	379 di 596

Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.60	0.60
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 40 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 41 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.20	0.20
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 42 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 43 - Rara (SLE)

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	380 di 596

Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 44 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 45 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi accidentali	SFAV	1.00	0.80	0.80
Carichi treni	SFAV	1.00	0.80	0.80
Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

*Impostazioni verifiche SLU*

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

*Impostazioni verifiche SLE*

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	381 di 596

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.30$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.20$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.70 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

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

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

**Impostazioni avanzate**

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	382 di 596

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<sub>SCO</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>RIB</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>QLIM</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	3.10	--	16.05	--
2	A1-M1 - [1]	--	4.18	--	12.95	--
3	A1-M1 - [1]	--	3.79	--	13.49	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.49	--	15.30	--
5	EQU - [1]	--	--	12.22	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	3.52
7	A1-M1 - [2]	--	1.71	--	8.07	--
8	A1-M1 - [2]	--	1.58	--	7.56	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.43	--	7.67	--
10	A1-M1 - [2]	--	1.87	--	7.83	--
11	EQU - [2]	--	--	4.51	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.94
13	A1-M1 - [3]	--	1.28	--	6.68	--
14	A1-M1 - [3]	--	1.67	--	7.04	--
15	A1-M1 - [3]	--	1.53	--	7.19	--
16	A1-M1 - [3]	--	1.42	--	6.66	--
17	EQU - [3]	--	--	4.00	--	--
18	STAB - [3]	--	--	--	--	1.82
19	A1-M1 - [4]	--	1.70	--	8.06	--
20	A1-M1 - [4]	--	1.57	--	7.54	--
21	A1-M1 - [4]	--	1.41	--	7.65	--
22	A1-M1 - [4]	--	1.85	--	7.82	--
23	EQU - [4]	--	--	4.47	--	--
24	STAB - [4]	--	--	--	--	1.93
25	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	3.12	--	15.95	--
26	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	3.09	--	16.45	--
27	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	8.92	--	--
28	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	7.31	--	--
29	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.88
30	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3.88
31	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	2.20	--	12.68	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	383 di 596

32	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	2.22	--	12.33	--
33	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5.36	--	--
34	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6.14	--	--
35	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.01
36	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3.01
37	SLEQ - [1]	--	2.78	--	14.56	--
38	SLEF - [1]	--	2.82	--	14.42	--
39	SLEF - [1]	--	2.14	--	12.30	--
40	SLEF - [1]	--	2.78	--	14.56	--
41	SLEF - [1]	--	2.78	--	14.56	--
42	SLER - [1]	--	1.97	--	11.19	--
43	SLER - [1]	--	1.77	--	10.17	--
44	SLER - [1]	--	1.95	--	11.19	--
45	SLER - [1]	--	1.95	--	11.19	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	384 di 596

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.73 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.38

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.37$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 1.69$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.42 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.47

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 2.42$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 1.21$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	385 di 596

Lunghezza del muro	10.00	[m]
Peso muro	106.6490	[kN]
Baricentro del muro	X=0.65	Y=-3.06

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 3.10	Y = -4.00
Punto superiore superficie di spinta	X = 3.10	Y = -0.10
Altezza della superficie di spinta	3.90	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	48.8066	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	48.8066	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	190.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	48.8066	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	296.6690	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	296.6690	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48.8066	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	300.6569	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.34	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-15.9827	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4761.4289	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	65199	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	76072	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	386 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.80$	$i_q = 0.80$	$i_\gamma = 0.50$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 32.67$	$N'_q = 19.97$	$N'_\gamma = 11.85$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	16.05

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	387 di 596

## 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	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.2609	0.0025	0.0442
3	0.34	2.5218	0.0228	0.2214
4	0.51	3.7826	0.0891	0.5826
5	0.69	5.0435	0.2334	1.1331
6	0.86	6.3044	0.4883	1.8723
7	1.03	7.5653	0.8861	2.8004
8	1.20	8.8261	1.4592	3.9171
9	1.20	14.7931	1.4440	3.9124
10	1.36	16.7733	2.1727	5.1372
11	1.52	18.7536	3.1128	6.5299
12	1.68	20.7338	4.2914	8.0902
13	1.85	22.7140	5.7356	9.8181
14	2.01	24.6942	7.4724	11.7136
15	2.17	26.6744	9.5290	13.7767
16	2.33	28.6547	11.9324	16.0074
17	2.49	30.6349	14.7096	18.4057
18	2.65	32.6151	17.8879	20.9716
19	2.82	34.5953	21.4941	23.7051
20	2.98	36.5756	25.5555	26.6062
21	3.14	38.5558	30.0990	29.6750
22	3.30	40.5360	35.1518	32.9113

## 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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	388 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1539	3.8513
3	0.16	0.6166	7.7191
4	0.24	1.3894	11.6035
5	0.32	2.4736	15.5045
6	0.40	3.8706	19.4220
7	0.48	5.5816	23.3561
8	0.56	7.6080	27.3068
9	0.64	9.9511	31.2740
10	0.72	12.6123	35.2578
11	0.80	15.5928	39.2582

## 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	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.1665	-8.0810
3	0.58	-4.7080	-16.3797
4	0.87	-10.6878	-24.8961
5	1.16	-19.1688	-33.6303
6	1.45	-30.2143	-42.5821
7	1.74	-43.8875	-51.7516
8	2.03	-60.2513	-61.1389
9	2.32	-79.3691	-70.7439
10	2.61	-101.3038	-80.5665
11	2.90	-126.1187	-90.6069

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	389 di 596

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 [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4862.69	-9.47	3856.60	136.97	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4784.51	-43.35	1897.30	137.14	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4632.87	-109.07	1224.78	137.31	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4039.56	-186.95	800.94	137.48	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3146.50	-243.72	499.10	137.65	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2333.38	-273.32	308.43	137.82	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1494.62	-247.11	169.34	137.99	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5859.59	-571.98	396.10	207.69	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5045.34	-653.53	300.80	207.97	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4300.60	-713.82	229.32	208.25	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3530.23	-730.67	170.26	208.53	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2753.70	-695.34	121.23	208.81	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2118.24	-640.97	85.78	209.09	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1626.58	-581.07	60.98	209.37	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1263.10	-525.98	44.08	209.65	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1008.67	-484.32	32.93	209.93	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	810.63	-444.59	24.85	210.20	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1256.45	-780.63	36.32	263.92	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	566.10	-395.53	15.48	210.76	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	486.11	-379.49	12.61	211.04	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	423.02	-366.83	10.44	211.32	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	390 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	2314.74	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	577.85	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	256.46	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	144.05	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	92.06	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	63.84	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.84	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	35.81	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	28.25	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.85	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	305.47	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	75.69	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	33.34	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	18.59	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	391 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.79	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.12	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.91	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.49	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.52	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.83	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 2

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	48.8066	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	48.8066	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	256.5270	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	48.8066	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	400.5032	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	400.5032	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48.8066	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	403.4661	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6.95	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-43.8007	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5184.6333	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	80460	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	110256	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	392 di 596

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.85$	$i_q = 0.85$	$i_\gamma = 0.61$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 34.64$	$N'_q = 21.18$	$N'_\gamma = 14.48$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.95



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	393 di 596

## 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	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.7022	0.0025	0.0442
3	0.34	3.4044	0.0228	0.2214
4	0.51	5.1065	0.0891	0.5826
5	0.69	6.8087	0.2334	1.1331
6	0.86	8.5109	0.4883	1.8723
7	1.03	10.2131	0.8861	2.8004
8	1.20	11.9153	1.4592	3.9171
9	1.20	17.8823	1.7529	3.9124
10	1.36	20.5556	2.4816	5.1372
11	1.52	23.2289	3.4217	6.5299
12	1.68	25.9022	4.6003	8.0902
13	1.85	28.5755	6.0445	9.8181
14	2.01	31.2488	7.7813	11.7136
15	2.17	33.9221	9.8379	13.7767
16	2.33	36.5954	12.2413	16.0074
17	2.49	39.2686	15.0185	18.4057
18	2.65	41.9419	18.1968	20.9716
19	2.82	44.6152	21.8030	23.7051
20	2.98	47.2885	25.8644	26.6062
21	3.14	49.9618	30.4079	29.6750
22	3.30	52.6351	35.4607	32.9113

## 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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	394 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1839	4.6060
3	0.16	0.7382	9.2574
4	0.24	1.6663	13.9542
5	0.32	2.9721	18.6964
6	0.40	4.6590	23.4840
7	0.48	6.7307	28.3170
8	0.56	9.1909	33.1954
9	0.64	12.0432	38.1192
10	0.72	15.2912	43.0885
11	0.80	18.9385	48.1031

## 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	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	0.0001	-0.0989
3	0.58	-0.1151	-0.7945
4	0.87	-0.5184	-2.0867
5	1.16	-1.3830	-3.9756
6	1.45	-2.8819	-6.4611
7	1.74	-5.1881	-9.5432
8	2.03	-8.4747	-13.2220
9	2.32	-12.9145	-17.4974
10	2.61	-18.6808	-22.3694
11	2.90	-25.9465	-27.8381

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	395 di 596

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 [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4868.33	-7.03	2860.06	137.03	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4810.05	-32.28	1412.91	137.26	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4695.59	-81.89	919.52	137.49	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4439.85	-152.21	652.08	137.72	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3694.98	-212.01	434.15	137.95	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2929.61	-254.19	286.85	138.18	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2233.67	-273.55	187.46	138.41	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5848.52	-573.31	327.06	208.13	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5258.04	-634.78	255.80	208.50	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4660.27	-686.47	200.62	208.88	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4077.68	-724.21	157.43	209.26	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3442.13	-728.10	120.46	209.63	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2804.76	-698.42	89.76	210.01	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2252.41	-653.23	66.40	210.39	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1800.96	-602.43	49.21	210.77	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1452.30	-555.44	36.98	211.14	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1183.91	-513.65	28.23	211.52	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1715.52	-838.36	38.45	265.34	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	814.15	-445.30	17.22	212.27	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	691.08	-420.61	13.83	212.65	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	596.01	-401.54	11.32	213.03	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	396 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1937.24	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	482.72	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	213.84	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	119.89	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	76.48	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	52.94	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	38.77	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	29.59	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	23.30	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	18.82	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3096.94	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	687.34	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	257.64	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	397 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	123.64	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	68.68	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	42.05	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	27.59	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	19.07	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	13.73	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 3

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	48.8066	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	48.8066	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	256.5270	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	48.8066	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	363.1760	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	363.1760	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48.8066	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	366.4409	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7.65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-56.8137	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4898.6726	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	67146	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	105795	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	398 di 596

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.84$	$i_q = 0.84$	$i_\gamma = 0.58$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 34.05$	$N'_q = 20.82$	$N'_\gamma = 13.68$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.79
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.49

## 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	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.2609	0.0025	0.0442
3	0.34	2.5218	0.0228	0.2214
4	0.51	3.7826	0.0891	0.5826
5	0.69	5.0435	0.2334	1.1331
6	0.86	6.3044	0.4883	1.8723
7	1.03	7.5653	0.8861	2.8004
8	1.20	8.8261	1.4592	3.9171
9	1.20	14.7931	1.4440	3.9124
10	1.36	16.7733	2.1727	5.1372
11	1.52	18.7536	3.1128	6.5299
12	1.68	20.7338	4.2914	8.0902
13	1.85	22.7140	5.7356	9.8181
14	2.01	24.6942	7.4724	11.7136
15	2.17	26.6744	9.5290	13.7767
16	2.33	28.6547	11.9324	16.0074
17	2.49	30.6349	14.7096	18.4057
18	2.65	32.6151	17.8879	20.9716
19	2.82	34.5953	21.4941	23.7051
20	2.98	36.5756	25.5555	26.6062
21	3.14	38.5558	30.0990	29.6750
22	3.30	40.5360	35.1518	32.9113

## 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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	400 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1607	4.0282
3	0.16	0.6461	8.1153
4	0.24	1.4607	12.2612
5	0.32	2.6094	16.4661
6	0.40	4.0969	20.7298
7	0.48	5.9278	25.0525
8	0.56	8.1069	29.4340
9	0.64	10.6388	33.8745
10	0.72	13.5283	38.3738
11	0.80	16.7802	42.9320

## 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	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	0.0565	0.2606
3	0.58	0.0763	-0.2527
4	0.87	-0.1649	-1.5399
5	1.16	-0.8916	-3.6009
6	1.45	-2.3282	-6.4359
7	1.74	-4.6992	-10.0448
8	2.03	-8.2290	-14.4275
9	2.32	-13.1420	-19.5842
10	2.61	-19.6626	-25.5147
11	2.90	-28.0154	-32.2192

## Armature e tensioni nei materiali del muro



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	401 di 596

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 [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4862.69	-9.47	3856.60	136.97	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4784.51	-43.35	1897.30	137.14	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4632.87	-109.07	1224.78	137.31	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4039.56	-186.95	800.94	137.48	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3146.50	-243.72	499.10	137.65	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2333.38	-273.32	308.43	137.82	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1494.62	-247.11	169.34	137.99	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5859.59	-571.98	396.10	207.69	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5045.34	-653.53	300.80	207.97	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4300.60	-713.82	229.32	208.25	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3530.23	-730.67	170.26	208.53	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2753.70	-695.34	121.23	208.81	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2118.24	-640.97	85.78	209.09	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1626.58	-581.07	60.98	209.37	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1263.10	-525.98	44.08	209.65	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1008.67	-484.32	32.93	209.93	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	810.63	-444.59	24.85	210.20	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1256.45	-780.63	36.32	263.92	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	566.10	-395.53	15.48	210.76	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	486.11	-379.49	12.61	211.04	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	423.02	-366.83	10.44	211.32	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	402 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 3

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	2216.89	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	551.53	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	243.94	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	136.55	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	86.98	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	60.11	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	43.95	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	33.49	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	26.34	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	21.24	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	6307.72	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	4667.37	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2161.31	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	399.66	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	403 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	153.05	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	75.83	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	43.30	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	27.11	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	18.12	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	12.72	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 4

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	48.8066	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	48.8066	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	190.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	48.8066	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	333.9962	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	333.9962	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48.8066	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	337.5434	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2.9697	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5109.8516	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	78513	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	80533	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	404 di 596

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.82$	$i_q = 0.82$	$i_\gamma = 0.55$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 33.51$	$N'_q = 20.49$	$N'_\gamma = 12.95$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.49
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.30

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	405 di 596

## 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	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.7022	0.0025	0.0442
3	0.34	3.4044	0.0228	0.2214
4	0.51	5.1065	0.0891	0.5826
5	0.69	6.8087	0.2334	1.1331
6	0.86	8.5109	0.4883	1.8723
7	1.03	10.2131	0.8861	2.8004
8	1.20	11.9153	1.4592	3.9171
9	1.20	17.8823	1.7529	3.9124
10	1.36	20.5556	2.4816	5.1372
11	1.52	23.2289	3.4217	6.5299
12	1.68	25.9022	4.6003	8.0902
13	1.85	28.5755	6.0445	9.8181
14	2.01	31.2488	7.7813	11.7136
15	2.17	33.9221	9.8379	13.7767
16	2.33	36.5954	12.2413	16.0074
17	2.49	39.2686	15.0185	18.4057
18	2.65	41.9419	18.1968	20.9716
19	2.82	44.6152	21.8030	23.7051
20	2.98	47.2885	25.8644	26.6062
21	3.14	49.9618	30.4079	29.6750
22	3.30	52.6351	35.4607	32.9113

## 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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	406 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1771	4.4291
3	0.16	0.7087	8.8612
4	0.24	1.5950	13.2965
5	0.32	2.8363	17.7348
6	0.40	4.4327	22.1762
7	0.48	6.3845	26.6206
8	0.56	8.6921	31.0682
9	0.64	11.3555	35.5188
10	0.72	14.3751	39.9725
11	0.80	17.7512	44.4293

## 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	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.2229	-8.4405
3	0.58	-4.8994	-16.9215
4	0.87	-11.0413	-25.4430
5	1.16	-19.6603	-34.0049
6	1.45	-30.7681	-42.6073
7	1.74	-44.3764	-51.2501
8	2.03	-60.4970	-59.9333
9	2.32	-79.1416	-68.6570
10	2.61	-100.3220	-77.4212
11	2.90	-124.0498	-86.2258

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	407 di 596

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 [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4868.33	-7.03	2860.06	137.03	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4810.05	-32.28	1412.91	137.26	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4695.59	-81.89	919.52	137.49	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4439.85	-152.21	652.08	137.72	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3694.98	-212.01	434.15	137.95	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2929.61	-254.19	286.85	138.18	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2233.67	-273.55	187.46	138.41	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5848.52	-573.31	327.06	208.13	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5258.04	-634.78	255.80	208.50	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4660.27	-686.47	200.62	208.88	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4077.68	-724.21	157.43	209.26	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3442.13	-728.10	120.46	209.63	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2804.76	-698.42	89.76	210.01	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2252.41	-653.23	66.40	210.39	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1800.96	-602.43	49.21	210.77	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1452.30	-555.44	36.98	211.14	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1183.91	-513.65	28.23	211.52	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1715.52	-838.36	38.45	265.34	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	814.15	-445.30	17.22	212.27	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	691.08	-420.61	13.83	212.65	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	596.01	-401.54	11.32	213.03	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	2011.55	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	502.77	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	223.40	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	125.63	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	80.39	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	55.81	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	41.00	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	31.38	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	24.79	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.07	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	291.38	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	72.73	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	32.27	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	18.12	252.51	--	--



Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	409 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.58	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.03	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.89	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.50	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.55	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.87	252.51	--	--

**COMBINAZIONE n° 5**

Valore della spinta statica	39.7684	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	39.7684	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	171.0180	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	39.7684	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	267.0021	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	51.7386	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	632.2365	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	267.0021	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	39.7684	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	269.9475	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-19.7934	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	12.22
--	-------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	410 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.39 Y[m]= 2.36

Raggio del cerchio R[m]= 7.26

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.97

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.44

Larghezza della striscia dx[m]= 0.50

Coefficiente di sicurezza C= 3.52

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	5.3031	65.07	4.8090	0.0116	32.01	0	0	---	---
2	14.4413	57.27	12.1483	0.0090	32.01	0	0	---	---
3	21.2726	50.56	16.4279	0.0077	32.01	0	0	---	---
4	26.7093	44.71	18.7914	0.0069	32.01	0	0	---	---
5	31.1756	39.42	19.7952	0.0063	32.01	0	0	---	---
6	34.8957	34.50	19.7658	0.0059	32.01	0	0	---	---
7	38.4059	29.86	19.1233	0.0056	30.67	982	0	---	---
8	41.9304	25.43	18.0068	0.0054	26.56	4000	0	---	---
9	43.7872	21.16	15.8064	0.0052	26.56	4000	0	---	---
10	45.2755	17.01	13.2442	0.0051	26.56	4000	0	---	---
11	46.4244	12.95	10.4026	0.0050	26.56	4000	0	---	---
12	47.2543	8.95	7.3543	0.0049	26.56	4000	0	---	---
13	50.5641	5.00	4.4087	0.0049	26.56	4000	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	411 di 596

14	44.5486	1.07	0.8353	0.0049	26.56	4000	0	---	---
15	26.2586	-2.85	-1.3048	0.0049	26.56	4000	0	---	---
16	24.3552	-6.78	-2.8771	0.0049	26.56	4000	0	---	---
17	23.3317	-10.75	-4.3531	0.0050	26.56	4000	0	---	---
18	22.3812	-14.77	-5.7077	0.0050	26.56	4000	0	---	---
19	21.1124	-18.87	-6.8293	0.0051	26.56	4000	0	---	---
20	19.5036	-23.07	-7.6441	0.0053	26.56	4000	0	---	---
21	17.5164	-27.41	-8.0646	0.0055	27.67	3185	0	---	---
22	14.8234	-31.93	-7.8400	0.0057	32.01	0	0	---	---
23	11.4511	-36.68	-6.8409	0.0061	32.01	0	0	---	---
24	7.4143	-41.76	-4.9376	0.0065	32.01	0	0	---	---
25	2.5451	-47.27	-1.8696	0.0072	32.01	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 682.6812 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 122.6507 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 366.5511 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.75$$

COMBINAZIONE n° 7

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	296.4150	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7208	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	404.5640	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	404.5640	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7208	[kN]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	412 di 596

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	422.1914	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.61	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	32.5847	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3263.6854	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	107408	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	85242	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.66$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.23$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.04$	$N'_q = 16.53$	$N'_\gamma = 5.46$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.71
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.07

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	413 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.7609	0.0116	0.1808
3	0.34	4.0218	0.0774	0.6290
4	0.51	5.2826	0.2396	1.2951
5	0.69	6.5435	0.5323	2.1515
6	0.86	7.8044	0.9880	3.1966
7	1.03	9.0653	1.6391	4.4305
8	1.20	10.3261	2.5178	5.8531
9	1.20	16.2931	2.6494	5.8481
10	1.36	18.2733	3.7141	7.3612
11	1.52	20.2536	5.0367	9.0421
12	1.68	22.2338	6.6444	10.8906
13	1.85	24.2140	8.5642	12.9067
14	2.01	26.1942	10.8233	15.0904
15	2.17	28.1744	13.4486	17.4417
16	2.33	30.1547	16.4673	19.9606
17	2.49	32.1349	19.9064	22.6471
18	2.65	34.1151	23.7931	25.5012
19	2.82	36.0953	28.1543	28.5230
20	2.98	38.0756	33.0172	31.7123
21	3.14	40.0558	38.4089	35.0692
22	3.30	42.0360	44.3563	38.5937

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	414 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2883	7.2028
3	0.16	1.1515	14.3718
4	0.24	2.5869	21.5071
5	0.32	4.5918	28.6085
6	0.40	7.1634	35.6762
7	0.48	10.2991	42.7101
8	0.56	13.9961	49.7103
9	0.64	18.2518	56.6766
10	0.72	23.0635	63.6092
11	0.80	28.4284	70.5080

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.6572	-11.3550
3	0.58	-6.5430	-22.2661
4	0.87	-14.5286	-32.7334
5	1.16	-25.4854	-42.7568
6	1.45	-38.7707	-48.5293
7	1.74	-53.5867	-53.5760
8	2.03	-69.8019	-58.1789
9	2.32	-87.2875	-62.3378
10	2.61	-105.9149	-66.0530
11	2.90	-125.5554	-69.3242

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	415 di 596

Combinazione n° 7

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4837.69	-20.31	1752.23	137.17	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4676.74	-90.05	1162.86	137.34	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4069.50	-184.56	770.36	137.51	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3052.11	-248.28	466.43	137.68	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2146.86	-271.78	275.08	137.85	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1305.02	-235.96	143.96	138.02	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	781.05	-190.44	75.64	138.19	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4361.38	-709.20	267.68	207.90	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3605.74	-732.87	197.32	208.18	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2809.67	-698.71	138.72	208.46	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2156.58	-644.48	97.00	208.74	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1651.51	-584.12	68.20	209.02	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1278.93	-528.44	48.82	209.30	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1018.98	-486.39	36.17	209.58	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	816.16	-445.70	27.07	209.86	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	673.19	-417.02	20.95	210.14	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	567.54	-395.82	16.64	210.42	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	929.82	-725.26	25.76	264.14	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	423.03	-366.83	11.11	210.97	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	371.85	-356.57	9.28	211.25	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	329.95	-348.16	7.85	211.53	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	416 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1235.81	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	309.44	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	137.74	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	77.60	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	49.74	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	34.60	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	25.46	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	19.52	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.45	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.53	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	215.02	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	54.46	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	24.53	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	13.98	252.51	--	--



Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	417 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	9.19	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	6.65	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.10	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.08	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.36	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.84	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 8

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229.9080	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7208	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	375.3842	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	375.3842	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7208	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	394.3181	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.83	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	86.4287	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2836.2216	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	118775	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	59980	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	418 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.16$	$N'_q = 15.99$	$N'_\gamma = 4.64$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.58
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.56

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 8

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	3.2022	0.0116	0.1808
3	0.34	4.9044	0.0774	0.6290
4	0.51	6.6065	0.2396	1.2951
5	0.69	8.3087	0.5323	2.1515
6	0.86	10.0109	0.9880	3.1966
7	1.03	11.7131	1.6391	4.4305
8	1.20	13.4153	2.5178	5.8531
9	1.20	19.3823	2.9583	5.8481
10	1.36	22.0556	4.0230	7.3612
11	1.52	24.7289	5.3456	9.0421
12	1.68	27.4022	6.9533	10.8906
13	1.85	30.0755	8.8731	12.9067
14	2.01	32.7488	11.1322	15.0904
15	2.17	35.4221	13.7575	17.4417
16	2.33	38.0954	16.7762	19.9606
17	2.49	40.7686	20.2154	22.6471
18	2.65	43.4419	24.1020	25.5012
19	2.82	46.1152	28.4633	28.5230
20	2.98	48.7885	33.3261	31.7123
21	3.14	51.4618	38.7178	35.0692
22	3.30	54.1351	44.6652	38.5937

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 8

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	420 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3047	7.6037
3	0.16	1.2142	15.1178
4	0.24	2.7212	22.5423
5	0.32	4.8186	29.8772
6	0.40	7.4992	37.1225
7	0.48	10.7558	44.2783
8	0.56	14.5813	51.3444
9	0.64	18.9685	58.3210
10	0.72	23.9103	65.2079
11	0.80	29.3994	72.0053

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.9366	-20.0561
3	0.58	-11.5188	-38.9350
4	0.87	-25.4051	-56.6365
5	1.16	-44.2541	-73.1607
6	1.45	-67.2106	-84.7007
7	1.74	-93.2639	-94.7813
8	2.03	-122.0699	-103.6846
9	2.32	-153.2872	-111.4107
10	2.61	-186.5743	-117.9594
11	2.90	-221.5898	-123.3308

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	421 di 596

Combinazione n° 8

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4844.09	-17.53	1512.75	137.23	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4712.83	-74.42	960.95	137.46	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4371.87	-158.54	661.75	137.69	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3501.55	-224.33	421.43	137.92	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2679.18	-264.42	267.63	138.15	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1898.51	-265.67	162.08	138.38	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1223.61	-229.65	91.21	138.61	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4551.69	-694.73	234.84	208.34	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3984.89	-726.85	180.67	208.72	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3356.70	-725.61	135.74	209.09	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2736.08	-694.28	99.85	209.47	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2196.95	-648.17	73.05	209.85	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1756.04	-596.92	53.62	210.22	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1415.27	-549.68	39.95	210.60	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1156.80	-509.43	30.37	210.98	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	955.05	-473.57	23.43	211.35	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	796.08	-441.67	18.33	211.73	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1266.88	-781.94	27.47	265.55	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	584.44	-399.21	11.98	212.48	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	511.05	-384.49	9.93	212.86	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	451.54	-372.55	8.34	213.24	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	422 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1169.28	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	293.47	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	130.95	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	73.95	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	47.52	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	33.13	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	24.44	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	18.79	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	14.90	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.12	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	121.34	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	30.93	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	14.03	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.05	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	423 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.30	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.82	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.92	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.32	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.91	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.61	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 9

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229.9080	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7208	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	338.0570	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	338.0570	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7208	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	358.9653	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	73.4157	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2594.4933	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	105461	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	55518	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	424 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 24.85$	$N'_q = 15.19$	$N'_\gamma = 3.52$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.43
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.67



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	425 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 9

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.7609	0.0116	0.1808
3	0.34	4.0218	0.0774	0.6290
4	0.51	5.2826	0.2396	1.2951
5	0.69	6.5435	0.5323	2.1515
6	0.86	7.8044	0.9880	3.1966
7	1.03	9.0653	1.6391	4.4305
8	1.20	10.3261	2.5178	5.8531
9	1.20	16.2931	2.6494	5.8481
10	1.36	18.2733	3.7141	7.3612
11	1.52	20.2536	5.0367	9.0421
12	1.68	22.2338	6.6444	10.8906
13	1.85	24.2140	8.5642	12.9067
14	2.01	26.1942	10.8233	15.0904
15	2.17	28.1744	13.4486	17.4417
16	2.33	30.1547	16.4673	19.9606
17	2.49	32.1349	19.9064	22.6471
18	2.65	34.1151	23.7931	25.5012
19	2.82	36.0953	28.1543	28.5230
20	2.98	38.0756	33.0172	31.7123
21	3.14	40.0558	38.4089	35.0692
22	3.30	42.0360	44.3563	38.5937

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 9

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	426 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2815	7.0259
3	0.16	1.1221	13.9757
4	0.24	2.5156	20.8493
5	0.32	4.4560	27.6469
6	0.40	6.9371	34.3684
7	0.48	9.9529	41.0138
8	0.56	13.4973	47.5830
9	0.64	17.5641	54.0762
10	0.72	22.1474	60.4932
11	0.80	27.2410	66.8342

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.8802	-19.6966
3	0.58	-11.3274	-38.3931
4	0.87	-25.0515	-56.0896
5	1.16	-43.7627	-72.7861
6	1.45	-66.6568	-84.6755
7	1.74	-92.7750	-95.2829
8	2.03	-121.8242	-104.8902
9	2.32	-153.5146	-113.4975
10	2.61	-187.5561	-121.1048
11	2.90	-223.6587	-127.7120

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	427 di 596

Combinazione n° 9

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4837.69	-20.31	1752.23	137.17	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4676.74	-90.05	1162.86	137.34	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4069.50	-184.56	770.36	137.51	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3052.11	-248.28	466.43	137.68	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2146.86	-271.78	275.08	137.85	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1305.02	-235.96	143.96	138.02	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	781.05	-190.44	75.64	138.19	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4361.38	-709.20	267.68	207.90	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3605.74	-732.87	197.32	208.18	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2809.67	-698.71	138.72	208.46	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2156.58	-644.48	97.00	208.74	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1651.51	-584.12	68.20	209.02	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1278.93	-528.44	48.82	209.30	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1018.98	-486.39	36.17	209.58	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	816.16	-445.70	27.07	209.86	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	673.19	-417.02	20.95	210.14	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	567.54	-395.82	16.64	210.42	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	929.82	-725.26	25.76	264.14	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	423.03	-366.83	11.11	210.97	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	371.85	-356.57	9.28	211.25	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	329.95	-348.16	7.85	211.53	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	428 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1265.64	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	317.55	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	141.65	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	79.97	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	51.37	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	35.80	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	26.40	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.29	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.09	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	13.08	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	123.72	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	31.46	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	14.22	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.14	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	429 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.35	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.84	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.92	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.32	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.90	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.59	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 10

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	296.4150	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7208	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	441.8912	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	441.8912	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7208	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	458.0844	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.28	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	45.5977	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3458.0100	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	120722	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	89703	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	430 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.69$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.27$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.03$	$N'_q = 17.14$	$N'_\gamma = 6.45$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.87
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.83

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	3.2022	0.0116	0.1808
3	0.34	4.9044	0.0774	0.6290
4	0.51	6.6065	0.2396	1.2951
5	0.69	8.3087	0.5323	2.1515
6	0.86	10.0109	0.9880	3.1966
7	1.03	11.7131	1.6391	4.4305
8	1.20	13.4153	2.5178	5.8531
9	1.20	19.3823	2.9583	5.8481
10	1.36	22.0556	4.0230	7.3612
11	1.52	24.7289	5.3456	9.0421
12	1.68	27.4022	6.9533	10.8906
13	1.85	30.0755	8.8731	12.9067
14	2.01	32.7488	11.1322	15.0904
15	2.17	35.4221	13.7575	17.4417
16	2.33	38.0954	16.7762	19.9606
17	2.49	40.7686	20.2154	22.6471
18	2.65	43.4419	24.1020	25.5012
19	2.82	46.1152	28.4633	28.5230
20	2.98	48.7885	33.3261	31.7123
21	3.14	51.4618	38.7178	35.0692
22	3.30	54.1351	44.6652	38.5937

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	432 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3115	7.7806
3	0.16	1.2436	15.5140
4	0.24	2.7925	23.2000
5	0.32	4.9544	30.8388
6	0.40	7.7255	38.4304
7	0.48	11.1020	45.9746
8	0.56	15.0801	53.4717
9	0.64	19.6562	60.9214
10	0.72	24.8263	68.3239
11	0.80	30.5867	75.6791

**Sollecitazioni fondazione di monte**

Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.7136	-11.7145
3	0.58	-6.7344	-22.8079
4	0.87	-14.8822	-33.2802
5	1.16	-25.9769	-43.1314
6	1.45	-39.3244	-48.5545
7	1.74	-54.0756	-53.0744
8	2.03	-70.0476	-56.9733
9	2.32	-87.0601	-60.2510
10	2.61	-104.9331	-62.9076
11	2.90	-123.4865	-64.9431

**Armature e tensioni nei materiali del muro**



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	433 di 596

Combinazione n° 10

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4844.09	-17.53	1512.75	137.23	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4712.83	-74.42	960.95	137.46	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4371.87	-158.54	661.75	137.69	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3501.55	-224.33	421.43	137.92	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2679.18	-264.42	267.63	138.15	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1898.51	-265.67	162.08	138.38	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1223.61	-229.65	91.21	138.61	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4551.69	-694.73	234.84	208.34	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3984.89	-726.85	180.67	208.72	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3356.70	-725.61	135.74	209.09	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2736.08	-694.28	99.85	209.47	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2196.95	-648.17	73.05	209.85	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1756.04	-596.92	53.62	210.22	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1415.27	-549.68	39.95	210.60	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1156.80	-509.43	30.37	210.98	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	955.05	-473.57	23.43	211.35	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	796.08	-441.67	18.33	211.73	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1266.88	-781.94	27.47	265.55	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	584.44	-399.21	11.98	212.48	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	511.05	-384.49	9.93	212.86	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	451.54	-372.55	8.34	213.24	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	434 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1143.77	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	286.52	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	127.60	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	71.92	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.12	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	32.10	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	23.63	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	18.13	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	14.35	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.65	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	207.94	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	52.91	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	23.94	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	13.72	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	435 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	9.06	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	6.59	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.09	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.09	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.40	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.89	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	111.8035	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	111.8035	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.53	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	210.9060	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	111.8035	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	308.3901	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	164.3240	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	741.9150	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	308.3901	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	111.8035	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	328.0312	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.93	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	70.0282	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.51
--	------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	436 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.57

Raggio del cerchio R[m]= 6.38

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.08

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.16

Larghezza della striscia dx[m]= 0.45

Coefficiente di sicurezza C= 1.94

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	46.0244	68.81	42.9137	0.0122	32.01	0	0	---	---
2	54.6913	59.61	47.1790	0.0087	32.01	0	0	---	---
3	60.7582	52.31	48.0817	0.0072	32.01	0	0	---	---
4	65.4772	46.09	47.1748	0.0064	32.01	0	0	---	---
5	69.3069	40.52	45.0318	0.0058	32.01	0	0	---	---
6	50.5496	35.39	29.2727	0.0054	32.01	0	0	---	---
7	42.9756	30.56	21.8519	0.0051	31.06	692	0	---	---
8	46.1425	25.97	20.2050	0.0049	26.56	4000	0	---	---
9	47.7009	21.55	17.5210	0.0047	26.56	4000	0	---	---
10	45.8507	17.26	13.6061	0.0046	26.56	4000	0	---	---
11	44.4055	13.07	10.0443	0.0045	26.56	4000	0	---	---
12	45.0909	8.95	7.0182	0.0045	26.56	4000	0	---	---
13	45.5179	4.88	3.8736	0.0044	26.56	4000	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	437 di 596

14	49.7112	0.83	0.7236	0.0044	26.56	4000	0	---	---
15	34.8946	-3.21	-1.9537	0.0044	26.56	4000	0	---	---
16	22.7243	-7.27	-2.8754	0.0044	26.56	4000	0	---	---
17	20.7064	-11.37	-4.0808	0.0045	26.56	4000	0	---	---
18	19.6258	-15.52	-5.2525	0.0046	26.56	4000	0	---	---
19	18.5305	-19.77	-6.2668	0.0047	26.56	4000	0	---	---
20	17.1429	-24.13	-7.0073	0.0048	26.56	4000	0	---	---
21	15.4044	-28.64	-7.3839	0.0050	28.87	2307	0	---	---
22	13.0232	-33.36	-7.1620	0.0053	32.01	0	0	---	---
23	10.0911	-38.36	-6.2623	0.0056	32.01	0	0	---	---
24	6.5558	-43.73	-4.5319	0.0061	32.01	0	0	---	---
25	2.2407	-49.65	-1.7076	0.0068	32.01	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 895.1424 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 300.0131 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 500.0637 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.04$$

COMBINAZIONE n° 13

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	133.9288	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	133.9288	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	227.0280	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	133.9288	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	335.1770	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	335.1770	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	133.9288	[kN]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	438 di 596

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	360.9440	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.78	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	94.5286	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2239.1277	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	111957	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	47651	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.57$	$i_q = 0.57$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 23.37$	$N'_q = 14.29$	$N'_\gamma = 2.41$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.28
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.68

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 13

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.7609	0.0093	0.1496
3	0.34	4.0218	0.0654	0.5436
4	0.51	5.2826	0.2077	1.1488
5	0.69	6.5435	0.4701	1.9440
6	0.86	7.8044	0.8850	2.9279
7	1.03	9.0653	1.4847	4.1006
8	1.20	10.3261	2.3017	5.4621
9	1.20	16.2931	2.4356	5.4586
10	1.36	18.2733	3.4327	6.9140
11	1.52	20.2536	4.6784	8.5373
12	1.68	22.2338	6.1999	10.3281
13	1.85	24.2140	8.0242	12.2866
14	2.01	26.1942	10.1784	14.4127
15	2.17	28.1744	12.6896	16.7063
16	2.33	30.1547	15.5849	19.1676
17	2.49	32.1349	18.8913	21.7965
18	2.65	34.1151	22.6358	24.5929
19	2.82	36.0953	26.8457	27.5570
20	2.98	38.0756	31.5479	30.6887
21	3.14	40.0558	36.7700	34.0016
22	3.30	42.0360	42.5457	37.5471

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 13

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	440 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3020	7.5346
3	0.16	1.2029	14.9712
4	0.24	2.6948	22.3098
5	0.32	4.7699	29.5504
6	0.40	7.4203	36.6930
7	0.48	10.6381	43.7377
8	0.56	14.4157	50.6843
9	0.64	18.7450	57.5330
10	0.72	23.6183	64.2837
11	0.80	29.0278	70.9363

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-3.1971	-21.8342
3	0.58	-12.5394	-42.3808
4	0.87	-27.6535	-61.6397
5	1.16	-48.1659	-79.6110
6	1.45	-73.1348	-92.0827
7	1.74	-101.4463	-102.9548
8	2.03	-132.7241	-112.5392
9	2.32	-166.5946	-120.8359
10	2.61	-202.6844	-127.8451
11	2.90	-240.6202	-133.5666

## Armature e tensioni nei materiali del muro



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	441 di 596

Combinazione n° 13

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4846.96	-16.29	1755.59	137.17	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4707.95	-76.53	1170.62	137.34	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4271.23	-167.91	808.54	137.51	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3291.08	-236.42	502.95	137.68	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2398.02	-271.92	307.27	137.85	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1516.70	-248.41	167.31	138.02	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	916.12	-204.20	88.72	138.19	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4615.17	-689.90	283.26	207.90	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3884.55	-729.71	212.58	208.18	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3100.79	-716.25	153.10	208.46	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2386.55	-665.49	107.34	208.74	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1827.83	-605.72	75.49	209.02	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1414.14	-549.50	53.99	209.30	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1117.46	-503.30	39.66	209.58	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	891.69	-460.86	29.57	209.86	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	728.11	-428.04	22.66	210.14	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	609.13	-404.17	17.86	210.42	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	989.93	-736.26	27.43	264.14	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	449.03	-372.05	11.79	210.97	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	393.06	-360.82	9.81	211.25	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	347.46	-351.67	8.27	211.53	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	442 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1179.76	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	296.22	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	132.23	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	74.70	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	48.02	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	33.50	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	24.72	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	19.01	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.09	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.28	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	111.46	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	28.42	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	12.89	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.40	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	443 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.87	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.51	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.68	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.14	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.76	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.48	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 14

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	133.9288	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	133.9288	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	293.5350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	133.9288	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	439.0112	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	439.0112	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	133.9288	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	458.9855	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.97	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	66.7106	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3091.3088	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	127217	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	81836	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	444 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.66$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.22$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.78$	$N'_q = 16.38$	$N'_\gamma = 5.22$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.67
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.04

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	445 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 14

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	3.2022	0.0093	0.1496
3	0.34	4.9044	0.0654	0.5436
4	0.51	6.6065	0.2077	1.1488
5	0.69	8.3087	0.4701	1.9440
6	0.86	10.0109	0.8850	2.9279
7	1.03	11.7131	1.4847	4.1006
8	1.20	13.4153	2.3017	5.4621
9	1.20	19.3823	2.7445	5.4586
10	1.36	22.0556	3.7416	6.9140
11	1.52	24.7289	4.9873	8.5373
12	1.68	27.4022	6.5088	10.3281
13	1.85	30.0755	8.3331	12.2866
14	2.01	32.7488	10.4873	14.4127
15	2.17	35.4221	12.9985	16.7063
16	2.33	38.0954	15.8938	19.1676
17	2.49	40.7686	19.2002	21.7965
18	2.65	43.4419	22.9448	24.5929
19	2.82	46.1152	27.1546	27.5570
20	2.98	48.7885	31.8568	30.6887
21	3.14	51.4618	37.0789	34.0016
22	3.30	54.1351	42.8546	37.5471

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 14

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	446 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3320	8.2893
3	0.16	1.3244	16.5095
4	0.24	2.9717	24.6605
5	0.32	5.2683	32.7423
6	0.40	8.2086	40.7550
7	0.48	11.7872	48.6986
8	0.56	15.9986	56.5730
9	0.64	20.8371	64.3782
10	0.72	26.2972	72.1143
11	0.80	32.3735	79.7812

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.0305	-13.8522
3	0.58	-7.9464	-26.7956
4	0.87	-17.4841	-38.8303
5	1.16	-30.3802	-49.9564
6	1.45	-45.8024	-55.9617
7	1.74	-62.7470	-60.7463
8	2.03	-80.9474	-64.6222
9	2.32	-100.1400	-67.5894
10	2.61	-120.0614	-69.6479
11	2.90	-140.4480	-70.7977

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	447 di 596

Combinazione n° 14

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4852.11	-14.06	1515.25	137.23	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4738.78	-63.17	966.24	137.46	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4541.39	-142.75	687.41	137.69	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3718.73	-210.39	447.57	137.92	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2892.57	-255.70	288.94	138.15	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2143.62	-271.72	183.01	138.38	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1411.90	-242.24	105.25	138.61	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4780.34	-676.89	246.63	208.34	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4236.53	-718.70	192.08	208.72	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3638.56	-733.82	147.14	209.09	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2986.44	-709.36	108.99	209.47	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2409.38	-667.57	80.11	209.85	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1930.90	-618.34	58.96	210.22	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1558.83	-572.03	44.01	210.60	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1259.28	-525.38	33.06	210.98	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1043.02	-491.21	25.58	211.35	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	860.83	-454.66	19.82	211.73	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1344.51	-791.71	29.16	265.55	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	623.35	-407.02	12.78	212.48	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	542.35	-390.77	10.54	212.86	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	477.09	-377.68	8.81	213.24	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 14

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1073.18	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	269.04	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	119.91	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	67.64	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	43.41	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	30.23	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.27	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	17.10	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	13.55	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.01	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	175.49	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	44.84	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	20.38	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.73	252.51	--	--



Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	449 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.78	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.68	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.40	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.56	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.97	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.54	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 15

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	133.9288	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	133.9288	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	293.5350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	133.9288	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	401.6840	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	401.6840	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	133.9288	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	423.4229	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	53.6976	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2888.3354	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	113904	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	77375	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	450 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.63$	$i_q = 0.63$	$i_\gamma = 0.18$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 25.71$	$N'_q = 15.72$	$N'_\gamma = 4.24$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.53
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.19

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 15

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.7609	0.0093	0.1496
3	0.34	4.0218	0.0654	0.5436
4	0.51	5.2826	0.2077	1.1488
5	0.69	6.5435	0.4701	1.9440
6	0.86	7.8044	0.8850	2.9279
7	1.03	9.0653	1.4847	4.1006
8	1.20	10.3261	2.3017	5.4621
9	1.20	16.2931	2.4356	5.4586
10	1.36	18.2733	3.4327	6.9140
11	1.52	20.2536	4.6784	8.5373
12	1.68	22.2338	6.1999	10.3281
13	1.85	24.2140	8.0242	12.2866
14	2.01	26.1942	10.1784	14.4127
15	2.17	28.1744	12.6896	16.7063
16	2.33	30.1547	15.5849	19.1676
17	2.49	32.1349	18.8913	21.7965
18	2.65	34.1151	22.6358	24.5929
19	2.82	36.0953	26.8457	27.5570
20	2.98	38.0756	31.5479	30.6887
21	3.14	40.0558	36.7700	34.0016
22	3.30	42.0360	42.5457	37.5471

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 15

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	452 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3088	7.7115
3	0.16	1.2324	15.3673
4	0.24	2.7661	22.9675
5	0.32	4.9057	30.5120
6	0.40	7.6466	38.0009
7	0.48	10.9843	45.4340
8	0.56	14.9145	52.8116
9	0.64	19.4327	60.1334
10	0.72	24.5344	67.3996
11	0.80	30.2151	74.6101

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.9741	-13.4926
3	0.58	-7.7550	-26.2538
4	0.87	-17.1306	-38.2835
5	1.16	-29.8887	-49.5817
6	1.45	-45.2486	-55.9365
7	1.74	-62.2581	-61.2479
8	2.03	-80.7017	-65.8278
9	2.32	-100.3675	-69.6763
10	2.61	-121.0432	-72.7933
11	2.90	-142.5169	-75.1788

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	453 di 596

Combinazione n° 15

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4846.96	-16.29	1755.59	137.17	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4707.95	-76.53	1170.62	137.34	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4271.23	-167.91	808.54	137.51	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3291.08	-236.42	502.95	137.68	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2398.02	-271.92	307.27	137.85	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1516.70	-248.41	167.31	138.02	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	916.12	-204.20	88.72	138.19	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4615.17	-689.90	283.26	207.90	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3884.55	-729.71	212.58	208.18	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3100.79	-716.25	153.10	208.46	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2386.55	-665.49	107.34	208.74	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1827.83	-605.72	75.49	209.02	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1414.14	-549.50	53.99	209.30	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1117.46	-503.30	39.66	209.58	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	891.69	-460.86	29.57	209.86	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	728.11	-428.04	22.66	210.14	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	609.13	-404.17	17.86	210.42	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	989.93	-736.26	27.43	264.14	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	449.03	-372.05	11.79	210.97	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	393.06	-360.82	9.81	211.25	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	347.46	-351.67	8.27	211.53	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	454 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1153.81	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	289.15	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	128.82	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	72.64	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.60	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	32.44	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	23.89	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	18.34	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	14.52	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.79	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	180.50	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	45.95	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	20.80	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.92	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	455 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.87	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.72	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.42	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.55	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.94	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.50	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 16

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	133.9288	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	133.9288	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	227.0280	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	133.9288	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	372.5042	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	372.5042	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	133.9288	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	395.8488	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.78	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	107.5416	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2479.6966	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	125270	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	52113	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	456 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 24.76$	$N'_q = 15.14$	$N'_\gamma = 3.45$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.42
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.66



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	457 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	3.2022	0.0093	0.1496
3	0.34	4.9044	0.0654	0.5436
4	0.51	6.6065	0.2077	1.1488
5	0.69	8.3087	0.4701	1.9440
6	0.86	10.0109	0.8850	2.9279
7	1.03	11.7131	1.4847	4.1006
8	1.20	13.4153	2.3017	5.4621
9	1.20	19.3823	2.7445	5.4586
10	1.36	22.0556	3.7416	6.9140
11	1.52	24.7289	4.9873	8.5373
12	1.68	27.4022	6.5088	10.3281
13	1.85	30.0755	8.3331	12.2866
14	2.01	32.7488	10.4873	14.4127
15	2.17	35.4221	12.9985	16.7063
16	2.33	38.0954	15.8938	19.1676
17	2.49	40.7686	19.2002	21.7965
18	2.65	43.4419	22.9448	24.5929
19	2.82	46.1152	27.1546	27.5570
20	2.98	48.7885	31.8568	30.6887
21	3.14	51.4618	37.0789	34.0016
22	3.30	54.1351	42.8546	37.5471

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	458 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3252	8.1124
3	0.16	1.2950	16.1133
4	0.24	2.9004	24.0027
5	0.32	5.1325	31.7807
6	0.40	7.9823	39.4472
7	0.48	11.4411	47.0022
8	0.56	15.4997	54.4457
9	0.64	20.1494	61.7778
10	0.72	25.3812	68.9983
11	0.80	31.1862	76.1074

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-3.2535	-22.1938
3	0.58	-12.7308	-42.9226
4	0.87	-28.0070	-62.1866
5	1.16	-48.6574	-79.9857
6	1.45	-73.6885	-92.1079
7	1.74	-101.9352	-102.4532
8	2.03	-132.9697	-111.3336
9	2.32	-166.3671	-118.7491
10	2.61	-201.7026	-124.6997
11	2.90	-238.5513	-129.1854

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	459 di 596

Combinazione n° 16

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4852.11	-14.06	1515.25	137.23	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4738.78	-63.17	966.24	137.46	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4541.39	-142.75	687.41	137.69	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3718.73	-210.39	447.57	137.92	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2892.57	-255.70	288.94	138.15	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2143.62	-271.72	183.01	138.38	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1411.90	-242.24	105.25	138.61	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4780.34	-676.89	246.63	208.34	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4236.53	-718.70	192.08	208.72	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3638.56	-733.82	147.14	209.09	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2986.44	-709.36	108.99	209.47	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2409.38	-667.57	80.11	209.85	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1930.90	-618.34	58.96	210.22	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1558.83	-572.03	44.01	210.60	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1259.28	-525.38	33.06	210.98	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1043.02	-491.21	25.58	211.35	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	860.83	-454.66	19.82	211.73	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1344.51	-791.71	29.16	265.55	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	623.35	-407.02	12.78	212.48	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	542.35	-390.77	10.54	212.86	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	477.09	-377.68	8.81	213.24	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	460 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 16

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1095.60	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	275.16	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	122.86	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	69.43	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	44.64	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	31.14	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.99	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	17.68	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	14.04	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.43	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	109.52	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	27.99	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	12.72	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.32	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	461 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.84	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.50	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.68	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.14	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.77	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.49	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	125.0353	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	125.0353	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.53	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.25	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.0260	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	125.0353	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	305.5101	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	183.7319	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	734.0989	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	305.5101	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	125.0353	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.30	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	330.1064	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.26	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	91.2043	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.00
--	------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	462 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 18

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.57

Raggio del cerchio R[m]= 6.38

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.08

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.16

Larghezza della striscia dx[m]= 0.45

Coefficiente di sicurezza C= 1.82

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	54.1214	68.81	50.4635	0.0122	32.01	0	0	---	---
2	62.7883	59.61	54.1638	0.0087	32.01	0	0	---	---
3	68.8552	52.31	54.4894	0.0072	32.01	0	0	---	---
4	73.5742	46.09	53.0085	0.0064	32.01	0	0	---	---
5	77.4040	40.52	50.2928	0.0058	32.01	0	0	---	---
6	53.1660	35.39	30.7878	0.0054	32.01	0	0	---	---
7	42.9756	30.56	21.8519	0.0051	31.06	692	0	---	---
8	46.1425	25.97	20.2050	0.0049	26.56	4000	0	---	---
9	47.7009	21.55	17.5210	0.0047	26.56	4000	0	---	---
10	45.5215	17.26	13.5084	0.0046	26.56	4000	0	---	---
11	43.8209	13.07	9.9120	0.0045	26.56	4000	0	---	---
12	44.5063	8.95	6.9272	0.0045	26.56	4000	0	---	---
13	44.9333	4.88	3.8238	0.0044	26.56	4000	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	463 di 596

14	49.2982	0.83	0.7176	0.0044	26.56	4000	0	---	---
15	34.8946	-3.21	-1.9537	0.0044	26.56	4000	0	---	---
16	22.7243	-7.27	-2.8754	0.0044	26.56	4000	0	---	---
17	20.7064	-11.37	-4.0808	0.0045	26.56	4000	0	---	---
18	19.6258	-15.52	-5.2525	0.0046	26.56	4000	0	---	---
19	18.5305	-19.77	-6.2668	0.0047	26.56	4000	0	---	---
20	17.1429	-24.13	-7.0073	0.0048	26.56	4000	0	---	---
21	15.4044	-28.64	-7.3839	0.0050	28.87	2307	0	---	---
22	13.0232	-33.36	-7.1620	0.0053	32.01	0	0	---	---
23	10.0911	-38.36	-6.2623	0.0056	32.01	0	0	---	---
24	6.5558	-43.73	-4.5319	0.0061	32.01	0	0	---	---
25	2.2407	-49.65	-1.7076	0.0068	32.01	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 935.7479 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 333.1885 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 525.7556 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.04$$

COMBINAZIONE n° 19

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	293.5350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7208	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	401.6840	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	401.6840	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7208	[kN]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	464 di 596

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	419.4324	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.73	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	34.3528	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3236.6243	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	107324	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	83954	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.66$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.23$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.96$	$N'_q = 16.48$	$N'_\gamma = 5.38$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.70
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.06



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	465 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 19

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.7609	0.0093	0.1496
3	0.34	4.0218	0.0654	0.5436
4	0.51	5.2826	0.2077	1.1488
5	0.69	6.5435	0.4701	1.9440
6	0.86	7.8044	0.8850	2.9279
7	1.03	9.0653	1.4847	4.1006
8	1.20	10.3261	2.3017	5.4621
9	1.20	16.2931	2.4356	5.4586
10	1.36	18.2733	3.4327	6.9140
11	1.52	20.2536	4.6784	8.5373
12	1.68	22.2338	6.1999	10.3281
13	1.85	24.2140	8.0242	12.2866
14	2.01	26.1942	10.1784	14.4127
15	2.17	28.1744	12.6896	16.7063
16	2.33	30.1547	15.5849	19.1676
17	2.49	32.1349	18.8913	21.7965
18	2.65	34.1151	22.6358	24.5929
19	2.82	36.0953	26.8457	27.5570
20	2.98	38.0756	31.5479	30.6887
21	3.14	40.0558	36.7700	34.0016
22	3.30	42.0360	42.5457	37.5471

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 19

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	466 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2880	7.1951
3	0.16	1.1503	14.3547
4	0.24	2.5838	21.4786
5	0.32	4.5859	28.5669
6	0.40	7.1536	35.6196
7	0.48	10.2841	42.6367
8	0.56	13.9745	49.6181
9	0.64	18.2220	56.5640
10	0.72	23.0238	63.4743
11	0.80	28.3770	70.3489

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 19

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.7102	-11.7162
3	0.58	-6.7502	-22.9645
4	0.87	-14.9843	-33.7448
5	1.16	-26.2769	-44.0572
6	1.45	-39.9236	-49.6896
7	1.74	-55.0485	-54.5421
8	2.03	-71.5128	-58.9266
9	2.32	-89.1807	-62.8432
10	2.61	-107.9166	-66.2919
11	2.90	-127.5848	-69.2726

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	467 di 596

Combinazione n° 19

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4846.96	-16.29	1755.59	137.17	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4707.95	-76.53	1170.62	137.34	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4271.23	-167.91	808.54	137.51	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3291.08	-236.42	502.95	137.68	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2398.02	-271.92	307.27	137.85	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1516.70	-248.41	167.31	138.02	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	916.12	-204.20	88.72	138.19	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4615.17	-689.90	283.26	207.90	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3884.55	-729.71	212.58	208.18	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3100.79	-716.25	153.10	208.46	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2386.55	-665.49	107.34	208.74	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1827.83	-605.72	75.49	209.02	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1414.14	-549.50	53.99	209.30	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1117.46	-503.30	39.66	209.58	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	891.69	-460.86	29.57	209.86	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	728.11	-428.04	22.66	210.14	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	609.13	-404.17	17.86	210.42	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	989.93	-736.26	27.43	264.14	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	449.03	-372.05	11.79	210.97	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	393.06	-360.82	9.81	211.25	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	347.46	-351.67	8.27	211.53	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	468 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 19

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1237.08	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	309.78	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	137.91	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	77.70	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	49.81	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	34.65	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	25.50	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	19.55	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	15.48	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.56	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	208.36	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	52.79	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	23.78	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	13.56	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	469 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.93	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	6.47	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.98	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.00	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.30	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.79	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 20

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	227.0280	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7208	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	372.5042	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	372.5042	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7208	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	391.5774	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	88.1969	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2807.2529	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	118690	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	58693	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	470 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.19$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.06$	$N'_q = 15.94$	$N'_\gamma = 4.55$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.57
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.54

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	471 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 20

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	3.2022	0.0093	0.1496
3	0.34	4.9044	0.0654	0.5436
4	0.51	6.6065	0.2077	1.1488
5	0.69	8.3087	0.4701	1.9440
6	0.86	10.0109	0.8850	2.9279
7	1.03	11.7131	1.4847	4.1006
8	1.20	13.4153	2.3017	5.4621
9	1.20	19.3823	2.7445	5.4586
10	1.36	22.0556	3.7416	6.9140
11	1.52	24.7289	4.9873	8.5373
12	1.68	27.4022	6.5088	10.3281
13	1.85	30.0755	8.3331	12.2866
14	2.01	32.7488	10.4873	14.4127
15	2.17	35.4221	12.9985	16.7063
16	2.33	38.0954	15.8938	19.1676
17	2.49	40.7686	19.2002	21.7965
18	2.65	43.4419	22.9448	24.5929
19	2.82	46.1152	27.1546	27.5570
20	2.98	48.7885	31.8568	30.6887
21	3.14	51.4618	37.0789	34.0016
22	3.30	54.1351	42.8546	37.5471

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 20

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	472 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3045	7.5960
3	0.16	1.2129	15.1006
4	0.24	2.7181	22.5138
5	0.32	4.8127	29.8356
6	0.40	7.4894	37.0659
7	0.48	10.7408	44.2048
8	0.56	14.5597	51.2523
9	0.64	18.9387	58.2084
10	0.72	23.8706	65.0730
11	0.80	29.3480	71.8462

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 20

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.9896	-20.4174
3	0.58	-11.7259	-39.6333
4	0.87	-25.8608	-57.6479
5	1.16	-45.0456	-74.4611
6	1.45	-68.3635	-85.8609
7	1.74	-94.7257	-95.7474
8	2.03	-123.7808	-104.4324
9	2.32	-155.1804	-111.9161
10	2.61	-188.5760	-118.1984
11	2.90	-223.6193	-123.2792

## Armature e tensioni nei materiali del muro



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	473 di 596

Combinazione n° 20

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4852.11	-14.06	1515.25	137.23	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4738.78	-63.17	966.24	137.46	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4541.39	-142.75	687.41	137.69	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3718.73	-210.39	447.57	137.92	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2892.57	-255.70	288.94	138.15	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2143.62	-271.72	183.01	138.38	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1411.90	-242.24	105.25	138.61	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4780.34	-676.89	246.63	208.34	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4236.53	-718.70	192.08	208.72	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3638.56	-733.82	147.14	209.09	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2986.44	-709.36	108.99	209.47	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2409.38	-667.57	80.11	209.85	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1930.90	-618.34	58.96	210.22	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1558.83	-572.03	44.01	210.60	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1259.28	-525.38	33.06	210.98	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1043.02	-491.21	25.58	211.35	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	860.83	-454.66	19.82	211.73	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1344.51	-791.71	29.16	265.55	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	623.35	-407.02	12.78	212.48	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	542.35	-390.77	10.54	212.86	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	477.09	-377.68	8.81	213.24	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	474 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 20

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1170.41	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	293.78	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	131.09	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	74.04	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	47.58	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	33.18	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	24.47	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	18.81	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	14.93	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	12.14	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	119.19	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	30.39	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	13.78	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.91	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	475 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.21	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.76	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.88	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.30	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.89	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.59	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 21

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	227.0280	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7208	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	335.1770	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	335.1770	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7208	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	356.2543	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.81	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	75.1839	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2563.4896	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	105377	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	54231	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	476 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 24.74$	$N'_q = 15.13$	$N'_\gamma = 3.43$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.41
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.65

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	477 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 21

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.7609	0.0093	0.1496
3	0.34	4.0218	0.0654	0.5436
4	0.51	5.2826	0.2077	1.1488
5	0.69	6.5435	0.4701	1.9440
6	0.86	7.8044	0.8850	2.9279
7	1.03	9.0653	1.4847	4.1006
8	1.20	10.3261	2.3017	5.4621
9	1.20	16.2931	2.4356	5.4586
10	1.36	18.2733	3.4327	6.9140
11	1.52	20.2536	4.6784	8.5373
12	1.68	22.2338	6.1999	10.3281
13	1.85	24.2140	8.0242	12.2866
14	2.01	26.1942	10.1784	14.4127
15	2.17	28.1744	12.6896	16.7063
16	2.33	30.1547	15.5849	19.1676
17	2.49	32.1349	18.8913	21.7965
18	2.65	34.1151	22.6358	24.5929
19	2.82	36.0953	26.8457	27.5570
20	2.98	38.0756	31.5479	30.6887
21	3.14	40.0558	36.7700	34.0016
22	3.30	42.0360	42.5457	37.5471

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 21

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	478 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2812	7.0182
3	0.16	1.1208	13.9585
4	0.24	2.5125	20.8209
5	0.32	4.4501	27.6053
6	0.40	6.9273	34.3118
7	0.48	9.9379	40.9403
8	0.56	13.4757	47.4909
9	0.64	17.5344	53.9636
10	0.72	22.1078	60.3583
11	0.80	27.1896	66.6751

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 21

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.9331	-20.0578
3	0.58	-11.5345	-39.0915
4	0.87	-25.5072	-57.1011
5	1.16	-44.5541	-74.0865
6	1.45	-67.8097	-85.8358
7	1.74	-94.2368	-96.2490
8	2.03	-123.5351	-105.6380
9	2.32	-155.4078	-114.0029
10	2.61	-189.5578	-121.3437
11	2.90	-225.6882	-127.6604

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	479 di 596

Combinazione n° 21

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4846.96	-16.29	1755.59	137.17	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4707.95	-76.53	1170.62	137.34	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4271.23	-167.91	808.54	137.51	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3291.08	-236.42	502.95	137.68	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2398.02	-271.92	307.27	137.85	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1516.70	-248.41	167.31	138.02	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	916.12	-204.20	88.72	138.19	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4615.17	-689.90	283.26	207.90	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3884.55	-729.71	212.58	208.18	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3100.79	-716.25	153.10	208.46	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2386.55	-665.49	107.34	208.74	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1827.83	-605.72	75.49	209.02	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1414.14	-549.50	53.99	209.30	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1117.46	-503.30	39.66	209.58	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	891.69	-460.86	29.57	209.86	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	728.11	-428.04	22.66	210.14	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	609.13	-404.17	17.86	210.42	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	989.93	-736.26	27.43	264.14	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	449.03	-372.05	11.79	210.97	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	393.06	-360.82	9.81	211.25	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	347.46	-351.67	8.27	211.53	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	480 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 21

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1266.96	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	317.91	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	141.82	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	80.07	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	51.44	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	35.86	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	26.44	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.32	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.12	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	13.11	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	121.48	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	30.89	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	13.97	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.00	252.51	--	--



Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	481 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.25	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.78	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.88	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.29	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.88	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.58	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 22

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	120.7208	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	293.5350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7208	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	439.0112	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	439.0112	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7208	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	455.3068	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	47.3658	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3432.9400	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	120637	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	88416	[Pa]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	482 di 596

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.69$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.27$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.96$	$N'_q = 17.10$	$N'_\gamma = 6.38$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.85
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.82

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 22

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.5000	0.0000	0.0000
2	0.17	3.2022	0.0093	0.1496
3	0.34	4.9044	0.0654	0.5436
4	0.51	6.6065	0.2077	1.1488
5	0.69	8.3087	0.4701	1.9440
6	0.86	10.0109	0.8850	2.9279
7	1.03	11.7131	1.4847	4.1006
8	1.20	13.4153	2.3017	5.4621
9	1.20	19.3823	2.7445	5.4586
10	1.36	22.0556	3.7416	6.9140
11	1.52	24.7289	4.9873	8.5373
12	1.68	27.4022	6.5088	10.3281
13	1.85	30.0755	8.3331	12.2866
14	2.01	32.7488	10.4873	14.4127
15	2.17	35.4221	12.9985	16.7063
16	2.33	38.0954	15.8938	19.1676
17	2.49	40.7686	19.2002	21.7965
18	2.65	43.4419	22.9448	24.5929
19	2.82	46.1152	27.1546	27.5570
20	2.98	48.7885	31.8568	30.6887
21	3.14	51.4618	37.0789	34.0016
22	3.30	54.1351	42.8546	37.5471

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 22

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	484 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3112	7.7729
3	0.16	1.2424	15.4968
4	0.24	2.7894	23.1715
5	0.32	4.9485	30.7972
6	0.40	7.7157	38.3737
7	0.48	11.0870	45.9012
8	0.56	15.0585	53.3795
9	0.64	19.6264	60.8088
10	0.72	24.7866	68.1889
11	0.80	30.5353	75.5200

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 22

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.7666	-12.0758
3	0.58	-6.9416	-23.5063
4	0.87	-15.3379	-34.2917
5	1.16	-26.7684	-44.4318
6	1.45	-40.4773	-49.7148
7	1.74	-55.5374	-54.0405
8	2.03	-71.7584	-57.7211
9	2.32	-88.9533	-60.7564
10	2.61	-106.9348	-63.1466
11	2.90	-125.5159	-64.8915

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	485 di 596

Combinazione n° 22

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	3256.36	137.00	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4852.11	-14.06	1515.25	137.23	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4738.78	-63.17	966.24	137.46	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4541.39	-142.75	687.41	137.69	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3718.73	-210.39	447.57	137.92	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2892.57	-255.70	288.94	138.15	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2143.62	-271.72	183.01	138.38	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1411.90	-242.24	105.25	138.61	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4780.34	-676.89	246.63	208.34	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4236.53	-718.70	192.08	208.72	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3638.56	-733.82	147.14	209.09	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2986.44	-709.36	108.99	209.47	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2409.38	-667.57	80.11	209.85	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1930.90	-618.34	58.96	210.22	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1558.83	-572.03	44.01	210.60	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1259.28	-525.38	33.06	210.98	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1043.02	-491.21	25.58	211.35	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	860.83	-454.66	19.82	211.73	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1344.51	-791.71	29.16	265.55	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	623.35	-407.02	12.78	212.48	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	542.35	-390.77	10.54	212.86	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	477.09	-377.68	8.81	213.24	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	486 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 22

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1144.86	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	286.82	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	127.74	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	72.01	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.18	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	32.14	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	23.66	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	18.16	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	14.38	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.67	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	201.71	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	51.33	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	23.23	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	13.31	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	487 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.80	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	6.42	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.97	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.01	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.33	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.84	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 23

Valore della spinta statica	111.8035	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	111.8035	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.53	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.0260	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	111.8035	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	305.5101	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	164.3240	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	734.0989	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	305.5101	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	111.8035	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	325.3252	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	71.7964	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.47
--	------

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	488 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 24

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.57

Raggio del cerchio R[m]= 6.38

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.08

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.16

Larghezza della striscia dx[m]= 0.45

Coefficiente di sicurezza C= 1.93

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	46.0244	68.81	42.9137	0.0122	32.01	0	0	---	---
2	54.6913	59.61	47.1790	0.0087	32.01	0	0	---	---
3	60.7582	52.31	48.0817	0.0072	32.01	0	0	---	---
4	65.4772	46.09	47.1748	0.0064	32.01	0	0	---	---
5	69.3069	40.52	45.0318	0.0058	32.01	0	0	---	---
6	50.5496	35.39	29.2727	0.0054	32.01	0	0	---	---
7	42.9756	30.56	21.8519	0.0051	31.06	692	0	---	---
8	46.1425	25.97	20.2050	0.0049	26.56	4000	0	---	---
9	47.7009	21.55	17.5210	0.0047	26.56	4000	0	---	---
10	45.5215	17.26	13.5084	0.0046	26.56	4000	0	---	---
11	43.8209	13.07	9.9120	0.0045	26.56	4000	0	---	---
12	44.5063	8.95	6.9272	0.0045	26.56	4000	0	---	---
13	44.9333	4.88	3.8238	0.0044	26.56	4000	0	---	---



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	489 di 596

14	49.2982	0.83	0.7176	0.0044	26.56	4000	0	---	---
15	34.8946	-3.21	-1.9537	0.0044	26.56	4000	0	---	---
16	22.7243	-7.27	-2.8754	0.0044	26.56	4000	0	---	---
17	20.7064	-11.37	-4.0808	0.0045	26.56	4000	0	---	---
18	19.6258	-15.52	-5.2525	0.0046	26.56	4000	0	---	---
19	18.5305	-19.77	-6.2668	0.0047	26.56	4000	0	---	---
20	17.1429	-24.13	-7.0073	0.0048	26.56	4000	0	---	---
21	15.4044	-28.64	-7.3839	0.0050	28.87	2307	0	---	---
22	13.0232	-33.36	-7.1620	0.0053	32.01	0	0	---	---
23	10.0911	-38.36	-6.2623	0.0056	32.01	0	0	---	---
24	6.5558	-43.73	-4.5319	0.0061	32.01	0	0	---	---
25	2.2407	-49.65	-1.7076	0.0068	32.01	0	0	---	---

$\Sigma W_i = 892.6464$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 299.6365$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 498.8160$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.04$

COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica	36.1531	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	36.1531	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Incremento sismico della spinta	3.1816	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62.75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	190.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]
Inerzia del muro	3.5986	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.7993	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	6.4117	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.2058	[kN]		

Risultanti

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	490 di 596

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	49.3450	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	301.6741	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	301.6741	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	49.3450	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	305.6832	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.29	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-11.3588	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4811.3005	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	67964	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	75691	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.80$	$i_q = 0.80$	$i_\gamma = 0.50$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 32.71$	$N'_q = 20.00$	$N'_\gamma = 11.90$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	15.95

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 25

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.2609	0.0056	0.0778
3	0.34	2.5218	0.0329	0.2632
4	0.51	3.7826	0.1045	0.5969
5	0.69	5.0435	0.2463	1.0831
6	0.86	6.3044	0.4845	1.7214
7	1.03	7.5653	0.8452	2.5119
8	1.20	8.8261	1.3544	3.4544
9	1.20	13.2461	1.5719	3.4509
10	1.36	15.2263	2.2127	4.5049
11	1.52	17.2066	3.0346	5.6941
12	1.68	19.1868	4.0596	7.0184
13	1.85	21.1670	5.3094	8.4778
14	2.01	23.1472	6.8058	10.0722
15	2.17	25.1274	8.5708	11.8018
16	2.33	27.1077	10.6260	13.6664
17	2.49	29.0879	12.9933	15.6661
18	2.65	31.0681	15.6946	17.8008
19	2.82	33.0483	18.7517	20.0707
20	2.98	35.0286	22.1863	22.4756
21	3.14	37.0088	26.0203	25.0155
22	3.30	38.9890	30.2755	27.6906

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 25

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	492 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1627	4.0700
3	0.16	0.6515	8.1518
4	0.24	1.4673	12.2454
5	0.32	2.6111	16.3507
6	0.40	4.0838	20.4679
7	0.48	5.8863	24.5968
8	0.56	8.0196	28.7374
9	0.64	10.4846	32.8899
10	0.72	13.2823	37.0541
11	0.80	16.4135	41.2301

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 25

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-0.2375	-1.6640
3	0.58	-0.9801	-3.4827
4	0.87	-2.2725	-5.4562
5	1.16	-4.1596	-7.5844
6	1.45	-6.6864	-9.8673
7	1.74	-9.8976	-12.3049
8	2.03	-13.8382	-14.8973
9	2.32	-18.5530	-17.6444
10	2.61	-24.0869	-20.5462
11	2.90	-30.4848	-23.6027

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	493 di 596

Combinazione n° 25

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4834.95	-21.49	3834.60	136.97	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4741.73	-61.89	1880.33	137.14	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4591.96	-126.80	1213.96	137.31	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3959.68	-193.35	785.11	137.48	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3161.84	-242.98	501.53	137.65	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2428.19	-271.27	320.97	137.82	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1673.12	-256.74	189.56	137.99	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5307.59	-629.86	400.69	207.47	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4702.02	-683.30	308.81	207.75	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4102.30	-723.50	238.42	208.03	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3441.07	-728.07	179.35	208.31	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2777.95	-696.80	131.24	208.59	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2207.85	-649.16	95.38	208.87	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1746.68	-595.78	69.51	209.15	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1393.69	-546.31	51.41	209.43	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1131.68	-505.51	38.91	209.71	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	925.84	-467.71	29.80	209.99	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1409.78	-799.91	42.66	263.71	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	651.55	-412.68	18.60	210.54	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	561.16	-394.54	15.16	210.82	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	489.61	-380.19	12.56	211.10	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	494 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 25

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	2189.81	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	546.92	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	242.84	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	136.47	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	87.26	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	60.54	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	44.43	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	33.99	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	26.83	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	21.71	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1500.07	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	363.57	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	156.80	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	85.66	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	495 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	53.29	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	36.00	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	25.75	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	19.21	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	14.79	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	11.69	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica	36.1531	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	36.1531	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Incremento sismico della spinta	1.9643	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62.69	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	190.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]
Inerzia del muro	3.5986	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.7993	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	6.4117	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.2058	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	48.1276	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	291.6639	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	291.6639	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48.1276	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	295.6080	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.37	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-10.2608	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4798.5822	[kN]

Tensioni sul terreno

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	496 di 596

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	65954	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	72934	[Pa]

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.80$	$i_q = 0.80$	$i_\gamma = 0.50$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 32.65$	$N'_q = 19.96$	$N'_\gamma = 11.82$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.09
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	16.45



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	497 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 26

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	1.2609	0.0056	0.0768
3	0.34	2.5218	0.0324	0.2578
4	0.51	3.7826	0.1023	0.5825
5	0.69	5.0435	0.2405	1.0549
6	0.86	6.3044	0.4724	1.6748
7	1.03	7.5653	0.8232	2.4421
8	1.20	8.8261	1.3181	3.3569
9	1.20	13.2461	1.5357	3.3533
10	1.36	15.2263	2.1582	4.3767
11	1.52	17.2066	2.9567	5.5312
12	1.68	19.1868	3.9523	6.8166
13	1.85	21.1670	5.1661	8.2329
14	2.01	23.1472	6.6192	9.7801
15	2.17	25.1274	8.3328	11.4581
16	2.33	27.1077	10.3281	13.2671
17	2.49	29.0879	12.6262	15.2070
18	2.65	31.0681	15.2482	17.2777
19	2.82	33.0483	18.2153	19.4794
20	2.98	35.0286	21.5486	21.8119
21	3.14	37.0088	25.2693	24.2754
22	3.30	38.9890	29.3984	26.8697

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 26

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	498 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1563	3.9087
3	0.16	0.6257	7.8280
4	0.24	1.4090	11.7579
5	0.32	2.5072	15.6985
6	0.40	3.9211	19.6497
7	0.48	5.6514	23.6115
8	0.56	7.6992	27.5840
9	0.64	10.0652	31.5671
10	0.72	12.7502	35.5609
11	0.80	15.7552	39.5653

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 26

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-0.3527	-2.4560
3	0.58	-1.4380	-5.0518
4	0.87	-3.2963	-7.7874
5	1.16	-5.9682	-10.6627
6	1.45	-9.4942	-13.6778
7	1.74	-13.9148	-16.8327
8	2.03	-19.2706	-20.1273
9	2.32	-25.6022	-23.5617
10	2.61	-32.9499	-27.1359
11	2.90	-41.3545	-30.8498

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	499 di 596

Combinazione n° 26

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4835.41	-21.29	3834.97	136.97	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4743.99	-60.91	1881.23	137.14	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4597.67	-124.32	1215.47	137.31	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3995.01	-190.52	792.11	137.48	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3211.03	-240.61	509.33	137.65	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2482.30	-270.10	328.12	137.82	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1735.75	-259.22	196.66	137.99	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5373.99	-623.03	405.70	207.47	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4777.31	-677.16	313.75	207.75	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4194.99	-720.86	243.80	208.03	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3549.86	-731.24	185.02	208.31	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2880.27	-702.97	136.07	208.59	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2299.33	-657.52	99.33	208.87	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1825.76	-605.47	72.66	209.15	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1461.67	-556.90	53.92	209.43	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1183.00	-513.51	40.67	209.71	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	971.69	-476.90	31.28	209.99	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1463.57	-806.68	44.29	263.71	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	680.17	-418.42	19.42	210.54	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	584.78	-399.28	15.80	210.82	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	509.51	-384.18	13.07	211.10	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	500 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 26

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	2280.14	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	569.52	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	252.89	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	142.12	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	90.88	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	63.05	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.28	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	35.40	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	27.95	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.62	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1010.16	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	247.80	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	108.10	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	59.71	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	501 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	37.53	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	25.61	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	18.49	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	13.92	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	10.81	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.62	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica	36.1531	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	36.1531	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Incremento sismico della spinta	4.8258	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62.06	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	190.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]
Inerzia del muro	5.3978	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.6989	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.6175	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4.8088	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	55.9943	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	304.1767	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	80.7452	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	720.2625	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	304.1767	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	55.9943	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	309.2876	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-0.7463	[kNm]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	502 di 596

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 8.92

**COMBINAZIONE n° 28**

Valore della spinta statica	36.1531	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	36.1531	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		

Incremento sismico della spinta	3.0046	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.70	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62.00	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	190.0200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]
Inerzia del muro	5.3978	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.6989	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.6175	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4.8088	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	54.1730	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	289.1613	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	96.1532	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	702.4850	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	289.1613	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	54.1730	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]		
Risultante in fondazione	294.1921	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.61	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	0.9070	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 7.31

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	503 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 29

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.39 Y[m]= 3.15

Raggio del cerchio R[m]= 7.96

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.88

Larghezza della striscia dx[m]= 0.52

Coefficiente di sicurezza C= 3.88

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	5.0521	61.55	4.4419	0.0108	38.00	0	0	---	---
2	13.9776	54.75	11.4144	0.0089	38.00	0	0	---	---
3	20.9596	48.63	15.7297	0.0078	38.00	0	0	---	---
4	26.6388	43.20	18.2340	0.0070	38.00	0	0	---	---
5	31.3645	38.21	19.4017	0.0065	38.00	0	0	---	---
6	35.3356	33.55	19.5309	0.0062	38.00	0	0	---	---
7	38.6773	29.14	18.8317	0.0059	38.00	0	0	---	---
8	42.6651	24.90	17.9652	0.0057	33.44	3804	0	---	---
9	45.0685	20.81	16.0114	0.0055	32.00	5000	0	---	---
10	46.6986	16.83	13.5178	0.0054	32.00	5000	0	---	---
11	47.9667	12.92	10.7289	0.0053	32.00	5000	0	---	---
12	48.8938	9.08	7.7196	0.0052	32.00	5000	0	---	---
13	50.7871	5.28	4.6774	0.0052	32.00	5000	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	504 di 596

14	49.9222	1.51	1.3136	0.0051	32.00	5000	0	---	---
15	26.8879	-2.26	-1.0613	0.0051	32.00	5000	0	---	---
16	25.0425	-6.04	-2.6359	0.0052	32.00	5000	0	---	---
17	23.8942	-9.85	-4.0870	0.0052	32.00	5000	0	---	---
18	22.9229	-13.70	-5.4290	0.0053	32.00	5000	0	---	---
19	21.6168	-17.62	-6.5419	0.0054	32.00	5000	0	---	---
20	19.9557	-21.62	-7.3523	0.0055	32.00	5000	0	---	---
21	17.8725	-25.74	-7.7609	0.0057	34.67	2772	0	---	---
22	15.0328	-30.00	-7.5173	0.0059	38.00	0	0	---	---
23	11.5729	-34.46	-6.5491	0.0062	38.00	0	0	---	---
24	7.4626	-39.18	-4.7147	0.0066	38.00	0	0	---	---
25	2.5653	-44.24	-1.7898	0.0072	38.00	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 698.8338 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 124.0788 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 472.0198 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.27$$



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	505 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 30

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.39 Y[m]= 3.15

Raggio del cerchio R[m]= 7.96

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.88

Larghezza della striscia dx[m]= 0.52

Coefficiente di sicurezza C= 3.88

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	5.0521	61.55	4.4419	0.0108	38.00	0	0	---	---
2	13.9776	54.75	11.4144	0.0089	38.00	0	0	---	---
3	20.9596	48.63	15.7297	0.0078	38.00	0	0	---	---
4	26.6388	43.20	18.2340	0.0070	38.00	0	0	---	---
5	31.3645	38.21	19.4017	0.0065	38.00	0	0	---	---
6	35.3356	33.55	19.5309	0.0062	38.00	0	0	---	---
7	38.6773	29.14	18.8317	0.0059	38.00	0	0	---	---
8	42.6651	24.90	17.9652	0.0057	33.44	3804	0	---	---
9	45.0685	20.81	16.0114	0.0055	32.00	5000	0	---	---
10	46.6986	16.83	13.5178	0.0054	32.00	5000	0	---	---
11	47.9667	12.92	10.7289	0.0053	32.00	5000	0	---	---
12	48.8938	9.08	7.7196	0.0052	32.00	5000	0	---	---
13	50.7871	5.28	4.6774	0.0052	32.00	5000	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	506 di 596

14	49.9222	1.51	1.3136	0.0051	32.00	5000	0	---	---
15	26.8879	-2.26	-1.0613	0.0051	32.00	5000	0	---	---
16	25.0425	-6.04	-2.6359	0.0052	32.00	5000	0	---	---
17	23.8942	-9.85	-4.0870	0.0052	32.00	5000	0	---	---
18	22.9229	-13.70	-5.4290	0.0053	32.00	5000	0	---	---
19	21.6168	-17.62	-6.5419	0.0054	32.00	5000	0	---	---
20	19.9557	-21.62	-7.3523	0.0055	32.00	5000	0	---	---
21	17.8725	-25.74	-7.7609	0.0057	34.67	2772	0	---	---
22	15.0328	-30.00	-7.5173	0.0059	38.00	0	0	---	---
23	11.5729	-34.46	-6.5491	0.0062	38.00	0	0	---	---
24	7.4626	-39.18	-4.7147	0.0066	38.00	0	0	---	---
25	2.5653	-44.24	-1.7898	0.0072	38.00	0	0	---	---

$\Sigma W_i = 698.8338$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 124.0788$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 472.0198$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.27$

COMBINAZIONE n° 31

Valore della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62.69	[°]		
Incremento sismico della spinta	3.4034	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61.38	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.9320	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]
Inerzia del muro	3.5986	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.7993	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.0498	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.5249	[kN]		

Risultanti carichi esterni

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	507 di 596

Componente dir. X	0.03	[kN]
Componente dir. Y	1.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72.0484	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	311.2568	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	311.2568	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72.0484	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	319.4867	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	20.7890	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3947.4248	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	81180	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	67038	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.73$	$i_q = 0.73$	$i_\gamma = 0.35$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 29.75$	$N'_q = 18.19$	$N'_\gamma = 8.30$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.68

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	508 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 31

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0337
2	0.17	2.2609	0.0124	0.1284
3	0.34	3.5218	0.0514	0.3514
4	0.51	4.7826	0.1416	0.7262
5	0.69	6.0435	0.3090	1.2521
6	0.86	7.3044	0.5795	1.9287
7	1.03	8.5653	0.9789	2.7560
8	1.20	9.8261	1.5331	3.7340
9	1.20	14.2461	1.8524	3.7323
10	1.36	16.2263	2.5412	4.8182
11	1.52	18.2066	3.4163	6.0382
12	1.68	20.1868	4.4992	7.3919
13	1.85	22.1670	5.8116	8.8794
14	2.01	24.1472	7.3751	10.5007
15	2.17	26.1274	9.2114	12.2558
16	2.33	28.1077	11.3419	14.1447
17	2.49	30.0879	13.7884	16.1673
18	2.65	32.0681	16.5724	18.3238
19	2.82	34.0483	19.7156	20.6140
20	2.98	36.0286	23.2395	23.0380
21	3.14	38.0088	27.1673	25.6410
22	3.30	39.9890	31.5428	28.5928

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 31

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	509 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2046	5.1107
3	0.16	0.8171	10.1998
4	0.24	1.8360	15.2673
5	0.32	3.2593	20.3133
6	0.40	5.0855	25.3378
7	0.48	7.3128	30.3407
8	0.56	9.9395	35.3221
9	0.64	12.9638	40.2819
10	0.72	16.3840	45.2202
11	0.80	20.1984	50.1369

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 31

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.1858	-8.1304
3	0.58	-4.6883	-15.9777
4	0.87	-10.4255	-23.5418
5	1.16	-18.3151	-30.8227
6	1.45	-27.7868	-34.2024
7	1.74	-38.1225	-37.0309
8	2.03	-49.2374	-39.5763
9	2.32	-61.0494	-41.8385
10	2.61	-73.4763	-43.8175
11	2.90	-86.4361	-45.5133

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	510 di 596

Combinazione n° 31

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	4884.55	136.93	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4823.65	-26.39	2133.53	137.10	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4725.33	-69.00	1341.76	137.27	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4572.14	-135.39	955.99	137.44	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3888.33	-198.83	643.39	137.61	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3100.11	-245.96	424.42	137.78	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2382.19	-272.26	278.12	137.95	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1636.23	-255.28	166.52	138.12	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	5033.86	-654.54	353.35	207.61	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4473.85	-700.65	275.71	207.89	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3888.33	-729.61	213.57	208.17	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3240.44	-722.23	160.52	208.45	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2619.54	-686.78	118.17	208.73	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2087.25	-637.50	86.44	209.01	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1659.65	-585.12	63.52	209.29	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1328.87	-536.22	47.28	209.57	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1088.38	-498.77	36.17	209.85	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	891.82	-460.88	27.81	210.13	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1373.57	-795.36	40.34	263.85	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	634.47	-409.25	17.61	210.69	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	548.41	-391.99	14.43	210.96	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	479.39	-378.14	11.99	211.24	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	511 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 31

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1741.85	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	436.08	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	194.08	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	109.33	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	70.07	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	48.73	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	35.85	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	27.49	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	21.75	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	17.64	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	300.51	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	76.00	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	34.18	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	19.46	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	512 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	12.82	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	9.35	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.24	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.84	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.85	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.12	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 32

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62.69	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.3548	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.9320	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]
Inerzia del muro	3.5986	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.7993	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.0498	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.5249	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.03	[kN]
Componente dir. Y	1.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	73.9998	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	321.9052	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	321.9052	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	73.9998	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	330.3013	[kN]



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	513 di 596

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.95	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	20.5547	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3970.3904	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	83636	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	69653	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.73$	$i_q = 0.73$	$i_\gamma = 0.35$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 29.81$	$N'_q = 18.23$	$N'_\gamma = 8.38$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.33

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	514 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 32

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0337
2	0.17	2.2609	0.0125	0.1299
3	0.34	3.5218	0.0522	0.3586
4	0.51	4.7826	0.1445	0.7439
5	0.69	6.0435	0.3162	1.2850
6	0.86	7.3044	0.5939	1.9816
7	1.03	8.5653	1.0044	2.8335
8	1.20	9.8261	1.5743	3.8409
9	1.20	14.2461	1.8936	3.8392
10	1.36	16.2263	2.6022	4.9572
11	1.52	18.2066	3.5026	6.2134
12	1.68	20.1868	4.6171	7.6075
13	1.85	22.1670	5.9679	9.1397
14	2.01	24.1472	7.5773	10.8099
15	2.17	26.1274	9.4677	12.6180
16	2.33	28.1077	11.6614	14.5642
17	2.49	30.0879	14.1805	16.6483
18	2.65	32.0681	17.0475	18.8704
19	2.82	34.0483	20.2845	21.2306
20	2.98	36.0286	23.9140	23.7287
21	3.14	38.0088	27.9597	26.4114
22	3.30	39.9890	32.4668	29.4538

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 32

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	515 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2124	5.3072
3	0.16	0.8486	10.5932
4	0.24	1.9068	15.8578
5	0.32	3.3853	21.1011
6	0.40	5.2824	26.3231
7	0.48	7.5964	31.5238
8	0.56	10.3256	36.7032
9	0.64	13.4683	41.8613
10	0.72	17.0228	46.9980
11	0.80	20.9875	52.1135

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 32

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.0759	-7.3737
3	0.58	-4.2497	-14.4674
4	0.87	-9.4400	-21.2811
5	1.16	-16.5656	-27.8148
6	1.45	-25.0570	-30.4505
7	1.74	-34.1972	-32.5382
8	2.03	-43.9021	-34.3460
9	2.32	-54.0908	-35.8737
10	2.61	-64.6818	-37.1215
11	2.90	-75.5942	-38.0893

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	516 di 596

Combinazione n° 32

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4884.55	0.00	4884.55	136.93	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4823.24	-26.57	2133.35	137.10	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4723.03	-70.00	1341.10	137.27	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4566.28	-137.92	954.77	137.44	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3850.34	-201.42	637.10	137.61	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3052.98	-248.24	417.97	137.78	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2331.14	-273.37	272.16	137.95	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1570.04	-251.54	159.78	138.12	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4967.95	-660.35	348.72	207.61	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4402.67	-706.06	271.33	207.89	--	--
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3804.85	-731.99	208.98	208.17	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3142.64	-718.78	155.68	208.45	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2515.73	-677.29	113.49	208.73	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1995.89	-626.31	82.66	209.01	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1591.76	-576.80	60.92	209.29	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1270.59	-527.15	45.20	209.57	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1041.68	-490.95	34.62	209.85	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	851.90	-452.87	26.57	210.13	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	1324.73	-789.22	38.91	263.85	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	608.82	-404.11	16.90	210.69	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	527.04	-387.70	13.87	210.96	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	461.27	-374.50	11.53	211.24	--	--

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	517 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 32

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1677.39	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	419.91	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	186.88	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	105.26	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	67.46	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	46.91	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	34.51	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	26.46	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	20.93	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	16.98	252.51	--	--

### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	331.18	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	83.85	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	37.75	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	21.51	252.51	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	518 di 596

6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	14.22	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	10.42	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	8.12	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	6.59	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	5.51	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.71	252.51	--	--

COMBINAZIONE n° 33

Valore della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62.69	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.2077	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60.69	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.9320	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]
Inerzia del muro	5.3978	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.6989	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.5747	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.2874	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.05	[kN]
Componente dir. Y	1.00	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	79.1938	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	308.5947	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	140.8478	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	754.7610	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	308.5947	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	79.1938	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	519 di 596

Risultante in fondazione	318.5944	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.39	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	34.1357	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.36			
--	------	--	--	--

**COMBINAZIONE n° 34**

Valore della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62.69	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.1263	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60.81	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.9320	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]
Inerzia del muro	5.3978	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.6989	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.5747	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.2874	[kN]		

**Risultanti carichi esterni**

Componente dir. X	0.05	[kN]		
Componente dir. Y	1.00	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	82.1123	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	324.5673	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	126.0178	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	773.8374	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	324.5673	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	82.1123	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.10	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]		
Risultante in fondazione	334.7930	[kN]		

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	520 di 596

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)

14.20 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione

33.7718 [kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

6.14



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	521 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 35

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.97

Raggio del cerchio R[m]= 6.73

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.21

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.41

Larghezza della striscia dx[m]= 0.46

Coefficiente di sicurezza C= 3.01

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	14.8893	66.80	13.6851	0.0116	38.00	0	0	---	---
2	26.6771	58.28	22.6935	0.0087	38.00	0	0	---	---
3	32.8652	51.35	25.6669	0.0073	38.00	0	0	---	---
4	37.7474	45.36	26.8604	0.0065	38.00	0	0	---	---
5	41.7400	39.96	26.8103	0.0059	38.00	0	0	---	---
6	42.9646	34.97	24.6238	0.0056	38.00	0	0	---	---
7	41.3911	30.26	20.8592	0.0053	38.00	0	0	---	---
8	44.8871	25.77	19.5176	0.0051	32.77	4362	0	---	---
9	46.7162	21.45	17.0836	0.0049	32.00	5000	0	---	---
10	45.9114	17.25	13.6162	0.0048	32.00	5000	0	---	---
11	42.8389	13.15	9.7444	0.0047	32.00	5000	0	---	---
12	43.5783	9.11	6.9012	0.0046	32.00	5000	0	---	---
13	44.0472	5.12	3.9318	0.0046	32.00	5000	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	522 di 596

14	48.4074	1.16	0.9762	0.0046	32.00	5000	0	---	---
15	37.1702	-2.80	-1.8188	0.0046	32.00	5000	0	---	---
16	23.1204	-6.78	-2.7289	0.0046	32.00	5000	0	---	---
17	21.0762	-10.79	-3.9440	0.0046	32.00	5000	0	---	---
18	19.9631	-14.85	-5.1153	0.0047	32.00	5000	0	---	---
19	18.8461	-18.99	-6.1316	0.0048	32.00	5000	0	---	---
20	17.4281	-23.23	-6.8748	0.0050	32.00	5000	0	---	---
21	15.6290	-27.62	-7.2456	0.0051	35.34	2214	0	---	---
22	13.1755	-32.19	-7.0192	0.0054	38.00	0	0	---	---
23	10.1916	-37.01	-6.1345	0.0057	38.00	0	0	---	---
24	6.6126	-42.16	-4.4380	0.0061	38.00	0	0	---	---
25	2.2831	-47.77	-1.6905	0.0068	38.00	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 740.1571 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 179.8288 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 506.9770 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.68$$

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	523 di 596

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 36

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 2.36

Raggio del cerchio R[m]= 7.08

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.34

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.64

Larghezza della striscia dx[m]= 0.48

Coefficiente di sicurezza C= 3.01

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u	Ctn	Ctt
1	11.8664	64.77	10.7340	0.0110	38.00	0	0	---	---
2	26.8167	56.99	22.4884	0.0086	38.00	0	0	---	---
3	33.1259	50.39	25.5187	0.0074	38.00	0	0	---	---
4	38.1660	44.62	26.8061	0.0066	38.00	0	0	---	---
5	42.3166	39.38	26.8483	0.0061	38.00	0	0	---	---
6	45.7426	34.52	25.9189	0.0057	38.00	0	0	---	---
7	42.0443	29.92	20.9725	0.0054	38.00	0	0	---	---
8	45.3332	25.53	19.5402	0.0052	34.49	2922	0	---	---
9	47.6990	21.30	17.3273	0.0050	32.00	5000	0	---	---
10	48.1693	17.19	14.2341	0.0049	32.00	5000	0	---	---
11	43.7667	13.16	9.9677	0.0048	32.00	5000	0	---	---
12	44.5582	9.21	7.1291	0.0048	32.00	5000	0	---	---
13	45.0670	5.29	4.1573	0.0047	32.00	5000	0	---	---

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	524 di 596

14	48.9546	1.40	1.1994	0.0047	32.00	5000	0	---	---
15	39.4432	-2.48	-1.7057	0.0047	32.00	5000	0	---	---
16	23.5269	-6.37	-2.6113	0.0047	32.00	5000	0	---	---
17	21.4347	-10.30	-3.8313	0.0048	32.00	5000	0	---	---
18	20.3045	-14.27	-5.0049	0.0048	32.00	5000	0	---	---
19	19.1619	-18.32	-6.0216	0.0050	32.00	5000	0	---	---
20	17.7090	-22.46	-6.7651	0.0051	32.00	5000	0	---	---
21	15.8367	-26.73	-7.1232	0.0053	36.14	1550	0	---	---
22	13.3079	-31.17	-6.8879	0.0055	38.00	0	0	---	---
23	10.2609	-35.83	-6.0066	0.0058	38.00	0	0	---	---
24	6.6218	-40.79	-4.3256	0.0062	38.00	0	0	---	---
25	2.2503	-46.15	-1.6228	0.0068	38.00	0	0	---	---

$\Sigma W_i = 753.4845$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 180.9362$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 517.9467$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.56$

COMBINAZIONE n° 37

Valore della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62.69	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.9320	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.00	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	57.9629	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	316.5810	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	316.5810	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	57.9629	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	525 di 596

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	321.8435	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5.6057	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4610.1466	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	73470	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	77283	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.46$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.84$	$N'_q = 19.47$	$N'_\gamma = 10.79$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.56

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 37

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0027	0.0486
3	0.34	3.5218	0.0235	0.2160
4	0.51	4.7826	0.0849	0.5243
5	0.69	6.0435	0.2113	0.9728
6	0.86	7.3044	0.4265	1.5612
7	1.03	8.5653	0.7545	2.2894
8	1.20	9.8261	1.2194	3.1574
9	1.20	14.2461	1.5387	3.1558
10	1.36	16.2263	2.1232	4.1015
11	1.52	18.2066	2.8705	5.1715
12	1.68	20.1868	3.8007	6.3657
13	1.85	22.1670	4.9338	7.6841
14	2.01	24.1472	6.2899	9.1266
15	2.17	26.1274	7.8891	10.6932
16	2.33	28.1077	9.7514	12.3840
17	2.49	30.0879	11.8968	14.1990
18	2.65	32.0681	14.3454	16.1381
19	2.82	34.0483	17.1173	18.2013
20	2.98	36.0286	20.2325	20.3887
21	3.14	38.0088	23.7125	22.7422
22	3.30	39.9890	27.5980	25.4193

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 37

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	527 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1803	4.5075
3	0.16	0.7214	9.0209
4	0.24	1.6238	13.5400
5	0.32	2.8879	18.0650
6	0.40	4.5143	22.5958
7	0.48	6.5034	27.1323
8	0.56	8.8556	31.6747
9	0.64	11.5715	36.2230
10	0.72	14.6515	40.7770
11	0.80	18.0960	45.3368

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 37

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-0.7723	-5.3390
3	0.58	-3.1040	-10.7544
4	0.87	-7.0173	-16.2461
5	1.16	-12.5342	-21.8142
6	1.45	-19.1885	-23.8407
7	1.74	-26.3665	-25.6755
8	2.03	-34.0877	-27.5867
9	2.32	-42.3741	-29.5742
10	2.61	-51.2481	-31.6381
11	2.90	-60.7316	-33.7784

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	528 di 596

Combinazione n° 37

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7211	212	-100122	-107273
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	12333	941	-142970	-180329
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	19783	2284	-158350	-281365
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	30946	4239	-129899	-427047
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	47283	6803	-39000	-634776
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	74557	9976	276719	-963342
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	119915	13758	1167151	-1469181
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	60856	7899	44734	-851719
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	79220	10267	220902	-1098346
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	103906	12945	560096	-1423352
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	136258	15934	1141884	-1840519
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	176947	19234	2033553	-2354984
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	226207	22845	3278780	-2967238
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	284242	26767	4905673	-3678359
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	351398	30999	6937241	-4491718
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	428150	35542	9396410	-5412544
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	515061	40396	12307350	-6447191
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	471908	45560	8315530	-6096016
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	721833	51036	19587205	-8886136
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	843037	56927	24011602	-10305739
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	977718	63628	29025519	-11876968



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	529 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 37

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	3425	7915	203951	-39939
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	13705	15840	816153	-159824
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	30849	23775	1837133	-359758
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	54866	31721	3267417	-639844
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	85766	39676	5107531	-1000186
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	123556	47642	7358000	-1440885
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	168245	55619	10019351	-1962046
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	219843	63605	13092110	-2563771
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	278358	71601	16576802	-3246163
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	343799	79608	20473954	-4009325

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	14673	-9375	-171113	873802
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	58972	-18884	-687722	3511910
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	133318	-28527	-1554734	7939380
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	238132	-38304	-2777055	14181264
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	364554	-41863	-4251375	21710002

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	530 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	500927	-45084	-5841727	29831265
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	647618	-48440	-7552422	38567076
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	805050	-51930	-9388368	47942487
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	973643	-55554	-11354470	57982553
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1153817	-59312	-13455636	68712328

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 37

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.02	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.08	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.21	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.43	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-0.75	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.22	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-1.54	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.12	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-2.87	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-3.80	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-4.93	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-6.29	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-7.89	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-9.75	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-11.90	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-14.35	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-17.12	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-20.23	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-23.71	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	531 di 596

22	3.30	0.001608	0.000804	-76.92	-27.60	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.18	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.72	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	1.62	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	2.89	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	4.51	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	6.50	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	8.86	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	11.57	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	14.65	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	18.10	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-60.73	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-51.25	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-42.37	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-34.09	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-26.37	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-19.19	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-12.53	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-7.02	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-3.10	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-0.77	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 38

Valore della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62.69	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	212.7720	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	532 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	57.9629	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	320.4210	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	320.4210	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	57.9629	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	325.6214	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.25	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-7.9632	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4621.5350	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	73582	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	78999	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.79$	$i_q = 0.79$	$i_\gamma = 0.46$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.93$	$N'_q = 19.53$	$N'_\gamma = 10.91$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.82
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.42

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 38

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0046	0.0808
3	0.34	3.5218	0.0368	0.3205
4	0.51	4.7826	0.1231	0.7101
5	0.69	6.0435	0.2883	1.2402
6	0.86	7.3044	0.5563	1.9101
7	1.03	8.5653	0.9512	2.7199
8	1.20	9.8261	1.4968	3.6695
9	1.20	14.2461	1.8193	3.6712
10	1.36	16.2263	2.4932	4.6938
11	1.52	18.2066	3.3424	5.8407
12	1.68	20.1868	4.3869	7.1117
13	1.85	22.1670	5.6467	8.5069
14	2.01	24.1472	7.1419	10.0263
15	2.17	26.1274	8.8927	11.6698
16	2.33	28.1077	10.9189	13.4374
17	2.49	30.0879	13.2407	15.3292
18	2.65	32.0681	15.8781	17.3452
19	2.82	34.0483	18.8512	19.4853
20	2.98	36.0286	22.1800	21.7496
21	3.14	38.0088	25.8851	24.1506
22	3.30	39.9890	29.9926	26.7360

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 38

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	534 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1807	4.5177
3	0.16	0.7231	9.0437
4	0.24	1.6279	13.5780
5	0.32	2.8958	18.1205
6	0.40	4.5274	22.6713
7	0.48	6.5234	27.2303
8	0.56	8.8844	31.7976
9	0.64	11.6112	36.3731
10	0.72	14.7044	40.9569
11	0.80	18.1645	45.5489

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 38

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-0.7017	-4.8574
3	0.58	-2.8278	-9.8233
4	0.87	-6.4097	-14.8976
5	1.16	-11.4789	-20.0804
6	1.45	-17.6513	-22.2937
7	1.74	-24.4174	-24.3874
8	2.03	-31.8065	-26.5897
9	2.32	-39.8499	-28.9004
10	2.61	-48.5792	-31.3195
11	2.90	-58.0257	-33.8472

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	535 di 596

Combinazione n° 38

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7320	352	-98836	-108583
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	13095	1396	-133980	-189486
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	21967	3094	-132567	-307628
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	35354	5404	-77880	-480034
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	56354	8323	99216	-740366
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	93162	11851	709243	-1163350
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	148862	15989	2050989	-1756945
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	68276	9189	170258	-947898
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	90499	11749	452028	-1241984
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	119892	14620	950764	-1622899
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	157278	17802	1736062	-2097779
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	202996	21294	2856128	-2668270
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	257280	25097	4342435	-3335695
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	320477	29211	6219834	-4103309
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	393056	33636	8512200	-4976171
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	475569	38371	11244226	-5960492
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	568624	43417	14441645	-7063129
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	515259	48774	9557623	-6625486
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	788911	54442	22339665	-9652384
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	917467	60452	27095768	-11154066
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1059401	66924	32436202	-12806295

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	536 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 38

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	3432	7933	204394	-40026
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	13737	15880	818076	-160200
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	30927	23842	1841791	-360670
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	55015	31818	3276288	-641581
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	86014	39809	5122314	-1003080
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	123935	47814	7380615	-1445314
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	168792	55834	10051938	-1968427
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	220597	63868	13137032	-2572568
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	279362	71917	16636643	-3257881
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	345101	79981	20551518	-4024514

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	13331	-8529	-155468	793910
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	53724	-17249	-626518	3199369
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	121775	-26159	-1420121	7251966
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	218083	-35260	-2543245	12987292
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	335350	-39146	-3910795	19970803



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	537 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	463897	-42823	-5409894	27626078
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	604279	-46690	-7047006	35986127
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	757093	-50747	-8829101	45086541
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	922937	-54995	-10763147	54962910
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1102409	-59433	-12856115	65650826

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 38

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.04	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.12	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.29	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.56	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-0.95	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.50	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-1.82	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.49	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-3.34	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-4.39	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-5.65	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-7.14	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-8.89	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-10.92	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-13.24	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-15.88	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-18.85	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-22.18	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-25.89	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	538 di 596

22	3.30	0.001608	0.000804	-76.92	-29.99	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.18	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.72	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	1.63	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	2.90	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	4.53	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	6.52	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	8.88	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	11.61	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	14.70	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	18.16	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-58.03	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-48.58	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-39.85	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-31.81	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-24.42	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-17.65	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-11.48	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-6.41	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-2.83	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-0.70	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 39

Valore della spinta statica	75.2904	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	75.2904	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.9320	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	539 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	75.2904	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	316.5810	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	316.5810	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	75.2904	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	325.4108	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	19.0035	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3892.4109	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	81840	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	68913	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.72$	$i_q = 0.72$	$i_\gamma = 0.34$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 29.48$	$N'_q = 18.03$	$N'_\gamma = 8.00$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.14
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	12.30

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	540 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 39

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0027	0.0486
3	0.34	3.5218	0.0235	0.2160
4	0.51	4.7826	0.0849	0.5243
5	0.69	6.0435	0.2113	0.9728
6	0.86	7.3044	0.4265	1.5612
7	1.03	8.5653	0.7545	2.2894
8	1.20	9.8261	1.2194	3.1574
9	1.20	14.2461	1.5387	3.1558
10	1.36	16.2263	2.1232	4.1015
11	1.52	18.2066	2.8705	5.1715
12	1.68	20.1868	3.8007	6.3657
13	1.85	22.1670	4.9338	7.6841
14	2.01	24.1472	6.2899	9.1266
15	2.17	26.1274	7.8891	10.6932
16	2.33	28.1077	9.7514	12.3840
17	2.49	30.0879	11.8968	14.1990
18	2.65	32.0681	14.3454	16.1381
19	2.82	34.0483	17.1173	18.2013
20	2.98	36.0286	20.2325	20.3887
21	3.14	38.0088	23.7125	22.7422
22	3.30	39.9890	27.5980	25.4193

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 39

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	541 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2067	5.1644
3	0.16	0.8258	10.3091
4	0.24	1.8556	15.4341
5	0.32	3.2947	20.5395
6	0.40	5.1414	25.6251
7	0.48	7.3942	30.6910
8	0.56	10.0515	35.7372
9	0.64	13.1116	40.7637
10	0.72	16.5731	45.7706
11	0.80	20.4344	50.7577

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 39

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.1081	-7.5989
3	0.58	-4.3823	-14.9389
4	0.87	-9.7476	-22.0200
5	1.16	-17.1289	-28.8423
6	1.45	-25.9627	-31.7877
7	1.74	-35.5381	-34.2063
8	2.03	-45.7773	-36.3660
9	2.32	-56.6053	-38.2668
10	2.61	-67.9470	-39.9088
11	2.90	-79.7274	-41.2919

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	542 di 596

Combinazione n° 39

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7211	212	-100122	-107273
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	12333	941	-142970	-180329
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	19783	2284	-158350	-281365
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	30946	4239	-129899	-427047
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	47283	6803	-39000	-634776
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	74557	9976	276719	-963342
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	119915	13758	1167151	-1469181
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	60856	7899	44734	-851719
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	79220	10267	220902	-1098346
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	103906	12945	560096	-1423352
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	136258	15934	1141884	-1840519
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	176947	19234	2033553	-2354984
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	226207	22845	3278780	-2967238
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	284242	26767	4905673	-3678359
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	351398	30999	6937241	-4491718
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	428150	35542	9396410	-5412544
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	515061	40396	12307350	-6447191
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	471908	45560	8315530	-6096016
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	721833	51036	19587205	-8886136
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	843037	56927	24011602	-10305739
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	977718	63628	29025519	-11876968

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	543 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 39

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	3927	9068	233871	-45798
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	15689	18102	934296	-182959
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	35255	27101	2099492	-411134
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	62595	36066	3727675	-729974
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	97680	44996	5817063	-1139130
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	140480	53891	8365873	-1638252
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	190964	62752	11372321	-2226992
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	249103	71578	14834625	-2905000
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	314867	80370	18751002	-3671927
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	388225	89127	23119668	-4527424

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	21052	-13343	-245507	1253703
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	83258	-26232	-970941	4958190
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	185191	-38665	-2159668	11028526
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	325425	-50645	-3795058	19379779
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	493255	-55817	-5752260	29374398

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	544 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	675174	-60064	-7873771	40208068
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	869705	-63856	-10142362	51792821
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1075422	-67194	-12541403	64043724
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1290899	-70077	-15054261	76875843
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1514709	-72506	-17664304	90204243

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 39

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.02	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.08	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.21	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.43	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-0.75	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.22	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-1.54	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.12	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-2.87	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-3.80	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-4.93	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-6.29	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-7.89	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-9.75	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-11.90	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-14.35	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-17.12	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-20.23	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-23.71	0.0000	0.00000	0.000000



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	545 di 596

22	3.30	0.001608	0.000804	-76.92	-27.60	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.21	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.83	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	1.86	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	3.29	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	5.14	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	7.39	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	10.05	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	13.11	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	16.57	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	20.43	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-79.73	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-67.95	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-56.61	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-45.78	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-35.54	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-25.96	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-17.13	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-9.75	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-4.38	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-1.11	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 40

Valore della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62.69	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.9320	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	546 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	57.9629	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	316.5810	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	316.5810	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	57.9629	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	321.8435	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5.6057	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4610.1466	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	73470	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	77283	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.46$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.84$	$N'_q = 19.47$	$N'_\gamma = 10.79$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.56

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 40

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0027	0.0486
3	0.34	3.5218	0.0235	0.2160
4	0.51	4.7826	0.0849	0.5243
5	0.69	6.0435	0.2113	0.9728
6	0.86	7.3044	0.4265	1.5612
7	1.03	8.5653	0.7545	2.2894
8	1.20	9.8261	1.2194	3.1574
9	1.20	14.2461	1.5387	3.1558
10	1.36	16.2263	2.1232	4.1015
11	1.52	18.2066	2.8705	5.1715
12	1.68	20.1868	3.8007	6.3657
13	1.85	22.1670	4.9338	7.6841
14	2.01	24.1472	6.2899	9.1266
15	2.17	26.1274	7.8891	10.6932
16	2.33	28.1077	9.7514	12.3840
17	2.49	30.0879	11.8968	14.1990
18	2.65	32.0681	14.3454	16.1381
19	2.82	34.0483	17.1173	18.2013
20	2.98	36.0286	20.2325	20.3887
21	3.14	38.0088	23.7125	22.7422
22	3.30	39.9890	27.5980	25.4193

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 40

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	548 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1803	4.5075
3	0.16	0.7214	9.0209
4	0.24	1.6238	13.5400
5	0.32	2.8879	18.0650
6	0.40	4.5143	22.5958
7	0.48	6.5034	27.1323
8	0.56	8.8556	31.6747
9	0.64	11.5715	36.2230
10	0.72	14.6515	40.7770
11	0.80	18.0960	45.3368

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 40

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-0.7723	-5.3390
3	0.58	-3.1040	-10.7544
4	0.87	-7.0173	-16.2461
5	1.16	-12.5342	-21.8142
6	1.45	-19.1885	-23.8407
7	1.74	-26.3665	-25.6755
8	2.03	-34.0877	-27.5867
9	2.32	-42.3741	-29.5742
10	2.61	-51.2481	-31.6381
11	2.90	-60.7316	-33.7784

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	549 di 596

Combinazione n° 40

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7211	212	-100122	-107273
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	12333	941	-142970	-180329
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	19783	2284	-158350	-281365
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	30946	4239	-129899	-427047
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	47283	6803	-39000	-634776
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	74557	9976	276719	-963342
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	119915	13758	1167151	-1469181
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	60856	7899	44734	-851719
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	79220	10267	220902	-1098346
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	103906	12945	560096	-1423352
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	136258	15934	1141884	-1840519
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	176947	19234	2033553	-2354984
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	226207	22845	3278780	-2967238
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	284242	26767	4905673	-3678359
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	351398	30999	6937241	-4491718
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	428150	35542	9396410	-5412544
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	515061	40396	12307350	-6447191
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	471908	45560	8315530	-6096016
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	721833	51036	19587205	-8886136
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	843037	56927	24011602	-10305739
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	977718	63628	29025519	-11876968

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	550 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 40

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	3425	7915	203951	-39939
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	13705	15840	816153	-159824
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	30849	23775	1837133	-359758
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	54866	31721	3267417	-639844
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	85766	39676	5107531	-1000186
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	123556	47642	7358000	-1440885
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	168245	55619	10019351	-1962046
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	219843	63605	13092110	-2563771
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	278358	71601	16576802	-3246163
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	343799	79608	20473954	-4009325

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	14673	-9375	-171113	873802
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	58972	-18884	-687722	3511910
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	133318	-28527	-1554734	7939380
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	238132	-38304	-2777055	14181264
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	364554	-41863	-4251375	21710002

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	551 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	500927	-45084	-5841727	29831265
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	647618	-48440	-7552422	38567076
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	805050	-51930	-9388368	47942487
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	973643	-55554	-11354470	57982553
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1153817	-59312	-13455636	68712328

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 40

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.02	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.08	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.21	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.43	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-0.75	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.22	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-1.54	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.12	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-2.87	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-3.80	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-4.93	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-6.29	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-7.89	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-9.75	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-11.90	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-14.35	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-17.12	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-20.23	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-23.71	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	552 di 596

22	3.30	0.001608	0.000804	-76.92	-27.60	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.18	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.72	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	1.62	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	2.89	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	4.51	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	6.50	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	8.86	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	11.57	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	14.65	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	18.10	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-60.73	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-51.25	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-42.37	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-34.09	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-26.37	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-19.19	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-12.53	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-7.02	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-3.10	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-0.77	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 41

Valore della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	57.9629	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62.69	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	208.9320	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	553 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	57.9629	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	316.5810	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	316.5810	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	57.9629	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	321.8435	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5.6057	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4610.1466	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	73470	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	77283	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.78$	$i_q = 0.78$	$i_\gamma = 0.46$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.84$	$N'_q = 19.47$	$N'_\gamma = 10.79$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	14.56

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	554 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 41

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0027	0.0486
3	0.34	3.5218	0.0235	0.2160
4	0.51	4.7826	0.0849	0.5243
5	0.69	6.0435	0.2113	0.9728
6	0.86	7.3044	0.4265	1.5612
7	1.03	8.5653	0.7545	2.2894
8	1.20	9.8261	1.2194	3.1574
9	1.20	14.2461	1.5387	3.1558
10	1.36	16.2263	2.1232	4.1015
11	1.52	18.2066	2.8705	5.1715
12	1.68	20.1868	3.8007	6.3657
13	1.85	22.1670	4.9338	7.6841
14	2.01	24.1472	6.2899	9.1266
15	2.17	26.1274	7.8891	10.6932
16	2.33	28.1077	9.7514	12.3840
17	2.49	30.0879	11.8968	14.1990
18	2.65	32.0681	14.3454	16.1381
19	2.82	34.0483	17.1173	18.2013
20	2.98	36.0286	20.2325	20.3887
21	3.14	38.0088	23.7125	22.7422
22	3.30	39.9890	27.5980	25.4193

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 41

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	555 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1803	4.5075
3	0.16	0.7214	9.0209
4	0.24	1.6238	13.5400
5	0.32	2.8879	18.0650
6	0.40	4.5143	22.5958
7	0.48	6.5034	27.1323
8	0.56	8.8556	31.6747
9	0.64	11.5715	36.2230
10	0.72	14.6515	40.7770
11	0.80	18.0960	45.3368

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 41

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-0.7723	-5.3390
3	0.58	-3.1040	-10.7544
4	0.87	-7.0173	-16.2461
5	1.16	-12.5342	-21.8142
6	1.45	-19.1885	-23.8407
7	1.74	-26.3665	-25.6755
8	2.03	-34.0877	-27.5867
9	2.32	-42.3741	-29.5742
10	2.61	-51.2481	-31.6381
11	2.90	-60.7316	-33.7784

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	556 di 596

Combinazione n° 41

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7211	212	-100122	-107273
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	12333	941	-142970	-180329
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	19783	2284	-158350	-281365
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	30946	4239	-129899	-427047
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	47283	6803	-39000	-634776
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	74557	9976	276719	-963342
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	119915	13758	1167151	-1469181
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	60856	7899	44734	-851719
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	79220	10267	220902	-1098346
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	103906	12945	560096	-1423352
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	136258	15934	1141884	-1840519
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	176947	19234	2033553	-2354984
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	226207	22845	3278780	-2967238
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	284242	26767	4905673	-3678359
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	351398	30999	6937241	-4491718
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	428150	35542	9396410	-5412544
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	515061	40396	12307350	-6447191
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	471908	45560	8315530	-6096016
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	721833	51036	19587205	-8886136
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	843037	56927	24011602	-10305739
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	977718	63628	29025519	-11876968

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	557 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 41

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	3425	7915	203951	-39939
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	13705	15840	816153	-159824
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	30849	23775	1837133	-359758
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	54866	31721	3267417	-639844
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	85766	39676	5107531	-1000186
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	123556	47642	7358000	-1440885
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	168245	55619	10019351	-1962046
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	219843	63605	13092110	-2563771
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	278358	71601	16576802	-3246163
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	343799	79608	20473954	-4009325

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	14673	-9375	-171113	873802
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	58972	-18884	-687722	3511910
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	133318	-28527	-1554734	7939380
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	238132	-38304	-2777055	14181264
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	364554	-41863	-4251375	21710002

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	558 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	500927	-45084	-5841727	29831265
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	647618	-48440	-7552422	38567076
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	805050	-51930	-9388368	47942487
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	973643	-55554	-11354470	57982553
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1153817	-59312	-13455636	68712328

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 41

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.02	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.08	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.21	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.43	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-0.75	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.22	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-1.54	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.12	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-2.87	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-3.80	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-4.93	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-6.29	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-7.89	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-9.75	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-11.90	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-14.35	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-17.12	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-20.23	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-23.71	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	559 di 596

22	3.30	0.001608	0.000804	-76.92	-27.60	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.18	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.72	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	1.62	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	2.89	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	4.51	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	6.50	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	8.86	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	11.57	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	14.65	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	18.10	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-60.73	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-51.25	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-42.37	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-34.09	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-26.37	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-19.19	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-12.53	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-7.02	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-3.10	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-0.77	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 42

Valore della spinta statica	84.0520	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	84.0520	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	216.6120	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	560 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	84.0520	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	324.2610	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	324.2610	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	84.0520	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	334.9775	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	26.9946	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3629.0997	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	86387	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	68023	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.70$	$i_q = 0.70$	$i_\gamma = 0.30$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.60$	$N'_q = 17.49$	$N'_\gamma = 7.04$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.97
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.19



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 42

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0077	0.1224
3	0.34	3.5218	0.0529	0.4343
4	0.51	4.7826	0.1656	0.9052
5	0.69	6.0435	0.3712	1.5168
6	0.86	7.3044	0.6937	2.2683
7	1.03	8.5653	1.1570	3.1597
8	1.20	9.8261	1.7850	4.1908
9	1.20	14.2461	2.0998	4.1866
10	1.36	16.2263	2.8632	5.2860
11	1.52	18.2066	3.8143	6.5098
12	1.68	20.1868	4.9730	7.8577
13	1.85	22.1670	6.3596	9.3298
14	2.01	24.1472	7.9940	10.9260
15	2.17	26.1274	9.8962	12.6463
16	2.33	28.1077	12.0864	14.4908
17	2.49	30.0879	14.5845	16.4595
18	2.65	32.0681	17.4107	18.5523
19	2.82	34.0483	20.5850	20.7693
20	2.98	36.0286	24.1275	23.1104
21	3.14	38.0088	28.0582	25.5756
22	3.30	39.9890	32.3971	28.1650

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 42

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	562 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2211	5.5240
3	0.16	0.8831	11.0200
4	0.24	1.9836	16.4881
5	0.32	3.5204	21.9281
6	0.40	5.4914	27.3402
7	0.48	7.8941	32.7243
8	0.56	10.7265	38.0804
9	0.64	13.9862	43.4085
10	0.72	17.6711	48.7087
11	0.80	21.7789	53.9808

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 42

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.1402	-7.8024
3	0.58	-4.4898	-15.2371
4	0.87	-9.9422	-22.3040
5	1.16	-17.3906	-29.0033
6	1.45	-26.3859	-32.7968
7	1.74	-36.3753	-36.0346
8	2.03	-47.2504	-38.9047
9	2.32	-58.9045	-41.4071
10	2.61	-71.2310	-43.5418
11	2.90	-84.1233	-45.3088

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	563 di 596

Combinazione n° 42

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7496	533	-96755	-110702
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	14015	1892	-123119	-200550
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	24401	3944	-103839	-336891
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	40283	6609	-16740	-538971
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	68108	9884	332314	-871181
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	114289	13768	1303020	-1379068
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	178952	18261	3070569	-2044850
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	76630	10480	335660	-1054650
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	102839	13232	744446	-1396604
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	136697	16295	1414400	-1829293
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	178670	19669	2399741	-2355802
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	229027	23354	3736220	-2977645
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	288105	27349	5450751	-3697812
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	356357	31655	7568096	-4521085
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	434323	36272	10113344	-5453476
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	522602	41200	13112437	-6501708
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	621822	46439	16592094	-7672900
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	558444	51988	10806072	-7152230
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	855679	57848	25102758	-10413620
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	991637	64019	30189535	-11998122
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1141168	70501	35868207	-13735445

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	564 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 42

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	4201	9700	250207	-48997
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	16778	19350	999141	-195657
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	37686	28952	2244268	-439485
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	66883	38504	3983055	-779984
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	104328	48007	6212970	-1216659
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	149977	57461	8931481	-1749013
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	203789	66866	12136053	-2376550
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	265719	76222	15824155	-3098775
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	335727	85529	19993253	-3915192
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	413769	94786	24640815	-4825303

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	21663	-13700	-252628	1290068
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	85301	-26755	-994763	5079841
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	188888	-39164	-2202778	11248668
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	330398	-50928	-3853046	19675901
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	501295	-57589	-5846029	29853236

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	565 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	691081	-63274	-8059279	41155382
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	897693	-68314	-10468753	53459562
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1119105	-72708	-13050825	66645127
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1353291	-76456	-15781868	80591429
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1598226	-79559	-18638257	95177817

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 42

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.05	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.17	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.37	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.69	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-1.16	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.78	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-2.10	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.86	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-3.81	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-4.97	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-6.36	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-7.99	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-9.90	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-12.09	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-14.58	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-17.41	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-20.59	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-24.13	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-28.06	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	566 di 596

22	3.30	0.001608	0.000804	-76.92	-32.40	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.22	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.88	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	1.98	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	3.52	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	5.49	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	7.89	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	10.73	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	13.99	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	17.67	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	21.78	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-84.12	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-71.23	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-58.90	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-47.25	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-36.38	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-26.39	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-17.39	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-9.94	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-4.49	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-1.14	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 43

Valore della spinta statica	92.8480	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	92.8480	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	214.6920	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	567 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	92.8480	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	322.3410	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	322.3410	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	92.8480	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	335.4467	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	41.0448	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3279.8181	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	90709	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	62787	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.67$	$i_q = 0.67$	$i_\gamma = 0.25$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.45$	$N'_q = 16.78$	$N'_\gamma = 5.86$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.77
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.17

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 43

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0062	0.1016
3	0.34	3.5218	0.0449	0.3774
4	0.51	4.7826	0.1444	0.8076
5	0.69	6.0435	0.3298	1.3785
6	0.86	7.3044	0.6250	2.0892
7	1.03	8.5653	1.0541	2.9398
8	1.20	9.8261	1.6409	3.9302
9	1.20	14.2461	1.9595	3.9289
10	1.36	16.2263	2.6782	4.9899
11	1.52	18.2066	3.5783	6.1752
12	1.68	20.1868	4.6800	7.4847
13	1.85	22.1670	6.0031	8.9183
14	2.01	24.1472	7.5680	10.4761
15	2.17	26.1274	9.3944	12.1581
16	2.33	28.1077	11.5026	13.9641
17	2.49	30.0879	13.9126	15.8944
18	2.65	32.0681	16.6444	17.9487
19	2.82	34.0483	19.7181	20.1273
20	2.98	36.0286	23.1538	22.4300
21	3.14	38.0088	26.9714	24.8576
22	3.30	39.9890	31.1916	27.4134

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 43

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



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	569 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2348	5.8625
3	0.16	0.9369	11.6824
4	0.24	2.1028	17.4598
5	0.32	3.7293	23.1946
6	0.40	5.8128	28.8869
7	0.48	8.3500	34.5366
8	0.56	11.3375	40.1438
9	0.64	14.7719	45.7084
10	0.72	18.6498	51.2305
11	0.80	22.9677	56.7100

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 43

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.3512	-9.2252
3	0.58	-5.2965	-17.8912
4	0.87	-11.6740	-25.9982
5	1.16	-20.3214	-33.5461
6	1.45	-30.6976	-37.7268
7	1.74	-42.1469	-41.1405
8	2.03	-54.5050	-43.9951
9	2.32	-67.6100	-46.2906
10	2.61	-81.2995	-48.0269
11	2.90	-95.4116	-49.2042

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	570 di 596

Combinazione n° 43

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7408	443	-97796	-109642
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	13555	1644	-128550	-195017
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	23184	3519	-118204	-322258
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	37733	6007	-49715	-508629
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	61981	9103	203831	-803769
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	103615	12810	991606	-1271352
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	163941	17125	2551728	-1902348
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	72345	9834	247808	-1000086
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	96561	12490	590921	-1318246
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	128225	15457	1174600	-1725639
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	167954	18735	2060756	-2226969
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	216027	22324	3290421	-2823546
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	272728	26223	4892143	-3517528
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	338460	30433	6890539	-4313019
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	413734	34954	9310110	-5215622
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	499129	39786	12176230	-6231845
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	595264	44928	15515184	-7368696
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	536870	50381	10181169	-6889162
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	822329	56145	23720078	-10033557
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	954577	62222	28641441	-11576521
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1100202	68619	34146776	-13270062

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	571 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 43

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	4461	10294	265635	-52018
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	17799	20513	1059972	-207570
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	39951	30658	2379160	-465901
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	70851	40728	4219348	-826257
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	110436	50723	6576686	-1287884
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	158639	60644	9447321	-1850028
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	215398	70490	12827403	-2511934
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	280646	80261	16713081	-3272850
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	354320	89957	21100504	-4132020
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	436354	99579	25985821	-5088690

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	25670	-16199	-299361	1528714
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	100627	-31416	-1173497	5992559
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	221790	-45651	-2586483	13208092
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	386079	-58904	-4502397	22991866
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	583212	-66246	-6801327	34731545

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	572 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	800732	-72240	-9338015	47685354
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1035520	-77252	-12076077	61667498
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1284496	-81283	-14979590	76494530
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1544578	-84332	-18012631	91983007
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1812687	-86399	-21139277	107949484

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 43

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.04	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.14	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.33	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.62	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-1.05	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.64	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-1.96	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.68	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-3.58	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-4.68	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-6.00	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-7.57	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-9.39	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-11.50	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-13.91	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-16.64	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-19.72	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-23.15	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-26.97	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	573 di 596

22	3.30	0.001608	0.000804	-76.92	-31.19	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.23	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.94	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	2.10	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	3.73	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	5.81	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	8.35	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	11.34	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	14.77	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	18.65	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	22.97	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-95.41	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-81.30	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-67.61	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-54.51	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-42.15	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-30.70	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-20.32	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-11.67	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-5.30	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-1.35	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 44

Valore della spinta statica	84.0520	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	84.0520	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	214.6920	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	574 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	84.0520	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	322.3410	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	322.3410	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	84.0520	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	333.1193	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.61	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	28.1734	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3606.3221	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	86331	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	67165	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.70$	$i_q = 0.70$	$i_\gamma = 0.30$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.54$	$N'_q = 17.45$	$N'_\gamma = 6.97$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.95
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.19

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 44

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0062	0.1016
3	0.34	3.5218	0.0449	0.3774
4	0.51	4.7826	0.1444	0.8076
5	0.69	6.0435	0.3298	1.3785
6	0.86	7.3044	0.6250	2.0892
7	1.03	8.5653	1.0541	2.9398
8	1.20	9.8261	1.6409	3.9302
9	1.20	14.2461	1.9595	3.9289
10	1.36	16.2263	2.6782	4.9899
11	1.52	18.2066	3.5783	6.1752
12	1.68	20.1868	4.6800	7.4847
13	1.85	22.1670	6.0031	8.9183
14	2.01	24.1472	7.5680	10.4761
15	2.17	26.1274	9.3944	12.1581
16	2.33	28.1077	11.5026	13.9641
17	2.49	30.0879	13.9126	15.8944
18	2.65	32.0681	16.6444	17.9487
19	2.82	34.0483	19.7181	20.1273
20	2.98	36.0286	23.1538	22.4300
21	3.14	38.0088	26.9714	24.8576
22	3.30	39.9890	31.1916	27.4134

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 44

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	576 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2210	5.5189
3	0.16	0.8822	11.0086
4	0.24	1.9815	16.4691
5	0.32	3.5165	21.9004
6	0.40	5.4848	27.3024
7	0.48	7.8841	32.6753
8	0.56	10.7121	38.0190
9	0.64	13.9664	43.3334
10	0.72	17.6447	48.6187
11	0.80	21.7446	53.8748

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 44

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.1755	-8.0432
3	0.58	-4.6280	-15.7026
4	0.87	-10.2460	-22.9783
5	1.16	-17.9183	-29.8702
6	1.45	-27.1545	-33.5703
7	1.74	-37.3499	-36.6787
8	2.03	-48.3910	-39.4033
9	2.32	-60.1667	-41.7441
10	2.61	-72.5655	-43.7011
11	2.90	-85.4762	-45.2744

## Armature e tensioni nei materiali del muro



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	577 di 596

Combinazione n° 44

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7408	443	-97796	-109642
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	13555	1644	-128550	-195017
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	23184	3519	-118204	-322258
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	37733	6007	-49715	-508629
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	61981	9103	203831	-803769
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	103615	12810	991606	-1271352
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	163941	17125	2551728	-1902348
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	72345	9834	247808	-1000086
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	96561	12490	590921	-1318246
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	128225	15457	1174600	-1725639
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	167954	18735	2060756	-2226969
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	216027	22324	3290421	-2823546
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	272728	26223	4892143	-3517528
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	338460	30433	6890539	-4313019
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	413734	34954	9310110	-5215622
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	499129	39786	12176230	-6231845
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	595264	44928	15515184	-7368696
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	536870	50381	10181169	-6889162
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	822329	56145	23720078	-10033557
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	954577	62222	28641441	-11576521
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1100202	68619	34146776	-13270062

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	578 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 44

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	4198	9691	249985	-48954
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	16761	19330	998179	-195469
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	37647	28918	2241939	-439029
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	66809	38455	3978620	-779116
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	104204	47941	6205579	-1215211
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	149788	57375	8920173	-1746799
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	203515	66759	12119759	-2373360
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	265342	76090	15801694	-3094377
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	335224	85371	19963333	-3909332
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	413117	94600	24602033	-4817709

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	22334	-14123	-260451	1330014
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	87925	-27573	-1025365	5236112
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	194659	-40348	-2270084	11592375
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	340422	-52450	-3969951	20272887
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	515898	-58947	-6016319	30722836

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	579 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	709596	-64405	-8275195	42257976
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	919362	-69189	-10721461	54750037
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1143083	-73300	-13330458	68073101
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1378644	-76736	-16077530	82101250
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1623930	-79499	-18938017	96708569

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 44

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.04	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.14	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.33	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.62	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-1.05	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.64	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-1.96	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.68	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-3.58	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-4.68	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-6.00	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-7.57	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-9.39	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-11.50	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-13.91	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-16.64	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-19.72	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-23.15	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-26.97	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	580 di 596

22      3.30      0.001608      0.000804      -76.92      -31.19      0.0000      0.00000      0.000000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.22	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.88	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	1.98	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	3.52	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	5.48	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	7.88	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	10.71	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	13.97	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	17.64	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	21.74	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-85.48	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-72.57	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-60.17	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-48.39	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-37.35	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-27.15	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-17.92	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-10.25	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-4.63	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-1.18	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 45

Valore della spinta statica	84.0520	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	84.0520	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.10	[m]	Y = -2.55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	214.6920	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.61	[m]	Y = -1.68	[m]

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	581 di 596

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.00 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	84.0520	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	322.3410	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	322.3410	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	84.0520	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Risultante in fondazione	333.1193	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.61	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	28.1734	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3606.3221	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	86331	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	67165	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 35.49$	$N_q = 23.18$	$N_\gamma = 22.02$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.70$	$i_q = 0.70$	$i_\gamma = 0.30$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.15$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.54$	$N'_q = 17.45$	$N'_\gamma = 6.97$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.95
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.19

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	582 di 596

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 45

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	0.0062	0.1016
3	0.34	3.5218	0.0449	0.3774
4	0.51	4.7826	0.1444	0.8076
5	0.69	6.0435	0.3298	1.3785
6	0.86	7.3044	0.6250	2.0892
7	1.03	8.5653	1.0541	2.9398
8	1.20	9.8261	1.6409	3.9302
9	1.20	14.2461	1.9595	3.9289
10	1.36	16.2263	2.6782	4.9899
11	1.52	18.2066	3.5783	6.1752
12	1.68	20.1868	4.6800	7.4847
13	1.85	22.1670	6.0031	8.9183
14	2.01	24.1472	7.5680	10.4761
15	2.17	26.1274	9.3944	12.1581
16	2.33	28.1077	11.5026	13.9641
17	2.49	30.0879	13.9126	15.8944
18	2.65	32.0681	16.6444	17.9487
19	2.82	34.0483	19.7181	20.1273
20	2.98	36.0286	23.1538	22.4300
21	3.14	38.0088	26.9714	24.8576
22	3.30	39.9890	31.1916	27.4134

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 45

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

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	583 di 596

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2210	5.5189
3	0.16	0.8822	11.0086
4	0.24	1.9815	16.4691
5	0.32	3.5165	21.9004
6	0.40	5.4848	27.3024
7	0.48	7.8841	32.6753
8	0.56	10.7121	38.0190
9	0.64	13.9664	43.3334
10	0.72	17.6447	48.6187
11	0.80	21.7446	53.8748

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 45

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.1755	-8.0432
3	0.58	-4.6280	-15.7026
4	0.87	-10.2460	-22.9783
5	1.16	-17.9183	-29.8702
6	1.45	-27.1545	-33.5703
7	1.74	-37.3499	-36.6787
8	2.03	-48.3910	-39.4033
9	2.32	-60.1667	-41.7441
10	2.61	-72.5655	-43.7011
11	2.90	-85.4762	-45.2744

## Armature e tensioni nei materiali del muro

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	584 di 596

Combinazione n° 45

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7408	443	-97796	-109642
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	13555	1644	-128550	-195017
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	23184	3519	-118204	-322258
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	37733	6007	-49715	-508629
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	61981	9103	203831	-803769
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	103615	12810	991606	-1271352
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	163941	17125	2551728	-1902348
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	72345	9834	247808	-1000086
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	96561	12490	590921	-1318246
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	128225	15457	1174600	-1725639
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	167954	18735	2060756	-2226969
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	216027	22324	3290421	-2823546
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	272728	26223	4892143	-3517528
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	338460	30433	6890539	-4313019
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	413734	34954	9310110	-5215622
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	499129	39786	12176230	-6231845
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	595264	44928	15515184	-7368696
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	536870	50381	10181169	-6889162
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	822329	56145	23720078	-10033557
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	954577	62222	28641441	-11576521
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1100202	68619	34146776	-13270062



**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	585 di 596

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 45

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	4198	9691	249985	-48954
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	16761	19330	998179	-195469
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	37647	28918	2241939	-439029
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	66809	38455	3978620	-779116
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	104204	47941	6205579	-1215211
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	149788	57375	8920173	-1746799
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	203515	66759	12119759	-2373360
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	265342	76090	15801694	-3094377
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	335224	85371	19963333	-3909332
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	413117	94600	24602033	-4817709

### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	22334	-14123	-260451	1330014
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	87925	-27573	-1025365	5236112
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	194659	-40348	-2270084	11592375
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	340422	-52450	-3969951	20272887
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	515898	-58947	-6016319	30722836

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	586 di 596

7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	709596	-64405	-8275195	42257976
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	919362	-69189	-10721461	54750037
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1143083	-73300	-13330458	68073101
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1378644	-76736	-16077530	82101250
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1623930	-79499	-18938017	96708569

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 45

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

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [m]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.001005	0.000804	-27.47	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.17	0.001005	0.000804	-27.47	-0.01	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.34	0.001005	0.000804	-27.47	-0.04	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.51	0.001005	0.000804	-27.47	-0.14	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.69	0.001005	0.000804	-27.47	-0.33	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.86	0.001005	0.000804	-27.47	-0.62	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.03	0.001005	0.000804	-27.47	-1.05	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.20	0.001005	0.000804	-27.47	-1.64	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.20	0.001608	0.000804	-76.92	-1.96	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.36	0.001608	0.000804	-76.92	-2.68	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.52	0.001608	0.000804	-76.92	-3.58	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.68	0.001608	0.000804	-76.92	-4.68	0.0000	0.00000	0.000000
13	1.85	0.001608	0.000804	-76.92	-6.00	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.01	0.001608	0.000804	-76.92	-7.57	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.17	0.001608	0.000804	-76.92	-9.39	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.33	0.001608	0.000804	-76.92	-11.50	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.49	0.001608	0.000804	-76.92	-13.91	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.65	0.001608	0.000804	-76.92	-16.64	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.82	0.003217	0.001608	-86.22	-19.72	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.98	0.001608	0.000804	-76.92	-23.15	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.14	0.001608	0.000804	-76.92	-26.97	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	587 di 596

22	3.30	0.001608	0.000804	-76.92	-31.19	0.0000	0.00000	0.000000
----	------	----------	----------	--------	--------	--------	---------	----------

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.001407	0.001407	145.98	0.22	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.001407	0.001407	145.98	0.88	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.001407	0.001407	145.98	1.98	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.001407	0.001407	145.98	3.52	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.001407	0.001407	145.98	5.48	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.001407	0.001407	145.98	7.88	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.001407	0.001407	145.98	10.71	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.001407	0.001407	145.98	13.97	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.001407	0.001407	145.98	17.64	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.001407	0.001407	145.98	21.74	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.001407	0.001407	-145.98	-85.48	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.49	0.001407	0.001407	-145.98	-72.57	0.0000	0.00000	0.000000
14	0.78	0.001407	0.001407	-145.98	-60.17	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.07	0.001407	0.001407	-145.98	-48.39	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.36	0.001407	0.001407	-145.98	-37.35	0.0000	0.00000	0.000000
17	1.65	0.001407	0.001407	-145.98	-27.15	0.0000	0.00000	0.000000
18	1.94	0.001407	0.001407	-145.98	-17.92	0.0000	0.00000	0.000000
19	2.23	0.001407	0.001407	-145.98	-10.25	0.0000	0.00000	0.000000
20	2.52	0.001407	0.001407	-145.98	-4.63	0.0000	0.00000	0.000000
21	2.81	0.001407	0.001407	-145.98	-1.18	0.0000	0.00000	0.000000
22	3.10	0.001407	0.001407	-145.98	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	588 di 596

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	1.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0337
2	0.17	1.2609	3.2022	0.0025	0.0125	0.0442	0.1808
3	0.34	2.5218	4.9044	0.0228	0.0774	0.2214	0.6290
4	0.51	3.7826	6.6065	0.0891	0.2396	0.5825	1.2951
5	0.69	5.0435	8.3087	0.2334	0.5323	1.0549	2.1515
6	0.86	6.3044	10.0109	0.4724	0.9880	1.6748	3.1966
7	1.03	7.5653	11.7131	0.8232	1.6391	2.4421	4.4305
8	1.20	8.8261	13.4153	1.3181	2.5178	3.3569	5.8531
9	1.20	13.2461	19.3823	1.4440	2.9583	3.3533	5.8481
10	1.36	15.2263	22.0556	2.1582	4.0230	4.3767	7.3612
11	1.52	17.2066	24.7289	2.9567	5.3456	5.5312	9.0421
12	1.68	19.1868	27.4022	3.9523	6.9533	6.8166	10.8906
13	1.85	21.1670	30.0755	5.1661	8.8731	8.2329	12.9067
14	2.01	23.1472	32.7488	6.6192	11.1322	9.7801	15.0904
15	2.17	25.1274	35.4221	8.3328	13.7575	11.4581	17.4417
16	2.33	27.1077	38.0954	10.3281	16.7762	13.2671	19.9606
17	2.49	29.0879	40.7686	12.6262	20.2154	15.2070	22.6471
18	2.65	31.0681	43.4419	15.2482	24.1020	17.2777	25.5012
19	2.82	33.0483	46.1152	18.2153	28.4633	19.4794	28.5230
20	2.98	35.0286	48.7885	21.5486	33.3261	21.8119	31.7123
21	3.14	37.0088	51.4618	25.2693	38.7178	24.2754	35.0692
22	3.30	38.9890	54.1351	29.3984	44.6652	26.8697	38.5937

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.2609	2.2609	0.0027	0.0077	0.0486	0.1224
3	0.34	3.5218	3.5218	0.0235	0.0529	0.2160	0.4343
4	0.51	4.7826	4.7826	0.0849	0.1656	0.5243	0.9052
5	0.69	6.0435	6.0435	0.2113	0.3712	0.9728	1.5168
6	0.86	7.3044	7.3044	0.4265	0.6937	1.5612	2.2683

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	589 di 596

7	1.03	8.5653	8.5653	0.7545	1.1570	2.2894	3.1597
8	1.20	9.8261	9.8261	1.2194	1.7850	3.1574	4.1908
9	1.20	14.2461	14.2461	1.5387	2.0998	3.1558	4.1866
10	1.36	16.2263	16.2263	2.1232	2.8632	4.1015	5.2860
11	1.52	18.2066	18.2066	2.8705	3.8143	5.1715	6.5098
12	1.68	20.1868	20.1868	3.8007	4.9730	6.3657	7.8577
13	1.85	22.1670	22.1670	4.9338	6.3596	7.6841	9.3298
14	2.01	24.1472	24.1472	6.2899	7.9940	9.1266	10.9260
15	2.17	26.1274	26.1274	7.8891	9.8962	10.6932	12.6463
16	2.33	28.1077	28.1077	9.7514	12.0864	12.3840	14.4908
17	2.49	30.0879	30.0879	11.8968	14.5845	14.1990	16.4595
18	2.65	32.0681	32.0681	14.3454	17.4107	16.1381	18.5523
19	2.82	34.0483	34.0483	17.1173	20.5850	18.2013	20.7693
20	2.98	36.0286	36.0286	20.2325	24.1275	20.3887	23.1104
21	3.14	38.0088	38.0088	23.7125	28.0582	22.7422	25.5756
22	3.30	39.9890	39.9890	27.5980	32.3971	25.4193	28.1650

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

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

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1539	0.3320	3.8513	8.2893
3	0.16	0.6166	1.3244	7.7191	16.5095
4	0.24	1.3894	2.9717	11.6035	24.6605
5	0.32	2.4736	5.2683	15.5045	32.7423
6	0.40	3.8706	8.2086	19.4220	40.7550
7	0.48	5.5816	11.7872	23.3561	48.6986
8	0.56	7.6080	15.9986	27.3068	56.5730
9	0.64	9.9511	20.8371	31.2740	64.3782
10	0.72	12.6123	26.2972	35.2578	72.1143
11	0.80	15.5928	32.3735	39.2582	79.7812

### Inviluppo combinazioni SLE

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	590 di 596

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1803	0.2348	4.5075	5.8625
3	0.16	0.7214	0.9369	9.0209	11.6824
4	0.24	1.6238	2.1028	13.5400	17.4598
5	0.32	2.8879	3.7293	18.0650	23.1946
6	0.40	4.5143	5.8128	22.5958	28.8869
7	0.48	6.5034	8.3500	27.1323	34.5366
8	0.56	8.8556	11.3375	31.6747	40.1438
9	0.64	11.5715	14.7719	36.2230	45.7084
10	0.72	14.6515	18.6498	40.7770	51.2305
11	0.80	18.0960	22.9677	45.3368	56.7100

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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

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

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

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.29	-3.2535	0.0565	-22.1938	0.2606
3	0.58	-12.7308	0.0763	-42.9226	-0.2527
4	0.87	-28.0070	-0.1649	-62.1866	-1.5399
5	1.16	-48.6574	-0.8916	-79.9857	-3.6009
6	1.45	-73.6885	-2.3282	-92.1079	-6.4359
7	1.74	-101.9352	-4.6992	-102.9548	-9.5432
8	2.03	-132.9697	-8.2290	-112.5392	-13.2220
9	2.32	-166.5946	-12.9145	-120.8359	-17.4974
10	2.61	-202.6844	-18.6808	-127.8451	-20.5462
11	2.90	-240.6202	-25.9465	-133.5666	-23.6027

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	591 di 596

2	0.29	-1.3512	-0.7017	-9.2252	-4.8574
3	0.58	-5.2965	-2.8278	-17.8912	-9.8233
4	0.87	-11.6740	-6.4097	-25.9982	-14.8976
5	1.16	-20.3214	-11.4789	-33.5461	-20.0804
6	1.45	-30.6976	-17.6513	-37.7268	-22.2937
7	1.74	-42.1469	-24.4174	-41.1405	-24.3874
8	2.03	-54.5050	-31.8065	-43.9951	-26.5897
9	2.32	-67.6100	-39.8499	-46.2906	-28.9004
10	2.61	-81.2995	-48.5792	-48.0269	-31.3195
11	2.90	-95.4116	-58.0257	-49.2042	-33.7784

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

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

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	0.00	0.00	1000.00	136.80	--	--
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4823.24	-7.03	1512.75	136.97	--	--
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4676.74	-32.28	960.95	137.14	--	--
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	4069.50	-81.89	661.75	137.31	--	--
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3052.11	-152.21	421.43	137.48	--	--
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	2146.86	-212.01	267.63	137.65	--	--
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	1305.02	-235.96	143.96	137.82	--	--
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	781.05	-190.44	75.64	137.99	--	--
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	4361.38	-571.98	234.84	207.47	--	--
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	3605.74	-634.78	180.67	207.75	--	--

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	592 di 596

11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2809.67	-686.47	135.74	208.03	--	--
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	2156.58	-644.48	97.00	208.31	--	--
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1651.51	-584.12	68.20	208.59	--	--
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1278.93	-528.44	48.82	208.87	--	--
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1018.98	-486.39	36.17	209.15	--	--
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	816.16	-445.70	27.07	209.43	--	--
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	673.19	-417.02	20.95	209.71	--	--
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	567.54	-395.82	16.64	209.99	--	--
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	929.82	-725.26	25.76	263.71	--	--
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	423.03	-366.83	11.11	210.54	--	--
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	371.85	-356.57	9.28	210.82	--	--
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	329.95	-348.16	7.85	211.10	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	3120	0	-45104	-46613
2	0.17	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	7496	533	-100122	-110702
3	0.34	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	14015	1892	-142970	-200550
4	0.51	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	24401	3944	-158350	-336891
5	0.69	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	40283	6609	-129899	-538971
6	0.86	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	68108	9884	332314	-871181
7	1.03	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	114289	13768	1303020	-1379068
8	1.20	1.00, 0.30	0.001005	0.000804	178952	18261	3070569	-2044850
9	1.20	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	76630	10480	335660	-1054650
10	1.36	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	102839	13232	744446	-1396604
11	1.52	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	136697	16295	1414400	-1829293
12	1.68	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	178670	19669	2399741	-2355802
13	1.85	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	229027	23354	3736220	-2977645
14	2.01	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	288105	27349	5450751	-3697812
15	2.17	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	356357	31655	7568096	-4521085
16	2.33	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	434323	36272	10113344	-5453476
17	2.49	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	522602	41200	13112437	-6501708
18	2.65	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	621822	46439	16592094	-7672900
19	2.82	1.00, 0.50	0.003217	0.001608	558444	51988	10806072	-7152230
20	2.98	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	855679	57848	25102758	-10413620
21	3.14	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	991637	64019	30189535	-11998122
22	3.30	1.00, 0.50	0.001608	0.000804	1141168	70501	35868207	-13735445



## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Simbologia adottata

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

### Fondazione di valle

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

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	1073.18	252.51	--	--
3	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	269.04	252.51	--	--
4	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	119.91	252.51	--	--
5	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	67.64	252.51	--	--
6	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	43.41	252.51	--	--
7	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	30.23	252.51	--	--
8	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	22.27	252.51	--	--
9	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	17.10	252.51	--	--
10	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	13.55	252.51	--	--
11	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	356.33	11.01	252.51	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
12	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
13	0.08	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	4461	10294	265635	-52018
14	0.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	17799	20513	1059972	-207570
15	0.24	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	39951	30658	2379160	-465901
16	0.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	70851	40728	4219348	-826257

<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	594 di 596

17	0.40	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	110436	50723	6576686	-1287884
18	0.48	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	158639	60644	9447321	-1850028
19	0.56	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	215398	70490	12827403	-2511934
20	0.64	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	280646	80261	16713081	-3272850
21	0.72	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	354320	89957	21100504	-4132020
22	0.80	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	436354	99579	25985821	-5088690

Fondazione di monte


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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	1000.00	252.51	--	--
2	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	0.00	109.52	252.51	--	--
3	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	27.99	252.51	--	--
4	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	12.72	252.51	--	--
5	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	7.32	252.51	--	--
6	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	4.84	252.51	--	--
7	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	3.50	252.51	--	--
8	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.68	252.51	--	--
9	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	2.14	252.51	--	--
10	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.76	252.51	--	--
11	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0.00	-356.33	1.48	252.51	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	0	0	0	0
13	0.29	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	25670	-16199	-299361	1528714
14	0.58	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	100627	-31416	-1173497	5992559
15	0.87	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	221790	-45651	-2586483	13208092
16	1.16	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	386079	-58904	-4502397	22991866
17	1.45	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	583212	-66246	-6801327	34731545
18	1.74	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	800732	-72240	-9338015	47685354
19	2.03	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1035520	-77252	-12076077	61667498
20	2.32	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1284496	-81283	-14979590	76494530
21	2.61	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1544578	-84332	-18012631	91983007
22	2.90	1.00, 0.70	0.001407	0.001407	1812687	-86399	-21139277	107949484

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO - VIGNA DI VALLE - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Relazione di calcolo opere di sostegno</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	595 di 596

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	NET ENGINEERING S.P.A.
Licenza	AIR011090

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

**Relazione di calcolo opere di sostegno**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NRJ	01 D 29	CL	RI0005015	B	596 di 596

**Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

**Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.