

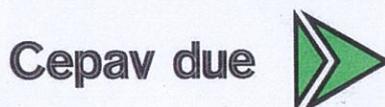
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

GA27 - GALLERIA ARTIFICIALE BRESCIA EST
DA PK 105+814 A PK 106+304
MURI DI IMBOCCO - TABULATI DI CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Tavanza) Data: <u>29 MAG 2020</u>	 Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 2	E	E 2	C L	G A 2 7 0 0	0 0 4	A

PROGETTAZIONE					
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data
A	Emissione	F. MONACHELLO	19/07/19	C. BELTRAMI	19/07/19
B					
C					



CIG. 751447334A

File: INOR12EE2CLGA2700004A_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA s.r.l.

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004

Rev.
A

Foglio
2 di 64

INDICE

1. INPUT/OUTPUT MURO A 3
2. INPUT/OUTPUT MURO B-G 33

1. INPUT/OUTPUT MURO 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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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

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 γ . 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 ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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 η_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 δ è positivo, ribaltante se δ è negativo.

δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante. Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .
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 δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

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

Verifica al carico limite

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

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c s_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_s s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

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

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)\operatorname{tg}(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

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



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
6 di 64

$$N_{\gamma} = \frac{\operatorname{tg}\phi}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma s_x e s_y che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine K_{py} che compare nell'espressione di N_{γ} non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_{γ} l'espressione proposta da Meyerof

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

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_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 α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

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

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	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:

Carichi	Effetto	A1	A2	EQU	HYD	
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL GA 270 0 004	Rev. A	Foglio 7 di 64
---------	------------------	-------------	--------------------------------------------	-----------	-------------------

Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{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	γ_{cu}		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismicheCoefficienti 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	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	0.20	0.20	0.20	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	γ_{cu}		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_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	

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	5.30 [m]
Spessore in sommità	0.70 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	1.00 [m]
Fondazione	
Lunghezza mensola fondazione di valle	13.40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	14.10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.90 [m]
Spessore magrone	0.15 [m]

Materiali utilizzati per la struttura



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
8 di 64**Calcestruzzo**

Peso specifico 24,517 [kN/mc]
 Classe di Resistenza C32/40
 Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} 40000 [kPa]
 Modulo elastico E 33642648 [kPa]

Acciaio

Tipo B450C
 Tensione di snervamento σ_{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	15.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]
 Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.00 [m]

Descrizione terreni**Simbologia adottata**

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

 γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc] γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°] δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [kPa]

 c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	19.00	19.00	29.00	19.33	0.0	0.0
Terreno 2	20.00	20.00	43.00	43.00	0.0	0.0
Vuoto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

Stratigrafia**Simbologia adottata**

N Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

a Inclinazione espressa in [°]

 K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm K_s Coefficiente di spinta

Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
1	6.20	0.00	-22.25	0.00	Terreno 1
2	30.00	0.00	-261.76	0.00	Terreno 2

Condizioni di carico

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
9 di 64**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 (Sovracc)**

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=15.00$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (LM71)

D	Fondazione	$X_i=-11.25$	$X_f=-4.25$	$Q_i=40.0000$	$Q_f=40.0000$
---	------------	--------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 3 (Ballast)

D	Fondazione	$X_i=-12.25$	$X_f=-3.25$	$Q_i=14.4000$	$Q_f=14.4000$
---	------------	--------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 4 (Massetto)

D	Fondazione	$X_i=-14.10$	$X_f=-0.70$	$Q_i=20.9000$	$Q_f=20.9000$
---	------------	--------------	-------------	---------------	---------------

Descrizione combinazioni di carico**Simbologia adottata** F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) γ Coefficiente di partecipazione della condizione Ψ Coefficiente di combinazione della condizione**Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)**

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Massetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Sovracc	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.10	1.00	1.10
Ballast	SFAV	1.10	1.00	1.10
Sovracc	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	1.30	1.00	1.30



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
10 di 64Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
11 di 64

Sovracc SFAV 0.20 1.00 0.20

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

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	4.85	--	439.71	--
2	A2-M2 - [1]	--	3.38	--	151.84	--
3	EQU - [1]	--	--	13.55	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	4.33
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	4.75	--	509.85	--
6	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	4.74	--	502.52	--
7	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	3.20	--	152.22	--
8	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	3.21	--	154.41	--
9	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	14.95	--	--
10	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	16.25	--	--
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.81
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3.78

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

Calcolo del carico limite

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann

metodo di Terzaghi

metodo di Bishop

Spinta attiva

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
12 di 64Sisma**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo a_g	2.67 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.31
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.15
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 8.43$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.15 * k_h = 1.26$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0

Lunghezza del muro

1.00 [m]

Peso muro

402.0790 [kN]

Baricentro del muro

X=-5.53 Y=-5.05

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.00	Y = -6.20
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.00	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	6.20	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 1**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	204.0938	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	192.5846	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	67.5680	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.84	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.39	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	532.56	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	192.5846	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1002.2050	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1002.2050	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	192.5846	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.39	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]
Risultante in fondazione	1020.5409	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.88	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-386.1617	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	440679.1974	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	59.42	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	82.73	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 134.58$	$N_q = 126.50$	$N_\gamma = 219.13$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 134.58$	$N'_q = 126.50$	$N'_\gamma = 219.13$

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
13 di 64**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

4.85

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

439.71

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	0.27	5.4475	0.0136	2.5641
3	0.53	11.0747	0.7116	5.6403
4	0.80	16.8798	2.2299	9.2236
5	1.06	22.8624	4.7026	13.3129
6	1.33	29.0225	8.2640	17.9080
7	1.59	35.3601	13.0479	23.0090
8	1.85	41.8752	19.1885	28.6159
9	2.12	48.5677	26.8199	34.7287
10	2.39	55.4378	36.0760	41.3473
11	2.65	62.4853	47.0910	48.4719
12	2.92	69.7104	59.9989	56.1023
13	3.18	77.1129	74.9338	64.2386
14	3.45	84.6929	92.0297	72.8809
15	3.71	92.4504	111.4208	82.0290
16	3.98	100.3854	133.2409	91.6829
17	4.24	108.4979	157.6243	101.8428
18	4.50	116.7878	184.7050	112.5086
19	4.77	125.2553	214.6170	123.6802
20	5.04	133.9002	247.4944	135.3577
21	5.30	142.6943	283.4754	147.4602

Sollecitazioni fondazione di valle**Combinazione n° 1**

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	19.1801	21.6782
3	2.85	38.3974	17.0318
4	4.25	59.2545	13.3040
5	5.65	77.1607	12.8163
6	7.05	96.6520	15.5685
7	8.45	122.2645	21.5608
8	9.85	158.5343	30.7931
9	10.85	193.4788	39.3714
10	12.13	267.1085	76.5741
11	13.40	389.8847	116.4640

Armature e tensioni nei materiali del muro**Combinazione n° 1**

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

B base della sezione espressa in [m]

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
14 di 64

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]
 N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
 M_u momento ultimo espresso in [kNm]
 CS coefficiente sicurezza sezione
 VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
 VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
 VR_d Resistenza al taglio, espresso in [kN]

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	0.002212	0.001206	0.00	0.00	1000.00	278.16	--	--
2	0.27	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11843.07	-29.47	2174.04	278.94	--	--
3	0.53	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11150.51	-716.48	1006.85	279.75	--	--
4	0.80	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	9029.89	-1192.88	534.95	280.58	--	--
5	1.06	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	7090.66	-1458.50	310.14	281.44	--	--
6	1.33	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	5394.97	-1536.18	185.89	282.32	--	--
7	1.59	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	3844.28	-1418.54	108.72	283.23	--	--
8	1.85	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	2728.07	-1250.09	65.15	284.17	--	--
9	2.12	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1997.09	-1102.82	41.12	285.13	--	--
10	2.39	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1527.67	-994.13	27.56	286.11	--	--
11	2.65	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1191.18	-897.71	19.06	287.13	--	--
12	2.92	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	969.07	-834.07	13.90	288.16	--	--
13	3.18	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	812.01	-789.06	10.53	289.23	--	--
14	3.45	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	695.41	-755.65	8.21	290.31	--	--
15	3.71	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	605.66	-729.93	6.55	291.43	--	--
16	3.98	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	534.60	-709.57	5.33	292.57	--	--
17	4.24	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	477.08	-693.09	4.40	293.73	--	--
18	4.50	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	429.64	-679.50	3.68	294.92	--	--
19	4.77	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	389.93	-668.12	3.11	296.14	--	--
20	5.04	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	356.25	-658.47	2.66	297.38	--	--
21	5.30	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	327.28	-650.17	2.29	298.64	--	--

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
 A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
 N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
 M_u momento ultimo espresso in [kNm]
 CS coefficiente sicurezza sezione
 VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
 VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
 VR_d Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	0.00	1000.00	319.04	--	--
2	1.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	31.14	319.04	--	--
3	2.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	15.56	319.04	--	--
4	4.25	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	10.08	319.04	--	--
5	5.65	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	7.74	319.04	--	--
6	7.05	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	6.18	319.04	--	--
7	8.45	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	4.89	319.04	--	--
8	9.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	3.77	319.04	--	--
9	10.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	3.09	319.04	--	--
10	12.13	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	2.24	319.04	--	--
11	13.40	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	1.53	319.04	--	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica

198.1453

[kN]



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
15 di 64

Componente orizzontale della spinta statica	190.7731	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	53.5459	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]		
-------------------	--------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	190.7731	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	865.2850	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	865.2850	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	190.7731	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.40	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]		
Risultante in fondazione	886.0657	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.43	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-343.3333	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	131387.9720	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	51.01	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	71.73	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 68.17$	$N_q = 51.86$	$N_\gamma = 63.74$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 68.17$	$N'_q = 51.86$	$N'_\gamma = 63.74$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.38
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	151.84

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	0.27	5.3148	0.0828	2.7324
3	0.53	10.7674	0.9065	5.9555
4	0.80	16.3561	2.6011	9.6638
5	1.06	22.0807	5.2950	13.8560
6	1.33	27.9411	9.1163	18.5320
7	1.59	33.9372	14.1934	23.6919
8	1.85	40.0692	20.6544	29.3356
9	2.12	46.3370	28.6276	35.4632
10	2.39	52.7406	38.2412	42.0747
11	2.65	59.2800	49.6234	49.1701
12	2.92	65.9553	62.9025	56.7493
13	3.18	72.7663	78.2066	64.8124
14	3.45	79.7132	95.6641	73.3593
15	3.71	86.7958	115.4030	82.3901
16	3.98	94.0143	137.5517	91.9048
17	4.24	101.3686	162.2384	101.9034

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
16 di 64

18	4.50	108.8587	189.5913	112.3858
19	4.77	116.4846	219.7385	123.3521
20	5.04	124.2463	252.8085	134.8022
21	5.30	132.1221	288.9314	146.6588

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	15.3107	17.3905
3	2.85	31.1261	14.4852
4	4.25	49.9504	12.8868
5	5.65	68.5535	14.1692
6	7.05	90.9684	18.3322
7	8.45	121.2280	25.3759
8	9.85	163.3654	35.3004
9	10.85	202.9695	44.1529
10	12.13	279.2694	75.9315
11	13.40	397.6102	110.0993

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [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]N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

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	0.002212	0.001206	0.00	0.00	1000.00	278.16	--	--
2	0.27	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11689.26	-182.05	2199.36	278.92	--	--
3	0.53	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	10600.38	-892.45	984.49	279.70	--	--
4	0.80	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	8248.66	-1311.77	504.32	280.50	--	--
5	1.06	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	6387.16	-1531.64	289.26	281.33	--	--
6	1.33	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	4562.45	-1488.59	163.29	282.17	--	--
7	1.59	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	3178.62	-1329.38	93.66	283.03	--	--
8	1.85	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	2249.04	-1159.31	56.13	283.91	--	--
9	2.12	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1664.27	-1028.21	35.92	284.81	--	--
10	2.39	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1268.73	-919.93	24.06	285.73	--	--
11	2.65	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1010.58	-845.96	17.05	286.67	--	--
12	2.92	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	833.95	-795.35	12.64	287.62	--	--
13	3.18	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	705.88	-758.65	9.70	288.60	--	--
14	3.45	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	609.03	-730.90	7.64	289.60	--	--
15	3.71	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	533.42	-709.24	6.15	290.62	--	--
16	3.98	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	472.90	-691.89	5.03	291.65	--	--
17	4.24	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	423.45	-677.72	4.18	292.71	--	--
18	4.50	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	382.37	-665.95	3.51	293.78	--	--
19	4.77	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	347.77	-656.04	2.99	294.88	--	--
20	5.04	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	318.26	-647.58	2.56	295.99	--	--
21	5.30	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	292.79	-640.28	2.22	297.12	--	--



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
17 di 64

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 _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	0.00	1000.00	319.04	--	--
2	1.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	39.01	319.04	--	--
3	2.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	19.19	319.04	--	--
4	4.25	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	11.96	319.04	--	--
5	5.65	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	8.71	319.04	--	--
6	7.05	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	6.57	319.04	--	--
7	8.45	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	4.93	319.04	--	--
8	9.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	3.66	319.04	--	--
9	10.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	2.94	319.04	--	--
10	12.13	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	2.14	319.04	--	--
11	13.40	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	1.50	319.04	--	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	221.2287	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	212.9977	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	59.7839	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	450.63	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	212.9977	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	872.2810	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	510.0834	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	6911.9201	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	872.2810	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	212.9977	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]
Risultante in fondazione	897.9099	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-252.2555	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	13.55
------------------------------------------	-------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -4.21 Y[m]= 4.21

Raggio del cerchio R[m]= 14.36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -14.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.52

Larghezza della striscia dx[m]= 0.98

Coefficiente di sicurezza C= 4.33

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	47.6936	67.66	44.1147	0.0253	23.91	0	0
2	85.0117	58.87	72.7660	0.0186	23.91	0	0
3	111.7621	51.91	87.9605	0.0156	23.91	0	0
4	132.8330	45.93	95.4318	0.0138	24.81	0	0
5	150.5415	40.54	97.8470	0.0126	36.72	0	0
6	165.6251	35.56	96.3217	0.0118	36.72	0	0
7	178.2367	30.88	91.4712	0.0112	36.72	0	0
8	188.7525	26.41	83.9684	0.0107	36.72	0	0
9	197.4287	22.12	74.3386	0.0104	36.72	0	0
10	206.1399	17.95	63.5361	0.0101	36.72	0	0
11	155.3945	13.88	37.2807	0.0099	36.72	0	0
12	114.4385	9.88	19.6384	0.0098	36.72	0	0
13	117.1046	5.93	12.0976	0.0097	36.72	0	0
14	132.1061	2.01	4.6247	0.0096	36.72	0	0
15	132.5668	-1.91	-4.4133	0.0096	36.72	0	0
16	131.2681	-5.83	-13.3355	0.0097	36.72	0	0
17	128.6359	-9.78	-21.8539	0.0098	36.72	0	0
18	124.6317	-13.78	-29.6864	0.0099	36.72	0	0
19	119.1945	-17.85	-36.5333	0.0101	36.72	0	0
20	112.2354	-22.01	-42.0677	0.0104	36.72	0	0
21	103.6304	-26.30	-45.9230	0.0107	36.72	0	0
22	93.2085	-30.76	-47.6746	0.0112	36.72	0	0
23	69.6429	-35.44	-40.3822	0.0118	36.72	0	0
24	51.8052	-40.41	-33.5826	0.0126	36.72	0	0
25	11.7010	-45.78	-8.3863	0.0138	25.10	0	0

 $\Sigma W_i = 3061.5891$ [kN] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 557.5586$ [kN] $\Sigma W_i \tan \phi_i = 2169.0735$ [kN] $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.39$

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	120.4439	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	113.6519	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	39.8746	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.39	[°]		



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
19 di 64

Incremento sismico della spinta	21.1048	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.70	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	33.9031	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5.0855	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]		
-------------------	--------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	167.4697	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	853.5152	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	853.5152	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	167.4697	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.47	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]		
Risultante in fondazione	869.7898	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.10	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-400.0584	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	435164.2409	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	48.46	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	72.61	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 134.58$	$N_q = 126.50$	$N_\gamma = 219.13$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

	$N'_c = 134.58$	$N'_q = 126.50$	$N'_\gamma = 219.13$
--	-----------------	-----------------	----------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.75
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	509.85

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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	0.27	4.9823	0.0542	1.6217
3	0.53	10.1015	0.5420	3.6334
4	0.80	15.3572	1.5666	6.0343
5	1.06	20.7495	3.2313	8.8245
6	1.33	26.2783	5.6391	12.0037
7	1.59	31.9436	8.8932	15.5721
8	1.85	37.7455	13.0967	19.5297
9	2.12	43.6839	18.3528	23.8764
10	2.39	49.7588	24.7644	28.6122
11	2.65	55.9703	32.4349	33.7372
12	2.92	62.3183	41.4673	39.2513
13	3.18	68.8028	51.9647	45.1546
14	3.45	75.4238	64.0302	51.4470

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
20 di 64

15	3.71	82.1814	77.7670	58.1286
16	3.98	89.0755	93.2782	65.1993
17	4.24	96.1062	110.6668	72.6591
18	4.50	103.2733	130.0362	80.5081
19	4.77	110.5770	151.4893	88.7463
20	5.04	118.0173	175.1292	97.3735
21	5.30	125.5722	201.0624	106.3277

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	11.2090	13.0947
3	2.85	21.7203	8.2133
4	4.25	30.0575	4.2565
5	5.65	35.2049	3.6563
6	7.05	41.8616	6.4127
7	8.45	54.7270	12.5258
8	9.85	78.5003	21.9955
9	10.85	104.7627	30.8147
10	12.13	164.2118	62.9028
11	13.40	266.3481	97.7750

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

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]N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR_{ed} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]VR_d Resistenza al taglio, espresso in [kN]

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	0.002212	0.001206	0.00	0.00	1000.00	278.16	--	--
2	0.27	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11743.96	-127.78	2357.12	278.87	--	--
3	0.53	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11263.59	-604.31	1115.04	279.61	--	--
4	0.80	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	9992.27	-1019.31	650.66	280.36	--	--
5	1.06	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	8340.08	-1298.78	401.94	281.13	--	--
6	1.33	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	6892.61	-1479.09	262.29	281.93	--	--
7	1.59	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	5542.63	-1543.08	173.51	282.74	--	--
8	1.85	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	4193.83	-1455.15	111.11	283.57	--	--
9	2.12	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	3155.98	-1325.91	72.25	284.43	--	--
10	2.39	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	2392.21	-1190.58	48.08	285.30	--	--
11	2.65	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1843.72	-1068.44	32.94	286.19	--	--
12	2.92	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1468.55	-977.19	23.57	287.10	--	--
13	3.18	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1187.02	-896.52	17.25	288.03	--	--
14	3.45	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	989.32	-839.87	13.12	288.98	--	--
15	3.71	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	843.34	-798.04	10.26	289.95	--	--
16	3.98	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	731.47	-765.99	8.21	290.94	--	--
17	4.24	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	643.25	-740.70	6.69	291.95	--	--
18	4.50	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	572.06	-720.31	5.54	292.98	--	--
19	4.77	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	513.53	-703.54	4.64	294.03	--	--
20	5.04	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	464.67	-689.53	3.94	295.10	--	--

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
21 di 64

21 5.30 1.00, 0.70 0.002212 0.001206 423.23 -677.66 3.37 296.18 -- --

Armature e tensioni nei materiali della fondazioneCombinazione n° 5

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]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	0.00	1000.00	319.04	--	--
2	1.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	53.29	319.04	--	--
3	2.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	27.50	319.04	--	--
4	4.25	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	19.87	319.04	--	--
5	5.65	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	16.97	319.04	--	--
6	7.05	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	14.27	319.04	--	--
7	8.45	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	10.91	319.04	--	--
8	9.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	7.61	319.04	--	--
9	10.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	5.70	319.04	--	--
10	12.13	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	3.64	319.04	--	--
11	13.40	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	2.24	319.04	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	120.4439	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	113.6519	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	39.8746	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.39	[°]		
Incremento sismico della spinta	24.0922	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.83	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	33.9031	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5.0855	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 409.66 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	170.2885	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	864.6751	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	864.6751	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	170.2885	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]
Risultante in fondazione	881.2839	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.14	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-413.7081	[kNm]

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
22 di 64

Carico ultimo della fondazione 434520.4537 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 14.10 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 48.84 [kPa]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 73.81 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 134.58$ $N_q = 126.50$ $N_\gamma = 219.13$
Fattori forma $s_c = 1.00$ $s_q = 1.00$ $s_\gamma = 1.00$
 I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.
 $N'_c = 134.58$ $N'_q = 126.50$ $N'_\gamma = 219.13$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 4.74
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 502.52

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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	0.27	5.0189	0.0552	1.7258
3	0.53	10.1745	0.5716	3.8416
4	0.80	15.4668	1.6524	6.3467
5	1.06	20.8956	3.4008	9.2409
6	1.33	26.4609	5.9200	12.5243
7	1.59	32.1628	9.3131	16.1968
8	1.85	38.0012	13.6831	20.2584
9	2.12	43.9761	19.1333	24.7092
10	2.39	50.0876	25.7667	29.5492
11	2.65	56.3355	33.6865	34.7783
12	2.92	62.7201	42.9957	40.3965
13	3.18	69.2411	53.7976	46.4039
14	3.45	75.8987	66.1952	52.8004
15	3.71	82.6928	80.2916	59.5861
16	3.98	89.6234	96.1901	66.7609
17	4.24	96.6906	113.9936	74.3248
18	4.50	103.8943	133.8053	82.2779
19	4.77	111.2345	155.7284	90.6202
20	5.04	118.7112	179.8660	99.3515
21	5.30	126.3027	206.3244	108.4098

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	11.9201	13.8968
3	2.85	23.4871	9.5323
4	4.25	34.2329	6.3973

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
23 di 64

5	5.65	43.0193	6.7334
6	7.05	54.7061	10.5406
7	8.45	74.1529	17.8190
8	9.85	106.2192	28.5686
9	10.85	139.5419	38.3720
10	12.13	209.4706	71.7999
11	13.40	323.8553	108.1068

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 6

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]
N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u momento ultimo espresso in [kNm]
CS coefficiente sicurezza sezione
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

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	0.002212	0.001206	0.00	0.00	1000.00	278.16	--	--
2	0.27	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11742.53	-129.20	2339.68	278.88	--	--
3	0.53	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11236.46	-631.22	1104.37	279.62	--	--
4	0.80	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	9831.79	-1050.37	635.67	280.38	--	--
5	1.06	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	8147.88	-1326.10	389.93	281.16	--	--
6	1.33	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	6700.45	-1499.07	253.22	281.95	--	--
7	1.59	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	5287.61	-1531.09	164.40	282.77	--	--
8	1.85	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	3989.91	-1436.65	104.99	283.61	--	--
9	2.12	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	2972.93	-1293.48	67.60	284.47	--	--
10	2.39	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	2257.07	-1161.11	45.06	285.35	--	--
11	2.65	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1752.66	-1048.02	31.11	286.24	--	--
12	2.92	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1394.54	-955.98	22.23	287.16	--	--
13	3.18	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1134.52	-881.47	16.39	288.10	--	--
14	3.45	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	950.10	-828.63	12.52	289.05	--	--
15	3.71	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	812.93	-789.33	9.83	290.03	--	--
16	3.98	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	707.22	-759.03	7.89	291.02	--	--
17	4.24	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	623.47	-735.04	6.45	292.04	--	--
18	4.50	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	555.63	-715.60	5.35	293.07	--	--
19	4.77	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	499.69	-699.57	4.49	294.13	--	--
20	5.04	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	452.86	-686.15	3.81	295.20	--	--
21	5.30	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	413.05	-674.74	3.27	296.29	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 6

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]
N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u momento ultimo espresso in [kNm]
CS coefficiente sicurezza sezione
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	0.00	1000.00	319.04	--	--

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
24 di 64

2	1.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	50.11	319.04	--	--
3	2.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	25.43	319.04	--	--
4	4.25	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	17.45	319.04	--	--
5	5.65	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	13.88	319.04	--	--
6	7.05	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	10.92	319.04	--	--
7	8.45	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	8.06	319.04	--	--
8	9.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	5.62	319.04	--	--
9	10.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	4.28	319.04	--	--
10	12.13	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	2.85	319.04	--	--
11	13.40	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	1.84	319.04	--	--

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	146.7774	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	141.3165	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	39.6645	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		
Incremento sismico della spinta	27.1540	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.30	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	33.9031	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5.0855	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
<u>Risultanti carichi esterni</u>				
Componente dir. Y	409.66	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	201.3633	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	863.8270	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	863.8270	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	201.3633	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.39	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]		
Risultante in fondazione	886.9860	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.12	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-338.1246	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	131493.8221	[kN]		
<u>Tensioni sul terreno</u>				
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	51.06	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	71.47	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 68.17$	$N_q = 51.86$	$N_\gamma = 63.74$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 68.17$	$N'_q = 51.86$	$N'_\gamma = 63.74$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	152.22

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	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.27	4.9944	0.0946	1.9741
3	0.53	10.1248	0.7290	4.4331
4	0.80	15.3912	2.0316	7.3762
5	1.06	20.7933	4.1307	10.8032
6	1.33	26.3313	7.1545	14.7140
7	1.59	32.0050	11.2313	19.1087
8	1.85	37.8146	16.4892	23.9872
9	2.12	43.7600	23.0565	29.3497
10	2.39	49.8412	31.0615	35.1960
11	2.65	56.0582	40.6323	41.5261
12	2.92	62.4110	51.8972	48.3401
13	3.18	68.8997	64.9843	55.6380
14	3.45	75.5241	80.0220	63.4198
15	3.71	82.2844	97.1385	71.6854
16	3.98	89.1804	116.4619	80.4349
17	4.24	96.2123	138.1205	89.6683
18	4.50	103.3800	162.2425	99.3855
19	4.77	110.6835	188.9561	109.5866
20	5.04	118.1228	218.3897	120.2715
21	5.30	125.6762	250.6734	131.3629

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

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	15.3793	17.4519
3	2.85	31.2585	14.5479
4	4.25	50.1509	12.9141
5	5.65	68.7418	14.1172
6	7.05	91.0030	18.1573
7	8.45	120.9063	25.0344
8	9.85	162.4234	34.7485
9	10.85	201.3891	43.4241
10	12.13	276.5992	74.9447
11	13.40	393.4981	108.8183

Armature e tensioni nei materiali del muro**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_{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]N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
26 di 64

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	0.002212	0.001206	0.00	0.00	1000.00	278.16	--	--
2	0.27	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11650.32	-220.67	2332.69	278.87	--	--
3	0.53	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11038.42	-794.74	1090.23	279.61	--	--
4	0.80	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	9033.16	-1192.33	586.91	280.36	--	--
5	1.06	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	7248.52	-1439.94	348.60	281.14	--	--
6	1.33	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	5675.59	-1542.12	215.55	281.94	--	--
7	1.59	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	4130.21	-1449.38	129.05	282.75	--	--
8	1.85	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	2961.80	-1291.50	78.32	283.58	--	--
9	2.12	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	2164.21	-1140.29	49.46	284.44	--	--
10	2.39	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1641.76	-1023.16	32.94	285.31	--	--
11	2.65	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1269.48	-920.15	22.65	286.20	--	--
12	2.92	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1020.90	-848.92	16.36	287.12	--	--
13	3.18	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	847.34	-799.18	12.30	288.05	--	--
14	3.45	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	719.76	-762.63	9.53	289.00	--	--
15	3.71	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	622.37	-734.72	7.56	289.97	--	--
16	3.98	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	545.81	-712.79	6.12	290.96	--	--
17	4.24	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	484.22	-695.14	5.03	291.97	--	--
18	4.50	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	433.72	-680.66	4.20	293.00	--	--
19	4.77	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	391.65	-668.61	3.54	294.05	--	--
20	5.04	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	356.13	-658.43	3.01	295.11	--	--
21	5.30	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	325.74	-649.73	2.59	296.20	--	--

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 _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	0.00	1000.00	319.04	--	--
2	1.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	38.84	319.04	--	--
3	2.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	19.11	319.04	--	--
4	4.25	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	11.91	319.04	--	--
5	5.65	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	8.69	319.04	--	--
6	7.05	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	6.56	319.04	--	--
7	8.45	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	4.94	319.04	--	--
8	9.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	3.68	319.04	--	--
9	10.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	2.97	319.04	--	--
10	12.13	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	2.16	319.04	--	--
11	13.40	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	1.52	319.04	--	--

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	146.7774	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	141.3165	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	39.6645	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		
Incremento sismico della spinta	23.5136	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.11	[°]		



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL GA 270 0 004	Rev. A	Foglio 27 di 64
---------	------------------	-------------	--------------------------------------------	-----------	--------------------

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	33.9031	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5.0855	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	197.8583	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	852.6723	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	852.6723	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	197.8583	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]
Risultante in fondazione	875.3273	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.06	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-326.6387	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	131658.7150	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	50.62	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	70.33	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 68.17$	$N_q = 51.86$	$N_\gamma = 63.74$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 68.17$	$N'_q = 51.86$	$N'_\gamma = 63.74$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.21
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	154.41

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	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.27	4.9580	0.0902	1.8447
3	0.53	10.0522	0.6858	4.1742
4	0.80	15.2822	1.9153	6.9879
5	1.06	20.6480	3.9071	10.2854
6	1.33	26.1496	6.7893	14.0668
7	1.59	31.7870	10.6901	18.3320
8	1.85	37.5603	15.7378	23.0811
9	2.12	43.4693	22.0606	28.3141
10	2.39	49.5142	29.7867	34.0309
11	2.65	55.6949	39.0443	40.2317
12	2.92	62.0114	49.9617	46.9162
13	3.18	68.4637	62.6671	54.0847
14	3.45	75.0518	77.2887	61.7370
15	3.71	81.7757	93.9548	69.8732
16	3.98	88.6355	112.7935	78.4932
17	4.24	95.6310	133.9331	87.5971
18	4.50	102.7624	157.5018	97.1849



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
28 di 64

19	4.77	110.0295	183.6279	107.2565
20	5.04	117.4325	212.4395	117.8121
21	5.30	124.9496	244.0671	128.7740

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

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	14.5668	16.5454
3	2.85	29.2637	13.0815
4	4.25	45.5077	10.5810
5	5.65	60.1695	10.8211
6	7.05	77.0858	13.8019
7	8.45	100.0937	19.5233
8	9.85	133.0299	27.9852
9	10.85	164.7597	35.7074
10	12.13	229.3192	65.9412
11	13.40	333.8758	98.4480

Armature e tensioni nei materiali del muro

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_{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]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

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	0.002212	0.001206	0.00	0.00	1000.00	278.16	--	--
2	0.27	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11659.04	-212.02	2351.55	278.87	--	--
3	0.53	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	11108.79	-757.87	1105.11	279.60	--	--
4	0.80	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	9239.45	-1158.00	604.59	280.35	--	--
5	1.06	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	7468.72	-1413.26	361.72	281.12	--	--
6	1.33	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	5932.46	-1540.26	226.87	281.91	--	--
7	1.59	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	4376.04	-1471.68	137.67	282.72	--	--
8	1.85	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	3169.97	-1328.22	84.40	283.55	--	--
9	2.12	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	2312.33	-1173.50	53.19	284.40	--	--
10	2.39	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1735.87	-1044.26	35.06	285.26	--	--
11	2.65	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1342.32	-941.02	24.10	286.15	--	--
12	2.92	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	1071.74	-863.49	17.28	287.06	--	--
13	3.18	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	884.85	-809.93	12.92	287.98	--	--
14	3.45	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	748.57	-770.89	9.97	288.93	--	--
15	3.71	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	645.17	-741.25	7.89	289.90	--	--
16	3.98	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	564.28	-718.08	6.37	290.88	--	--
17	4.24	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	499.46	-699.50	5.22	291.89	--	--
18	4.50	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	446.49	-684.32	4.34	292.91	--	--
19	4.77	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	402.49	-671.72	3.66	293.95	--	--
20	5.04	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	365.44	-661.10	3.11	295.02	--	--
21	5.30	1.00, 0.70	0.002212	0.001206	333.81	-652.04	2.67	296.09	--	--

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 _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	0.00	1000.00	319.04	--	--
2	1.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	41.01	319.04	--	--
3	2.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	20.41	319.04	--	--
4	4.25	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	13.13	319.04	--	--
5	5.65	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	9.93	319.04	--	--
6	7.05	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	7.75	319.04	--	--
7	8.45	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	5.97	319.04	--	--
8	9.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	4.49	319.04	--	--
9	10.85	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	3.63	319.04	--	--
10	12.13	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	2.60	319.04	--	--
11	13.40	1.00, 0.90	0.001810	0.001810	0.00	597.32	1.79	319.04	--	--

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	146.7774	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	141.3165	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	39.6645	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		
Incremento sismico della spinta	23.5136	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.11	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	33.9031	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5.0855	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	197.8583	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	852.6723	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	454.3242	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	6792.3027	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	852.6723	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	197.8583	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]
Risultante in fondazione	875.3273	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.06	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-326.6387	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
30 di 64

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

14.95

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	146.7774	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	141.3165	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	39.6645	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -4.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		
Incremento sismico della spinta	27.1540	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -3.10	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.30	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	33.9031	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5.0855	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 409.66 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	201.3633	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	863.8270	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	421.6293	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	6849.7343	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	863.8270	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	201.3633	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.39	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.10	[m]
Risultante in fondazione	886.9860	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-338.1246	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 16.25

Stabilità globale muro + terreno**Combinazione n° 11**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -4.21 Y[m]= 4.21

Raggio del cerchio R[m]= 14.36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -14.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.52

Larghezza della striscia dx[m]= 0.98

Coefficiente di sicurezza C= 3.81

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	26.1309	67.66	24.1701	0.0253	23.91	0	0



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
31 di 64

2	63.4490	58.87	54.3093	0.0186	23.91	0	0
3	90.1994	51.91	70.9899	0.0156	23.91	0	0
4	111.2703	45.93	79.9405	0.0138	24.81	0	0
5	128.9788	40.54	83.8320	0.0126	36.72	0	0
6	144.0624	35.56	83.7816	0.0118	36.72	0	0
7	156.6740	30.88	80.4052	0.0112	36.72	0	0
8	167.1898	26.41	74.3760	0.0107	36.72	0	0
9	175.8660	22.12	66.2195	0.0104	36.72	0	0
10	190.7105	17.95	58.7805	0.0101	36.72	0	0
11	155.3945	13.88	37.2807	0.0099	36.72	0	0
12	114.4385	9.88	19.6384	0.0098	36.72	0	0
13	117.1046	5.93	12.0976	0.0097	36.72	0	0
14	132.1061	2.01	4.6247	0.0096	36.72	0	0
15	132.5668	-1.91	-4.4133	0.0096	36.72	0	0
16	131.2681	-5.83	-13.3355	0.0097	36.72	0	0
17	128.6359	-9.78	-21.8539	0.0098	36.72	0	0
18	124.6317	-13.78	-29.6864	0.0099	36.72	0	0
19	119.1945	-17.85	-36.5333	0.0101	36.72	0	0
20	112.2354	-22.01	-42.0677	0.0104	36.72	0	0
21	103.6304	-26.30	-45.9230	0.0107	36.72	0	0
22	93.2085	-30.76	-47.6746	0.0112	36.72	0	0
23	69.6429	-35.44	-40.3822	0.0118	36.72	0	0
24	51.8052	-40.41	-33.5826	0.0126	36.72	0	0
25	11.7010	-45.78	-8.3863	0.0138	25.10	0	0

 $\Sigma W_i = 2852.0953$ [kN] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 426.6071$ [kN] $\Sigma W_i \tan \phi_i = 2038.4800$ [kN] $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.39$

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]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -4.21 Y[m]= 4.21

Raggio del cerchio R[m]= 14.36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -14.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.52

Larghezza della striscia dx[m]= 0.98

Coefficiente di sicurezza C= 3.78

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α (°)	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	26.1309	67.66	24.1701	0.0253	23.91	0	0
2	63.4490	58.87	54.3093	0.0186	23.91	0	0
3	90.1994	51.91	70.9899	0.0156	23.91	0	0
4	111.2703	45.93	79.9405	0.0138	24.81	0	0
5	128.9788	40.54	83.8320	0.0126	36.72	0	0
6	144.0624	35.56	83.7816	0.0118	36.72	0	0
7	156.6740	30.88	80.4052	0.0112	36.72	0	0
8	167.1898	26.41	74.3760	0.0107	36.72	0	0
9	175.8660	22.12	66.2195	0.0104	36.72	0	0

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL GA 270 0 004	Rev. A	Foglio 32 di 64
---------	------------------	-------------	--------------------------------------------	-----------	--------------------

10	190.7105	17.95	58.7805	0.0101	36.72	0	0
11	155.3945	13.88	37.2807	0.0099	36.72	0	0
12	114.4385	9.88	19.6384	0.0098	36.72	0	0
13	117.1046	5.93	12.0976	0.0097	36.72	0	0
14	132.1061	2.01	4.6247	0.0096	36.72	0	0
15	132.5668	-1.91	-4.4133	0.0096	36.72	0	0
16	131.2681	-5.83	-13.3355	0.0097	36.72	0	0
17	128.6359	-9.78	-21.8539	0.0098	36.72	0	0
18	124.6317	-13.78	-29.6864	0.0099	36.72	0	0
19	119.1945	-17.85	-36.5333	0.0101	36.72	0	0
20	112.2354	-22.01	-42.0677	0.0104	36.72	0	0
21	103.6304	-26.30	-45.9230	0.0107	36.72	0	0
22	93.2085	-30.76	-47.6746	0.0112	36.72	0	0
23	69.6429	-35.44	-40.3822	0.0118	36.72	0	0
24	51.8052	-40.41	-33.5826	0.0126	36.72	0	0
25	11.7010	-45.78	-8.3863	0.0138	25.10	0	0

$$\Sigma W_i = 2852.0953 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 426.6071 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 2038.4800 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.39$$

2. INPUT/OUTPUT MURO B-G

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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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

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 γ . 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 ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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 η_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 δ è positivo, ribaltante se δ è negativo.

δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante. Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .
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 δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

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

Verifica al carico limite

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

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c s_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_s s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

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

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)\operatorname{tg}(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

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

$$N_{\gamma} = \frac{\operatorname{tg}\phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma s_x e s_y che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine $K_{p\gamma}$ che compare nell'espressione di N_{γ} non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_{γ} l'espressione proposta da Meyerof

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

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_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 α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

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

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.30

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
37 di 64

Variabili Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili Sfavorevole	γ_{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	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismicheCoefficienti 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		γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti Sfavorevole		γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili Favorevole		γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili Sfavorevole		γ_{Qsfav}	0.20	0.20	0.20	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	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO***Verifica*

	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a mensola in c.a.

Altezza del paramento	9.35 [m]
Spessore in sommità	1.00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	1.00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	13.40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	14.40 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	1.30 [m]
Spessore magrone	0.15 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
38 di 64**Calcestruzzo**

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	40000 [kPa]
Modulo elastico E	33642648 [kPa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{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	15.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.00	[m]

Descrizione terreni**Simbologia adottata**

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	19.00	19.00	29.00	19.33	0.0	0.0
Terreno 2	20.00	20.00	43.00	43.00	0.0	0.0
vuoto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

Stratigrafia**Simbologia adottata**

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	10.65	0.00	-18.83	0.00	Terreno 1
2	30.00	0.00	-229.22	0.00	Terreno 2

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 (Sovracc)**

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=15.00$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (LM71)

D	Fondazione	$X_i=-11.55$	$X_f=-4.55$	$Q_i=40.0000$	$Q_f=40.0000$
---	------------	--------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 3 (Ballast)

D	Fondazione	$X_i=-12.55$	$X_f=-3.55$	$Q_i=14.4000$	$Q_f=14.4000$
---	------------	--------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 4 (Massetto)

D	Fondazione	$X_i=-14.40$	$X_f=-1.00$	$Q_i=20.9000$	$Q_f=20.9000$
---	------------	--------------	-------------	---------------	---------------

Descrizione combinazioni di carico**Simbologia adottata** F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) γ Coefficiente di partecipazione della condizione Ψ Coefficiente di combinazione della condizione**Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)**

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Massetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Sovracc	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Ballast	SFAV	1.30	1.00	1.30
Massetto	SFAV	1.30	1.00	1.30
Sovracc	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 4 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.10	1.00	1.10
Massetto	SFAV	1.10	1.00	1.10
Sovracc	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
40 di 64

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Combinazione n° 13 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
Ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
Massetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Sovracc	SFAV	0.20	1.00	0.20

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficients 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

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su N_{γ} per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00Coefficiente correttivo su N_{γ} per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2.60	--	338.68	--
2	A1-M1 - [1]	--	2.98	--	284.75	--
3	A2-M2 - [1]	--	1.88	--	117.02	--
4	EQU - [1]	--	--	5.14	--	--
5	STAB - [1]	--	--	--	--	1.78
6	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	2.58	--	373.44	--
7	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	2.58	--	379.90	--
8	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1.72	--	117.68	--
9	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1.72	--	119.65	--
10	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5.44	--	--
11	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5.58	--	--
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.62
13	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.62

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

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
42 di 64

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 Terzaghi
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo a_g	2.67 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.31
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.15
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.43$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.15 * k_h = 1.26$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0.0

Lunghezza del muro

1.00 [m]

Peso muro

688.1926 [kN]

Baricentro del muro

X=-4.97 Y=-8.23

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.00	Y = -10.65
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.00	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	10.65	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 1**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	531.3468	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	501.3833	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	175.9095	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -6.77	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.39	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	532.56	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	501.3833	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1396.6601	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1396.6601	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	501.3833	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Risultante in fondazione	1483.9288	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.75	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-530.8054	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	473025.1611	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	81.63	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	112.35	[kPa]

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
43 di 64Fattori per il calcolo della capacità portante**Coeff. capacità portante** $N_c = 134.58$ $N_q = 126.50$ $N_\gamma = 219.13$ **Fattori forma** $s_c = 1.00$ $s_q = 1.00$ $s_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

 $N'_c = 134.58$ $N'_q = 126.50$ $N'_\gamma = 219.13$ COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.60

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

338.68

Sollecitazioni paramentoCombinazione 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	0.47	13.1704	0.2224	4.8701
3	0.93	26.8953	2.8140	11.3209
4	1.40	41.1731	8.5133	19.3474
5	1.87	56.0033	18.0569	28.9484
6	2.34	71.3859	32.1807	40.1237
7	2.80	87.3208	51.6209	52.8736
8	3.27	103.8082	77.1134	67.1978
9	3.74	120.8479	109.3944	83.0965
10	4.21	138.4400	149.1997	100.5696
11	4.67	156.5845	197.2656	119.6171
12	5.14	175.2814	254.3281	140.2391
13	5.61	194.5307	321.1232	162.4355
14	6.08	214.3323	398.3869	186.2063
15	6.54	234.6864	486.8553	211.5516
16	7.01	255.5928	587.2644	238.4713
17	7.48	277.0516	700.3504	266.9655
18	7.95	299.0629	826.8492	297.0341
19	8.41	321.6265	967.4969	328.6771
20	8.88	344.7425	1123.0295	361.8945
21	9.35	368.3225	1294.1959	396.4345

Sollecitazioni fondazione di valleCombinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	40.9069	45.4405
3	2.85	90.6107	54.3227
4	4.25	177.3878	70.3415
5	5.65	289.5181	90.5414
6	7.05	432.8549	114.9223
7	8.45	613.2517	143.4843
8	9.85	836.5621	176.2274
9	10.85	1025.5856	202.1751
10	12.13	1321.2691	262.2202

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
44 di 64

11 13.40 1695.7208 325.7330

Armature e tensioni nei materiali del muroCombinazione 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_{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]
 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]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	0.00	0.00	1000.00	387.00	--	--
2	0.47	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	16810.60	-283.93	1276.40	388.92	--	--
3	0.93	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	15643.50	-1636.72	581.64	390.92	--	--
4	1.40	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	12374.27	-2558.61	300.54	392.99	--	--
5	1.87	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	9590.72	-3092.29	171.25	395.15	--	--
6	2.34	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	6987.31	-3149.88	97.88	397.39	--	--
7	2.80	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	4814.37	-2846.08	55.13	399.71	--	--
8	3.27	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	3380.53	-2511.21	32.57	402.11	--	--
9	3.74	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2456.26	-2223.46	20.33	404.59	--	--
10	4.21	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1852.95	-1996.97	13.38	407.15	--	--
11	4.67	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1458.59	-1837.54	9.32	409.79	--	--
12	5.14	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1192.19	-1729.84	6.80	412.51	--	--
13	5.61	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1001.11	-1652.59	5.15	415.31	--	--
14	6.08	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	857.96	-1594.71	4.00	418.19	--	--
15	6.54	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	747.13	-1549.91	3.18	421.15	--	--
16	7.01	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	659.07	-1514.31	2.58	424.19	--	--
17	7.48	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	587.62	-1485.42	2.12	427.31	--	--
18	7.95	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	528.64	-1461.58	1.77	430.52	--	--
19	8.41	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	479.23	-1441.60	1.49	433.80	--	--
20	8.88	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	437.34	-1424.67	1.27	437.16	--	--
21	9.35	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	401.31	-1410.10	1.09	440.59	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazioneCombinazione n° 1

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]
 N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
 M_u momento ultimo espresso in [kNm]
 CS coefficiente sicurezza sezione
 V_{Rcd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
 V_{Rsd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
 V_{Rd} Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	0.00	1000.00	427.27	--	--
2	1.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	30.92	427.27	--	--
3	2.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	13.96	427.27	--	--
4	4.25	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	7.13	427.27	--	--
5	5.65	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	4.37	427.27	--	--
6	7.05	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	2.92	427.27	--	--
7	8.45	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	2.06	427.27	--	--

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
45 di 64

8	9.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.51	427.27	--	--
9	10.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.23	427.27	--	--
10	12.13	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.39	461.74	--	--
11	13.40	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.08	461.74	--	--

COMBINAZIONE n° 2**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	531.3468	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	501.3833	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	175.9095	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -6.77	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.39	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	532.56	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	501.3833	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1603.1179	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1603.1179	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	501.3833	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.62	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Risultante in fondazione	1679.6941	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.37	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-991.5659	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	456485.1023	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	82.64	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	140.02	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 134.58$	$N_q = 126.50$	$N_\gamma = 219.13$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 134.58$	$N'_q = 126.50$	$N'_\gamma = 219.13$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.98
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	284.75

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	0.47	16.6089	0.2224	4.8701
3	0.93	33.7724	2.8140	11.3209
4	1.40	51.4887	8.5133	19.3474
5	1.87	69.7574	18.0569	28.9484
6	2.34	88.5784	32.1807	40.1237

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
46 di 64

7	2.80	107.9519	51.6209	52.8736
8	3.27	127.8777	77.1134	67.1978
9	3.74	148.3560	109.3944	83.0965
10	4.21	169.3866	149.1997	100.5696
11	4.67	190.9696	197.2656	119.6171
12	5.14	213.1050	254.3281	140.2391
13	5.61	235.7928	321.1232	162.4355
14	6.08	259.0330	398.3869	186.2063
15	6.54	282.8255	486.8553	211.5516
16	7.01	307.1705	587.2644	238.4713
17	7.48	332.0678	700.3504	266.9655
18	7.95	357.5176	826.8492	297.0341
19	8.41	383.5197	967.4969	328.6771
20	8.88	410.0742	1123.0295	361.8945
21	9.35	437.0927	1294.1959	396.4345

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	28.2186	32.7797
3	2.85	63.0049	37.4569
4	4.25	123.8032	50.6996
5	5.65	208.6085	71.7526
6	7.05	328.3553	100.6160
7	8.45	493.9782	137.2898
8	9.85	716.4117	181.7740
9	10.85	916.1317	218.3302
10	12.13	1242.4280	294.5868
11	13.40	1670.0810	377.3212

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [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]
N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u momento ultimo espresso in [kNm]
CS coefficiente sicurezza sezione
VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR_d Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	0.00	0.00	1000.00	387.00	--	--
2	0.47	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	16852.98	-225.72	1014.70	389.42	--	--
3	0.93	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	16044.14	-1336.82	475.07	391.92	--	--
4	1.40	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	13620.79	-2252.11	264.54	394.49	--	--
5	1.87	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	10992.92	-2845.55	157.59	397.15	--	--
6	2.34	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	8764.79	-3184.27	98.95	399.89	--	--
7	2.80	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	6483.64	-3100.37	60.06	402.71	--	--
8	3.27	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	4678.60	-2821.31	36.59	405.61	--	--
9	3.74	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	3421.14	-2522.67	23.06	408.59	--	--
10	4.21	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2561.49	-2256.22	15.12	411.65	--	--
11	4.67	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1984.85	-2050.29	10.39	414.79	--	--
12	5.14	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1581.25	-1887.12	7.42	418.01	--	--

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
47 di 64

13	5.61	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1303.10	-1774.67	5.53	421.31	--	--
14	6.08	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1100.70	-1692.85	4.25	424.69	--	--
15	6.54	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	947.42	-1630.88	3.35	428.15	--	--
16	7.01	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	827.73	-1582.49	2.69	431.70	--	--
17	7.48	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	731.98	-1543.78	2.20	435.32	--	--
18	7.95	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	653.85	-1512.20	1.83	439.02	--	--
19	8.41	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	589.06	-1486.00	1.54	442.81	--	--
20	8.88	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	534.57	-1463.97	1.30	446.67	--	--
21	9.35	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	488.09	-1445.18	1.12	450.60	--	--

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 _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	0.00	1000.00	427.27	--	--
2	1.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	44.82	427.27	--	--
3	2.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	20.07	427.27	--	--
4	4.25	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	10.21	427.27	--	--
5	5.65	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	6.06	427.27	--	--
6	7.05	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	3.85	427.27	--	--
7	8.45	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	2.56	427.27	--	--
8	9.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.77	427.27	--	--
9	10.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.38	427.27	--	--
10	12.13	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.48	461.74	--	--
11	13.40	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.10	461.74	--	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	509.8160	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	490.8479	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	137.7705	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -6.73	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	490.8479	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1235.6231	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1235.6231	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	490.8479	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Risultante in fondazione	1329.5473	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.67	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-355.8765	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	144590.0507	[kN]

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
48 di 64Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	75.51	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	96.10	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 68.17$	$N_q = 51.86$	$N_\gamma = 63.74$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 68.17$	$N'_q = 51.86$	$N'_\gamma = 63.74$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.88
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	117.02

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	0.47	12.9080	0.4224	5.1528
3	0.93	26.2405	3.3951	11.8182
4	1.40	39.9961	9.6248	19.9909
5	1.87	54.1744	19.8160	29.6695
6	2.34	68.7754	34.6726	40.8540
7	2.80	83.7990	54.8986	53.5445
8	3.27	99.2453	81.1981	67.7408
9	3.74	115.1143	114.2750	83.4430
10	4.21	131.4060	154.8333	100.6511
11	4.67	148.1203	203.5772	119.3651
12	5.14	165.2573	261.2104	139.5850
13	5.61	182.8170	328.4372	161.3109
14	6.08	200.7993	405.9615	184.5426
15	6.54	219.2044	494.4872	209.2802
16	7.01	238.0321	594.7185	235.5238
17	7.48	257.2824	707.3593	263.2732
18	7.95	276.9555	833.1136	292.5286
19	8.41	297.0512	972.6855	323.2898
20	8.88	317.5696	1126.7789	355.5570
21	9.35	338.4431	1296.1017	389.0891

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	40.4191	44.5121
3	2.85	90.6614	56.2108
4	4.25	182.1760	74.9916
5	5.65	301.9459	96.5755

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
49 di 64

6	7.05	453.8956	120.9627
7	8.45	641.9495	148.1530
8	9.85	870.0320	178.1464
9	10.85	1059.6294	201.2866
10	12.13	1347.8581	251.2245
11	13.40	1701.2398	303.4873

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

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

B	base della sezione espressa in [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]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	0.00	0.00	1000.00	387.00	--	--
2	0.47	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	16621.37	-543.88	1287.68	388.88	--	--
3	0.93	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	14795.17	-1914.24	563.83	390.82	--	--
4	1.40	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	11454.37	-2756.43	286.39	392.82	--	--
5	1.87	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	8709.32	-3185.71	160.76	394.89	--	--
6	2.34	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	6044.95	-3047.52	87.89	397.01	--	--
7	2.80	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	4106.32	-2690.15	49.00	399.20	--	--
8	3.27	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2878.22	-2354.83	29.00	401.44	--	--
9	3.74	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2120.66	-2105.19	18.42	403.75	--	--
10	4.21	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1612.21	-1899.64	12.27	406.12	--	--
11	4.67	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1286.29	-1767.88	8.68	408.55	--	--
12	5.14	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1060.79	-1676.71	6.42	411.05	--	--
13	5.61	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	896.29	-1610.21	4.90	413.60	--	--
14	6.08	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	771.50	-1559.76	3.84	416.22	--	--
15	6.54	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	673.95	-1520.32	3.07	418.90	--	--
16	7.01	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	595.86	-1488.75	2.50	421.64	--	--
17	7.48	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	532.12	-1462.98	2.07	424.44	--	--
18	7.95	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	479.24	-1441.61	1.73	427.30	--	--
19	8.41	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	434.77	-1423.63	1.46	430.22	--	--
20	8.88	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	396.92	-1408.33	1.25	433.21	--	--
21	9.35	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	364.30	-1395.14	1.08	436.25	--	--

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 _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	0.00	1000.00	427.27	--	--
2	1.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	31.29	427.27	--	--



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
50 di 64

3	2.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	13.95	427.27	--	--
4	4.25	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	6.94	427.27	--	--
5	5.65	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	4.19	427.27	--	--
6	7.05	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	2.79	427.27	--	--
7	8.45	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.97	427.27	--	--
8	9.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.45	427.27	--	--
9	10.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.19	427.27	--	--
10	12.13	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.36	461.74	--	--
11	13.40	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.08	461.74	--	--

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	566.4130	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	545.3392	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	153.0650	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -6.72	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	450.63	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	545.3392	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1223.0644	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2142.7116	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	11015.2044	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1223.0644	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	545.3392	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Risultante in fondazione	1339.1345	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-66.4293	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.14
------------------------------------------	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -7.22 Y[m]= 7.22

Raggio del cerchio R[m]= 19.27

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -17.08

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10.66

Larghezza della striscia dx[m]= 1.11

Coefficiente di sicurezza C= 1.78

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
51 di 64

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	52.8871	64.06	47.5582	0.0249	23.91	0	0
2	95.2153	57.40	80.2167	0.0202	23.91	0	0
3	128.3008	51.68	100.6589	0.0175	23.91	0	0
4	155.4722	46.62	112.9943	0.0158	23.91	0	0
5	178.3749	42.00	119.3470	0.0146	23.91	0	0
6	197.9394	37.69	121.0235	0.0138	23.91	0	0
7	214.7533	33.63	118.9255	0.0131	23.91	0	0
8	229.2140	29.75	113.7253	0.0125	23.91	0	0
9	241.6035	26.01	105.9529	0.0121	23.91	0	0
10	266.4505	22.39	101.5002	0.0118	28.69	0	0
11	183.5369	18.86	59.3437	0.0115	36.72	0	0
12	73.6293	15.41	19.5660	0.0113	36.72	0	0
13	82.6284	12.01	17.1986	0.0111	36.72	0	0
14	99.9344	8.66	15.0453	0.0110	36.72	0	0
15	102.9189	5.33	9.5674	0.0109	36.72	0	0
16	104.4849	2.03	3.6958	0.0109	36.72	0	0
17	104.6451	-1.27	-2.3250	0.0109	36.72	0	0
18	103.4010	-4.58	-8.2522	0.0109	36.72	0	0
19	100.7421	-7.90	-13.8418	0.0110	36.72	0	0
20	96.6473	-11.24	-18.8452	0.0111	36.72	0	0
21	89.7720	-14.63	-22.6749	0.0112	36.72	0	0
22	68.0479	-18.07	-21.1070	0.0114	36.72	0	0
23	46.5990	-21.58	-17.1381	0.0117	31.61	0	0
24	18.2129	-25.17	-7.7475	0.0120	23.91	0	0
25	6.2653	-28.88	-3.0261	0.0124	23.91	0	0

 $\Sigma W_i = 3041.6764$ [kN] $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 1031.3614$ [kN] $\Sigma W_i \tan\phi_i = 1750.6876$ [kN] $\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 3.73$ **COMBINAZIONE n° 6**

Valore della spinta statica	345.9384	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	326.4304	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	114.5275	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -7.03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.39	[°]		

Incremento sismico della spinta	69.1973	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -5.33	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.83	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	58.0280	[kN]		
Inerzia verticale del muro	8.7042	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	449.7536	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1243.9931	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1243.9931	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	449.7536	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.50	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Risultante in fondazione	1322.7989	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.88	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-624.5736	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	464562.0898	[kN]

Tensioni sul terreno

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
52 di 64

Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	68.32	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	104.46	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante**Coeff. capacità portante**

$N_c = 134.58$

$N_q = 126.50$

$N_\gamma = 219.13$

Fattori forma

$s_c = 1.00$

$s_q = 1.00$

$s_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 134.58$

$N'_q = 126.50$

$N'_\gamma = 219.13$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.58

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

373.44

Sollecitazioni paramentoCombinazione n° 6

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	0.47	12.7527	0.3933	4.6461
3	0.93	25.9306	3.0293	10.5041
4	1.40	39.5335	8.4747	17.5734
5	1.87	53.5613	17.2955	25.8537
6	2.34	68.0140	30.0581	35.3452
7	2.80	82.8916	47.3286	46.0478
8	3.27	98.1941	69.6732	57.9615
9	3.74	113.9215	97.6581	71.0863
10	4.21	130.0739	131.8494	85.4222
11	4.67	146.6512	172.8134	100.9692
12	5.14	163.6533	221.1163	117.7273
13	5.61	181.0804	277.3243	135.6965
14	6.08	198.9325	342.0035	154.8768
15	6.54	217.2094	415.7201	175.2682
16	7.01	235.9112	499.0403	196.8708
17	7.48	255.0380	592.5304	219.6844
18	7.95	274.5896	696.7565	243.7091
19	8.41	294.5662	812.2847	268.9449
20	8.88	314.9677	939.6814	295.3919
21	9.35	335.7261	1079.5225	322.8561

Sollecitazioni fondazione di valleCombinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	29.2487	33.0519
3	2.85	65.6128	40.0946
4	4.25	131.0249	54.1712
5	5.65	219.5880	73.1674
6	7.05	338.1895	97.0833
7	8.45	493.7171	125.9188
8	9.85	693.0581	159.6740

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
53 di 64

9	10.85	866.0844	186.7968
10	12.13	1139.8878	243.3788
11	13.40	1488.4345	304.0411

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 6

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]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	0.00	0.00	1000.00	387.00	--	--
2	0.47	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	16643.63	-513.31	1305.11	388.86	--	--
3	0.93	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	15213.66	-1777.34	586.71	390.78	--	--
4	1.40	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	12155.31	-2605.70	307.47	392.76	--	--
5	1.87	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	9581.13	-3093.86	178.88	394.80	--	--
6	2.34	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	7148.76	-3159.33	105.11	396.90	--	--
7	2.80	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	5064.60	-2891.74	61.10	399.06	--	--
8	3.27	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	3625.85	-2572.71	36.93	401.29	--	--
9	3.74	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2672.15	-2290.68	23.46	403.58	--	--
10	4.21	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2047.78	-2075.73	15.74	405.93	--	--
11	4.67	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1611.97	-1899.54	10.99	408.34	--	--
12	5.14	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1317.91	-1780.66	8.05	410.81	--	--
13	5.61	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1107.02	-1695.41	6.11	413.35	--	--
14	6.08	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	949.00	-1631.52	4.77	415.95	--	--
15	6.54	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	826.60	-1582.03	3.81	418.61	--	--
16	7.01	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	729.28	-1542.69	3.09	421.33	--	--
17	7.48	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	650.26	-1510.74	2.55	424.11	--	--
18	7.95	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	584.98	-1484.35	2.13	426.96	--	--
19	8.41	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	530.26	-1462.23	1.80	429.86	--	--
20	8.88	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	483.83	-1443.46	1.54	432.83	--	--
21	9.35	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	443.89	-1427.31	1.32	435.85	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 6

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]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	0.00	1000.00	427.27	--	--
2	1.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	43.24	427.27	--	--
3	2.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	19.27	427.27	--	--
4	4.25	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	9.65	427.27	--	--
5	5.65	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	5.76	427.27	--	--

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
54 di 64

6	7.05	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	3.74	427.27	--	--
7	8.45	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	2.56	427.27	--	--
8	9.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.82	427.27	--	--
9	10.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.46	427.27	--	--
10	12.13	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.61	461.74	--	--
11	13.40	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.24	461.74	--	--

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	345.9384	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	326.4304	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	114.5275	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -7.03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.39	[°]		

Incremento sismico della spinta	60.6172	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -5.33	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.70	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	58.0280	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-8.7042	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]		
-------------------	--------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	441.6573	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1223.7441	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1223.7441	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	441.6573	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.50	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]		
Risultante in fondazione	1301.0038	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.84	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-608.3831	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	464903.5185	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	67.38	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	102.59	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 134.58$	$N_q = 126.50$	$N_\gamma = 219.13$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 134.58$	$N'_q = 126.50$	$N'_\gamma = 219.13$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.58
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	379.90

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

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
55 di 64

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.47	12.6426	0.3750	4.3324
3	0.93	25.7105	2.8461	9.8767
4	1.40	39.2033	7.9799	16.6324
5	1.87	53.1211	16.3425	24.5991
6	2.34	67.4637	28.5002	33.7769
7	2.80	82.2313	45.0192	44.1658
8	3.27	97.4238	66.4657	55.7658
9	3.74	113.0411	93.4058	68.5770
10	4.21	129.0834	126.4057	82.5992
11	4.67	145.5507	166.0317	97.8325
12	5.14	162.4428	212.8499	114.2770
13	5.61	179.7598	267.4265	131.9325
14	6.08	197.5018	330.3277	150.7991
15	6.54	215.6687	402.1197	170.8769
16	7.01	234.2605	483.3687	192.1657
17	7.48	253.2772	574.6409	214.6657
18	7.95	272.7188	676.5024	238.3768
19	8.41	292.5853	789.5195	263.2989
20	8.88	312.8767	914.2584	289.4322
21	9.35	333.5251	1051.2950	316.5828

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

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	27.5753	31.2058
3	2.85	61.5535	37.1579
4	4.25	121.7238	49.5983
5	5.65	202.6651	66.8309
6	7.05	311.0866	88.8555
7	8.45	453.6970	115.6723
8	9.85	637.2053	147.2812
9	10.85	797.0387	172.7929
10	12.13	1051.6286	227.2263
11	13.40	1378.1549	285.6343

Armature e tensioni nei materiali del muro

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_{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]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]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	0.00	0.00	1000.00	387.00	--	--
2	0.47	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	16657.61	-494.10	1317.57	388.84	--	--
3	0.93	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	15426.54	-1707.70	600.01	390.74	--	--

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
56 di 64

4	1.40	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	12469.40	-2538.16	318.07	392.71	--	--
5	1.87	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	9891.93	-3043.22	186.21	394.73	--	--
6	2.34	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	7531.54	-3181.72	111.64	396.82	--	--
7	2.80	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	5390.65	-2951.23	65.55	398.97	--	--
8	3.27	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	3852.05	-2628.00	39.54	401.18	--	--
9	3.74	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2832.70	-2340.66	25.06	403.45	--	--
10	4.21	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2170.27	-2125.25	16.81	405.78	--	--
11	4.67	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1694.46	-1932.89	11.64	408.18	--	--
12	5.14	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1377.28	-1804.67	8.48	410.64	--	--
13	5.61	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1151.79	-1713.50	6.41	413.16	--	--
14	6.08	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	983.92	-1645.64	4.98	415.74	--	--
15	6.54	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	854.55	-1593.34	3.96	418.38	--	--
16	7.01	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	752.13	-1551.93	3.21	421.09	--	--
17	7.48	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	669.26	-1518.43	2.64	423.85	--	--
18	7.95	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	601.00	-1490.83	2.20	426.68	--	--
19	8.41	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	543.93	-1467.76	1.86	429.57	--	--
20	8.88	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	495.61	-1448.22	1.58	432.53	--	--
21	9.35	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	454.13	-1431.46	1.36	435.53	--	--

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 _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	0.00	1000.00	427.27	--	--
2	1.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	45.86	427.27	--	--
3	2.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	20.55	427.27	--	--
4	4.25	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	10.39	427.27	--	--
5	5.65	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	6.24	427.27	--	--
6	7.05	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	4.07	427.27	--	--
7	8.45	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	2.79	427.27	--	--
8	9.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.98	427.27	--	--
9	10.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.59	427.27	--	--
10	12.13	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.75	461.74	--	--
11	13.40	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.33	461.74	--	--

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	421.5733	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	405.8884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	113.9242	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -7.03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		
Incremento sismico della spinta	77.9916	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -5.32	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.30	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	58.0280	[kN]		

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL GA 270 0 004	Rev. A	Foglio 57 di 64
---------	------------------	-------------	--------------------------------------------	-----------	--------------------

Inerzia verticale del muro	8.7042	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]
-------------------	--------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	539.0062	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1241.5571	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1241.5571	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	539.0062	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Risultante in fondazione	1353.5109	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-267.2277	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	146112.4718	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	78.49	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	93.95	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 68.17$	$N_q = 51.86$	$N_\gamma = 63.74$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 68.17$	$N'_q = 51.86$	$N'_\gamma = 63.74$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.72
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	117.68

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	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.47	12.6796	0.5725	5.3054
3	0.93	25.7821	3.7661	12.1178
4	1.40	39.3074	10.2852	20.4363
5	1.87	53.2553	20.8338	30.2608
6	2.34	67.6259	36.1161	41.5911
7	2.80	82.4192	56.8359	54.4273
8	3.27	97.6352	83.6973	68.7694
9	3.74	113.2739	117.4044	84.6174
10	4.21	129.3352	158.6610	101.9713
11	4.67	145.8192	208.1713	120.8312
12	5.14	162.7258	266.6392	141.1969
13	5.61	180.0552	334.7688	163.0685
14	6.08	197.8072	413.2640	186.4461
15	6.54	215.9819	502.8289	211.3295
16	7.01	234.5793	604.1674	237.7189
17	7.48	253.5993	717.9837	265.6141
18	7.95	273.0420	844.9816	295.0153
19	8.41	292.9074	985.8653	325.9224
20	8.88	313.1955	1141.3387	358.3353
21	9.35	333.8386	1312.1096	392.0132

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

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	45.1378	49.4102
3	2.85	101.3778	63.2488
4	4.25	204.5053	84.4270
5	5.65	338.7557	107.7101
6	7.05	507.0758	133.0981
7	8.45	712.4126	160.5910
8	9.85	957.7129	190.1888
9	10.85	1159.0272	212.6188
10	12.13	1460.8595	261.1346
11	13.40	1825.6623	311.3961

Armature e tensioni nei materiali del muro

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_{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]N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]VR_d Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	VR _{cd}	VR _{sd}
1	0.00	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	0.00	0.00	1000.00	387.00	--	--
2	0.47	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	16475.76	-743.91	1299.39	388.85	--	--
3	0.93	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	14228.17	-2078.36	551.86	390.75	--	--
4	1.40	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	10924.03	-2858.38	277.91	392.72	--	--
5	1.87	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	8178.62	-3199.53	153.57	394.75	--	--
6	2.34	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	5596.32	-2988.75	82.75	396.84	--	--
7	2.80	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	3788.35	-2612.43	45.96	398.99	--	--
8	3.27	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2672.13	-2290.67	27.37	401.21	--	--
9	3.74	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1973.88	-2045.86	17.43	403.48	--	--
10	4.21	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1517.22	-1861.24	11.73	405.82	--	--
11	4.67	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1219.42	-1740.85	8.36	408.22	--	--
12	5.14	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1010.98	-1656.58	6.21	410.68	--	--
13	5.61	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	857.65	-1594.59	4.76	413.20	--	--
14	6.08	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	740.59	-1547.26	3.74	415.78	--	--
15	6.54	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	648.63	-1510.09	3.00	418.43	--	--
16	7.01	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	574.72	-1480.21	2.45	421.13	--	--
17	7.48	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	514.18	-1455.73	2.03	423.90	--	--
18	7.95	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	463.82	-1435.37	1.70	426.73	--	--
19	8.41	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	421.36	-1418.21	1.44	429.62	--	--
20	8.88	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	385.15	-1403.57	1.23	432.57	--	--
21	9.35	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	353.89	-1390.93	1.06	435.58	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
59 di 64

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]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	0.00	1000.00	427.27	--	--
2	1.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	28.02	427.27	--	--
3	2.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	12.47	427.27	--	--
4	4.25	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	6.18	427.27	--	--
5	5.65	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	3.73	427.27	--	--
6	7.05	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	2.49	427.27	--	--
7	8.45	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.78	427.27	--	--
8	9.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.32	427.27	--	--
9	10.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.09	427.27	--	--
10	12.13	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.26	461.74	--	--
11	13.40	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.01	461.74	--	--

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	421.5733	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	405.8884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	113.9242	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -7.03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		

Incremento sismico della spinta	67.5356	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -5.32	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.11	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	58.0280	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-8.7042	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]		
-------------------	--------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	528.9392	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1221.3231	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1221.3231	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	528.9392	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.21	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]		
Risultante in fondazione	1330.9421	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.42	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-261.6392	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	146133.5980	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	77.24	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	92.38	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante**Coeff. capacità portante** $N_c = 68.17$ $N_q = 51.86$ $N_\gamma = 63.74$ **Fattori forma** $s_c = 1.00$ $s_q = 1.00$ $s_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

 $N'_c = 68.17$ $N'_q = 51.86$ $N'_\gamma = 63.74$ **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.72

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

119.65

Sollecitazioni paramentoCombinazione 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	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.47	12.5701	0.5361	4.9154
3	0.93	25.5632	3.5109	11.3378
4	1.40	38.9790	9.6289	19.2663
5	1.87	52.8174	19.5941	28.7007
6	2.34	67.0786	34.1106	39.6410
7	2.80	81.7624	53.8823	52.0872
8	3.27	96.8689	79.6133	66.0393
9	3.74	112.3981	112.0075	81.4973
10	4.21	128.3499	151.7691	98.4612
11	4.67	144.7245	199.6019	116.9310
12	5.14	161.5217	256.2101	136.9067
13	5.61	178.7415	322.2975	158.3883
14	6.08	196.3841	398.5683	181.3758
15	6.54	214.4493	485.7264	205.8693
16	7.01	232.9372	584.4759	231.8686
17	7.48	251.8478	695.5207	259.3738
18	7.95	271.1810	819.5649	288.3850
19	8.41	290.9370	957.3124	318.9020
20	8.88	311.1156	1109.4674	350.9250
21	9.35	331.6492	1276.7375	384.2129

Sollecitazioni fondazione di valleCombinazione 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

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	1.85	42.9863	47.0714
3	2.85	96.2413	59.6138
4	4.25	192.9882	78.9396
5	5.65	318.2338	100.3262
6	7.05	474.8634	123.7738
7	8.45	665.7621	149.2822
8	9.85	893.8152	176.8515
9	10.85	1081.0561	197.8056
10	12.13	1362.7850	244.4070
11	13.40	1705.0205	292.7178



Armature e tensioni nei materiali del muro

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 _{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]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	0.00	0.00	1000.00	387.00	--	--
2	0.47	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	16504.90	-703.88	1313.03	388.83	--	--
3	0.93	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	14521.60	-1994.42	568.07	390.72	--	--
4	1.40	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	11292.91	-2789.66	289.72	392.67	--	--
5	1.87	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	8595.34	-3188.68	162.74	394.69	--	--
6	2.34	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	5976.82	-3039.31	89.10	396.76	--	--
7	2.80	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	4067.82	-2680.74	49.75	398.90	--	--
8	3.27	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2857.30	-2348.32	29.50	401.10	--	--
9	3.74	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	2106.99	-2099.67	18.75	403.36	--	--
10	4.21	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1603.55	-1896.14	12.49	405.68	--	--
11	4.67	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1279.98	-1765.33	8.84	408.06	--	--
12	5.14	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	1055.76	-1674.68	6.54	410.50	--	--
13	5.61	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	892.05	-1608.50	4.99	413.01	--	--
14	6.08	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	767.79	-1558.26	3.91	415.58	--	--
15	6.54	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	670.63	-1518.98	3.13	418.21	--	--
16	7.01	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	592.84	-1487.53	2.55	420.90	--	--
17	7.48	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	529.34	-1461.86	2.10	423.65	--	--
18	7.95	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	476.66	-1440.56	1.76	426.46	--	--
19	8.41	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	432.36	-1422.65	1.49	429.33	--	--
20	8.88	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	394.67	-1407.41	1.27	432.27	--	--
21	9.35	1.00, 1.00	0.003418	0.001608	362.18	-1394.28	1.09	435.26	--	--

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 _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	0.00	1000.00	427.27	--	--
2	1.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	29.42	427.27	--	--
3	2.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	13.14	427.27	--	--
4	4.25	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	6.55	427.27	--	--
5	5.65	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	3.97	427.27	--	--
6	7.05	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	2.66	427.27	--	--
7	8.45	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.90	427.27	--	--
8	9.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.41	427.27	--	--
9	10.85	1.00, 1.30	0.002614	0.002614	0.00	1264.64	1.17	427.27	--	--
10	12.13	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.35	461.74	--	--
11	13.40	1.00, 1.30	0.002614	0.003820	0.00	1838.73	1.08	461.74	--	--

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
62 di 64**COMBINAZIONE n° 10**

Valore della spinta statica	421.5733	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	405.8884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	113.9242	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -7.03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		

Incremento sismico della spinta	67.5356	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -5.32	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.11	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	58.0280	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-8.7042	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]		
-------------------	--------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	528.9392	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1221.3231	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2038.3674	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	11093.5331	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1221.3231	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	528.9392	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.21	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]		
Risultante in fondazione	1330.9421	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.42	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-261.6392	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.44			
------------------------------------------	------	--	--	--

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	421.5733	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	405.8884	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	113.9242	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.00	[m]	Y = -7.03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52.42	[°]		

Incremento sismico della spinta	77.9916	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.00	[m]	Y = -5.32	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47.30	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.00	[m]	Y = 0.00	[m]
Inerzia del muro	58.0280	[kN]		
Inerzia verticale del muro	8.7042	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.0000	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	409.66	[kN]		
-------------------	--------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	539.0062	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1241.5571	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2009.8785	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	11216.3173	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1241.5571	[kN]		

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
63 di 64

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	539.0062	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	14.40	[m]
Risultante in fondazione	1353.5109	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-267.2277	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.58

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]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -7.22 Y[m]= 7.22

Raggio del cerchio R[m]= 19.27

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -17.08

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10.66

Larghezza della striscia dx[m]= 1.11

Coefficiente di sicurezza C= 1.62

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	28.4778	64.06	25.6084	0.0249	23.91	0	0
2	70.8060	57.40	59.6524	0.0202	23.91	0	0
3	103.8915	51.68	81.5085	0.0175	23.91	0	0
4	131.0629	46.62	95.2540	0.0158	23.91	0	0
5	153.9656	42.00	103.0152	0.0146	23.91	0	0
6	173.5302	37.69	106.0992	0.0138	23.91	0	0
7	190.3440	33.63	105.4082	0.0131	23.91	0	0
8	204.8047	29.75	101.6146	0.0125	23.91	0	0
9	217.1942	26.01	95.2484	0.0121	23.91	0	0
10	251.6461	22.39	95.8607	0.0118	28.69	0	0
11	183.5369	18.86	59.3437	0.0115	36.72	0	0
12	73.6293	15.41	19.5660	0.0113	36.72	0	0
13	82.6284	12.01	17.1986	0.0111	36.72	0	0
14	99.9344	8.66	15.0453	0.0110	36.72	0	0
15	102.9189	5.33	9.5674	0.0109	36.72	0	0
16	104.4849	2.03	3.6958	0.0109	36.72	0	0
17	104.6451	-1.27	-2.3250	0.0109	36.72	0	0
18	103.4010	-4.58	-8.2522	0.0109	36.72	0	0
19	100.7421	-7.90	-13.8418	0.0110	36.72	0	0
20	96.6473	-11.24	-18.8452	0.0111	36.72	0	0
21	89.7720	-14.63	-22.6749	0.0112	36.72	0	0
22	68.0479	-18.07	-21.1070	0.0114	36.72	0	0
23	46.5990	-21.58	-17.1381	0.0117	31.61	0	0
24	18.2129	-25.17	-7.7475	0.0120	23.91	0	0
25	6.2653	-28.88	-3.0261	0.0124	23.91	0	0

 $\Sigma W_i = 2807.1884$ [kN] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 878.7286$ [kN] $\Sigma W_i \tan \phi_i = 1645.1693$ [kN] $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.73$

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 CL GA 270 0 004Rev.
AFoglio
64 di 64

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 13

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -7.22 Y[m]= 7.22

Raggio del cerchio R[m]= 19.27

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -17.08

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10.66

Larghezza della striscia dx[m]= 1.11

Coefficiente di sicurezza C= 1.62

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	28.4778	64.06	25.6084	0.0249	23.91	0	0
2	70.8060	57.40	59.6524	0.0202	23.91	0	0
3	103.8915	51.68	81.5085	0.0175	23.91	0	0
4	131.0629	46.62	95.2540	0.0158	23.91	0	0
5	153.9656	42.00	103.0152	0.0146	23.91	0	0
6	173.5302	37.69	106.0992	0.0138	23.91	0	0
7	190.3440	33.63	105.4082	0.0131	23.91	0	0
8	204.8047	29.75	101.6146	0.0125	23.91	0	0
9	217.1942	26.01	95.2484	0.0121	23.91	0	0
10	251.6461	22.39	95.8607	0.0118	28.69	0	0
11	183.5369	18.86	59.3437	0.0115	36.72	0	0
12	73.6293	15.41	19.5660	0.0113	36.72	0	0
13	82.6284	12.01	17.1986	0.0111	36.72	0	0
14	99.9344	8.66	15.0453	0.0110	36.72	0	0
15	102.9189	5.33	9.5674	0.0109	36.72	0	0
16	104.4849	2.03	3.6958	0.0109	36.72	0	0
17	104.6451	-1.27	-2.3250	0.0109	36.72	0	0
18	103.4010	-4.58	-8.2522	0.0109	36.72	0	0
19	100.7421	-7.90	-13.8418	0.0110	36.72	0	0
20	96.6473	-11.24	-18.8452	0.0111	36.72	0	0
21	89.7720	-14.63	-22.6749	0.0112	36.72	0	0
22	68.0479	-18.07	-21.1070	0.0114	36.72	0	0
23	46.5990	-21.58	-17.1381	0.0117	31.61	0	0
24	18.2129	-25.17	-7.7475	0.0120	23.91	0	0
25	6.2653	-28.88	-3.0261	0.0124	23.91	0	0

 $\Sigma W_i = 2807.1884$ [kN] $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 878.7286$ [kN] $\Sigma W_i \tan\phi_i = 1645.1693$ [kN] $\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 3.73$