
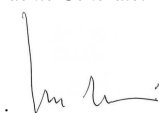



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA
MAXI LOTTO 2**

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

<p>CONTRAENTE GENERALE:</p> 	<p><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p>  Ing. Federico Montanari	<p><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></p>  Ing. Salvatore Lieto
--	---	--

<p><i>PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese</i></p>	
<p><i>Mandataria:</i></p> 	<p><i>Mandanti:</i></p> 

<p><i>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'ATI</i></p> <p>Ing. Antonio Grimaldi</p>	
---	---

<p><i>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</i></p> <p>Ing. Giulio Petrizzelli</p>	<p><i>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE</i></p> <p>Ing. Salvatore Chirico</p>	<p><i>IL DIRETTORE LAVORI</i></p> <p>Ing. Peppino Marascio</p>
---	---	--

<p>OPERE D'ARTE MINORI Tipologici Muri di controripa in c.a. da pr.2+691.40 a pr. 2+712.45 - Relazione tecnica e di calcolo</p>	<p><i>SCALA:</i></p> <p><i>DATA:</i></p> <p align="center">Settembre 2017</p>
---	---

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 20-04-2015)

Codice Elaborato:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	Rev.
	L 0 7 0 3	2 1 1	E	1 6	0 M 0 0 0 2	R E L	0 3	D

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
B	Maggio 2017	Emissione a seguito istruttoria DL	PROGIN	PROGIN	S. Lieto	A. Grimaldi
C	Luglio 2017	Emissione a seguito istruttoria DL	PROGIN	PROGIN	S. Lieto	A. Grimaldi
D	Settembre 2017	Emissione a seguito istruttoria DL	PROGIN	PROGIN	S. Lieto	A. Grimaldi

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1 UNITÀ DI MISURA.....	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
2.1 NORMATIVE DI CARATTERE GENERALE.....	6
2.2 NORMATIVE SPECIFICHE PER LE STRUTTURE	6
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	8
5. DEFINIZIONE DELL’AZIONE SISMICA.....	9
6. DEFINIZIONE DEGLI STATI LIMITE DI PROGETTO.....	10
7. METODO DI CALCOLO E CRITERI DI VERIFICA	11
7.1 CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO	11
7.2 SPINTA IN PRESENZA DI SISMA	12
7.3 VERIFICA A RIBALTAMENTO.....	13
7.4 VERIFICA A SCORRIMENTO	14
7.5 VERIFICA AL CARICO LIMITE.....	14
7.6 VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE.....	16
8. CRITERI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	17
9. ANALISI DEI CARICHI	19
9.1 CARICHI FISSI	19
9.2 SPINTE DEL TERRENO	19
9.3 CARICHI STRADALI.....	19
9.4 AZIONE SISMICA.....	20
9.4.1 Effetti dell’Azione sismica sulla falda	21
9.5 COMBINAZIONI DI CARICO.....	22
9.5.1 Condizioni di carico	22
9.5.2 Descrizione combinazioni di carico	22
9.5.3 Impostazioni di analisi	25
10. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	26
11. RISULTATI DELLE ANALISI DEI MURI DI SOSTEGNO TIPO A.....	27
11.1 MODELLI DI CALCOLO	27
11.2 RISULTATI ANALISI	28
11.2.1 Inviluppo Sollecitazioni paramento	29
11.2.2 Inviluppo Sollecitazioni fondazione.....	30
11.3 QUANTITATIVI DI ARMATURE.....	32
11.4 VERIFICHE STRUTTURALI	32
11.4.1 SLU.....	32
11.4.2 SLE.....	34
12. RISULTATI DELLE ANALISI DEI MURI DI SOSTEGNO TIPO B – H 650	37

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 3 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------

12.1	MODELLI DI CALCOLO	37
12.2	RISULTATI ANALISI	38
12.2.1	Inviluppo Sollecitazioni paramento	38
12.2.2	Inviluppo Sollecitazioni fondazione	40
12.3	QUANTITATIVI DI ARMATURE	42
12.4	VERICHE STRUTTURALI	42
12.4.1	SLU	42
12.4.2	SLE	44

ALLEGATO A- TABULATI DI CALCOLO MURO

1. INTRODUZIONE

La presente relazione riporta i calcoli, e le verifiche dei muri di sottoscarpa in c.a. su fondazione diretta previsti in pk. 2+694 - 2+715 circa, nell'ambito del Progetto Esecutivo dei Lavori di completamento della direttrice Perugia - Ancona, Lotto della Pedemontana Marche: Tratto Fabriano - Muccia - Sfercia.

Il muro di sostegno in esame presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

Tabella 1: Caratteristiche geometriche Muri

Tipo		H_p m	L_f m	S_p m	S_F m
A	Controripa	4.70	6.50	0.90	1.00
B	Controripa	4.70-6.50	6.50	0.90	1.00

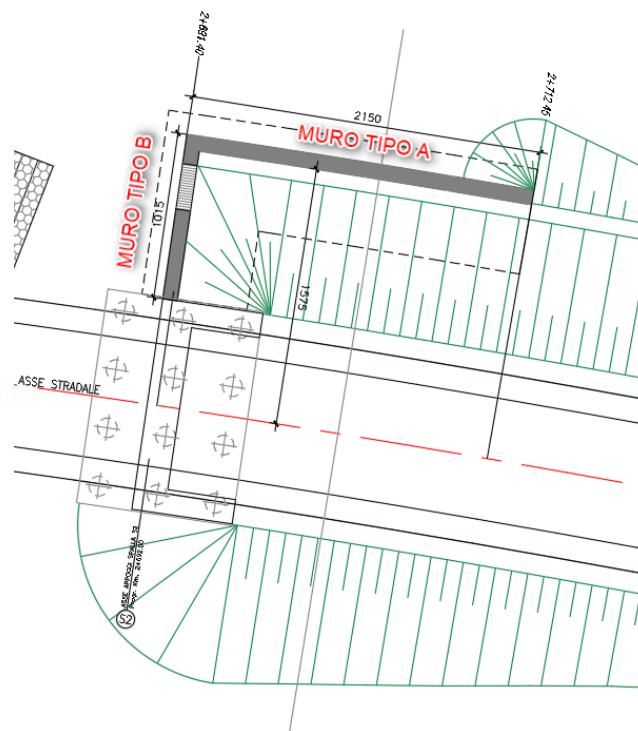
H_p : Altezza paramento

L_f : Lunghezza fondazione

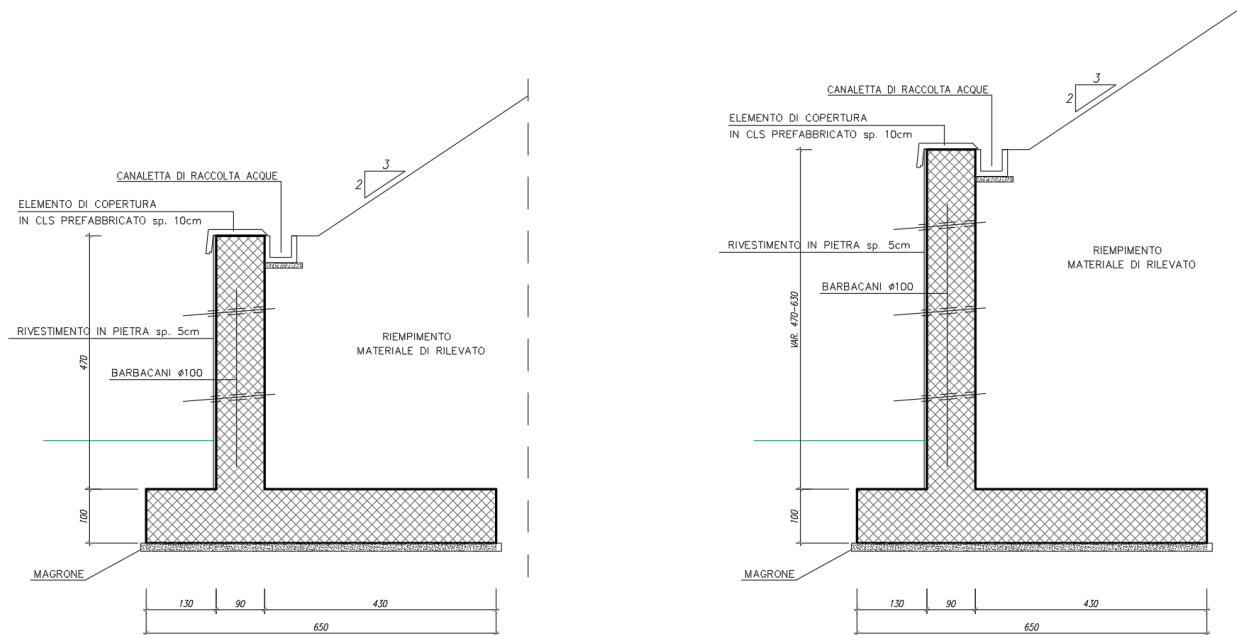
S_p : Spessore paramento

S_F : Spessore Fondazione

Di seguito si riporta lo stralcio planimetrico e le sezioni trasversali del muro in esame:



Stralcio planimetrico




Sezioni Muro: Tipo A (sinistra) e Tipo B (destra)

Per maggiori dettagli ed una descrizione più completa si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

1.1 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, cm,
- per i carichi ⇒ kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2								
	Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 6 di 145

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella esecuzione dei calcoli si è fatto riferimento ai seguenti documenti normativi.

2.1 NORMATIVE DI CARATTERE GENERALE

L. 05/11/1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica";

L. 02/02/1974 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";

2.2 NORMATIVE SPECIFICHE PER LE STRUTTURE

Decreto Ministeriale 14 settembre 2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni".


OPCM 3274 d.d. 20/03/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni

UNI EN 1992-2005: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo".

UNI EN 1997-2005: "Progettazione geotecnica".

UNI EN 1998-2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica".

UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo: "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2 Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
	L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	7 di 145

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle sottostrutture sono stati previsti i seguenti materiali.

Calcestruzzi

I materiali da utilizzare avranno le seguenti caratteristiche:

Tab.2 - FONDAZIONI

		Classe di esposizione
		XA2
Classe di resistenza minima:	C_{min}	C32/40
Rapporto massimo acqua/cemento	a/max	0.5
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	cem _{min}	360

Tab.3 - ELEVAZIONI:

		Classe di esposizione
		XC2
Classe di resistenza minima:	C_{min}	C25/30
Rapporto massimo acqua/cemento	a/max	0.5
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	cem _{min}	300

Tab.4 - CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Classe di resistenza minima:	C_{min}	C12/15
------------------------------	-----------	--------

Per la realizzazione dei calcestruzzi, al fine di assicurare i requisiti di qualità e di durabilità, si è fatto riferimento alle specifiche riportate nella norma UNI EN 206-1. pertanto sulla base delle condizioni ambientali prevedibili per le opere in oggetto si riporta nella tabella seguente, in corrispondenza di ogni elemento strutturale, la classe di esposizione, la resistenza caratteristica R_{ck} , il rapporto a/c massimo, il quantitativo di cemento minimo, e l'eventuale percentuale di aria che deve essere inglobata nel calcestruzzo.

Sono previsti inoltre copriferri pari a:

35 mm per le elevazioni, 40 mm per le fondazioni e superfici controterra in genere.

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera sono state valutate conformemente alle specifiche previste dal Decreto Ministeriale 14 settembre 2005, pertanto nella tabella seguente vengono riportati i valori assunti per il modulo elastico e per le resistenze allo stato limite ultimo e di esercizio

CARATTERISTICHE MECCANICHE CALCESTRUZZI				
f_{ck}/R_{ck} (Mpa)	E_c (Mpa)	S.L.U		S.L.E
		$f_{cd}=R_{ck}/\gamma_{m,c}$ (Mpa)	$f_{ctd}=f_{ctk}/\gamma_{m,c}$ (Mpa)	$\sigma_c=R_{ck}/(\gamma_{m,c}\gamma_{E,c})$ (Mpa)
C25/30	33000	15.79	1.15	14.4 (rara) 11.1 (quasi permanente)
C32/40	33000	21.05	2.45	19.2 (rara) 14.8 (quasi permanente)

Acciaio per armature

Tab.5 - ACCIAIO ARMATURA ORDINARIA

Acciaio in barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento:

Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

Le caratteristiche meccaniche adottate per l'acciaio sono:

CARATTERISTICHE MECCANICHE ACCIAIO PER C.A.					
TIPO	E _c (Mpa)	f _{tk} (Mpa)	f _{yk} (Mpa)	S.L.U	S.L.E
				f _{yd} = f _{yk} /γ _{m,s} (Mpa)	σ _{smax} = f _{yk} /1.25(Mpa)
B450C	210000	540	450	391	360

4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte dalla relazione geotecnica. In particolare si riscontrano le seguenti unità geotecniche:

Unità Geotecnica	γ [kN/m ³]	γ _{sat} [kN/m ³]	Φ' [°]	c' [kPa]
Rilevato	20.0	20.0	35	0
Terreno di fondazione (ECLa)	18.0	20.0	21÷28	0÷20

γ = peso dell'unità di volume secco

γ_{sat} = peso dell'unità di volume saturo

c' = coesione drenata

φ' = angolo di resistenza al taglio

La falda è assunta cautelativamente in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni del muro.

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.prog. 03	REV. D	Pag.di Pag. 9 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

5. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Dal punto di vista sismico, si osserva che l'area interessata dalle opere, ricadono in comuni classificati come Zona 2 secondo l'Ordinanza 3274 del 20/03/2003. Più specificatamente, nella relazione 'sismica' viene riportata un'analisi della zonazione sismica relativa ai territori interessati al tracciato dell'asse viario e viene fornita l'accelerazione al suolo relative a tali zone che è assunta pari ad $a_g=0.275g$; tale parametro è necessario per la determinazione delle azioni sismiche da utilizzare nella progettazione.

L'analisi delle caratteristiche sismiche locali non ha evidenziato situazioni particolarmente sfavorevoli e per tanto le azioni sismiche sono state valutate con riferimento ai parametri previsti nella relazione 'sismica', ossia:

$a_g= 0.275 g$ (accelerazione al suolo per opere in zona sismica II situate lungo l'asse viario e strutture in classe 2)

$S=1.25$ (fattore categoria suolo tipo B)

Nel seguito si riporta lo spettro di risposta orizzontale in termini di pseudo accelerazioni con riferimento ad un valore del coefficiente ξ di smorzamento viscoso convenzionale pari al 5%.

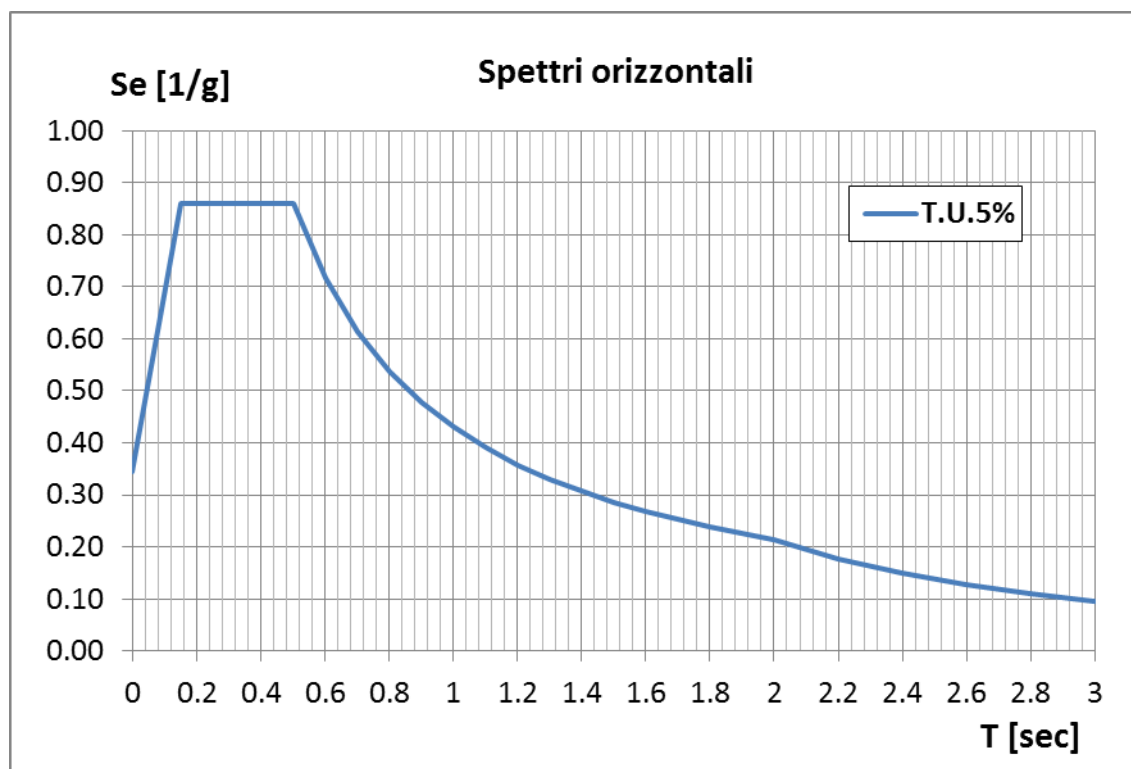



Figura 1 – Spettro di Risposta Orizzontale (Pseudo Accelerazioni)

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2 Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
	L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	10 di 145

6. DEFINIZIONE DEGLI STATI LIMITE DI PROGETTO

Ai fini del progetto di un'opera geotecnica, la normativa vigente (cfr. Paragrafo 2), impone di considerare quattro differenti stati limite di progetto:

- stato limite di esercizio (SLE): le analisi sono condotte considerando come valori di progetto delle azioni esterne e dei parametri geotecnici i loro valori caratteristici A_k e M_k , le verifiche di resistenza sono condotte considerando come valori di progetto delle resistenze i loro valori caratteristici R_k ;
- stato limite ultimo combinazione A_1+M_1 (SLU COMB1): le analisi sono condotte considerando i valori di progetto delle azioni esterne A_1 ottenuti amplificando con opportuni fattori i valori caratteristici A_k , i valori di progetto dei parametri geotecnici M_1 sono pari ai valori caratteristici M_k . Le verifiche di resistenza sono condotte considerando come valori di progetto delle resistenze R_1 i valori caratteristici R_k ridotti con opportuni fattori;
Quindi i risultati dell'analisi STRU (A_1+M_1), possono essere cautelativamente ottenuti moltiplicando quelli dell'analisi SLE x 1.4.
- stato limite ultimo combinazione A_2+M_2 (SLU COMB2): le analisi sono condotte considerando i valori di progetto delle azioni esterne A_2 ottenuti amplificando con opportuni fattori i valori caratteristici A_k , i valori di progetto dei parametri geotecnici M_1 sono ottenuti riducendo con opportuni fattori i valori caratteristici M_k . Le verifiche di resistenza sono condotte considerando come valori di progetto delle resistenze R_2 i valori caratteristici R_k ridotti con opportuni fattori;

In generale, per le opere geotecniche, lo stato limite di esercizio è utile per investigare gli spostamenti dell'opera e procedere alle verifiche di resistenza con il metodo delle tensioni ammissibili degli elementi strutturali. Inoltre, lo stato limite ultimo COMB1 e lo stato limite ultimo sismico sono i più gravosi ai fini delle verifiche di resistenza degli elementi strutturali con il metodo degli stati limite infine, lo stato limite ultimo COMB2 permette di controllare la stabilità dell'opera in condizioni ultime.

Nelle tabelle di seguito riportate (cfr. Tabella a, Tabella b, Tabella c), sono riassunti, per ciascuno stato limite considerato, i fattori amplificativi o riduttivi (coefficienti parziali) da applicare.

Considerando inoltre che la normativa tecnica non fornisce indicazioni esplicite sull'obbligatorietà di fattorizzare i valori caratteristici M_k , nello SLU sismico non si è proceduto alla riduzione dei valori dei parametri geotecnici. Infatti, le azioni sismiche di progetto a_g sono valutate sulla base delle accelerazioni massime al suolo causate da sismi con probabilità del 90% di non essere superati nella vita utile dell'opera ovvero sono già azioni esterne allo stato limite ultimo. Inoltre, visto che lo SLU sismico costituisce uno stato limite distinto dalla normativa stessa rispetto alla COMB2 e tenendo conto che riducendo i parametri geotecnici del terreno congiuntamente all'applicazione del sisma si arriverebbero a determinare condizioni certamente più gravose della COMB2, è ragionevole concludere che nello SLUS non si debba procedere all'applicazione di nessun coefficiente parziale ai valori M_k .

Tabella a – Coefficienti parziali a stato limite COMB1 (A_1+M_1)

Azioni (A_1)				Proprietà del terreno (M_1)		
Permanenti		Temporanee variabili		$\tan\varphi'$	c'	c_u
Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli			
1.40	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00

Tabella b – Coefficienti parziali a stato limite COMB2 (A_2+M_2)

Azioni (A_2)				Proprietà del terreno (M_2)		
Permanenti		Temporanee variabili		$\tan\varphi'$	c'	c_u
Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli			
1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40

Tabella c – Coefficienti parziali a stato limite sismico

Azioni (A_1)				Proprietà del terreno (M_1)		
Permanenti		Temporanee variabili		$\tan\varphi'$	c'	c_u
Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli			
1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	1.00

7. METODO DI CALCOLO E CRITERI DI VERIFICA

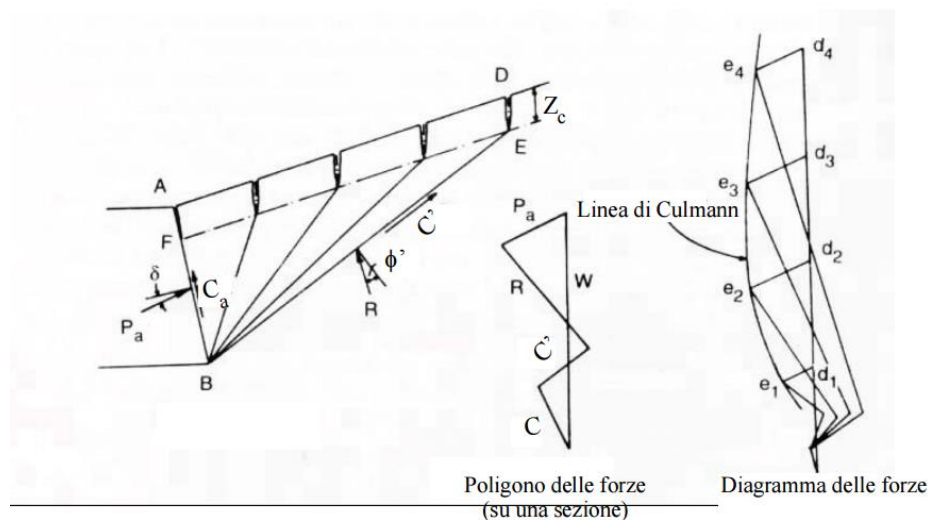
Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- 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

7.1 CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO

Metodo di Culmann



Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2 Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 12 di 145

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.

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

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

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

dove il coefficiente A vale


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

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base pari a $2/3$ dell'altezza del muro stesso.

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

$$F_i = CW$$

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2								
	Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 13 di 145

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.

Di seguito si riportano i parametri utilizzati per la valutazione dell'azione sismica:

Sisma

Zona sismica	Zona 2 ($a_g=27.5\%$)
Accelerazione al suolo $a_g =$	27.50%
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.25 (Categorie di sottosuolo B, C, E)
Coefficiente di importanza (γ)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g*\gamma*I*S_t*S)=34.4$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50*k_h=17.2$
Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico

7.3 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 .


Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro 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.

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2								
	Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 14 di 145

7.4 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 .

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

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

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

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

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

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.

7.5 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:

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c_i} + q N_q d_{q_i} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma_i}$$

In questa espressione

c coesione del terreno in fondazione;

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 15 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

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

Fattori di profondità

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

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

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


Fattori di inclinazione

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

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

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

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

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2								
	Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 16 di 145

7.6 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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Bishop si esprime secondo la seguente formula:


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

con

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

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i 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 e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2 Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 17 di 145

8. CRITERI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Stato limite di resistenza a presso-tenso-flessione e taglio per elementi in c.a.

Per le verifiche agli SLU degli elementi in c.a. si è controllato il rispetto della condizione:

$$S_{Rd}/S_{Ed} \geq 1$$

con:

- S_{Rd} la capacità resistente della sezione (a pressoflessione / taglio)
- S_{Ed} la sollecitazione di domanda (a pressoflessione/taglio)

I domini di resistenza a pressoflessione delle sezioni in calcestruzzo armato allo SLU sono stati ricavati con il software commerciale PresFLE+ distribuito dalla Concrete.

Il valore del taglio resistente è stato invece calcolato in accordo con la normativa attraverso un apposito foglio di calcolo. In particolare:

Resistenza in assenza di armatura specifica

Si svolgono verifiche di resistenza nella soletta, nei confronti del taglio ultimo secondo il criterio:

$$\frac{V_{Ed,c}}{V_{Rd,c}} \leq 1$$

La resistenza a taglio nel piano verticale $V_{rd,c}$ della soletta viene valutata con riferimento all'EN 1992-2:2005 punto 6.2.2 secondo l'espressione :

$$V_{Rd,c} = \left[\text{Max}(C_{rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3}; v_{\min}) + k_1 \sigma_{cp} \right] b_w d$$

dove b_w e d sono rispettivamente la dimensione della sezione in direzione normale all'asse di taglio e l'altezza utile della sezione in direzione parallela all'asse di taglio e dove :

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad \rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0.02$$

$$\sigma_{cp} = \sigma_{cp,o} \leq \sigma_{c,med} \leq 0.2 f_{cd}$$

$$C_{rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c} \quad k_1 = 0.12$$

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

con $\sigma_{cp,o}$ di trazione assunta negativa e pari a 1.85 MPa.

Resistenza in presenza di armatura specifica


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

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

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

in cui:

- d è l'altezza utile della sezione;
- b_w è la larghezza minima della sezione;
- A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2 Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
	L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	18 di 145

- s è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;
- f_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima, pari a $0.5f_{cd}$;
- α è l'inclinazione delle staffe di contenimento;
- θ è l'inclinazione della biella compressa.

Le verifiche di resistenza delle sezioni maggiormente sollecitate sono state condotte con l'ausilio di un foglio di calcolo strutturato 'ad hoc' nel rispetto dei dettami normativi ipotizzando, cautelativamente, un'inclinazione della biella di calcestruzzo del meccanismo di rottura a taglio sempre pari a 45° .

Stato limite delle tensioni di esercizio

Come prescritto al p.to 5.1.2.2.7 del D.M. 14/09/2005, la massima tensione di compressione nel conglomerato cementizio deve rispettare la seguente limitazione

$$\sigma_c \leq \frac{R_{ck}}{\gamma_{m,c} \cdot \gamma_{Ec}}$$

dove $\gamma_{m,c}$ e γ_{Ec} vengono adottati in conformità con quanto indicato nella tabella 5.1-XI, riportata qui di seguito.

Tabella 5.1-XI

Condizioni ambientali	Combinazione di carico	$\gamma_{m,c}$	γ_{Ec}
Ordinarie	Rara	1,5	1,4
	Quasi-permanente	1,5	1,8
Aggressive	Rara	1,5	1,5
	Quasi-permanente	1,5	1,9
Molto aggressive	Rara	1,5	1,6
	Quasi-permanente	1,5	2,0

Nel caso in esame, avendo considerato condizioni ambientali aggressivi, risulta quindi:

- Fondazione (C32/40)
 - $\sigma_c \leq 17.8$ MPa in combinazione rara;
 - $\sigma_c \leq 14.0$ MPa in combinazione quasi permanente.
- Elevazione (C25/30)
 - $\sigma_c \leq 13.3$ MPa in combinazione rara;
 - $\sigma_c \leq 10.5$ MPa in combinazione quasi permanente.

La tensione massima nelle barre di armatura per effetto delle azioni dovute alle combinazioni rare deve risultare:

$$\sigma_s \leq \frac{f_{yk}}{1.25} = 360 \text{ MPa}$$

9. ANALISI DEI CARICHI

9.1 CARICHI FISSI

Per carichi fissi si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terrapieno spingente, valutati in automatico dal Software di calcolo utilizzato.

A tal riguardo, al calcestruzzo strutturale costituente il muro è stato assegnato un peso dell'unità di Volume $\gamma=25$ KN/m³, mentre per il terreno si è assunto $\gamma=20$ KN/m³

9.2 SPINTE DEL TERRENO

Per la valutazione delle spinte del terreno in fase statica, si è fatto riferimento al metodo di Culmann, descritto al paragrafo 7.1.

Si precisa infine che per la valutazione delle spinte al terreno di rilevato sono state assegnati i seguenti parametri fisico-meccanici:

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

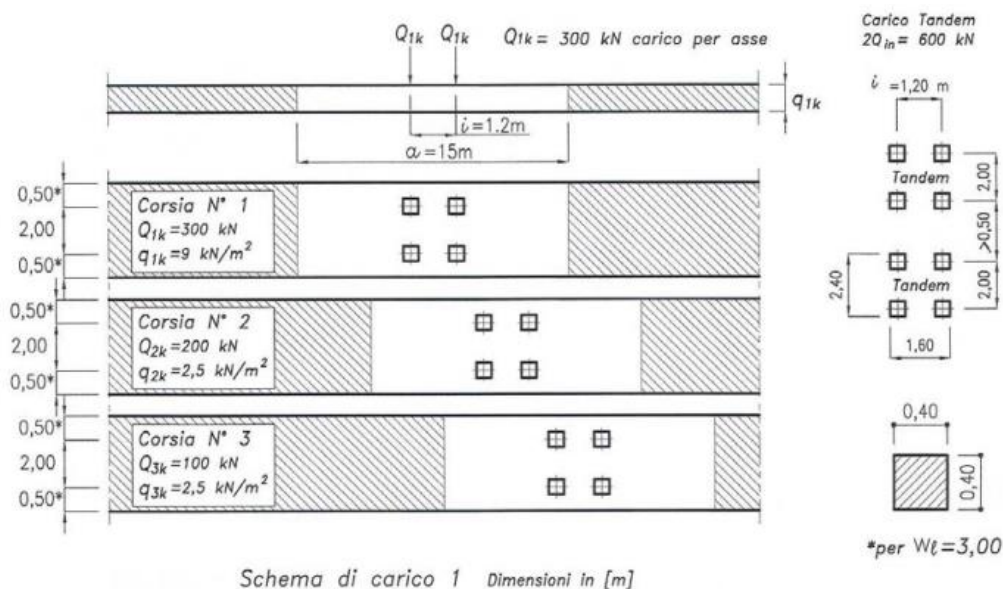
$$c' = 0$$

$$\phi' = 35$$

$$\delta = 2/3\phi' \text{ (attrito terra muro)}$$


9.3 CARICHI STRADALI

La valutazione dei carichi stradali di progetto applicati all'opera viene effettuata sulla base di quanto specificato dal D.M. 14/09/2005 p.to 6.2.3.3.4



Lo schema di carico di Normativa, è in particolare costituito dalle seguenti colonne di carico:

- una colonna di carichi (ingombro = 3 m) costituita da un automezzo convenzionale Q_{1k} di 600 kN dotato di 2 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito q_{1k} di 9 kN/m² uniformemente distribuito;

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2								
	Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 20 di 145

- una seconda colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN di Q1k e 2.5 kN/m² di q1k e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- una terza colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 200 kN di Q1k e 2.5 kN/m² di q1k e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- un carico uniforme q_{rk} = 2.5 kN/m² nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Q_{ik}, in un carichi distribuiti equivalenti:

$$Q1k d = 600 / 3.0 \times 1.6 = 125 \text{ KN/m}$$

$$Q2k d = 400 / 3.0 \times 1.6 = 83.3 \text{ KN/m}$$

$$Q3k d = 200 / 3.0 \times 1.6 = 41.7 \text{ KN/m}$$

In aggiunta, sul lato corsia 1, va considerato un ulteriore carico distribuito di 9KN/m², mentre sul lato corsia 2 e 3, il carico aggiuntivo è pari a 2.5 KN/m².

9.4 AZIONE SISMICA

Gli incrementi sismici dovuti alle masse ed al spinte del terrapieno, vengono valutate, secondo quanto prescritto dall'Ordinanza 3274, eseguendo un'analisi pseudo-statica applicando un insieme di forze statiche orizzontali e verticali all'opera. Le azioni dovute alle masse, vengono valutate moltiplicando le forze di gravità per un coefficiente sismico orizzontale (k_h) ed un coefficiente verticale (k_v). Tali coefficienti, in assenza di studi specifici, possono essere calcolati applicando le seguenti espressioni:

$$k_h = S \cdot \frac{a_g / g}{r} = 1,25 \cdot \frac{0,275}{1} = 0,344 ;$$

$$k_v = 0,5 \cdot k_h = 0,172 .$$

Si osserva inoltre che la componente verticale dell'azione sismica, viene considerata agente sia verso l'alto che verso il basso. Tali coefficienti sismici possono essere assunti costanti lungo l'altezza del muro.

Pertanto le azioni sismiche complessive dovute alla massa del muro di sostegno ed a quella del terrapieno, risultano applicate nei rispettivi baricentri.

L'azione globale esercitata dal terrapieno E_d (statica + dinamica) in condizioni sismiche invece, viene valutata utilizzando l'espressione riportata di seguito ed applicata alla stessa quota di quella statica ($H/3$ a partire dalla base).

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot H^2 + E_{ws}$$


dove:

H è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica (assente nel caso in oggetto);

γ^* è il peso specifico del terreno

K è il coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) calcolato applicando la formula di Mononobe e Okabe che per stati di spinta attiva vale:

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2								
	Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 21 di 145

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

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

Dove si è indicato con:

- ϕ il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;
- ψ, β gli angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;
- δ è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio tra terreno e muro;
- θ è l'angolo definito dalla seguente espressione:

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

9.4.1 Effetti dell'Azione sismica sulla falda

Alla pressione $\square \sigma_b$, per terreni sotto falda con permeabilità $k \geq$ di 5×10^{-4} m/s (terreni sismicamente permeabili), occorre aggiungere anche la pressione idrodinamica p_w .

Normalmente gli effetti idrodinamici considerati per il calcolo delle paratie sono calcolati con il metodo di Westergaard (Westergaard, 1931) e sono applicate sempre come pressioni esterne. La pressione idrodinamica viene calcolata come in particolare come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

- H è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo;
- z_w è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda.

Se l'acqua si trova al di sopra della superficie del terreno, le pressioni esterne idrodinamiche sono contenute all'interno dell'equazione sopra riportata. Nel caso si abbia una quota di falda al di sopra della quota di scavo le pressioni idrodinamiche sono incluse nel lato scavo, nella direzione dell'accelerazione orizzontale.

Dipendendo dalla permeabilità del terreno, l'acqua contenuta nel terreno stesso può muoversi indipendentemente o insieme allo scheletro solido; nello specifico si fa l'ipotesi di terreno pervio, condizione che corrisponde alla possibilità dell'acqua di muoversi in maniera indipendente, per cui gli effetti idrodinamici sono inclusi in tutti gli strati:

9.5 COMBINAZIONI DI CARICO

9.5.1 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 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=10,00$	$X_f=12,50$	$Q_i=134,0000$	$Q_f=134,0000$
D	Profilo	$X_i=12,50$	$X_f=15,00$	$Q_i=85,8000$	$Q_f=85,5000$
D	Profilo	$X_i=15,00$	$X_f=17,50$	$Q_i=44,2000$	$Q_f=44,2000$

9.5.2 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	1,40	1,00	1,40
Carico stradale	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
Carico stradale	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
Carico stradale	SFAV	1,35	1,00	1,35

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
Carico stradale	SFAV	1,30	1,00	1,30

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 23 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Combinazione n° 5 - 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	1,40	1,00	1,40

Combinazione n° 6 - 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

Combinazione n° 7 - 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

Combinazione n° 8 - 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

Combinazione n° 9 - 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
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

Combinazione n° 10 - 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
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	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
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

Combinazione n° 12 - 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
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

Combinazione n° 13 - 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
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

Combinazione n° 14 - 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
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 24 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Combinazione n° 15 - Quasi Permanente (SLE)


	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

Combinazione n° 16 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 17 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	1,00	1,00

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2								
	Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 25 di 145

9.5.3 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	1.90
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.60
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica (per resistenza a trazione)	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.44 f_{ck} - \sigma_r < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.35 f_{ck}$

Coefficienti di sicurezza richiesti


Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.00
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.00
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.00
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.10

Impostazioni avanzate

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni

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

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

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2								
	Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 26 di 145

10. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Nell'ambito del presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche dei Software utilizzati per l'effettuazione delle Analisi e Verifiche strutturali e geotecniche esposte ai successivi paragrafi.

Denominazione ed Estremi di Licenza del Software

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo pseudo –statico

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. come riportato in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

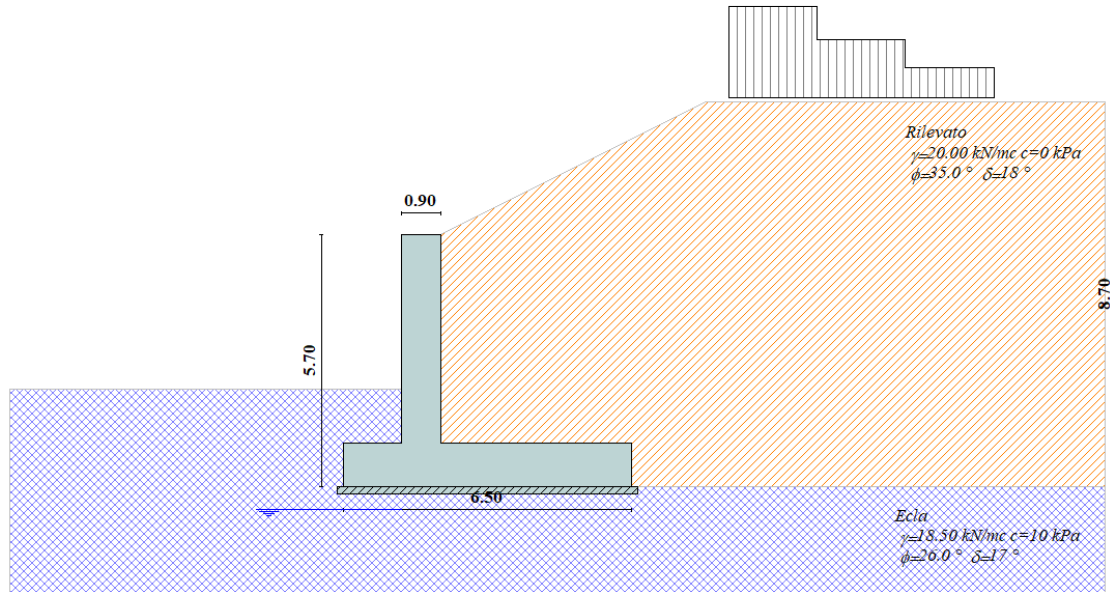
Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente

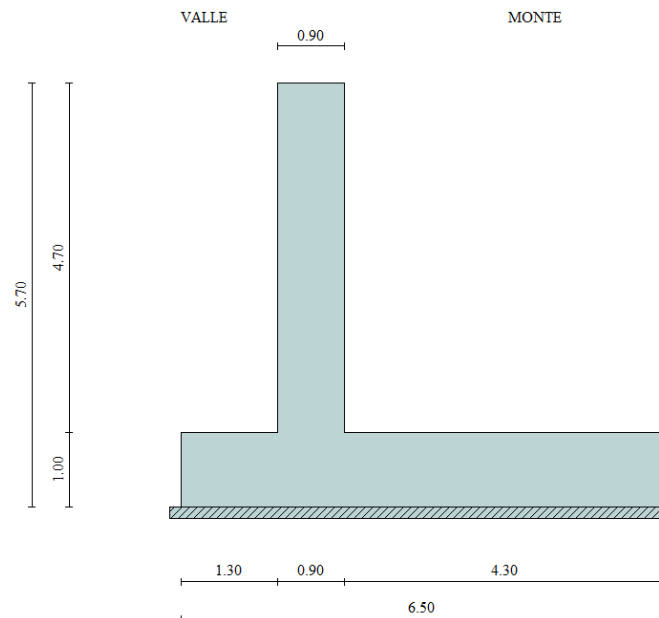
11. RISULTATI DELLE ANALISI DEI MURI DI SOSTEGNO TIPO A

11.1 MODELLI DI CALCOLO

Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro. Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati in allegato.



Modello di calcolo muro



Geometria muro

11.2 RISULTATI ANALISI

Di seguito si riportano in forma tabellare i risultati in termini di coefficienti di sicurezza per le combinazioni previste al paragrafo 9.5.

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte									
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]	
1	A1-M1 - [1]	--	--	1,42	2,72	--	404,2848	0,0000	
2	A2-M2 - [1]	--	--	1,04	1,32	--	420,3261	0,0000	
3	EQU - [1]	--	3,07	--	--	--	451,9500	0,0000	
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,24	420,3261	0,0000	
5	A1-M1 - [2]	--	--	1,97	3,74	--	278,4138	0,0000	
6	A2-M2 - [2]	--	--	1,62	2,27	--	256,2582	0,0000	
7	EQU - [2]	--	4,46	--	--	--	281,8840	0,0000	
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,44	256,2582	0,0000	
9	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	1,65	3,18	--	212,0735	64,6619	
10	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	1,62	3,37	--	212,0735	47,9828	
11	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	3,26	--	--	--	280,2058	73,3313	
12	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	3,02	--	--	--	280,2058	51,5181	
13	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1,23	280,2058	73,3313	
14	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,22	280,2058	51,5181	
15	SLEQ - [1]	--	--	2,52	4,30	--	212,0735	0,0000	
16	SLEF - [1]	--	--	2,10	3,83	--	259,3679	0,0000	
17	SLER - [1]	--	--	1,95	3,63	--	282,2400	0,0000	

I fattori di sicurezza riportati in tabella, ed in particolare il coefficienti di sicurezza a scorrimento, è da intendersi come cautelativo in quanto ottenuto da una analisi piana e quindi non tenendo conto della presenza del muro di risvolto.

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 29 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

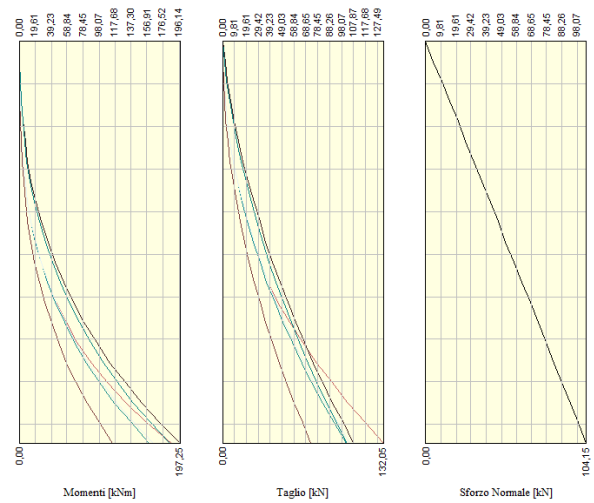
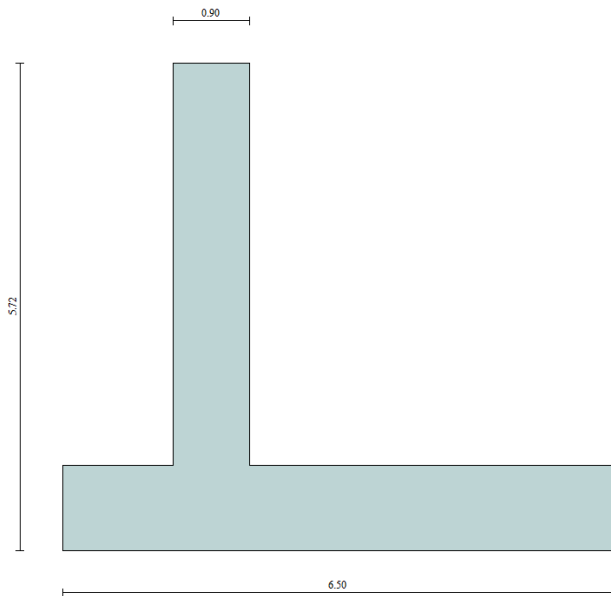
11.2.1 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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



Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,24	5,2074	5,2074	0,0200	0,2213	0,2546	1,9360
3	0,47	10,4148	10,4148	0,1603	0,9424	1,0186	4,2357
4	0,71	15,6222	15,6222	0,5409	2,2491	2,2917	6,8992
5	0,94	20,8297	20,8297	1,2820	4,2274	4,0742	9,9264
6	1,18	26,0371	26,0371	2,5039	6,9630	6,3660	13,3174
7	1,42	31,2445	31,2445	4,3268	10,5419	9,1670	17,0722
8	1,65	36,4519	36,4519	6,8708	15,0497	12,4773	21,1908
9	1,89	41,6593	41,6593	10,2561	20,5725	16,2968	25,6731
10	2,12	46,8667	46,8667	14,6030	27,1961	20,6257	30,5192
11	2,36	52,0741	52,0741	20,0315	35,0062	25,4638	35,7291
12	2,60	57,2816	57,2816	26,6620	44,0888	30,8112	41,3028
13	2,83	62,4890	62,4890	34,6145	54,5298	36,6679	47,2402
14	3,07	67,6964	67,6964	44,0093	66,4148	43,0339	53,5413
15	3,30	72,9038	72,9038	54,9666	79,8299	49,9091	60,2063
16	3,54	78,1112	78,1112	67,6065	94,8608	57,2936	67,2350
17	3,78	83,3186	83,3186	82,0492	111,5934	65,1874	77,7791
18	4,01	88,5260	88,5260	98,4150	130,1136	73,5905	90,2589
19	4,25	93,7335	93,7335	116,8240	150,5072	82,5028	103,4989
20	4,48	98,9409	98,9409	137,3964	172,8600	91,9244	117,4749
21	4,72	104,1483	104,1483	160,2472	197,2543	101,7738	132,0541

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.prog. 03	REV. D	Pag.di Pag. 30 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

Inviluppo combinazioni SLE

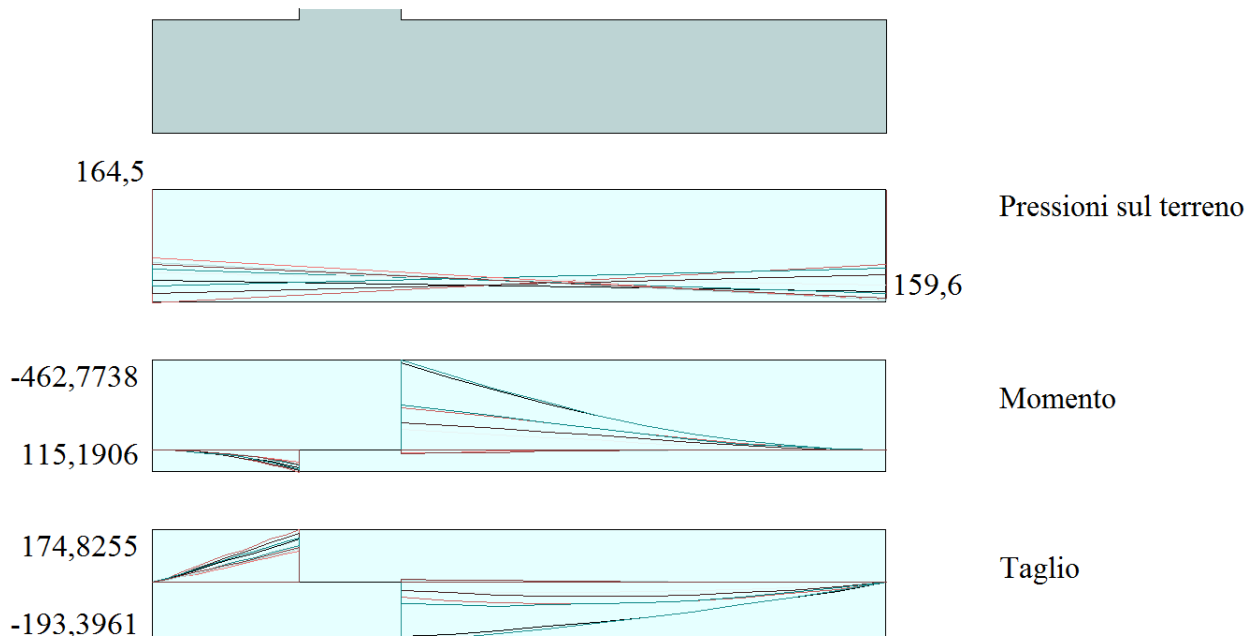
Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,24	5,2074	5,2074	0,0143	0,0143	0,1819	0,1819
3	0,47	10,4148	10,4148	0,1145	0,1145	0,7275	0,7275
4	0,71	15,6222	15,6222	0,3863	0,3863	1,6370	1,6370
5	0,94	20,8297	20,8297	0,9157	0,9157	2,9102	2,9102
6	1,18	26,0371	26,0371	1,7885	1,7885	4,5471	4,5471
7	1,42	31,2445	31,2445	3,0906	3,0906	6,5478	6,5478
8	1,65	36,4519	36,4519	4,9077	4,9077	8,9123	8,9123
9	1,89	41,6593	41,6593	7,3258	7,3258	11,6406	11,6406
10	2,12	46,8667	46,8667	10,4307	10,4307	14,7326	14,7326
11	2,36	52,0741	52,0741	14,3082	14,3082	18,1884	18,1884
12	2,60	57,2816	57,2816	19,0443	19,0443	22,0080	22,0080
13	2,83	62,4890	62,4890	24,7246	24,7246	26,1914	26,1914
14	3,07	67,6964	67,6964	31,4352	31,4352	30,7385	30,7385
15	3,30	72,9038	72,9038	39,2618	39,2618	35,6494	35,6494
16	3,54	78,1112	78,1112	48,2903	48,2903	40,9240	40,9240
17	3,78	83,3186	83,3186	58,6066	58,6066	46,5624	46,5624
18	4,01	88,5260	88,5260	70,2964	70,2964	52,5646	52,5646
19	4,25	93,7335	93,7335	83,4457	83,4457	58,9306	58,9306
20	4,48	98,9409	98,9409	98,1403	98,1403	65,6603	65,6603
21	4,72	104,1483	104,1483	114,4623	114,4623	72,6956	72,6956

11.2.2 Inviluppo Sollecitazioni fondazione

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]



Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 31 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle
Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,13	0,7637	1,1799	11,7656	18,1281
3	0,26	3,0631	4,7071	23,6255	36,1127
4	0,39	6,9105	10,5630	35,5799	53,9539
5	0,52	12,3180	18,7289	47,6286	71,6516
6	0,65	19,2980	29,1862	59,7717	89,2059
7	0,78	27,8627	41,9162	72,0091	106,6167
8	0,91	38,0244	56,9003	84,3409	123,8841
9	1,04	49,7954	74,1198	96,7671	141,0080
10	1,17	63,1880	93,5562	109,2877	157,9885
11	1,30	78,2143	115,1906	121,9026	174,8255

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,13	0,6240	0,7124	9,6264	10,9809
3	0,26	2,5098	2,8606	19,4131	22,0894
4	0,39	5,6783	6,4611	29,3601	33,3255
5	0,52	10,1504	11,5307	39,4673	44,6893
6	0,65	15,9468	18,0859	49,7348	56,1807
7	0,78	23,0884	26,1432	60,1625	67,7998
8	0,91	31,5960	35,7194	70,7506	79,5465
9	1,04	41,4905	46,8308	81,4988	91,4208
10	1,17	52,7926	59,4943	92,4074	103,4227
11	1,30	65,5233	73,7263	103,4762	115,5523

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte
Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,43	-5,6511	-1,8062	-25,9705	-8,2041
3	0,86	-22,0650	-6,8864	-50,0597	-15,2285
4	1,29	-48,4328	-14,7336	-72,2678	-21,0732
5	1,72	-83,9456	-24,8403	-93,0887	-25,7383
6	2,15	-127,7945	-36,6994	-113,0837	-29,2236
7	2,58	-180,1266	-49,8035	-131,7679	-31,5292
8	3,01	-240,5690	-63,6454	-149,1412	-32,6551
9	3,44	-308,2002	-77,7178	-165,2037	-32,6013
10	3,87	-382,4563	-91,5134	-179,9553	-31,3678
11	4,30	-462,7738	-104,5250	-193,3961	-24,2622

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,43	-0,0040	0,1558	0,0278	0,7113
3	0,86	0,0637	0,6003	0,3330	1,3429
4	1,29	0,3221	1,2993	0,9155	1,8950
5	1,72	0,8908	2,2186	1,7754	2,6401
6	2,15	1,8888	3,3240	2,7604	3,6271
7	2,58	3,4355	5,1085	3,0738	4,7450
8	3,01	5,6501	7,4126	3,3075	6,0195
9	3,44	7,4142	10,2818	3,4617	7,9889
10	3,87	8,9216	13,7722	3,5363	10,2358
11	4,30	10,4440	17,9402	3,5312	12,7600

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 32 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

11.3 QUANTITATIVI DI ARMATURE

Di seguito si riportano i quantitativi d'armatura usati per le verifiche del muro di sostegno:

Armatura paramento: 1 ϕ 20/20 lato monte - 1 ϕ 16/20 lato valle
 Armatura fondazione: 1 ϕ 20/20 intradosso - 1 ϕ 20/20 estradosso

11.4 VERIFICHE STRUTTURALI

11.4.1 SLU

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sfuerzo 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]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	0,00	0,00	1000,00	269,07	--	--
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10824,19	-42,83	2078,61	269,80	--	--
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10461,40	-169,88	1004,47	270,53	--	--
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	9150,13	-376,88	585,71	271,26	--	--
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	7755,52	-657,16	372,33	271,99	--	--
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6484,37	-1001,34	249,04	272,72	--	--
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	5226,41	-1286,17	167,27	273,45	--	--
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	3955,09	-1523,51	108,50	274,17	--	--
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2935,48	-1449,62	70,46	274,90	--	--
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2167,36	-1257,69	46,25	275,63	--	--
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1619,80	-1088,89	31,11	276,36	--	--
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1244,33	-957,74	21,72	277,09	--	--
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	988,85	-862,90	15,82	277,82	--	--
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	813,02	-797,63	12,01	278,55	--	--
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	685,04	-750,12	9,40	279,28	--	--
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	588,01	-714,10	7,53	280,01	--	--
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	512,13	-685,93	6,15	280,74	--	--
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	454,15	-667,50	5,13	281,46	--	--
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	403,81	-648,40	4,31	282,19	--	--
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	360,36	-629,59	3,64	282,92	--	--
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	325,60	-616,68	3,13	283,65	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 33 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Fondazione di valle
Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	471,31	293,04	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	118,14	293,04	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	52,65	293,04	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	29,69	293,04	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	19,05	293,04	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	13,27	293,04	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	9,77	293,04	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	7,50	293,04	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	5,94	293,04	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	4,83	293,04	--	--

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	98,40	293,04	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	25,20	293,04	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	11,48	293,04	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	6,62	293,04	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	4,35	293,04	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	3,09	293,04	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	2,31	293,04	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,80	293,04	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,45	293,04	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,20	293,04	--	--

VERIFICHE A TAGLIO

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

Verifiche di resistenza a taglio

Sezione	V _{Ed}	b	h	V _{Rd}	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]
Fondazione	193	100	100	319.1	-
Paramento	132	100	90	336	-

I risultati delle verifiche mostrano che non è richiesta armatura a taglio.

A vantaggio di sicurezza si è trascurato nel computo della armatura resistente a taglio in fondazione il contributo resistente offerto dai cavallotti.

11.4.2 SLE

Armature e tensioni nei materiali del muro

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,00	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	0	0	0	0
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6	0	-80	-86
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	12	1	-153	-180
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	20	2	-211	-289
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	29	4	-247	-421
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	41	6	-252	-583
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	55	9	-221	-783
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	73	12	-144	-1029
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	96	16	-6	-1332
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	126	21	312	-1739
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	170	25	1006	-2301
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	231	31	2357	-3056
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	311	37	4620	-4006
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	409	43	7917	-5130
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	523	50	12282	-6414
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	655	57	17737	-7857
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	804	65	24315	-9464
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	918	74	31581	-10525
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	1094	83	40514	-12350
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1367	92	51282	-15380
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1597	102	62876	-17754

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
12	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	0
13	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	8	14	515	-77
14	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	32	28	2066	-311
15	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	71	42	4667	-702
16	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	127	56	8328	-1252
17	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	199	70	13063	-1964
18	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	288	85	18883	-2839
19	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	393	100	25799	-3879
20	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	516	114	33825	-5085
21	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	655	129	42971	-6461
22	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	812	145	53250	-8006

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 35 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
12	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	0
13	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	2	1	113	-17
14	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	7	2	434	-65
15	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	14	2	938	-141
16	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	24	3	1602	-241
17	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	37	5	2401	-361
18	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	56	6	3690	-555
19	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	82	8	5354	-805
20	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	113	10	7426	-1117
21	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	152	13	9947	-1496
22	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	198	16	12958	-1948

Verifiche a fessurazione

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

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

M_{pf} Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε_m deformazione media espressa in [%]

s_m Distanza media tra le fessure espressa in [m]

w Apertura media della fessura espressa in [m]

Si riportano i risultati relativi alla combinazione più sfavorevole, ovvero alla comb. 17:

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	0,001571	0,001005	-205,40	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
2	0,24	0,001571	0,001005	-205,40	-0,01	0,0000	0,00000	0,000000
3	0,47	0,001571	0,001005	-205,40	-0,11	0,0000	0,00000	0,000000
4	0,71	0,001571	0,001005	-205,40	-0,39	0,0000	0,00000	0,000000
5	0,94	0,001571	0,001005	-205,40	-0,92	0,0000	0,00000	0,000000
6	1,18	0,001571	0,001005	-205,40	-1,79	0,0000	0,00000	0,000000
7	1,42	0,001571	0,001005	-205,40	-3,09	0,0000	0,00000	0,000000
8	1,65	0,001571	0,001005	-205,40	-4,91	0,0000	0,00000	0,000000
9	1,89	0,001571	0,001005	-205,40	-7,33	0,0000	0,00000	0,000000
10	2,12	0,001571	0,001005	-205,40	-10,43	0,0000	0,00000	0,000000
11	2,36	0,001571	0,001005	-205,40	-14,31	0,0000	0,00000	0,000000
12	2,60	0,001571	0,001005	-205,40	-19,04	0,0000	0,00000	0,000000
13	2,83	0,001571	0,001005	-205,40	-24,72	0,0000	0,00000	0,000000
14	3,07	0,001571	0,001005	-205,40	-31,44	0,0000	0,00000	0,000000
15	3,30	0,001571	0,001005	-205,40	-39,26	0,0000	0,00000	0,000000
16	3,54	0,001571	0,001005	-205,40	-48,29	0,0000	0,00000	0,000000
17	3,78	0,001571	0,001005	-205,40	-58,61	0,0000	0,00000	0,000000
18	4,01	0,001571	0,002011	-207,16	-70,30	0,0000	0,00000	0,000000
19	4,25	0,001571	0,002011	-207,16	-83,45	0,0000	0,00000	0,000000
20	4,48	0,001571	0,001005	-205,40	-98,14	0,0000	0,00000	0,000000
21	4,72	0,001571	0,001005	-205,40	-114,46	0,0000	0,00000	0,000000

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 36 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Verifica fessurazione fondazione

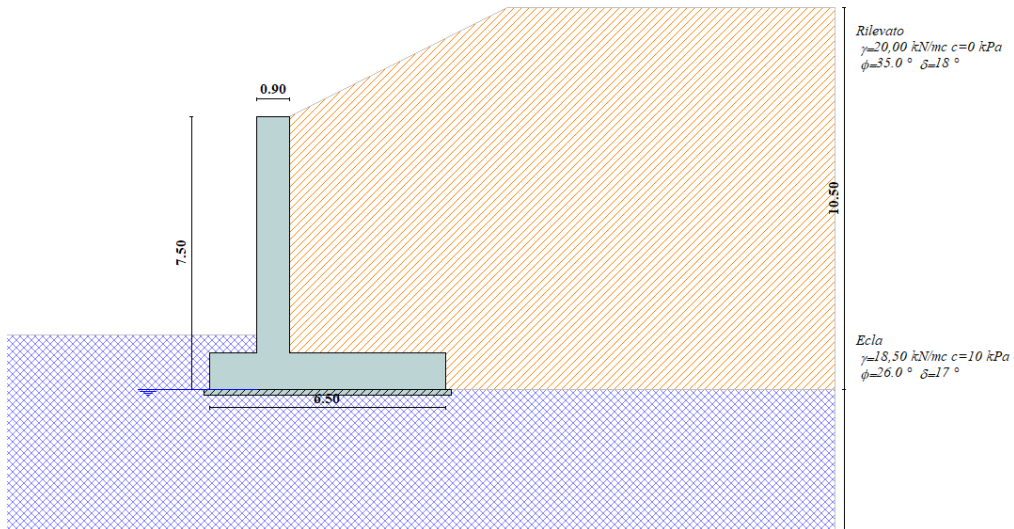
N°	Y	A _s	A _n	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,20	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
2	-2,07	0,001571	0,001571	253,35	0,71	0,0000	0,00000	0,000000
3	-1,94	0,001571	0,001571	253,35	2,86	0,0000	0,00000	0,000000
4	-1,81	0,001571	0,001571	253,35	6,46	0,0000	0,00000	0,000000
5	-1,68	0,001571	0,001571	253,35	11,53	0,0000	0,00000	0,000000
6	-1,55	0,001571	0,001571	253,35	18,09	0,0000	0,00000	0,000000
7	-1,42	0,001571	0,001571	253,35	26,14	0,0000	0,00000	0,000000
8	-1,29	0,001571	0,001571	253,35	35,72	0,0000	0,00000	0,000000
9	-1,16	0,001571	0,001571	253,35	46,83	0,0000	0,00000	0,000000
10	-1,03	0,001571	0,001571	253,35	59,49	0,0000	0,00000	0,000000
11	-0,90	0,001571	0,001571	253,35	73,73	0,0000	0,00000	0,000000
12	0,00	0,001571	0,001571	253,35	17,49	0,0000	0,00000	0,000000
13	0,43	0,001571	0,001571	253,35	12,56	0,0000	0,00000	0,000000
14	0,86	0,001571	0,001571	253,35	8,65	0,0000	0,00000	0,000000
15	1,29	0,001571	0,001571	253,35	5,65	0,0000	0,00000	0,000000
16	1,72	0,001571	0,001571	253,35	3,44	0,0000	0,00000	0,000000
17	2,15	0,001571	0,001571	253,35	1,89	0,0000	0,00000	0,000000
18	2,58	0,001571	0,001571	253,35	0,89	0,0000	0,00000	0,000000
19	3,01	0,001571	0,001571	253,35	0,32	0,0000	0,00000	0,000000
20	3,44	0,001571	0,001571	253,35	0,06	0,0000	0,00000	0,000000
21	3,87	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
22	4,30	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.prog. 03	REV. D	Pag.di Pag. 37 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

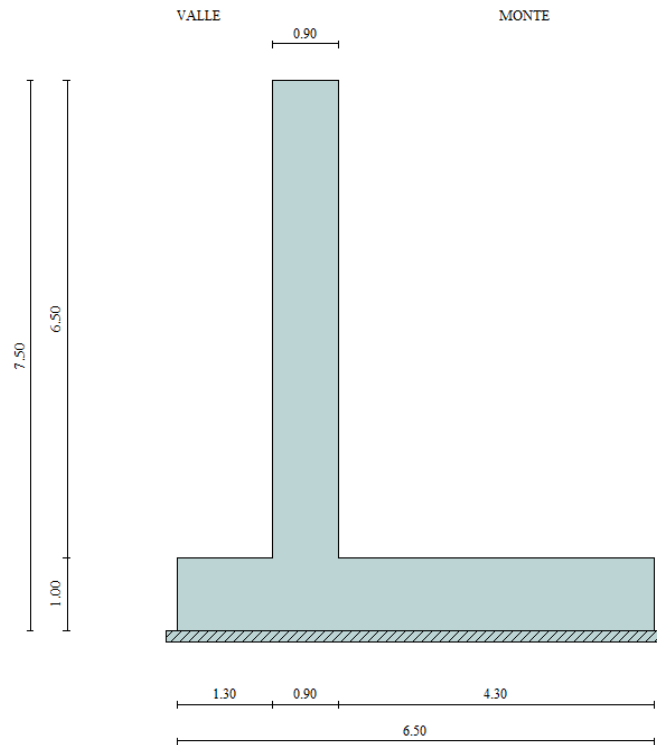
12. RISULTATI DELLE ANALISI DEI MURI DI SOSTEGNO TIPO B

12.1 MODELLI DI CALCOLO

Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro. Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati in allegato.



Modello di calcolo muro



Geometria muro

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 38 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

12.2 RISULTATI ANALISI

Di seguito si riportano in forma tabellare i risultati in termini di coefficienti di sicurezza per le combinazioni previste al paragrafo 9.5.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	1.37	2.05	--	344.4605	0.0000
2	A1-M1 - [2]	--	--	1.28	1.86	--	369.6777	0.0000
3	A1-M1 - [3]	--	--	1.26	1.71	--	344.4605	0.0000
4	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV negativo	--	1.19	1.68	--	264.9696	38.1225
5	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	--	1.21	1.63	--	264.9696	57.8114
6	A1-M1 - [5]	SismaH + SismaV positivo	--	1.21	1.63	--	264.9696	57.8114
7	SLEQ - [1]	--	--	1.75	2.74	--	264.9696	0.0000
8	SLEF - [1]	--	--	1.67	2.61	--	277.5533	0.0000
9	SLER - [1]	--	--	1.65	2.57	--	281.7687	0.0000

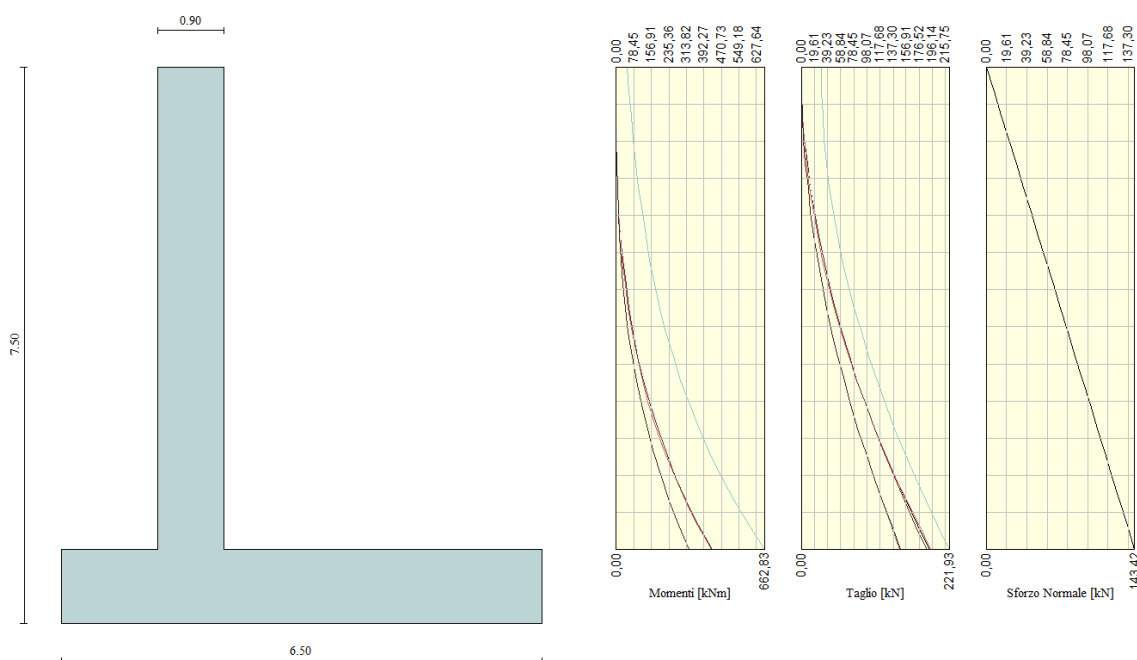
12.2.1 Involuppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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



Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	45,0000	0,0000	30,0000
2	0,33	7,1712	7,1712	0,0532	54,8032	0,4914	30,4914
3	0,65	14,3425	14,3425	0,4259	64,9259	1,9655	31,9655
4	0,98	21,5137	21,5137	1,4372	75,6872	4,4223	34,4223
5	1,30	28,6849	28,6849	3,4068	87,4068	7,8619	37,8619
6	1,63	35,8561	35,8561	6,6539	100,4039	12,2842	42,2842
7	1,95	43,0274	43,0274	11,4980	114,9980	17,6892	47,6892
8	2,27	50,1986	50,1986	18,2584	131,5084	24,0770	54,0770
9	2,60	57,3698	57,3698	27,2545	150,2545	31,4475	61,4475
10	2,93	64,5410	64,5410	38,8057	171,5557	39,8007	69,8007

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 39 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

11	3,25	71,7123	71,7123	53,2314	195,7314	49,1367	79,1367
12	3,58	78,8835	78,8835	70,8510	223,1010	59,4554	89,4554
13	3,90	86,0547	86,0547	91,9839	253,9839	70,7568	100,7568
14	4,23	93,2259	93,2259	116,9494	288,6994	83,0403	113,0403
15	4,55	100,3972	100,3972	146,0632	327,5632	96,2733	126,2733
16	4,88	107,5684	107,5684	179,6189	370,8689	110,1073	140,3566
17	5,20	114,7396	114,7396	217,8785	418,8785	124,3795	155,2141
18	5,53	121,9109	121,9109	261,0896	471,8396	139,3477	170,8246
19	5,85	129,0821	129,0821	309,4946	529,9946	154,9992	187,1745
20	6,17	136,2533	136,2533	363,3319	593,5819	171,3233	204,2522
21	6,50	143,4245	143,4245	422,8264	662,8264	188,2057	221,9340

Inviluppo combinazioni SLE

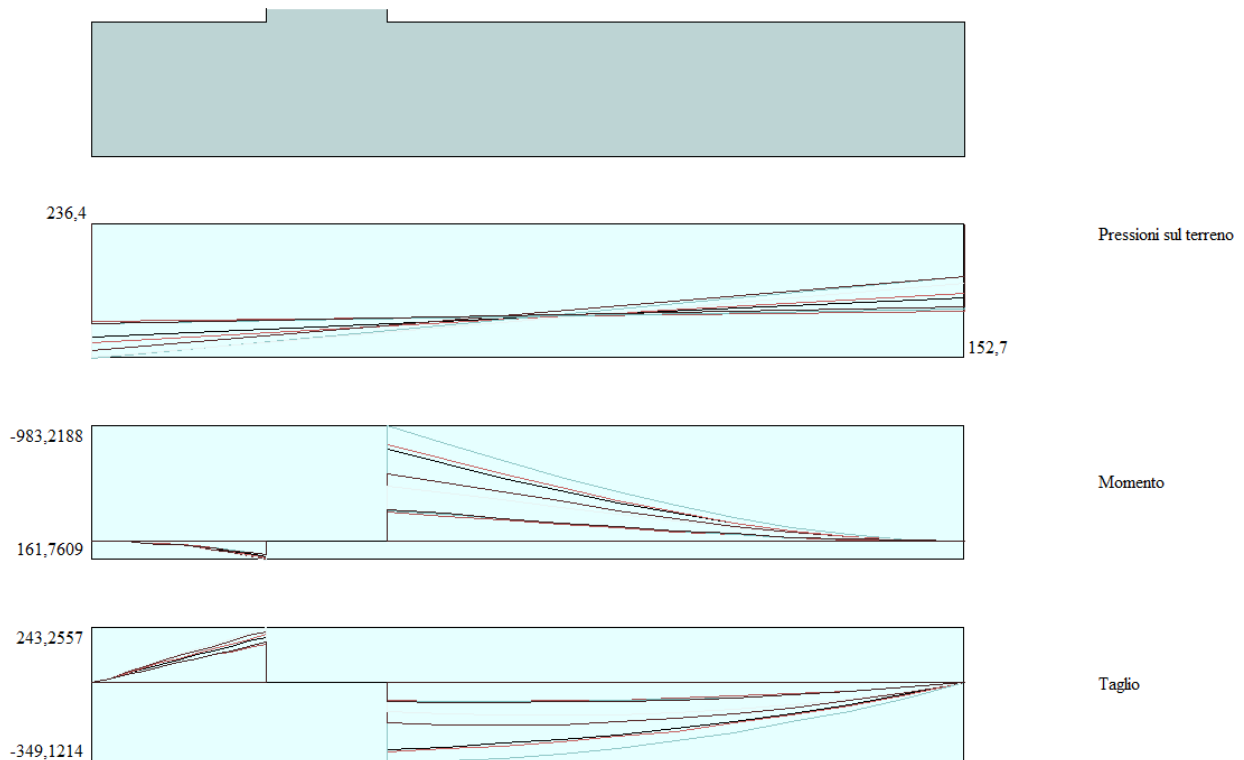
Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	7,1712	7,1712	0,0409	0,0409	0,3780	0,3780
3	0,65	14,3425	14,3425	0,3276	0,3276	1,5119	1,5119
4	0,98	21,5137	21,5137	1,1056	1,1056	3,4018	3,4018
5	1,30	28,6849	28,6849	2,6206	2,6206	6,0476	6,0476
6	1,63	35,8561	35,8561	5,1184	5,1184	9,4494	9,4494
7	1,95	43,0274	43,0274	8,8446	8,8446	13,6071	13,6071
8	2,27	50,1986	50,1986	14,0449	14,0449	18,5207	18,5207
9	2,60	57,3698	57,3698	20,9650	20,9650	24,1904	24,1904
10	2,93	64,5410	64,5410	29,8505	29,8505	30,6159	30,6159
11	3,25	71,7123	71,7123	40,9472	40,9472	37,7974	37,7974
12	3,58	78,8835	78,8835	54,5008	54,5008	45,7349	45,7349
13	3,90	86,0547	86,0547	70,7568	70,7568	54,4283	54,4283
14	4,23	93,2259	93,2259	89,9611	89,9611	63,8771	63,8771
15	4,55	100,3972	100,3972	112,3563	112,3563	74,0564	74,0564
16	4,88	107,5684	107,5684	138,1684	138,1684	84,8897	84,8897
17	5,20	114,7396	114,7396	167,5989	167,6028	96,3185	96,3639
18	5,53	121,9109	121,9109	200,8382	200,8888	108,3266	108,6081
19	5,85	129,0821	129,0821	238,0728	238,2762	120,9034	121,5769
20	6,17	136,2533	136,2533	279,4861	279,9785	134,0401	135,1495
21	6,50	143,4245	143,4245	325,2511	326,1779	147,6415	149,2079

12.2.2 Inviluppo Sollecitazioni fondazione

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]



Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 41 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

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

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,13	1,3614	1,6832	20,9155	25,8395
3	0,26	5,4305	6,7037	41,6568	51,3426
4	0,39	12,1846	15,0177	62,2238	76,5092
5	0,52	21,6011	26,5815	82,6166	101,3394
6	0,65	33,6574	41,3514	102,8352	125,8332
7	0,78	48,3307	59,2836	122,8795	149,9906
8	0,91	65,5985	80,3343	142,7496	173,8115
9	1,04	85,4381	104,4600	162,4455	197,2960
10	1,17	107,8268	131,6167	181,9671	220,4441
11	1,30	132,7420	161,7609	201,3145	243,2557

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,13	1,1427	1,1980	17,5732	18,4182
3	0,26	4,5672	4,7856	35,1039	36,7634
4	0,39	10,2679	10,7533	52,5919	55,0357
5	0,52	18,2392	19,0917	70,0373	73,2350
6	0,65	28,4757	29,7912	87,4402	91,3613
7	0,78	40,9718	42,8425	104,8004	109,4146
8	0,91	55,7220	58,2359	122,1180	127,3950
9	1,04	72,7207	75,9620	139,3930	145,3024
10	1,17	91,9623	96,0113	156,6253	163,1368
11	1,30	113,4414	118,3744	173,8151	180,8983

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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

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

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,43	-14,0191	-8,2095	-64,1234	-37,2621
3	0,86	-54,2157	-31,2528	-121,7553	-68,9943
4	1,29	-117,7983	-66,7520	-172,8959	-95,1968
5	1,72	-201,9757	-112,3294	-217,5451	-115,8695
6	2,15	-303,9567	-165,6072	-255,7030	-131,0124
7	2,58	-420,9499	-224,2074	-287,3694	-140,6254
8	3,01	-550,1640	-285,7524	-312,5445	-144,7087
9	3,44	-688,8077	-347,8643	-331,2282	-143,2622
10	3,87	-834,0897	-408,1653	-343,4204	-136,2859
11	4,30	-983,2188	-464,2776	-349,1214	-123,7797

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,43	-4,4195	-3,9753	-20,1147	-18,1041
3	0,86	-16,9192	-15,2377	-37,5820	-33,8930
4	1,29	-36,3606	-32,7915	-52,4020	-47,3667
5	1,72	-61,6055	-55,6412	-64,5746	-58,5254
6	2,15	-91,5154	-82,7914	-74,0999	-67,3688
7	2,58	-124,9519	-113,2466	-80,9778	-73,8971
8	3,01	-160,7768	-146,0111	-85,2083	-78,1103
9	3,44	-197,8516	-180,0895	-86,7914	-80,0083
10	3,87	-235,0380	-214,4864	-85,7272	-79,5911
11	4,30	-271,1976	-248,2061	-82,0157	-76,8588

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 42 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

12.3 QUANTITATIVI DI ARMATURE

Di seguito si riportano i quantitativi d'armatura usati per le verifiche del muro di sostegno:

Armatura paramento:	1 ϕ 22/20 lato monte - 1 ϕ 18/20 lato valle
Armatura fondazione:	1 ϕ 20/20 intradosso - 1 ϕ 20/10 estradosso

12.4 VERICHE STRUTTURALI

12.4.1 SLU

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
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]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
2	0.33	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	84.61	-84.12	11.80	274.92	--	--
3	0.65	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	148.11	-330.99	10.33	275.95	--	--
4	0.98	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	195.66	-688.33	9.09	276.98	--	--
5	1.30	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	230.15	-701.29	8.02	278.01	--	--
6	1.63	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	253.60	-710.09	7.07	279.03	--	--
7	1.95	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	267.68	-715.38	6.22	280.06	--	--
8	2.27	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	274.00	-717.75	5.46	281.09	--	--
9	2.60	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	274.09	-717.79	4.78	282.12	--	--
10	2.93	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	269.41	-716.03	4.17	283.15	--	--
11	3.25	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	261.25	-712.97	3.64	284.17	--	--
12	3.58	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	250.73	-709.02	3.18	285.20	--	--
13	3.90	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	238.75	-704.52	2.77	286.23	--	--
14	4.23	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	226.00	-699.73	2.42	287.26	--	--
15	4.55	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	213.02	-694.85	2.12	288.28	--	--
16	4.88	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	200.19	-690.04	1.86	289.31	--	--
17	5.20	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	187.79	-685.38	1.64	290.34	--	--
18	5.53	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	175.99	-680.95	1.44	291.37	--	--
19	5.85	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	164.88	-676.78	1.28	292.40	--	--
20	6.17	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	154.51	-672.88	1.13	293.42	--	--
21	6.50	1.00, 0.90	0.001901	0.001272	144.87	-669.26	1.01	294.45	--	--

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 43 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

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

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Red}	V_{Rsd}
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	339,10	297,79	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	85,14	297,79	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	38,01	297,79	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	21,47	297,79	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	13,80	297,79	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	9,63	297,79	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	7,11	297,79	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	5,46	297,79	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	4,34	297,79	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	3,53	297,79	--	--

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Red}	V_{Rsd}
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	80,46	297,79	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	20,80	297,79	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	9,58	297,79	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	5,58	297,79	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,71	297,79	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,68	297,79	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,05	297,79	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,64	297,79	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,35	297,79	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,15	297,79	--	--

VERIFICHE A TAGLIO

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

Verifiche di resistenza a taglio

Sezione	V_{Ed}	b	h	V_{Rd}	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]
Fondazione	349	100	100	363	Elemento non armato a taglio
Paramento	220	100	90	266	Elemento non armato a taglio

I risultati delle verifiche mostrano che non è richiesta armatura a taglio.

12.4.2 SLE

Armature e tensioni nei materiali del muro

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cm²]

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
13	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	11	23	838	-128
14	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	45	45	3347	-510
15	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	102	67	7520	-1146
16	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	180	90	13351	-2035
17	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	281	112	20834	-3176
18	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	405	134	29961	-4568
19	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	550	156	40726	-6209
20	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	717	178	53122	-8099
21	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	907	200	67143	-10236
22	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1118	222	82782	-12621

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
13	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	11	23	838	-128
14	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	45	45	3347	-510
15	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	102	67	7520	-1146
16	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	180	90	13351	-2035
17	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	281	112	20834	-3176
18	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	405	134	29961	-4568
19	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	550	156	40726	-6209
20	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	717	178	53122	-8099
21	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	907	200	67143	-10236
22	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1118	222	82782	-12621

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
13	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	36	-25	-445	1589
14	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	136	-46	-1704	6084
15	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	293	-64	-3663	13075
16	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	496	-79	-6206	22152

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 45 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

17	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	737	-91	-9219	32907
18	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1006	-99	-12588	44931
19	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1294	-104	-16197	57813
20	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1593	-106	-19932	71144
21	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1892	-105	-23678	84516
22	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	2183	-101	-27320	97518

Verifiche a fessurazione

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

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

M_{pf} Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_m deformazione media espressa in [%]

s_m Distanza media tra le fessure espressa in [m]

w Apertura media della fessura espressa in [m]

Si riportano i risultati relativi alla combinazione più sfavorevole, ovvero alla comb. 17:

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,000000	0,001272	-193,19	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,33	0,001901	0,001272	-210,25	-0,04	0,0000	0,00	0,000
3	0,65	0,001901	0,001272	-210,25	-0,33	0,0000	0,00	0,000
4	0,98	0,001901	0,001272	-210,25	-1,11	0,0000	0,00	0,000
5	1,30	0,001901	0,001272	-210,25	-2,62	0,0000	0,00	0,000
6	1,63	0,001901	0,001272	-210,25	-5,12	0,0000	0,00	0,000
7	1,95	0,001901	0,001272	-210,25	-8,84	0,0000	0,00	0,000
8	2,27	0,001901	0,001272	-210,25	-14,04	0,0000	0,00	0,000
9	2,60	0,001901	0,001272	-210,25	-20,96	0,0000	0,00	0,000
10	2,93	0,001901	0,001272	-210,25	-29,85	0,0000	0,00	0,000
11	3,25	0,001901	0,001272	-210,25	-40,95	0,0000	0,00	0,000
12	3,58	0,001901	0,001272	-210,25	-54,50	0,0000	0,00	0,000
13	3,90	0,001901	0,001272	-210,25	-70,76	0,0000	0,00	0,000
14	4,23	0,001901	0,001272	-210,25	-89,96	0,0000	0,00	0,000
15	4,55	0,001901	0,001272	-210,25	-112,36	0,0000	0,00	0,000
16	4,88	0,001901	0,001272	-210,25	-138,17	0,0000	0,00	0,000
17	5,20	0,001901	0,001272	-210,25	-167,60	0,0000	0,00	0,000
18	5,53	0,001901	0,001272	-210,25	-200,84	0,0000	0,00	0,000
19	5,85	0,001901	0,001272	-210,25	-238,07	0,0400	156,37	0,082
20	6,17	0,001901	0,001272	-210,25	-279,49	0,0441	156,37	0,117
21	6,50	0,001901	0,001272	-210,25	-325,25	0,0623	156,37	0,166

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	-2,20	0,000000	0,000000	-235,31	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-2,07	0,003142	0,001571	258,50	1,14	0,0000	0,00	0,000
3	-1,94	0,003142	0,001571	258,50	4,57	0,0000	0,00	0,000
4	-1,81	0,003142	0,001571	258,50	10,27	0,0000	0,00	0,000
5	-1,68	0,003142	0,001571	258,50	18,24	0,0000	0,00	0,000
6	-1,55	0,003142	0,001571	258,50	28,48	0,0000	0,00	0,000
7	-1,42	0,003142	0,001571	258,50	40,97	0,0000	0,00	0,000
8	-1,29	0,003142	0,001571	258,50	55,72	0,0000	0,00	0,000
9	-1,16	0,003142	0,001571	258,50	72,72	0,0000	0,00	0,000
10	-1,03	0,003142	0,001571	258,50	91,96	0,0000	0,00	0,000
11	-0,90	0,003142	0,001571	258,50	113,44	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,003142	0,001571	-270,76	-248,21	0,0000	0,00	0,000
13	0,43	0,003142	0,001571	-270,76	-214,49	0,0000	0,00	0,000
14	0,86	0,003142	0,001571	-270,76	-180,09	0,0000	0,00	0,000
15	1,29	0,003142	0,001571	-270,76	-146,01	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	0,003142	0,001571	-270,76	-113,25	0,0000	0,00	0,000



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	46 di 145

17	2,15	0,003142	0,001571	-270,76	-82,79	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	0,003142	0,001571	-270,76	-55,64	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	0,003142	0,001571	-270,76	-32,79	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	0,003142	0,001571	-270,76	-15,24	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	0,003142	0,001571	-270,76	-3,98	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	0,000000	0,000000	-235,31	0,00	0,0000	0,00	0,000




**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA
MAXI LOTTO 2**

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 47 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

ALLEGATO A

TABULATI DI CALCOLO MURO TIPO A

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2 Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 48 di 145

Geometria muro e fondazione

Descrizione Muro a mensola in c.a.

Altezza del paramento 4,72 [m]
Spessore in sommità 0,90 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione 0,90 [m]
Inclinazione paramento esterno 0,00 [°]
Inclinazione paramento interno 0,00 [°]
Lunghezza del muro 10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle 1,30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte 4,30 [m]
Lunghezza totale fondazione 6,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione 0,00 [°]
Spessore fondazione 1,00 [m]
Spessore magrone 0,20 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico 24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck} 30000 [kPa]
Modulo elastico E 31447048 [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	9,50	4,30	24,35
2	20,00	4,30	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 0,22 [m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0,00 [m]

Opera L0703	Tratto 2/11	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 49 di 145
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ecla	18,50	20,00	26,00	26,00	10,0	10,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	5,72	0,00	0,22	0,43	Rilevato
2	8,00	0,00	4,28	0,50	Ecla

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 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=10,00$	$X_f=12,50$	$Q_i=134,0000$	$Q_f=134,0000$
D	Profilo	$X_i=12,50$	$X_f=15,00$	$Q_i=85,8000$	$Q_f=85,5000$
D	Profilo	$X_i=15,00$	$X_f=17,50$	$Q_i=44,2000$	$Q_f=44,2000$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 50 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

C	Tipo	Sisma	CS _{SCO}	CS _{RIB}	CS _{QLM}	CS _{STAB}		
1	A1-M1 - [1]	--	--	1,42	--	2,72	--	
2	A2-M2 - [1]	--	--	1,04	--	1,32	--	
3	EQU - [1]	--	--	3,07	--	--	--	
4	STAB - [1]	--	--	--	--	--	1,24	
5	A1-M1 - [2]	--	--	1,97	--	3,74	--	
6	A2-M2 - [2]	--	--	1,62	--	2,27	--	
7	EQU - [2]	--	--	4,46	--	--	--	
8	STAB - [2]	--	--	--	--	--	1,44	
9	A1-M1 - [3]			Orizzontale + Verticale positivo	1,65	--	3,18	--
10	A1-M1 - [3]			Orizzontale + Verticale negativo	1,62	--	3,37	--
11	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	3,26	--	--	
12	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	3,02	--	--	
13	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	1,23	
14	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	1,22	
15	SLEQ - [1]	--	--	2,52	--	4,30	--	
16	SLEF - [1]	--	2,10	--	3,83	--	--	
17	SLER - [1]	--	--	1,95	--	3,63	--	

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	51 di 145

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)
 Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte
 Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

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

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 0.00 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 0.18
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 50,0
 Lunghezza del muro 10,00 [m]

Peso muro 263,5089 [kN]
 Baricentro del muro X=0,46 Y=-4,09

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 4,30 Y = -5,72
 Punto superiore superficie di spinta X = 4,30 Y = 1,95
 Altezza della superficie di spinta 7,67 [m]
 Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 404,2848 [kN]
 Componente orizzontale della spinta statica 371,3139 [kN]
 Componente verticale della spinta statica 159,9130 [kN]
 Punto d'applicazione della spinta X = 4,30 [m] Y = -3,28 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,30 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 50,70 [°]
 Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30 [m] Y = -5,72 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 489,6116 [kN]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 2,27 [m] Y = -1,85 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 371,3139 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 913,0335 [kN]
 Resistenza passiva a valle del muro -17,6300 [kN]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 913,0335 [kN]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 371,3139 [kN]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,06 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Risultante in fondazione 985,6491 [kN]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 22,13 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -57,2014 [kNm]



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA
MAXI LOTTO 2**

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 52 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Carico ultimo della fondazione 2486,0784 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 132,34 [kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte 148,59 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 22.25$ $N_q = 11.85$ $N_\gamma = 12.54$

Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione $i_c = 0,45$ $i_q = 0,49$ $i_\gamma = 0,32$

Fattori profondità $d_c = 1,08$ $d_q = 1,06$ $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa $b_c = 1,00$ $b_q = 1,00$ $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio $g_c = 1,00$ $g_q = 1,00$ $g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 10.69$ $N'_q = 6.19$ $N'_\gamma = 3.99$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.42

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.72

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 53 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	--------------------------

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	0,24	5,2074	0,0200	0,2546
3	0,47	10,4148	0,1603	1,0186
4	0,71	15,6222	0,5409	2,2917
5	0,94	20,8297	1,2820	4,0742
6	1,18	26,0371	2,5039	6,3660
7	1,42	31,2445	4,3268	9,1670
8	1,65	36,4519	6,8708	12,4773
9	1,89	41,6593	10,2561	16,2968
10	2,12	46,8667	14,6030	20,6257
11	2,36	52,0741	20,0315	25,4638
12	2,60	57,2816	26,6620	30,8112
13	2,83	62,4890	34,6145	36,6679
14	3,07	67,6964	44,0093	43,0339
15	3,30	72,9038	54,9666	49,9091
16	3,54	78,1112	67,6065	57,2936
17	3,78	83,3186	82,0492	65,1874
18	4,01	88,5260	98,4150	73,5905
19	4,25	93,7335	116,8240	82,5028
20	4,48	98,9409	137,3964	91,9244
21	4,72	104,1483	160,2472	101,7738

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	0,13	0,9120	14,0386
3	0,26	3,6519	28,1193
4	0,39	8,2249	42,2424
5	0,52	14,6367	56,4077
6	0,65	22,8927	70,6152
7	0,78	32,9985	84,8649
8	0,91	44,9594	99,1569
9	1,04	58,7811	113,4912
10	1,17	74,4690	127,8677
11	1,30	92,0285	142,2864

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 54 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-5,6511	-25,9705
3	0,86	-22,0650	-50,0597
4	1,29	-48,4328	-72,2678
5	1,72	-83,9456	-92,5946
6	2,15	-127,7945	-111,0402
7	2,58	-179,1705	-127,6046
8	3,01	-237,2648	-142,2878
9	3,44	-301,2684	-155,0898
10	3,87	-370,3724	-166,0106
11	4,30	-443,7678	-175,0501

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]
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, 0,90	0,001571	0,001005	0,00	0,00	1000,00	269,07	--	--
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	11135,17	-42,83	2138,33	269,80	--	--
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	11040,45	-169,88	1060,07	270,53	--	--
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10886,13	-376,88	696,84	271,26	--	--
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10677,18	-657,16	512,60	271,99	--	--
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10412,41	-1001,34	399,91	272,72	--	--
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	9287,61	-1286,17	297,26	273,45	--	--
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	8082,69	-1523,51	221,74	274,17	--	--
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6874,61	-1692,47	165,02	274,90	--	--
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	5700,83	-1776,30	121,64	275,63	--	--
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	4402,87	-1693,67	84,55	276,36	--	--
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	3246,10	-1510,91	56,67	277,09	--	--
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2365,53	-1310,34	37,86	277,82	--	--
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1724,71	-1121,23	25,48	278,55	--	--
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1295,46	-976,72	17,77	279,28	--	--
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1003,09	-868,19	12,84	280,01	--	--
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	808,12	-795,81	9,70	280,74	--	--
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	676,24	-751,78	7,64	281,46	--	--
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	571,21	-711,92	6,09	282,19	--	--
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	487,31	-676,72	4,93	282,92	--	--
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	424,71	-653,47	4,08	283,65	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 55 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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
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, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	609,72	293,04	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	152,28	293,04	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	67,61	293,04	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	37,99	293,04	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	24,29	293,04	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	16,85	293,04	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	12,37	293,04	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	9,46	293,04	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	7,47	293,04	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	6,04	293,04	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	98,40	293,04	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	25,20	293,04	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	11,48	293,04	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	6,62	293,04	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	4,35	293,04	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	3,10	293,04	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	2,34	293,04	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,85	293,04	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,50	293,04	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,25	293,04	--	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	420,3261	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	397,4008	[kN]
Componente verticale della spinta statica	136,9183	[kN]
Punto d'applicazione della spinta X = 4,30	[m]	Y = -3,00 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,07	[°]
Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30	[m]	Y = -5,72 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	489,6116	[kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,27 [m]	Y = -1,85 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	397,4008	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	890,0387	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-14,7463	[kN]

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 56 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	890,0387	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	397,4008	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	974,7289	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,06	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	194,2545	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1175,9753	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	164,52	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	109,34	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 16,14$ $N_q = 7,30$ $N_\gamma = 6,48$

Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione $i_c = 0,36$ $i_q = 0,45$ $i_\gamma = 0,27$

Fattori profondità $d_c = 1,08$ $d_q = 1,06$ $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa $b_c = 1,00$ $b_q = 1,00$ $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio $g_c = 1,00$ $g_q = 1,00$ $g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 6,29$ $N'_q = 3,48$ $N'_\gamma = 1,77$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1,04
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1,32

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 57 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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	0,24	5,2074	0,0206	0,2620
3	0,47	10,4148	0,1649	1,0479
4	0,71	15,6222	0,5564	2,3577
5	0,94	20,8297	1,3189	4,1914
6	1,18	26,0371	2,5760	6,5491
7	1,42	31,2445	4,4513	9,4307
8	1,65	36,4519	7,0685	12,8362
9	1,89	41,6593	10,5512	16,7657
10	2,12	46,8667	15,0231	21,2191
11	2,36	52,0741	20,6078	26,1964
12	2,60	57,2816	27,4290	31,6977
13	2,83	62,4890	35,6152	37,8007
14	3,07	67,6964	45,3918	45,4347
15	3,30	72,9038	57,2341	55,2145
16	3,54	78,1112	71,5313	66,0876
17	3,78	83,3186	88,4918	77,7791
18	4,01	88,5260	108,3051	90,2589
19	4,25	93,7335	131,1538	103,4989
20	4,48	98,9409	157,2145	117,4749
21	4,72	104,1483	186,6512	132,0541

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	0,13	1,1799	18,1281
3	0,26	4,7071	36,1127
4	0,39	10,5630	53,9539
5	0,52	18,7289	71,6516
6	0,65	29,1862	89,2059
7	0,78	41,9162	106,6167
8	0,91	56,9003	123,8841
9	1,04	74,1198	141,0080
10	1,17	93,5562	157,9885
11	1,30	115,1906	174,8255

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 58 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-4,2515	-19,2337
3	0,86	-16,0761	-35,2241
4	1,29	-34,0793	-47,9712
5	1,72	-56,8664	-57,4750
6	2,15	-83,0429	-63,7355
7	2,58	-111,2140	-66,7527
8	3,01	-139,9853	-66,5267
9	3,44	-167,9621	-63,0573
10	3,87	-193,7498	-56,3447
11	4,30	-215,9537	-46,3888

rmature 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, 0,90	0,001571	0,001005	0,00	0,00	1000,00	269,07	--	--
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	11134,25	-44,06	2138,15	269,80	--	--
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	11036,85	-174,71	1059,72	270,53	--	--
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10878,26	-387,45	696,33	271,26	--	--
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10663,73	-675,21	511,95	271,99	--	--
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10333,75	-1022,37	396,89	272,72	--	--
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	9187,40	-1308,90	294,05	273,45	--	--
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	7956,82	-1542,93	218,28	274,17	--	--
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6745,44	-1708,44	161,92	274,90	--	--
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	5526,62	-1771,56	117,92	275,63	--	--
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	4215,52	-1668,25	80,95	276,36	--	--
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	3095,67	-1482,35	54,04	277,09	--	--
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2249,17	-1281,90	35,99	277,82	--	--
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1627,48	-1091,26	24,04	278,55	--	--
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1198,10	-940,58	16,43	279,28	--	--
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	910,53	-833,83	11,66	280,01	--	--
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	717,67	-762,23	8,61	280,74	--	--
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	586,72	-717,81	6,63	281,46	--	--
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	485,57	-679,42	5,18	282,19	--	--
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	407,15	-646,96	4,12	282,92	--	--
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	348,93	-625,34	3,35	283,65	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 59 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	471,31	293,04	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	118,14	293,04	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	52,65	293,04	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	29,69	293,04	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	19,05	293,04	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	13,27	293,04	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	9,77	293,04	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	7,50	293,04	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	5,94	293,04	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	4,83	293,04	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	130,80	293,04	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	34,59	293,04	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	16,32	293,04	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	9,78	293,04	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	6,70	293,04	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	5,00	293,04	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	3,97	293,04	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	3,31	293,04	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	2,87	293,04	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	2,58	293,04	--	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	451,9500 [kN]
Componente orizzontale della spinta statica	427,2999 [kN]
Componente verticale della spinta statica	147,2195 [kN]
Punto d'applicazione della spinta X = 4,30 [m]	Y = -3,00 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,13 [°]
Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30 [m]	Y = -5,72 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	440,6504 [kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,27 [m] Y = -1,85 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	427,2999 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	825,0279 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-13,2717 [kN]

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 60 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1160,5770 [kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3557,9007 [kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	825,0279 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	427,2999 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,34 [m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50 [m]
Risultante in fondazione	929,1159 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,38 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	284,0171 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.07

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]= 0,00 Y[m]= 5,22

Raggio del cerchio R[m]= 11,75

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,62

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 11,72

Larghezza della striscia dx[m]= 0,73

Coefficiente di sicurezza C= 1.24

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	151,6813	77.28	147,9562	0,0327	29.26	0	0
2	187,0748	64.99	169,5393	0,0170	29.26	0	0
3	123,6741	57.43	104,2289	0,0134	29.26	0	0
4	92,0618	51.25	71,7975	0,0115	29.26	0	0
5	99,4407	45.82	71,3184	0,0103	29.26	0	0
6	104,7707	40.89	68,5824	0,0095	29.26	0	0
7	108,5147	36.30	64,2454	0,0089	29.26	0	0
8	110,9573	31.97	58,7540	0,0085	29.26	0	0
9	112,2879	27.84	52,4399	0,0081	29.26	0	0
10	112,6390	23.86	45,5647	0,0079	29.26	0	0
11	114,9396	20.00	39,3132	0,0077	22.31	7	1
12	113,7491	16.23	31,7991	0,0075	21.32	8	3
13	111,4612	12.54	24,1960	0,0074	21.32	8	5
14	108,4969	8.89	16,7744	0,0073	21.32	8	7
15	104,8804	5.29	9,6634	0,0072	21.32	8	7
16	101,0363	1.70	2,9976	0,0072	21.32	8	8
17	114,6926	-1.88	-3,7620	0,0072	21.32	8	8
18	48,7605	-5.47	-4,6454	0,0072	21.32	8	7
19	30,8451	-9.08	-4,8655	0,0073	21.32	8	6
20	25,5443	-12.72	-5,6252	0,0074	21.32	8	5
21	22,7416	-16.42	-6,4288	0,0075	21.32	8	3
22	19,1741	-20.19	-6,6183	0,0077	22.74	7	1
23	14,7896	-24.06	-6,0290	0,0079	29.26	0	0
24	9,5170	-28.04	-4,4744	0,0082	29.26	0	0



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	61 di 145

25 3,2593 -32.18 -1,7361 0,0085 29.26 0 0

$\Sigma W_i = 2146,9898$ [kN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 934,9855$ [kN]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 1049,7971$ [kN]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.71$

COMBINAZIONE n° 5

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 278,4138 [kN]
Componente orizzontale della spinta statica 255,7081 [kN]
Componente verticale della spinta statica 110,1253 [kN]
Punto d'applicazione della spinta X = 4,30 [m] Y = -3,09 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,30 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]
Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30 [m] Y = -5,72 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 489,6116 [kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 2,27 [m] Y = -1,85 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 255,7081 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 863,2458 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro -17,6300 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 863,2458 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 255,7081 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,15 [m]
Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
Risultante in fondazione 900,3221 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,50 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -127,7956 [kNm]
Carico ultimo della fondazione 3224,9658 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 114,66 [kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte 150,96 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 22.25$ $N_q = 11.85$ $N_\gamma = 12.54$

Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione $i_c = 0,58$ $i_q = 0,62$ $i_\gamma = 0,46$

Fattori profondità $d_c = 1,08$ $d_q = 1,06$ $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa $b_c = 1,00$ $b_q = 1,00$ $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio $g_c = 1,00$ $g_q = 1,00$ $g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 13.97$ $N'_q = 7.76$ $N'_\gamma = 5.76$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.97

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 3.74

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 62 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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	0,24	5,2074	0,0200	0,2546
3	0,47	10,4148	0,1603	1,0186
4	0,71	15,6222	0,5409	2,2917
5	0,94	20,8297	1,2820	4,0742
6	1,18	26,0371	2,5039	6,3660
7	1,42	31,2445	4,3268	9,1670
8	1,65	36,4519	6,8708	12,4773
9	1,89	41,6593	10,2561	16,2968
10	2,12	46,8667	14,6030	20,6257
11	2,36	52,0741	20,0315	25,4638
12	2,60	57,2816	26,6620	30,8112
13	2,83	62,4890	34,6145	36,6679
14	3,07	67,6964	44,0093	43,0339
15	3,30	72,9038	54,9666	49,9091
16	3,54	78,1112	67,6065	57,2936
17	3,78	83,3186	82,0492	65,1874
18	4,01	88,5260	98,4150	73,5905
19	4,25	93,7335	116,8240	82,5028
20	4,48	98,9409	137,3964	91,9244
21	4,72	104,1483	160,2472	101,7738

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	0,13	0,7637	11,7656
3	0,26	3,0631	23,6255
4	0,39	6,9105	35,5799
5	0,52	12,3180	47,6286
6	0,65	19,2980	59,7717
7	0,78	27,8627	72,0091
8	0,91	38,0244	84,3409
9	1,04	49,7954	96,7671
10	1,17	63,1880	109,2877
11	1,30	78,2143	121,9026

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 63 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-5,4732	-25,2385
3	0,86	-21,5172	-49,1661
4	1,29	-47,5682	-71,7828
5	1,72	-83,0625	-93,0887
6	2,15	-127,4365	-113,0837
7	2,58	-180,1266	-131,7679
8	3,01	-240,5690	-149,1412
9	3,44	-308,2002	-165,2037
10	3,87	-382,4563	-179,9553
11	4,30	-462,7738	-193,3961

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 _{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, 0,90	0,001571	0,001005	0,00	0,00	1000,00	269,07	--	--
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	11135,17	-42,83	2138,33	269,80	--	--
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	11040,45	-169,88	1060,07	270,53	--	--
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10886,13	-376,88	696,84	271,26	--	--
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10677,18	-657,16	512,60	271,99	--	--
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10412,41	-1001,34	399,91	272,72	--	--
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	9287,61	-1286,17	297,26	273,45	--	--
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	8082,69	-1523,51	221,74	274,17	--	--
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6874,61	-1692,47	165,02	274,90	--	--
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	5700,83	-1776,30	121,64	275,63	--	--
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	4402,87	-1693,67	84,55	276,36	--	--
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	3246,10	-1510,91	56,67	277,09	--	--
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2365,53	-1310,34	37,86	277,82	--	--
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1724,71	-1121,23	25,48	278,55	--	--
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1295,46	-976,72	17,77	279,28	--	--
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1003,09	-868,19	12,84	280,01	--	--
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	808,12	-795,81	9,70	280,74	--	--
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	676,24	-751,78	7,64	281,46	--	--
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	571,21	-711,92	6,09	282,19	--	--
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	487,31	-676,72	4,93	282,92	--	--
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	424,71	-653,47	4,08	283,65	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 64 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione 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
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, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	728,12	293,04	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	181,54	293,04	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	80,47	293,04	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	45,14	293,04	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	28,82	293,04	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	19,96	293,04	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	14,62	293,04	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	11,17	293,04	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	8,80	293,04	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	7,11	293,04	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	101,60	293,04	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	25,84	293,04	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	11,69	293,04	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	6,69	293,04	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	4,36	293,04	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	3,09	293,04	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	2,31	293,04	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,80	293,04	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,45	293,04	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	1,20	293,04	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	256,2582	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	242,2814	[kN]
Componente verticale della spinta statica	83,4743	[kN]
Punto d'applicazione della spinta X = 4,30	[m]	Y = -3,03 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,07	[°]
Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30	[m]	Y = -5,72 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	489,6116	[kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,27 [m]	Y = -1,85 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	242,2814	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	836,5947	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-14,7463	[kN]

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 65 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	836,5947	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	242,2814	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	870,9713	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-61,1594	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1899,9824	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	120,02	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	137,39	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 16,14$ $N_q = 7,30$ $N_\gamma = 6,48$

Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione $i_c = 0,57$ $i_q = 0,63$ $i_\gamma = 0,47$

Fattori profondità $d_c = 1,08$ $d_q = 1,06$ $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa $b_c = 1,00$ $b_q = 1,00$ $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio $g_c = 1,00$ $g_q = 1,00$ $g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 9,90$ $N'_q = 4,86$ $N'_\gamma = 3,05$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1,62
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2,27

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 66 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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	0,24	5,2074	0,0206	0,2620
3	0,47	10,4148	0,1649	1,0479
4	0,71	15,6222	0,5564	2,3577
5	0,94	20,8297	1,3189	4,1914
6	1,18	26,0371	2,5760	6,5491
7	1,42	31,2445	4,4513	9,4307
8	1,65	36,4519	7,0685	12,8362
9	1,89	41,6593	10,5512	16,7657
10	2,12	46,8667	15,0231	21,2191
11	2,36	52,0741	20,6078	26,1964
12	2,60	57,2816	27,4290	31,6977
13	2,83	62,4890	35,6103	37,7228
14	3,07	67,6964	45,2754	44,2719
15	3,30	72,9038	56,5479	51,3450
16	3,54	78,1112	69,5515	58,9419
17	3,78	83,3186	84,4097	67,0628
18	4,01	88,5260	101,2463	75,7076
19	4,25	93,7335	120,1849	84,8764
20	4,48	98,9409	141,3492	94,5690
21	4,72	104,1483	164,8574	104,7018

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	0,13	0,8080	12,4382
3	0,26	3,2359	24,9215
4	0,39	7,2895	37,4500
5	0,52	12,9748	50,0237
6	0,65	20,2976	62,6425
7	0,78	29,2638	75,3065
8	0,91	39,8793	88,0156
9	1,04	52,1499	100,7699
10	1,17	66,0814	113,5694
11	1,30	81,6799	126,4141

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 67 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-1,8062	-8,2041
3	0,86	-6,8864	-15,2285
4	1,29	-14,7336	-21,0732
5	1,72	-24,8403	-25,7383
6	2,15	-36,6994	-29,2236
7	2,58	-49,8035	-31,5292
8	3,01	-63,6454	-32,6551
9	3,44	-77,7178	-32,6013
10	3,87	-91,5134	-31,3678
11	4,30	-104,5250	-28,9546

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	sfuerzo 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, 0,90	0,001571	0,001005	0,00	0,00	1000,00	269,07	--	--
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	11134,25	-44,06	2138,15	269,80	--	--
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	11036,85	-174,71	1059,72	270,53	--	--
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10878,26	-387,45	696,33	271,26	--	--
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10663,73	-675,21	511,95	271,99	--	--
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10333,75	-1022,37	396,89	272,72	--	--
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	9187,40	-1308,90	294,05	273,45	--	--
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	7956,82	-1542,93	218,28	274,17	--	--
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6745,44	-1708,44	161,92	274,90	--	--
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	5526,62	-1771,56	117,92	275,63	--	--
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	4215,52	-1668,25	80,95	276,36	--	--
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	3095,67	-1482,35	54,04	277,09	--	--
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2249,71	-1282,03	36,00	277,82	--	--
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1635,24	-1093,65	24,16	278,55	--	--
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1225,98	-950,93	16,82	279,28	--	--
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	954,98	-850,33	12,23	280,01	--	--
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	772,45	-782,57	9,27	280,74	--	--
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	647,93	-741,04	7,32	281,46	--	--
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	548,52	-703,31	5,85	282,19	--	--
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	468,90	-669,88	4,74	282,92	--	--
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	409,19	-647,71	3,93	283,65	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 68 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

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	sfuerzo 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, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	688,24	293,04	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	171,85	293,04	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	76,29	293,04	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	42,86	293,04	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	27,40	293,04	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	19,00	293,04	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	13,94	293,04	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	10,66	293,04	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	8,42	293,04	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	6,81	293,04	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	307,89	293,04	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	80,75	293,04	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	37,74	293,04	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	22,39	293,04	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	15,15	293,04	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	11,17	293,04	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	8,74	293,04	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	7,16	293,04	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	6,08	293,04	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	5,32	293,04	--	--

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	281,8840	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	266,5096	[kN]
Componente verticale della spinta statica	91,8217	[kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]
	Y = -3,03	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,07	[°]
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]
	Y = -5,72	[m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	440,6504	[kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,27	[m]
	Y = -1,85	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	266,5096	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	769,6301	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-13,2717	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	717,7074	[kNm]

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 69 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3197,8149 [kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	769,6301 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	266,5096 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,03 [m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50 [m]
Risultante in fondazione	814,4679 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,10 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	21,1905 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.46

Stabilità globale muro + terreno
Combinazione n° 8

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]= -1,16 Y[m]= 5,22

Raggio del cerchio R[m]= 12,22

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,59

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 11,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,79

Coefficiente di sicurezza C= 1.44

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	27,1545	77.21	26,4806	0,0348	29.26	0	0
2	67,3544	64.71	60,8998	0,0180	29.26	0	0
3	86,9036	57.02	72,8985	0,0141	29.26	0	0
4	98,3625	50.73	76,1475	0,0122	29.26	0	0
5	106,5313	45.21	75,6013	0,0109	29.26	0	0
6	112,3676	40.19	72,5071	0,0101	29.26	0	0
7	116,3938	35.52	67,6155	0,0095	29.26	0	0
8	118,9325	31.10	61,4408	0,0090	29.26	0	0
9	121,6377	26.89	55,0172	0,0086	26.13	3	0
10	123,5556	22.83	47,9417	0,0084	21.32	8	3
11	122,3734	18.89	39,6171	0,0081	21.32	8	6
12	120,3150	15.04	31,2178	0,0080	21.32	8	8
13	117,4338	11.26	22,9230	0,0079	21.32	8	10
14	113,7678	7.52	14,8962	0,0078	21.32	8	12
15	128,7881	3.82	8,5865	0,0077	21.32	8	12
16	60,9013	0.14	0,1467	0,0077	21.32	8	13
17	41,9592	-3.55	-2,5953	0,0077	21.32	8	12
18	37,7340	-7.25	-4,7588	0,0078	21.32	8	12
19	35,7546	-10.97	-6,8070	0,0078	21.32	8	10
20	32,9356	-14.75	-8,3870	0,0080	21.32	8	9
21	29,2376	-18.60	-9,3244	0,0081	21.32	8	6
22	24,6054	-22.53	-9,4287	0,0083	21.32	8	3
23	18,9628	-26.58	-8,4855	0,0086	25.54	4	0
24	12,2053	-30.78	-6,2464	0,0090	29.26	0	0
25	4,1874	-35.18	-2,4123	0,0094	29.26	0	0

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	70 di 145

$\Sigma W_i = 1880,3548$ [kN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 675,4919$ [kN]
 $\Sigma W_i \tan \phi_i = 875,0996$ [kN]
 $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.27$

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica 212,0735 [kN]
 Componente orizzontale della spinta statica 194,7782 [kN]
 Componente verticale della spinta statica 83,8847 [kN]
 Punto d'applicazione della spinta X = 4,30 [m] Y = -3,16 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,30 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 53,26 [°]

Incremento sismico della spinta 64,6619 [kN]
 Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 4,30 [m] Y = -1,89 [m]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,70 [°]
 Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30 [m] Y = -5,72 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 489,6116 [kN]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 2,27 [m] Y = -1,85 [m]
 Inerzia del muro 21,0256 [kN]
 Inerzia verticale del muro 10,5128 [kN]
 Inerzia del terrapieno fondazione di monte 39,0666 [kN]
 Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 19,5333 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 314,2589 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 892,6280 [kN]
 Resistenza passiva a valle del muro -17,6300 [kN]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 892,6280 [kN]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 314,2589 [kN]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,11 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Risultante in fondazione 946,3316 [kN]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 19,40 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione 95,4859 [kNm]
 Carico ultimo della fondazione 2838,7470 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 150,89 [kPa]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 123,77 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 22.25$ $N_q = 11.85$ $N_\gamma = 12.54$

Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione $i_c = 0,51$ $i_q = 0,55$ $i_\gamma = 0,38$

Fattori profondità $d_c = 1,08$ $d_q = 1,06$ $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa $b_c = 1,00$ $b_q = 1,00$ $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio $g_c = 1,00$ $g_q = 1,00$ $g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 12.27$ $N'_q = 6.95$ $N'_\gamma = 4.81$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.65
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 3.18



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 71 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 9

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,24	5,2074	0,2213	1,9360
3	0,47	10,4148	0,9424	4,2357
4	0,71	15,6222	2,2491	6,8992
5	0,94	20,8297	4,2274	9,9264
6	1,18	26,0371	6,9630	13,3174
7	1,42	31,2445	10,5419	17,0722
8	1,65	36,4519	15,0497	21,1908
9	1,89	41,6593	20,5725	25,6731
10	2,12	46,8667	27,1961	30,5192
11	2,36	52,0741	35,0062	35,7291
12	2,60	57,2816	44,0888	41,3028
13	2,83	62,4890	54,5298	47,2402
14	3,07	67,6964	66,4148	53,5413
15	3,30	72,9038	79,8299	60,2063
16	3,54	78,1112	94,8608	67,2350
17	3,78	83,3186	111,5934	74,6275
18	4,01	88,5260	130,1136	82,3838
19	4,25	93,7335	150,5072	90,5038
20	4,48	98,9409	172,8600	98,9876
21	4,72	104,1483	197,2543	107,7769

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,13	1,0663	16,3929
3	0,26	4,2591	32,7153
4	0,39	9,5692	48,9672
5	0,52	16,9875	65,1486
6	0,65	26,5048	81,2594
7	0,78	38,1119	97,2998
8	0,91	51,7997	113,2696
9	1,04	67,5590	129,1689
10	1,17	85,3805	144,9977
11	1,30	105,2553	160,7560

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 72 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-2,9751	-13,4301
3	0,86	-11,1994	-24,4148
4	1,29	-23,6213	-32,9543
5	1,72	-39,1896	-39,0485
6	2,15	-56,8525	-42,6973
7	2,58	-75,5588	-43,9009
8	3,01	-94,2568	-42,6592
9	3,44	-111,8952	-38,9721
10	3,87	-127,4223	-32,8398
11	4,30	-139,7869	-24,2622

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
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, 0,90	0,001571	0,001005	0,00	0,00	1000,00	269,07	--	--
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10824,19	-459,97	2078,61	269,80	--	--
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10461,40	-946,60	1004,47	270,53	--	--
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	9150,13	-1317,35	585,71	271,26	--	--
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	7755,52	-1573,99	372,33	271,99	--	--
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6484,37	-1734,10	249,04	272,72	--	--
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	5226,41	-1763,39	167,27	273,45	--	--
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	3955,09	-1632,92	108,50	274,17	--	--
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2935,48	-1449,62	70,46	274,90	--	--
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2167,36	-1257,69	46,25	275,63	--	--
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1619,80	-1088,89	31,11	276,36	--	--
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1244,33	-957,74	21,72	277,09	--	--
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	988,85	-862,90	15,82	277,82	--	--
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	813,02	-797,63	12,01	278,55	--	--
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	685,04	-750,12	9,40	279,28	--	--
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	588,01	-714,10	7,53	280,01	--	--
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	512,13	-685,93	6,15	280,74	--	--
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	454,15	-667,50	5,13	281,46	--	--
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	403,81	-648,40	4,31	282,19	--	--
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	360,36	-629,59	3,64	282,92	--	--
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	325,60	-616,68	3,13	283,65	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 73 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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
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, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	521,51	293,04	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	130,57	293,04	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	58,11	293,04	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	32,74	293,04	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	20,98	293,04	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	14,59	293,04	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	10,74	293,04	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	8,23	293,04	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	6,51	293,04	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	5,28	293,04	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	186,92	293,04	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	49,65	293,04	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	23,54	293,04	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	14,19	293,04	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	9,78	293,04	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	7,36	293,04	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	5,90	293,04	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	4,97	293,04	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	4,36	293,04	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	3,98	293,04	--	--

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	74 di 145

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	212,0735	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	194,7782	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	83,8847	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -3,16	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie			23,30	[°]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,26	[°]						
Incremento sismico della spinta	47,9828	[kN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -1,89	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,63	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -5,72	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	489,6116	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte			X = 2,27	[m]	Y = -1,85	[m]		
Inerzia del muro	21,0256	[kN]						
Inerzia verticale del muro	-10,5128	[kN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	39,0666	[kN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-19,5333	[kN]						

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	298,9400	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	825,9384	[kN]						
Resistenza passiva a valle del muro	-17,6300	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	825,9384	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	298,9400	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,11	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]						
Risultante in fondazione	878,3732	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,90	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	93,5016	[kNm]						
Carico ultimo della fondazione	2787,2304	[kN]						

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]						
Tensione terreno allo spigolo di valle	140,35	[kPa]						
Tensione terreno allo spigolo di monte	113,79	[kPa]						

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 12.54$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,51$	$i_q = 0,55$	$i_\gamma = 0,38$
Fattori profondità	$d_c = 1,08$	$d_q = 1,06$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

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

$$N'_c = 12.09 \quad N'_q = 6.86 \quad N'_\gamma = 4.71$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.62
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.37



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 75 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,24	5,2074	0,1902	1,6724
3	0,47	10,4148	0,8180	3,7085
4	0,71	15,6222	1,9692	6,1084
5	0,94	20,8297	3,7298	8,8721
6	1,18	26,0371	6,1855	11,9995
7	1,42	31,2445	9,4222	15,4908
8	1,65	36,4519	13,5257	19,3457
9	1,89	41,6593	18,5820	23,5645
10	2,12	46,8667	24,6768	28,1470
11	2,36	52,0741	31,8960	33,0933
12	2,60	57,2816	40,3254	38,4034
13	2,83	62,4890	50,0510	44,0772
14	3,07	67,6964	61,1585	50,1148
15	3,30	72,9038	73,7338	56,5162
16	3,54	78,1112	87,8627	63,2813
17	3,78	83,3186	103,6312	70,4102
18	4,01	88,5260	121,1249	77,9029
19	4,25	93,7335	140,4299	85,7593
20	4,48	98,9409	161,6320	93,9795
21	4,72	104,1483	184,8132	102,5053

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,13	0,9773	15,0232
3	0,26	3,9030	29,9774
4	0,39	8,7684	44,8625
5	0,52	15,5643	59,6786
6	0,65	24,2818	74,4256
7	0,78	34,9120	89,1036
8	0,91	47,4458	103,7125
9	1,04	61,8742	118,2524
10	1,17	78,1884	132,7232
11	1,30	96,3793	147,1250

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 76 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-3,8987	-17,7287
3	0,86	-14,8985	-33,0281
4	1,29	-31,9547	-45,8982
5	1,72	-54,0228	-56,3391
6	2,15	-80,0581	-64,3507
7	2,58	-109,0162	-69,9331
8	3,01	-139,8524	-73,0862
9	3,44	-171,5221	-73,8100
10	3,87	-202,9808	-72,1045
11	4,30	-233,1838	-67,9698

ure e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 10

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

B	base della sezione espressa in [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, 0,90	0,001571	0,001005	0,00	0,00	1000,00	269,07	--	--
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10871,11	-397,04	2087,62	269,80	--	--
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	10549,41	-828,54	1012,92	270,53	--	--
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	9614,83	-1211,97	615,46	271,26	--	--
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	8299,83	-1486,17	398,46	271,99	--	--
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	7038,79	-1672,16	270,34	272,72	--	--
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	5909,11	-1781,97	189,12	273,45	--	--
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	4621,86	-1714,97	126,79	274,17	--	--
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	3492,05	-1557,62	83,82	274,90	--	--
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	2595,24	-1366,47	55,37	275,63	--	--
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1937,79	-1186,92	37,21	276,36	--	--
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1489,84	-1048,83	26,01	277,09	--	--
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1153,78	-924,13	18,46	277,82	--	--
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	931,64	-841,66	13,76	278,55	--	--
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	774,52	-783,33	10,62	279,28	--	--
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	657,91	-740,05	8,42	280,01	--	--
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	568,22	-706,75	6,82	280,74	--	--
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	500,79	-685,20	5,66	281,46	--	--
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	442,62	-663,12	4,72	282,19	--	--
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	392,75	-641,61	3,97	282,92	--	--
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	353,32	-626,97	3,39	283,65	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 77 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{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, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	569,03	293,04	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	142,48	293,04	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	63,42	293,04	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	35,73	293,04	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	22,90	293,04	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	15,93	293,04	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	11,72	293,04	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	8,99	293,04	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	7,11	293,04	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	556,09	5,77	293,04	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	0,00	1000,00	293,04	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	142,63	293,04	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	37,33	293,04	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	17,40	293,04	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	10,29	293,04	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	6,95	293,04	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	5,10	293,04	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	3,98	293,04	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	3,24	293,04	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	2,74	293,04	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0,00	-556,09	2,38	293,04	--	--

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	280,2058	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	264,9230	[kN]
Componente verticale della spinta statica	91,2751	[kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]
	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,69	[°]
Incremento sismico della spinta	73,3313	[kN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]
	Y = -1,89	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,94	[°]
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]
	Y = -5,72	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	489,6116	[kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,27	[m]
	Y = -1,85	[m]
Inerzia del muro	21,0256	[kN]

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	78 di 145

Inerzia verticale del muro 10,5128 [kN]
 Inerzia del terrapieno fondazione di monte 39,0666 [kN]
 Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 19,5333 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 394,3469 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 898,3288 [kN]
 Resistenza passiva a valle del muro -14,7463 [kN]
 Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 1152,6203 [kNm]
 Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 3753,8221 [kNm]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 898,3288 [kN]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 394,3469 [kN]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,35 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Risultante in fondazione 981,0730 [kN]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 23,70 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione 318,3668 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.26

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica 280,2058 [kN]
 Componente orizzontale della spinta statica 264,9230 [kN]
 Componente verticale della spinta statica 91,2751 [kN]
 Punto d'applicazione della spinta X = 4,30 [m] Y = -3,07 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,01 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 50,69 [°]
 Incremento sismico della spinta 51,5181 [kN]
 Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 4,30 [m] Y = -1,89 [m]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 46,63 [°]
 Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30 [m] Y = -5,72 [m]
 Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 489,6116 [kN]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 2,27 [m] Y = -1,85 [m]
 Inerzia del muro 21,0256 [kN]
 Inerzia verticale del muro -10,5128 [kN]
 Inerzia del terrapieno fondazione di monte 39,0666 [kN]
 Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -19,5333 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 373,7234 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 831,1311 [kN]
 Resistenza passiva a valle del muro -14,7463 [kN]
 Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 1188,8642 [kNm]
 Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 3592,3396 [kNm]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 831,1311 [kN]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 373,7234 [kN]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,36 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Risultante in fondazione 911,2892 [kN]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,21 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione 297,7006 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.02

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 79 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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]= -1,16 Y[m]= 5,22

Raggio del cerchio R[m]= 12,22

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,59

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 11,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,79

Coefficiente di sicurezza C= 1.23

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	b/cos α	ϕ	c	u
1	48,1975	77.21	47,0013	0,0348	29.26	0	0
2	74,1907	64.71	67,0810	0,0180	29.26	0	0
3	86,9036	57.02	72,8985	0,0141	29.26	0	0
4	98,3625	50.73	76,1475	0,0122	29.26	0	0
5	106,5313	45.21	75,6013	0,0109	29.26	0	0
6	112,3676	40.19	72,5071	0,0101	29.26	0	0
7	116,3938	35.52	67,6155	0,0095	29.26	0	0
8	118,9325	31.10	61,4408	0,0090	29.26	0	0
9	121,6377	26.89	55,0172	0,0086	26.13	3	0
10	123,5556	22.83	47,9417	0,0084	21.32	8	3
11	122,3734	18.89	39,6171	0,0081	21.32	8	6
12	120,3150	15.04	31,2178	0,0080	21.32	8	8
13	117,4338	11.26	22,9230	0,0079	21.32	8	10
14	113,7678	7.52	14,8962	0,0078	21.32	8	12
15	128,7881	3.82	8,5865	0,0077	21.32	8	12
16	60,9013	0.14	0,1467	0,0077	21.32	8	13
17	41,9592	-3.55	-2,5953	0,0077	21.32	8	12
18	37,7340	-7.25	-4,7588	0,0078	21.32	8	12
19	35,7546	-10.97	-6,8070	0,0078	21.32	8	10
20	32,9356	-14.75	-8,3870	0,0080	21.32	8	9
21	29,2376	-18.60	-9,3244	0,0081	21.32	8	6
22	24,6054	-22.53	-9,4287	0,0083	21.32	8	3
23	18,9628	-26.58	-8,4855	0,0086	25.54	4	0
24	12,2053	-30.78	-6,2464	0,0090	29.26	0	0
25	4,1874	-35.18	-2,4123	0,0094	29.26	0	0

 $\Sigma W_i = 1908,2341$ [kN]

 $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 702,1938$ [kN]

 $\Sigma W_i \tan\phi_i = 890,7166$ [kN]

 $\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 6.27$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 80 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Stabilità globale muro + terreno
Combinazione n° 14

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]= -1,16 Y[m]= 5,22

Raggio del cerchio R[m]= 12,22

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,59

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 11,04

Larghezza della striscia dx[m]= 0,79

Coefficiente di sicurezza C= 1.22

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	b/cos α	ϕ	c	u
1	48,1975	77.21	47,0013	0,0348	29.26	0	0
2	74,1907	64.71	67,0810	0,0180	29.26	0	0
3	86,9036	57.02	72,8985	0,0141	29.26	0	0
4	98,3625	50.73	76,1475	0,0122	29.26	0	0
5	106,5313	45.21	75,6013	0,0109	29.26	0	0
6	112,3676	40.19	72,5071	0,0101	29.26	0	0
7	116,3938	35.52	67,6155	0,0095	29.26	0	0
8	118,9325	31.10	61,4408	0,0090	29.26	0	0
9	121,6377	26.89	55,0172	0,0086	26.13	3	0
10	123,5556	22.83	47,9417	0,0084	21.32	8	3
11	122,3734	18.89	39,6171	0,0081	21.32	8	6
12	120,3150	15.04	31,2178	0,0080	21.32	8	8
13	117,4338	11.26	22,9230	0,0079	21.32	8	10
14	113,7678	7.52	14,8962	0,0078	21.32	8	12
15	128,7881	3.82	8,5865	0,0077	21.32	8	12
16	60,9013	0.14	0,1467	0,0077	21.32	8	13
17	41,9592	-3.55	-2,5953	0,0077	21.32	8	12
18	37,7340	-7.25	-4,7588	0,0078	21.32	8	12
19	35,7546	-10.97	-6,8070	0,0078	21.32	8	10
20	32,9356	-14.75	-8,3870	0,0080	21.32	8	9
21	29,2376	-18.60	-9,3244	0,0081	21.32	8	6
22	24,6054	-22.53	-9,4287	0,0083	21.32	8	3
23	18,9628	-26.58	-8,4855	0,0086	25.54	4	0
24	12,2053	-30.78	-6,2464	0,0090	29.26	0	0
25	4,1874	-35.18	-2,4123	0,0094	29.26	0	0

 $\Sigma W_i = 1908,2341$ [kN]

 $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 702,1938$ [kN]

 $\Sigma W_i \tan\phi_i = 890,7166$ [kN]

 $\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 6.27$
COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica 212,0735 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 194,7782 [kN]

Componente verticale della spinta statica 83,8847 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 4,30 [m] Y = -3,16 [m]

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	81 di 145

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,30 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 53,26 [°]
 Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30 [m] Y = -5,72 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 489,6116 [kN]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 2,27 [m] Y = -1,85 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 194,7782 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 837,0052 [kN]
 Resistenza passiva a valle del muro -17,6300 [kN]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 837,0052 [kN]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 194,7782 [kN]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,26 [m]
 Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Risultante in fondazione 859,3697 [kN]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,10 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -217,0237 [kNm]
 Carico ultimo della fondazione 3600,6264 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 97,95 [kPa]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 159,59 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 22.25$ $N_q = 11.85$ $N_\gamma = 12.54$

Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione $i_c = 0,67$ $i_q = 0,69$ $i_\gamma = 0,55$

Fattori profondità $d_c = 1,08$ $d_q = 1,06$ $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa $b_c = 1,00$ $b_q = 1,00$ $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio $g_c = 1,00$ $g_q = 1,00$ $g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 15.95$ $N'_q = 8.71$ $N'_\gamma = 6.94$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.52

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.30



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 82 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,24	5,2074	0,0143	0,1819
3	0,47	10,4148	0,1145	0,7275
4	0,71	15,6222	0,3863	1,6370
5	0,94	20,8297	0,9157	2,9102
6	1,18	26,0371	1,7885	4,5471
7	1,42	31,2445	3,0906	6,5478
8	1,65	36,4519	4,9077	8,9123
9	1,89	41,6593	7,3258	11,6406
10	2,12	46,8667	10,4307	14,7326
11	2,36	52,0741	14,3082	18,1884
12	2,60	57,2816	19,0443	22,0080
13	2,83	62,4890	24,7246	26,1914
14	3,07	67,6964	31,4352	30,7385
15	3,30	72,9038	39,2618	35,6494
16	3,54	78,1112	48,2903	40,9240
17	3,78	83,3186	58,6066	46,5624
18	4,01	88,5260	70,2964	52,5646
19	4,25	93,7335	83,4457	58,9306
20	4,48	98,9409	98,1403	65,6603
21	4,72	104,1483	114,4623	72,6956

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,13	0,6240	9,6264
3	0,26	2,5098	19,4131
4	0,39	5,6783	29,3601
5	0,52	10,1504	39,4673
6	0,65	15,9468	49,7348
7	0,78	23,0884	60,1625
8	0,91	31,5960	70,7506
9	1,04	41,4905	81,4988
10	1,17	52,7926	92,4074
11	1,30	65,5233	103,4762

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 83 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	0,1558	0,7113
3	0,86	0,6003	1,3429
4	1,29	1,2993	1,8950
5	1,72	2,2186	2,3675
6	2,15	3,3240	2,7604
7	2,58	4,5812	3,0738
8	3,01	5,9560	3,3075
9	3,44	7,4142	3,4617
10	3,87	8,9216	3,5363
11	4,30	10,4440	3,5312

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	0	0	0	0
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6	0	-80	-86
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	12	1	-153	-180
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	20	2	-211	-289
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	29	4	-247	-421
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	41	6	-252	-583
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	55	9	-221	-783
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	73	12	-144	-1029
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	96	16	-6	-1332
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	126	21	312	-1739
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	170	25	1006	-2301
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	231	31	2357	-3056
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	311	37	4620	-4006
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	409	43	7917	-5130
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	523	50	12282	-6414
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	655	57	17737	-7857
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	804	65	24315	-9464
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	918	74	31581	-10525
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	1094	83	40514	-12350
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1367	92	51282	-15380
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1597	102	62876	-17754

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 84 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	--------------------------

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	0
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	7	12	451	-68
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	28	24	1813	-273
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	63	37	4101	-617
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	112	49	7331	-1102
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	176	62	11518	-1732
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	254	75	16676	-2507
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	348	89	22821	-3431
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	457	102	29967	-4505
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	582	116	38131	-5733
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	722	130	47326	-7115

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	0
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	2	1	113	-17
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	7	2	434	-65
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	14	2	938	-141
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	24	3	1602	-241
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	37	3	2401	-361
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	50	4	3309	-497
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	66	4	4302	-647
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	82	4	5355	-805
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	98	4	6444	-969
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	115	4	7543	-1134

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 15

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

A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
s _m	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
w	Apertura media della fessura espressa in [m]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	0,001571	0,001005	-205,40	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
2	0,24	0,001571	0,001005	-205,40	-0,01	0,0000	0,00000	0,000000
3	0,47	0,001571	0,001005	-205,40	-0,11	0,0000	0,00000	0,000000
4	0,71	0,001571	0,001005	-205,40	-0,39	0,0000	0,00000	0,000000
5	0,94	0,001571	0,001005	-205,40	-0,92	0,0000	0,00000	0,000000

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 85 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

6	1,18	0,001571	0,001005	-205,40	-1,79	0,0000	0,00000	0,000000
7	1,42	0,001571	0,001005	-205,40	-3,09	0,0000	0,00000	0,000000
8	1,65	0,001571	0,001005	-205,40	-4,91	0,0000	0,00000	0,000000
9	1,89	0,001571	0,001005	-205,40	-7,33	0,0000	0,00000	0,000000
10	2,12	0,001571	0,001005	-205,40	-10,43	0,0000	0,00000	0,000000
11	2,36	0,001571	0,001005	-205,40	-14,31	0,0000	0,00000	0,000000
12	2,60	0,001571	0,001005	-205,40	-19,04	0,0000	0,00000	0,000000
13	2,83	0,001571	0,001005	-205,40	-24,72	0,0000	0,00000	0,000000
14	3,07	0,001571	0,001005	-205,40	-31,44	0,0000	0,00000	0,000000
15	3,30	0,001571	0,001005	-205,40	-39,26	0,0000	0,00000	0,000000
16	3,54	0,001571	0,001005	-205,40	-48,29	0,0000	0,00000	0,000000
17	3,78	0,001571	0,001005	-205,40	-58,61	0,0000	0,00000	0,000000
18	4,01	0,001571	0,002011	-207,16	-70,30	0,0000	0,00000	0,000000
19	4,25	0,001571	0,002011	-207,16	-83,45	0,0000	0,00000	0,000000
20	4,48	0,001571	0,001005	-205,40	-98,14	0,0000	0,00000	0,000000
21	4,72	0,001571	0,001005	-205,40	-114,46	0,0000	0,00000	0,000000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,20	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
2	-2,07	0,001571	0,001571	253,35	0,62	0,0000	0,00000	0,000000
3	-1,94	0,001571	0,001571	253,35	2,51	0,0000	0,00000	0,000000
4	-1,81	0,001571	0,001571	253,35	5,68	0,0000	0,00000	0,000000
5	-1,68	0,001571	0,001571	253,35	10,15	0,0000	0,00000	0,000000
6	-1,55	0,001571	0,001571	253,35	15,95	0,0000	0,00000	0,000000
7	-1,42	0,001571	0,001571	253,35	23,09	0,0000	0,00000	0,000000
8	-1,29	0,001571	0,001571	253,35	31,60	0,0000	0,00000	0,000000
9	-1,16	0,001571	0,001571	253,35	41,49	0,0000	0,00000	0,000000
10	-1,03	0,001571	0,001571	253,35	52,79	0,0000	0,00000	0,000000
11	-0,90	0,001571	0,001571	253,35	65,52	0,0000	0,00000	0,000000
12	0,00	0,001571	0,001571	253,35	10,44	0,0000	0,00000	0,000000
13	0,43	0,001571	0,001571	253,35	8,92	0,0000	0,00000	0,000000
14	0,86	0,001571	0,001571	253,35	7,41	0,0000	0,00000	0,000000
15	1,29	0,001571	0,001571	253,35	5,96	0,0000	0,00000	0,000000
16	1,72	0,001571	0,001571	253,35	4,58	0,0000	0,00000	0,000000
17	2,15	0,001571	0,001571	253,35	3,32	0,0000	0,00000	0,000000
18	2,58	0,001571	0,001571	253,35	2,22	0,0000	0,00000	0,000000
19	3,01	0,001571	0,001571	253,35	1,30	0,0000	0,00000	0,000000
20	3,44	0,001571	0,001571	253,35	0,60	0,0000	0,00000	0,000000
21	3,87	0,001571	0,001571	253,35	0,16	0,0000	0,00000	0,000000
22	4,30	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	259,3679	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	238,2155	[kN]
Componente verticale della spinta statica	102,5918	[kN]
Punto d'applicazione della spinta X = 4,30	[m]	Y = -3,27 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,70	[°]
Punto d'applicazione della spinta della falda X = 4,30	[m]	Y = -5,72 [m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	489,6116	[kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,27	[m] Y = -1,85 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	238,2155	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	855,7123	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17,6300	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	855,7123	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	238,2155	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	888,2512	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,56	[°]

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 86 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Momento rispetto al baricentro della fondazione -190,9826 [kNm]

Carico ultimo della fondazione 3278,6244 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle 104,53 [kPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte 158,77 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 22.25$ $N_q = 11.85$ $N_\gamma = 12.54$

Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione $i_c = 0,61$ $i_q = 0,64$ $i_\gamma = 0,48$

Fattori profondità $d_c = 1,08$ $d_q = 1,06$ $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa $b_c = 1,00$ $b_q = 1,00$ $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio $g_c = 1,00$ $g_q = 1,00$ $g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 14.50$ $N'_q = 8.02$ $N'_\gamma = 6.07$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.10

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 3.83



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 87 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 16

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,24	5,2074	0,0143	0,1819
3	0,47	10,4148	0,1145	0,7275
4	0,71	15,6222	0,3863	1,6370
5	0,94	20,8297	0,9157	2,9102
6	1,18	26,0371	1,7885	4,5471
7	1,42	31,2445	3,0906	6,5478
8	1,65	36,4519	4,9077	8,9123
9	1,89	41,6593	7,3258	11,6406
10	2,12	46,8667	10,4307	14,7326
11	2,36	52,0741	14,3082	18,1884
12	2,60	57,2816	19,0443	22,0080
13	2,83	62,4890	24,7246	26,1914
14	3,07	67,6964	31,4352	30,7385
15	3,30	72,9038	39,2618	35,6494
16	3,54	78,1112	48,2903	40,9240
17	3,78	83,3186	58,6066	46,5624
18	4,01	88,5260	70,2964	52,5646
19	4,25	93,7335	83,4457	58,9306
20	4,48	98,9409	98,1403	65,6603
21	4,72	104,1483	114,4623	72,6956

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,13	0,6791	10,4717
3	0,26	2,7288	21,0845
4	0,39	6,1672	31,8383
5	0,52	11,0128	42,7331
6	0,65	17,2839	53,7689
7	0,78	24,9988	64,9458
8	0,91	34,1759	76,2637
9	1,04	44,8335	87,7227
10	1,17	56,9899	99,3227
11	1,30	70,6635	111,0637

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 88 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	0,0950	0,4638
3	0,86	0,4176	1,0584
4	1,29	1,0240	1,7838
5	1,72	1,9705	2,6401
6	2,15	3,3132	3,6271
7	2,58	5,1085	4,7450
8	3,01	7,4126	5,9936
9	3,44	10,2818	7,3731
10	3,87	13,7722	8,8834
11	4,30	17,9402	10,5245

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 16

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	0	0	0	0
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6	0	-80	-86
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	12	1	-153	-180
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	20	2	-211	-289
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	29	4	-247	-421
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	41	6	-252	-583
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	55	9	-221	-783
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	73	12	-144	-1029
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	96	16	-6	-1332
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	126	21	312	-1739
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	170	25	1006	-2301
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	231	31	2357	-3056
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	311	37	4620	-4006
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	409	43	7917	-5130
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	523	50	12282	-6414
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	655	57	17737	-7857
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	804	65	24315	-9464
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	918	74	31581	-10525
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	1094	83	40514	-12350
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1367	92	51282	-15380
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1597	102	62876	-17754

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 89 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	--------------------------

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 16

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	0
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	7	13	491	-74
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	30	26	1971	-296
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	68	40	4454	-670
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	121	53	7954	-1196
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	190	67	12484	-1877
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	275	81	18056	-2715
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	376	95	24684	-3711
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	494	110	32382	-4868
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	628	124	41162	-6189
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	778	139	51038	-7673

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	0
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	1	1	69	-10
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	5	1	302	-45
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	11	2	740	-111
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	22	3	1423	-214
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	36	5	2393	-360
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	56	6	3690	-555
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	82	8	5354	-805
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	113	9	7426	-1117
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	152	11	9947	-1496
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	198	13	12958	-1948

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 16

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

A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
w	Apertura media della fessura espressa in [m]

Verifica fessurazione paramento


N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0,00	0,001571	0,001005	-205,40	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
2	0,24	0,001571	0,001005	-205,40	-0,01	0,0000	0,00000	0,000000
3	0,47	0,001571	0,001005	-205,40	-0,11	0,0000	0,00000	0,000000
4	0,71	0,001571	0,001005	-205,40	-0,39	0,0000	0,00000	0,000000
5	0,94	0,001571	0,001005	-205,40	-0,92	0,0000	0,00000	0,000000



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.diPag.
	L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	90 di 145

6	1,18	0,001571	0,001005	-205,40	-1,79	0,0000	0,00000	0,000000
7	1,42	0,001571	0,001005	-205,40	-3,09	0,0000	0,00000	0,000000
8	1,65	0,001571	0,001005	-205,40	-4,91	0,0000	0,00000	0,000000
9	1,89	0,001571	0,001005	-205,40	-7,33	0,0000	0,00000	0,000000
10	2,12	0,001571	0,001005	-205,40	-10,43	0,0000	0,00000	0,000000
11	2,36	0,001571	0,001005	-205,40	-14,31	0,0000	0,00000	0,000000
12	2,60	0,001571	0,001005	-205,40	-19,04	0,0000	0,00000	0,000000
13	2,83	0,001571	0,001005	-205,40	-24,72	0,0000	0,00000	0,000000
14	3,07	0,001571	0,001005	-205,40	-31,44	0,0000	0,00000	0,000000
15	3,30	0,001571	0,001005	-205,40	-39,26	0,0000	0,00000	0,000000
16	3,54	0,001571	0,001005	-205,40	-48,29	0,0000	0,00000	0,000000
17	3,78	0,001571	0,001005	-205,40	-58,61	0,0000	0,00000	0,000000
18	4,01	0,001571	0,002011	-207,16	-70,30	0,0000	0,00000	0,000000
19	4,25	0,001571	0,002011	-207,16	-83,45	0,0000	0,00000	0,000000
20	4,48	0,001571	0,001005	-205,40	-98,14	0,0000	0,00000	0,000000
21	4,72	0,001571	0,001005	-205,40	-114,46	0,0000	0,00000	0,000000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,20	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
2	-2,07	0,001571	0,001571	253,35	0,68	0,0000	0,00000	0,000000
3	-1,94	0,001571	0,001571	253,35	2,73	0,0000	0,00000	0,000000
4	-1,81	0,001571	0,001571	253,35	6,17	0,0000	0,00000	0,000000
5	-1,68	0,001571	0,001571	253,35	11,01	0,0000	0,00000	0,000000
6	-1,55	0,001571	0,001571	253,35	17,28	0,0000	0,00000	0,000000
7	-1,42	0,001571	0,001571	253,35	25,00	0,0000	0,00000	0,000000
8	-1,29	0,001571	0,001571	253,35	34,18	0,0000	0,00000	0,000000
9	-1,16	0,001571	0,001571	253,35	44,83	0,0000	0,00000	0,000000
10	-1,03	0,001571	0,001571	253,35	56,99	0,0000	0,00000	0,000000
11	-0,90	0,001571	0,001571	253,35	70,66	0,0000	0,00000	0,000000
12	0,00	0,001571	0,001571	253,35	17,94	0,0000	0,00000	0,000000
13	0,43	0,001571	0,001571	253,35	13,77	0,0000	0,00000	0,000000
14	0,86	0,001571	0,001571	253,35	10,28	0,0000	0,00000	0,000000
15	1,29	0,001571	0,001571	253,35	7,41	0,0000	0,00000	0,000000
16	1,72	0,001571	0,001571	253,35	5,11	0,0000	0,00000	0,000000
17	2,15	0,001571	0,001571	253,35	3,31	0,0000	0,00000	0,000000
18	2,58	0,001571	0,001571	253,35	1,97	0,0000	0,00000	0,000000
19	3,01	0,001571	0,001571	253,35	1,02	0,0000	0,00000	0,000000
20	3,44	0,001571	0,001571	253,35	0,42	0,0000	0,00000	0,000000
21	3,87	0,001571	0,001571	253,35	0,10	0,0000	0,00000	0,000000
22	4,30	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	282,2400	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	259,2223	[kN]
Componente verticale della spinta statica	111,6388	[kN]
Punto d'applicazione della spinta X =	4,30	[m]
Y =	-3,28	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,70	[°]
Punto d'applicazione della spinta della falda X =	4,30	[m]
Y =	-5,72	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	489,6116	[kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,27	[m]
Y =	-1,85	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	259,2223	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	864,7592	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17,6300	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	864,7592	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	259,2223	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	902,7761	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,69	[°]

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 91 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Momento rispetto al baricentro della fondazione -172,8416 [kNm]
 Carico ultimo della fondazione 3138,7964 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 108,49 [kPa]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 157,59 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 22.25$ $N_q = 11.85$ $N_\gamma = 12.54$

Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione $i_c = 0,58$ $i_q = 0,61$ $i_\gamma = 0,45$

Fattori profondità $d_c = 1,08$ $d_q = 1,06$ $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa $b_c = 1,00$ $b_q = 1,00$ $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio $g_c = 1,00$ $g_q = 1,00$ $g_\gamma = 1,00$


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

$N'_c = 13.84$ $N'_q = 7.70$ $N'_\gamma = 5.68$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.95

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 3.63

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2 Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 92 di 145

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 17

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	0,24	5,2074	0,0143	0,1819
3	0,47	10,4148	0,1145	0,7275
4	0,71	15,6222	0,3863	1,6370
5	0,94	20,8297	0,9157	2,9102
6	1,18	26,0371	1,7885	4,5471
7	1,42	31,2445	3,0906	6,5478
8	1,65	36,4519	4,9077	8,9123
9	1,89	41,6593	7,3258	11,6406
10	2,12	46,8667	10,4307	14,7326
11	2,36	52,0741	14,3082	18,1884
12	2,60	57,2816	19,0443	22,0080
13	2,83	62,4890	24,7246	26,1914
14	3,07	67,6964	31,4352	30,7385
15	3,30	72,9038	39,2618	35,6494
16	3,54	78,1112	48,2903	40,9240
17	3,78	83,3186	58,6066	46,5624
18	4,01	88,5260	70,2964	52,5646
19	4,25	93,7335	83,4457	58,9306
20	4,48	98,9409	98,1403	65,6603
21	4,72	104,1483	114,4623	72,6956

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,13	0,7124	10,9809
3	0,26	2,8606	22,0894
4	0,39	6,4611	33,3255
5	0,52	11,5307	44,6893
6	0,65	18,0859	56,1807
7	0,78	26,1432	67,7998
8	0,91	35,7194	79,5465
9	1,04	46,8308	91,4208
10	1,17	59,4943	103,4227
11	1,30	73,7263	115,5523

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 93 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-0,0040	0,0278
3	0,86	0,0637	0,3330
4	1,29	0,3221	0,9155
5	1,72	0,8908	1,7754
6	2,15	1,8888	2,9128
7	2,58	3,4355	4,3274
8	3,01	5,6501	6,0195
9	3,44	8,6520	7,9889
10	3,87	12,5604	10,2358
11	4,30	17,4945	12,7600

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 17

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	0	0	0	0
2	0,24	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	6	0	-80	-86
3	0,47	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	12	1	-153	-180
4	0,71	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	20	2	-211	-289
5	0,94	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	29	4	-247	-421
6	1,18	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	41	6	-252	-583
7	1,42	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	55	9	-221	-783
8	1,65	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	73	12	-144	-1029
9	1,89	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	96	16	-6	-1332
10	2,12	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	126	21	312	-1739
11	2,36	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	170	25	1006	-2301
12	2,60	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	231	31	2357	-3056
13	2,83	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	311	37	4620	-4006
14	3,07	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	409	43	7917	-5130
15	3,30	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	523	50	12282	-6414
16	3,54	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	655	57	17737	-7857
17	3,78	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	804	65	24315	-9464
18	4,01	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	918	74	31581	-10525
19	4,25	1,00, 0,90	0,001571	0,002011	1094	83	40514	-12350
20	4,48	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1367	92	51282	-15380
21	4,72	1,00, 0,90	0,001571	0,001005	1597	102	62876	-17754

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 94 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 17

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

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	0
2	0,13	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	8	14	515	-77
3	0,26	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	32	28	2066	-311
4	0,39	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	71	42	4667	-702
5	0,52	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	127	56	8328	-1252
6	0,65	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	199	70	13063	-1964
7	0,78	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	288	85	18883	-2839
8	0,91	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	393	100	25799	-3879
9	1,04	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	516	114	33825	-5085
10	1,17	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	655	129	42971	-6461
11	1,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	812	145	53250	-8006

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	0
2	0,43	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	0	0	0	3
3	0,86	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	1	0	46	-7
4	1,29	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	4	1	233	-35
5	1,72	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	10	2	643	-97
6	2,15	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	21	4	1364	-205
7	2,58	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	38	5	2481	-373
8	3,01	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	62	8	4081	-614
9	3,44	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	95	10	6249	-940
10	3,87	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	138	13	9072	-1364
11	4,30	1,00, 1,00	0,001571	0,001571	193	16	12636	-1900

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 17

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

A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
s _m	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
w	Apertura media della fessura espressa in [m]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	0,001571	0,001005	-205,40	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
2	0,24	0,001571	0,001005	-205,40	-0,01	0,0000	0,00000	0,000000
3	0,47	0,001571	0,001005	-205,40	-0,11	0,0000	0,00000	0,000000
4	0,71	0,001571	0,001005	-205,40	-0,39	0,0000	0,00000	0,000000
5	0,94	0,001571	0,001005	-205,40	-0,92	0,0000	0,00000	0,000000

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 95 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

6	1,18	0,001571	0,001005	-205,40	-1,79	0,0000	0,00000	0,000000
7	1,42	0,001571	0,001005	-205,40	-3,09	0,0000	0,00000	0,000000
8	1,65	0,001571	0,001005	-205,40	-4,91	0,0000	0,00000	0,000000
9	1,89	0,001571	0,001005	-205,40	-7,33	0,0000	0,00000	0,000000
10	2,12	0,001571	0,001005	-205,40	-10,43	0,0000	0,00000	0,000000
11	2,36	0,001571	0,001005	-205,40	-14,31	0,0000	0,00000	0,000000
12	2,60	0,001571	0,001005	-205,40	-19,04	0,0000	0,00000	0,000000
13	2,83	0,001571	0,001005	-205,40	-24,72	0,0000	0,00000	0,000000
14	3,07	0,001571	0,001005	-205,40	-31,44	0,0000	0,00000	0,000000
15	3,30	0,001571	0,001005	-205,40	-39,26	0,0000	0,00000	0,000000
16	3,54	0,001571	0,001005	-205,40	-48,29	0,0000	0,00000	0,000000
17	3,78	0,001571	0,001005	-205,40	-58,61	0,0000	0,00000	0,000000
18	4,01	0,001571	0,002011	-207,16	-70,30	0,0000	0,00000	0,000000
19	4,25	0,001571	0,002011	-207,16	-83,45	0,0000	0,00000	0,000000
20	4,48	0,001571	0,001005	-205,40	-98,14	0,0000	0,00000	0,000000
21	4,72	0,001571	0,001005	-205,40	-114,46	0,0000	0,00000	0,000000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,20	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
2	-2,07	0,001571	0,001571	253,35	0,71	0,0000	0,00000	0,000000
3	-1,94	0,001571	0,001571	253,35	2,86	0,0000	0,00000	0,000000
4	-1,81	0,001571	0,001571	253,35	6,46	0,0000	0,00000	0,000000
5	-1,68	0,001571	0,001571	253,35	11,53	0,0000	0,00000	0,000000
6	-1,55	0,001571	0,001571	253,35	18,09	0,0000	0,00000	0,000000
7	-1,42	0,001571	0,001571	253,35	26,14	0,0000	0,00000	0,000000
8	-1,29	0,001571	0,001571	253,35	35,72	0,0000	0,00000	0,000000
9	-1,16	0,001571	0,001571	253,35	46,83	0,0000	0,00000	0,000000
10	-1,03	0,001571	0,001571	253,35	59,49	0,0000	0,00000	0,000000
11	-0,90	0,001571	0,001571	253,35	73,73	0,0000	0,00000	0,000000
12	0,00	0,001571	0,001571	253,35	17,49	0,0000	0,00000	0,000000
13	0,43	0,001571	0,001571	253,35	12,56	0,0000	0,00000	0,000000
14	0,86	0,001571	0,001571	253,35	8,65	0,0000	0,00000	0,000000
15	1,29	0,001571	0,001571	253,35	5,65	0,0000	0,00000	0,000000
16	1,72	0,001571	0,001571	253,35	3,44	0,0000	0,00000	0,000000
17	2,15	0,001571	0,001571	253,35	1,89	0,0000	0,00000	0,000000
18	2,58	0,001571	0,001571	253,35	0,89	0,0000	0,00000	0,000000
19	3,01	0,001571	0,001571	253,35	0,32	0,0000	0,00000	0,000000
20	3,44	0,001571	0,001571	253,35	0,06	0,0000	0,00000	0,000000
21	3,87	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000
22	4,30	0,001571	0,001571	-253,35	0,00	0,0000	0,00000	0,000000



QUADRILATERO
Marche Umbria S.p.A.

**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA
MAXI LOTTO 2**

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 96 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

ALLEGATO B

TABULATI DI CALCOLO MURO TIPO B – H650

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 97 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Geometria muro e fondazione


Descrizione

Muro a mensola in c.a.

Altezza del paramento	6,50 [m]
Spessore in sommità	0,90 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,90 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	4,30 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,00 [m]
Spessore magrone	0,15 [m]

	ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2 Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
	L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	98 di 145

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	6,00	3,00	26,57
2	15,00	3,00	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 0,50 [m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 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
Rilevato	20,00	20,00	35,00	17,50	0,0	0,0
Ecla	18,50	18,50	26,00	17,33	10,0	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	Terreno
1	7,50	0,00	Rilevato
2	10,00	0,00	Ecla

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 99 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

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 (SOVRACCARICO)

D Profilo $X_i=6,50$ $X_f=14,00$ $Q_i=10,0000$ $Q_f=10,0000$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 100 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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

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	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
SOVRACCARICO	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 3 - 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

Combinazione n° 4 - 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

Combinazione n° 5 - 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

Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - 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

Combinazione n° 7 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 9 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
SOVRACCARICO	SFAV	1,00	1,00	1,00

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	101 di 145

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Hansen

Calcolo della stabilità globale

metodo di Bishop

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 4,30 Y = -7,50

Punto superiore superficie di spinta

X = 4,30 Y = 2,15

Altezza della superficie di spinta

9,65 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica

344,5320 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

328,5860 [kN]

Componente verticale della spinta statica

103,6028 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 4,30 [m]

Y = -4,12 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

17,50 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche

59,36 [°]

Punto d'applicazione della spinta della falda

X = 4,30 [m]

Y = -7,50 [m]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte

651,4500 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte

X = 2,25 [m]

Y = -2,69 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale

328,5860 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale

1069,8629 [kN]

Resistenza passiva a valle del muro

-26,6511 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione

1069,8629 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione

328,5860 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione

0,22 [m]

Lunghezza fondazione reagente

6,50 [m]

Risultante in fondazione

1119,1852 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)

17,07 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione

235,9402 [kNm]

Carico ultimo della fondazione

1971,0695 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente

6,50 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle

198,10 [kPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte

131,09 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

$N_c = 22,25$

$N_q = 11,85$

$N_\gamma = 7,94$

Fattori forma

$s_c = 1,00$

$s_q = 1,00$

$s_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione

$i_c = 0,38$

$i_q = 0,43$

$i_\gamma = 0,30$

Fattori profondità

$d_c = 1,09$

$d_q = 1,07$

$d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa

$b_c = 1,00$

$b_q = 1,00$

$b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio

$g_c = 1,00$

$g_q = 1,00$

$g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 9,30$

$N'_q = 5,52$

$N'_\gamma = 2,37$



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 102 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 103 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

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	0,33	7,1712	0,0532	0,4914
3	0,65	14,3425	0,4259	1,9655
4	0,98	21,5137	1,4372	4,4223
5	1,30	28,6849	3,4068	7,8619
6	1,63	35,8561	6,6539	12,2842
7	1,95	43,0274	11,4980	17,6892
8	2,27	50,1986	18,2584	24,0770
9	2,60	57,3698	27,2545	31,4475
10	2,93	64,5410	38,8057	39,8007
11	3,25	71,7123	53,2314	49,1367
12	3,58	78,8835	70,8510	59,4554
13	3,90	86,0547	91,9839	70,7568
14	4,23	93,2259	116,9494	83,0403
15	4,55	100,3972	146,0632	96,2733
16	4,88	107,5684	179,6189	110,3566
17	5,20	114,7396	217,8785	125,2141
18	5,53	121,9109	261,0896	140,8246
19	5,85	129,0821	309,4946	157,1745
20	6,17	136,2533	363,3319	174,2522
21	6,50	143,4245	422,8264	191,9340

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	0,13	1,3614	20,9155
3	0,26	5,4305	41,6568
4	0,39	12,1846	62,2238
5	0,52	21,6011	82,6166
6	0,65	33,6574	102,8352
7	0,78	48,3307	122,8795
8	0,91	65,5985	142,7496
9	1,04	85,4381	162,4455
10	1,17	107,8268	181,9671
11	1,30	132,7420	201,3145

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 104 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-10,6306	-48,7265
3	0,86	-41,2870	-93,1431
4	1,29	-90,1159	-133,2497
5	1,72	-155,2640	-169,0463
6	2,15	-234,8780	-200,5330
7	2,58	-327,1046	-227,7098
8	3,01	-430,0906	-250,5766
9	3,44	-541,9827	-269,1334
10	3,87	-660,9276	-283,3803
11	4,30	-785,0720	-293,3173

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]
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 _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0,00	0,00	1000,00	273,89	--	--
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	11337,76	-84,16	1581,01	274,92	--	--
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	11153,21	-331,16	777,64	275,95	--	--
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10858,64	-725,42	504,73	276,98	--	--
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10022,52	-1190,34	349,40	278,01	--	--
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	8405,76	-1559,88	234,43	279,03	--	--
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	6794,24	-1815,59	157,91	280,06	--	--
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	5150,03	-1873,18	102,59	281,09	--	--
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3554,37	-1688,56	61,96	282,12	--	--
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2396,58	-1440,96	37,13	283,15	--	--
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1649,56	-1224,45	23,00	284,17	--	--
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1176,45	-1056,66	14,91	285,20	--	--
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	886,77	-947,87	10,30	286,23	--	--
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	699,55	-877,56	7,50	287,26	--	--
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	569,67	-828,79	5,67	288,28	--	--
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	475,06	-793,26	4,42	289,31	--	--
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	403,62	-766,43	3,52	290,34	--	--
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	348,14	-745,60	2,86	291,37	--	--
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	1,03	-2,48	0,01	292,40	--	--
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	268,37	-715,64	1,97	293,42	--	--
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	239,01	-704,61	1,67	294,45	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 105 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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	sfuerzo 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, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	297,79	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	419,26	297,79	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	105,11	297,79	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	46,84	297,79	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	26,42	297,79	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	16,96	297,79	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	11,81	297,79	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	8,70	297,79	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	6,68	297,79	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	5,29	297,79	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	4,30	297,79	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	340,07	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	106,10	340,07	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	27,32	340,07	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	12,52	340,07	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	7,26	340,07	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	4,80	340,07	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,45	340,07	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,62	340,07	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,08	340,07	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,71	340,07	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,44	297,79	--	--

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	369,7478	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	352,6348	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	111,1853	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,11	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,74	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -7,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	651,4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,25	[m]	Y = -2,69	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	352,6348	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1077,4455	[kN]

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	106 di 145

Resistenza passiva a valle del muro	-26,6511	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1077,4455	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	352,6348	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1133,6843	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	297,8970	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1803,0810	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	208,07	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	123,46	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 7.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,35$	$i_q = 0,41$	$i_\gamma = 0,27$
Fattori profondità	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 8.62$	$N'_q = 5.20$	$N'_\gamma = 2.16$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 107 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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	0,33	7,1712	0,0532	0,4914
3	0,65	14,3425	0,4259	1,9655
4	0,98	21,5137	1,4372	4,4223
5	1,30	28,6849	3,4068	7,8619
6	1,63	35,8561	6,6539	12,2842
7	1,95	43,0274	11,4980	17,6892
8	2,27	50,1986	18,2584	24,0770
9	2,60	57,3698	27,2545	31,4475
10	2,93	64,5410	38,8057	39,8007
11	3,25	71,7123	53,2314	49,1367
12	3,58	78,8835	70,8510	59,4554
13	3,90	86,0547	91,9839	70,7568
14	4,23	93,2259	116,9494	83,0403
15	4,55	100,3972	146,0632	96,2733
16	4,88	107,5684	179,6189	110,3566
17	5,20	114,7396	217,8864	125,3045
18	5,53	121,9109	261,1838	141,3235
19	5,85	129,0821	309,8460	158,2731
20	6,17	136,2533	364,1453	176,0030
21	6,50	143,4245	424,3194	194,3687

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	0,13	1,4446	22,1881
3	0,26	5,7594	44,1562
4	0,39	12,9157	65,9043
5	0,52	22,8850	87,4325
6	0,65	35,6386	108,7406
7	0,78	51,1480	129,8288
8	0,91	69,3845	150,6969
9	1,04	90,3197	171,3451
10	1,17	113,9247	191,7733
11	1,30	140,1712	211,9816

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.prog. 03	REV. D	Pag.di Pag. 108 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-11,3003	-51,7580
3	0,86	-43,8224	-98,7055
4	1,29	-95,4975	-140,8424
5	1,72	-164,2574	-178,1689
6	2,15	-248,0333	-210,6848
7	2,58	-344,7567	-238,3902
8	3,01	-452,3593	-261,2850
9	3,44	-568,7724	-279,3694
10	3,87	-691,9274	-292,6432
11	4,30	-819,7560	-301,1065

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]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0,00	0,00	1000,00	273,89	--	--
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	11337,76	-84,16	1581,01	274,92	--	--
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	11153,21	-331,16	777,64	275,95	--	--
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10858,64	-725,42	504,73	276,98	--	--
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10022,52	-1190,34	349,40	278,01	--	--
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	8405,76	-1559,88	234,43	279,03	--	--
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	6794,24	-1815,59	157,91	280,06	--	--
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	5150,03	-1873,18	102,59	281,09	--	--
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3554,37	-1688,56	61,96	282,12	--	--
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2396,58	-1440,96	37,13	283,15	--	--
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1649,56	-1224,45	23,00	284,17	--	--
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1176,45	-1056,66	14,91	285,20	--	--
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	886,77	-947,87	10,30	286,23	--	--
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	699,55	-877,56	7,50	287,26	--	--
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	569,67	-828,79	5,67	288,28	--	--
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	475,06	-793,26	4,42	289,31	--	--
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	403,60	-766,42	3,52	290,34	--	--
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	347,99	-745,54	2,85	291,37	--	--
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	1,03	-2,47	0,01	292,40	--	--
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	267,68	-715,38	1,96	293,42	--	--
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	238,04	-704,25	1,66	294,45	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 109 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	297,79	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	395,11	297,79	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	99,11	297,79	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	44,19	297,79	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	24,94	297,79	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	16,02	297,79	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	11,16	297,79	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	8,23	297,79	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	6,32	297,79	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	5,01	297,79	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	4,07	297,79	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	340,07	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	99,82	340,07	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	25,74	340,07	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	11,81	340,07	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	6,87	340,07	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	4,55	340,07	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,27	340,07	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,49	340,07	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,98	340,07	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,63	340,07	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,38	297,79	--	--

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	344,5320	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	328,5860	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	103,6028	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,36	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -7,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	651,4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,25	[m]	Y = -2,69	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	30,00	[kN]
-------------------	-------	------

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	110 di 145

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	358,5860	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1069,8629	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-26,6511	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1069,8629	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	358,5860	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,47	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1128,3575	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	505,9402	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1637,7195	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	236,44	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	92,74	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 7.94$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.34$	$i_q = 0.40$	$i_\gamma = 0.26$
Fattori profondità	$d_c = 1.09$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 8.37$	$N'_q = 5.07$	$N'_\gamma = 2.09$

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	45,0000	30,0000
2	0,33	7,1712	54,8032	30,4914
3	0,65	14,3425	64,9259	31,9655
4	0,98	21,5137	75,6872	34,4223
5	1,30	28,6849	87,4068	37,8619
6	1,63	35,8561	100,4039	42,2842
7	1,95	43,0274	114,9980	47,6892
8	2,27	50,1986	131,5084	54,0770
9	2,60	57,3698	150,2545	61,4475
10	2,93	64,5410	171,5557	69,8007
11	3,25	71,7123	195,7314	79,1367
12	3,58	78,8835	223,1010	89,4554
13	3,90	86,0547	253,9839	100,7568
14	4,23	93,2259	288,6994	113,0403
15	4,55	100,3972	327,5632	126,2733
16	4,88	107,5684	370,8689	140,3566
17	5,20	114,7396	418,8785	155,2141
18	5,53	121,9109	471,8396	170,8246
19	5,85	129,0821	529,9946	187,1745
20	6,17	136,2533	593,5819	204,2522
21	6,50	143,4245	662,8264	221,9340

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	0,13	1,6811	25,8004
3	0,26	6,6919	51,2272
4	0,39	14,9840	76,2804
5	0,52	26,5086	100,9600
6	0,65	41,2174	125,2659
7	0,78	59,0616	149,1983
8	0,91	79,9927	172,7570
9	1,04	103,9622	195,9421
10	1,17	130,9215	218,7536
11	1,30	160,8220	241,1914

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 112 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-14,0191	-64,1234
3	0,86	-54,2157	-121,7553
4	1,29	-117,7983	-172,8959
5	1,72	-201,9757	-217,5451
6	2,15	-303,9567	-255,7030
7	2,58	-420,9499	-287,3694
8	3,01	-550,1640	-312,5445
9	3,44	-688,8077	-331,2282
10	3,87	-834,0897	-343,4204
11	4,30	-983,2188	-349,1214

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
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 _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0,00	-1,53	0,03	273,89	--	--
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	84,61	-646,63	11,80	274,92	--	--
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	148,11	-670,48	10,33	275,95	--	--
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	195,65	-688,33	9,09	276,98	--	--
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	230,15	-701,28	8,02	278,01	--	--
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	253,59	-710,09	7,07	279,03	--	--
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	267,66	-715,37	6,22	280,06	--	--
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	273,97	-717,74	5,46	281,09	--	--
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	274,06	-717,78	4,78	282,12	--	--
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	269,37	-716,02	4,17	283,15	--	--
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	261,21	-712,95	3,64	284,17	--	--
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	250,69	-709,00	3,18	285,20	--	--
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	238,70	-704,50	2,77	286,23	--	--
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	225,95	-699,71	2,42	287,26	--	--
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	212,96	-694,83	2,12	288,28	--	--
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	200,13	-690,01	1,86	289,31	--	--
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	187,73	-685,36	1,64	290,34	--	--
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	175,93	-680,93	1,44	291,37	--	--
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	0,56	-2,28	0,00	292,40	--	--
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	154,45	-672,86	1,13	293,42	--	--
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	144,81	-669,24	1,01	294,45	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 113 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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	sfuerzo 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, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	297,79	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	339,54	297,79	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	85,29	297,79	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	38,09	297,79	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	21,53	297,79	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	13,85	297,79	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	9,66	297,79	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	7,14	297,79	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	5,49	297,79	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	4,36	297,79	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	3,55	297,79	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	340,07	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	80,46	340,07	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	20,80	340,07	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	9,58	340,07	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	5,58	340,07	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,71	340,07	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,68	340,07	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,05	340,07	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,64	340,07	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,35	340,07	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,15	297,79	--	--

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	265,0246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	252,7585	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	79,6944	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,36	[°]		
Incremento sismico della spinta	38,0958	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,61	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -7,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	651,4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,25	[m]	Y = -2,69	[m]
Inerzia del muro	22,8488	[kN]		

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	114 di 145

Inerzia verticale del muro	-11,4244	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	49,1598	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-24,5799	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	362,0072	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1021,4059	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-26,6511	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1021,4059	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	362,0072	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,44	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1083,6601	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,52	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	454,2702	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1544,3453	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	221,65	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	92,63	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 7.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,32$	$i_q = 0,38$	$i_\gamma = 0,24$
Fattori profondità	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 7.77$	$N'_q = 4.79$	$N'_\gamma = 1.91$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 115 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	7,1712	0,1371	0,9953
3	0,65	14,3425	0,7453	2,8988
4	0,98	21,5137	2,1197	5,7105
5	1,30	28,6849	4,5555	9,4304
6	1,63	35,8561	8,3479	14,0586
7	1,95	43,0274	13,7920	19,5950
8	2,27	50,1986	21,1831	26,0397
9	2,60	57,3698	30,8162	33,3925
10	2,93	64,5410	42,9866	41,6536
11	3,25	71,7123	57,9895	50,8230
12	3,58	78,8835	76,1199	60,9005
13	3,90	86,0547	97,6732	71,8863
14	4,23	93,2259	122,9444	83,7796
15	4,55	100,3972	152,2253	96,5505
16	4,88	107,5684	185,7872	110,1073
17	5,20	114,7396	223,8723	124,3795
18	5,53	121,9109	266,7093	139,3477
19	5,85	129,0821	314,5223	154,9992
20	6,17	136,2533	367,5316	171,3233
21	6,50	143,4245	425,9452	188,2057

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,13	1,5804	24,2572
3	0,26	6,2923	48,1789
4	0,39	14,0923	71,7652
5	0,52	24,9368	95,0160
6	0,65	38,7820	117,9314
7	0,78	55,5844	140,5113
8	0,91	75,3004	162,7557
9	1,04	97,8863	184,6647
10	1,17	123,2987	206,2382
11	1,30	151,4937	227,4763

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 116 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-9,3015	-42,3428
3	0,86	-35,6237	-79,1664
4	1,29	-76,5935	-110,4708
5	1,72	-129,8375	-136,2560
6	2,15	-192,9826	-156,5219
7	2,58	-263,6553	-171,2686
8	3,01	-339,4825	-180,4961
9	3,44	-418,0909	-184,2044
10	3,87	-497,1072	-182,3934
11	4,30	-574,1581	-175,0633

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B	base della sezione espressa in [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 _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0,00	0,00	1000,00	273,89	--	--
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	11240,04	-214,94	1567,38	274,92	--	--
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10974,54	-570,30	765,18	275,95	--	--
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10558,31	-1040,30	490,77	276,98	--	--
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	9023,92	-1433,11	314,59	278,01	--	--
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	7417,29	-1726,87	206,86	279,03	--	--
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	5913,53	-1895,53	137,44	280,06	--	--
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	4241,57	-1789,88	84,50	281,09	--	--
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2911,04	-1563,67	50,74	282,12	--	--
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1992,55	-1327,11	30,87	283,15	--	--
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1419,65	-1147,99	19,80	284,17	--	--
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1043,14	-1006,59	13,22	285,20	--	--
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	809,58	-918,88	9,41	286,23	--	--
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	651,85	-859,65	6,99	287,26	--	--
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	539,02	-817,28	5,37	288,28	--	--
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	454,90	-785,69	4,23	289,31	--	--
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	390,24	-761,40	3,40	290,34	--	--
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	339,29	-742,27	2,78	291,37	--	--
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	1,01	-2,47	0,01	292,40	--	--
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	264,81	-714,30	1,94	293,42	--	--
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	237,00	-703,86	1,65	294,45	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 117 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{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, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	297,79	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	361,18	297,79	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	90,71	297,79	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	40,50	297,79	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	22,89	297,79	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	14,72	297,79	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	10,27	297,79	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	7,58	297,79	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	5,83	297,79	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	4,63	297,79	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	3,77	297,79	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	340,07	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	121,27	340,07	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	31,66	340,07	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	14,73	340,07	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	8,69	340,07	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	5,84	340,07	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	4,28	340,07	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,32	340,07	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,70	340,07	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,27	340,07	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,96	297,79	--	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	265,0246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	252,7585	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	79,6944	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,36	[°]		
Incremento sismico della spinta	57,7894	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,93	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -7,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	651,4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,25	[m]	Y = -2,69	[m]
Inerzia del muro	22,8488	[kN]		

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	118 di 145

Inerzia verticale del muro	11,4244	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	49,1598	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	24,5799	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	380,7893	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1099,3365	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-26,6511	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1099,3365	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	380,7893	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,41	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1163,4179	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,11	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	455,5793	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1606,7593	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	233,83	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	104,43	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 7.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,33$	$i_q = 0,39$	$i_\gamma = 0,25$
Fattori profondità	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 8.02$	$N'_q = 4.91$	$N'_\gamma = 1.98$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 119 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

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	0,33	7,1712	0,1402	1,0232
3	0,65	14,3425	0,7695	3,0103
4	0,98	21,5137	2,2013	5,9614
5	1,30	28,6849	4,7488	9,8766
6	1,63	35,8561	8,7255	14,7557
7	1,95	43,0274	14,4445	20,5988
8	2,27	50,1986	22,2191	27,4059
9	2,60	57,3698	32,3628	35,1770
10	2,93	64,5410	45,1886	43,9121
11	3,25	71,7123	61,0101	53,6112
12	3,58	78,8835	80,1404	64,2743
13	3,90	86,0547	102,8928	75,9014
14	4,23	93,2259	129,5807	88,4917
15	4,55	100,3972	160,5136	102,0136
16	4,88	107,5684	195,9796	116,3694
17	5,20	114,7396	236,2358	131,4848
18	5,53	121,9109	281,5248	147,3388
19	5,85	129,0821	332,0845	163,9180
20	6,17	136,2533	388,1488	181,2112
21	6,50	143,4245	449,9384	199,0970

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	0,13	1,6832	25,8395
3	0,26	6,7037	51,3426
4	0,39	15,0177	76,5092
5	0,52	26,5815	101,3394
6	0,65	41,3514	125,8332
7	0,78	59,2836	149,9906
8	0,91	80,3343	173,8115
9	1,04	104,4600	197,2960
10	1,17	131,6167	220,4441
11	1,30	161,7609	243,2557

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 120 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-8,2095	-37,2621
3	0,86	-31,2528	-68,9943
4	1,29	-66,7520	-95,1968
5	1,72	-112,3294	-115,8695
6	2,15	-165,6072	-131,0124
7	2,58	-224,2074	-140,6254
8	3,01	-285,7524	-144,7087
9	3,44	-347,8643	-143,2622
10	3,87	-408,1653	-136,2859
11	4,30	-464,2776	-123,7797

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
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 _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0,00	0,00	1000,00	273,89	--	--
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	11236,56	-219,61	1566,89	274,92	--	--
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10961,25	-588,08	764,25	275,95	--	--
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10453,63	-1069,61	485,91	276,98	--	--
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	8859,83	-1466,76	308,87	278,01	--	--
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	7215,91	-1755,97	201,25	279,03	--	--
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	5632,24	-1890,77	130,90	280,06	--	--
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3963,65	-1754,41	78,96	281,09	--	--
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2670,02	-1506,18	46,54	282,12	--	--
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1822,96	-1276,35	28,24	283,15	--	--
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1293,82	-1100,73	18,04	284,17	--	--
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	960,12	-975,42	12,17	285,20	--	--
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	749,71	-896,40	8,71	286,23	--	--
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	606,11	-842,47	6,50	287,26	--	--
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	502,64	-803,62	5,01	288,28	--	--
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	425,10	-774,50	3,95	289,31	--	--
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	365,26	-752,02	3,18	290,34	--	--
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	317,96	-734,26	2,61	291,37	--	--
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	0,95	-2,44	0,01	292,40	--	--
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	248,61	-708,22	1,82	293,42	--	--
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	222,65	-698,47	1,55	294,45	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 121 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione 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
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, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	297,79	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	339,10	297,79	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	85,14	297,79	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	38,01	297,79	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	21,47	297,79	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	13,80	297,79	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	9,63	297,79	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	7,11	297,79	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	5,46	297,79	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	4,34	297,79	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	3,53	297,79	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	340,07	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	137,40	340,07	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	36,09	340,07	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	16,90	340,07	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	10,04	340,07	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	6,81	340,07	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	5,03	340,07	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,95	340,07	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,24	340,07	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,76	340,07	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,43	297,79	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	265,0246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	252,7585	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	79,6944	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,36	[°]		
Incremento sismico della spinta	57,7894	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	55,93	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -7,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	651,4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,25	[m]	Y = -2,69	[m]

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	122 di 145

Inerzia del muro	22,8488	[kN]
Inerzia verticale del muro	11,4244	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	49,1598	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	24,5799	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	380,7893	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1099,3365	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-26,6511	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1099,3365	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	380,7893	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,41	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1163,4179	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,11	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	455,5793	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1606,7593	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	233,83	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	104,43	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 7.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,33$	$i_q = 0,39$	$i_\gamma = 0,25$
Fattori profondità	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 8.02$	$N'_q = 4.91$	$N'_\gamma = 1.98$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 123 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

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	0,33	7,1712	0,1402	1,0232
3	0,65	14,3425	0,7695	3,0103
4	0,98	21,5137	2,2013	5,9614
5	1,30	28,6849	4,7488	9,8766
6	1,63	35,8561	8,7255	14,7557
7	1,95	43,0274	14,4445	20,5988
8	2,27	50,1986	22,2191	27,4059
9	2,60	57,3698	32,3628	35,1770
10	2,93	64,5410	45,1886	43,9121
11	3,25	71,7123	61,0101	53,6112
12	3,58	78,8835	80,1404	64,2743
13	3,90	86,0547	102,8928	75,9014
14	4,23	93,2259	129,5807	88,4917
15	4,55	100,3972	160,5136	102,0136
16	4,88	107,5684	195,9796	116,3694
17	5,20	114,7396	236,2358	131,4848
18	5,53	121,9109	281,5248	147,3388
19	5,85	129,0821	332,0845	163,9180
20	6,17	136,2533	388,1488	181,2112
21	6,50	143,4245	449,9384	199,0970

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	0,13	1,6832	25,8395
3	0,26	6,7037	51,3426
4	0,39	15,0177	76,5092
5	0,52	26,5815	101,3394
6	0,65	41,3514	125,8332
7	0,78	59,2836	149,9906
8	0,91	80,3343	173,8115
9	1,04	104,4600	197,2960
10	1,17	131,6167	220,4441
11	1,30	161,7609	243,2557

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 124 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-8,2095	-37,2621
3	0,86	-31,2528	-68,9943
4	1,29	-66,7520	-95,1968
5	1,72	-112,3294	-115,8695
6	2,15	-165,6072	-131,0124
7	2,58	-224,2074	-140,6254
8	3,01	-285,7524	-144,7087
9	3,44	-347,8643	-143,2622
10	3,87	-408,1653	-136,2859
11	4,30	-464,2776	-123,7797

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]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0,00	0,00	1000,00	273,89	--	--
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	11236,56	-219,61	1566,89	274,92	--	--
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10961,25	-588,08	764,25	275,95	--	--
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	10453,63	-1069,61	485,91	276,98	--	--
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	8859,83	-1466,76	308,87	278,01	--	--
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	7215,91	-1755,97	201,25	279,03	--	--
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	5632,24	-1890,77	130,90	280,06	--	--
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3963,65	-1754,41	78,96	281,09	--	--
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2670,02	-1506,18	46,54	282,12	--	--
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1822,96	-1276,35	28,24	283,15	--	--
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1293,82	-1100,73	18,04	284,17	--	--
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	960,12	-975,42	12,17	285,20	--	--
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	749,71	-896,40	8,71	286,23	--	--
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	606,11	-842,47	6,50	287,26	--	--
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	502,64	-803,62	5,01	288,28	--	--
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	425,10	-774,50	3,95	289,31	--	--
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	365,26	-752,02	3,18	290,34	--	--
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	317,96	-734,26	2,61	291,37	--	--
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	0,95	-2,44	0,01	292,40	--	--
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	248,61	-708,22	1,82	293,42	--	--
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	222,65	-698,47	1,55	294,45	--	--

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 125 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	297,79	--	--
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	339,10	297,79	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	85,14	297,79	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	38,01	297,79	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	21,47	297,79	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	13,80	297,79	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	9,63	297,79	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	7,11	297,79	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	5,46	297,79	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	4,34	297,79	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	3,53	297,79	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	340,07	--	--
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	137,40	340,07	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	36,09	340,07	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	16,90	340,07	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	10,04	340,07	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	6,81	340,07	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	5,03	340,07	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,95	340,07	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,24	340,07	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,76	340,07	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,43	297,79	--	--

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	265,0246	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	252,7585	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	79,6944	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,36	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -7,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	651,4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,25	[m]	Y = -2,69	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	252,7585	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1045,9546	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-26,6511	[kN]

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	126 di 145

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1045,9546	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	252,7585	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1076,0613	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,59	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	57,6965	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2593,7817	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	169,11	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	152,72	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 7.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,48$	$i_q = 0,53$	$i_\gamma = 0,40$
Fattori profondità	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 11.71$	$N'_q = 6.67$	$N'_\gamma = 3.14$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 127 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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	0,33	7,1712	0,0409	0,3780
3	0,65	14,3425	0,3276	1,5119
4	0,98	21,5137	1,1056	3,4018
5	1,30	28,6849	2,6206	6,0476
6	1,63	35,8561	5,1184	9,4494
7	1,95	43,0274	8,8446	13,6071
8	2,27	50,1986	14,0449	18,5207
9	2,60	57,3698	20,9650	24,1904
10	2,93	64,5410	29,8505	30,6159
11	3,25	71,7123	40,9472	37,7974
12	3,58	78,8835	54,5008	45,7349
13	3,90	86,0547	70,7568	54,4283
14	4,23	93,2259	89,9611	63,8771
15	4,55	100,3972	112,3563	74,0564
16	4,88	107,5684	138,1684	84,8897
17	5,20	114,7396	167,5989	96,3185
18	5,53	121,9109	200,8382	108,3266
19	5,85	129,0821	238,0728	120,9034
20	6,17	136,2533	279,4861	134,0401
21	6,50	143,4245	325,2511	147,6415

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	0,13	1,1427	17,5732
3	0,26	4,5672	35,1039
4	0,39	10,2679	52,5919
5	0,52	18,2392	70,0373
6	0,65	28,4757	87,4402
7	0,78	40,9718	104,8004
8	0,91	55,7220	122,1180
9	1,04	72,7207	139,3930
10	1,17	91,9623	156,6253
11	1,30	113,4414	173,8151

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 128 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-3,9753	-18,1041
3	0,86	-15,2377	-33,8930
4	1,29	-32,7915	-47,3667
5	1,72	-55,6412	-58,5254
6	2,15	-82,7914	-67,3688
7	2,58	-113,2466	-73,8971
8	3,01	-146,0111	-78,1103
9	3,44	-180,0895	-80,0083
10	3,87	-214,4864	-79,5911
11	4,30	-248,2061	-76,8588

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	8	1	-107	-120
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	18	2	-193	-262
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	31	5	-235	-448
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	48	8	-212	-701
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	73	13	-101	-1043
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	107	19	172	-1518
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	161	25	979	-2255
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	244	33	2881	-3351
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	357	42	6311	-4810
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	499	52	11418	-6608
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	671	63	18282	-8750
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	875	74	27006	-11259
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1113	87	37717	-14167
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1389	101	50558	-17508
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1704	116	65664	-21314
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2061	132	83161	-25612
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2463	148	103170	-30430
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	419734	165	0	2351193
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3409	183	151197	-41729
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3958	202	179446	-48261

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 129 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

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

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	11	22	799	-122
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	43	43	3194	-487
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	97	64	7181	-1095
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	172	86	12755	-1945
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	269	107	19914	-3036
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	387	128	28653	-4368
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	526	150	38968	-5941
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	687	171	50855	-7753
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	868	192	64311	-9805
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1071	213	79332	-12095

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	32	-22	-400	1429
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	123	-42	-1535	5479
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	264	-58	-3303	11791
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	448	-72	-5605	20008
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	666	-83	-8340	29770
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	912	-91	-11408	40722
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1175	-96	-14709	52503
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1450	-98	-18142	64757
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1727	-98	-21607	77126
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1998	-94	-25004	89251

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 7

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

A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0,00	0,000000	0,001272	-193,19	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,33	0,001901	0,001272	-210,25	-0,04	0,0000	0,00	0,000
3	0,65	0,001901	0,001272	-210,25	-0,33	0,0000	0,00	0,000
4	0,98	0,001901	0,001272	-210,25	-1,11	0,0000	0,00	0,000
5	1,30	0,001901	0,001272	-210,25	-2,62	0,0000	0,00	0,000

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 130 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

6	1,63	0,001901	0,001272	-210,25	-5,12	0,0000	0,00	0,000
7	1,95	0,001901	0,001272	-210,25	-8,84	0,0000	0,00	0,000
8	2,27	0,001901	0,001272	-210,25	-14,04	0,0000	0,00	0,000
9	2,60	0,001901	0,001272	-210,25	-20,96	0,0000	0,00	0,000
10	2,93	0,001901	0,001272	-210,25	-29,85	0,0000	0,00	0,000
11	3,25	0,001901	0,001272	-210,25	-40,95	0,0000	0,00	0,000
12	3,58	0,001901	0,001272	-210,25	-54,50	0,0000	0,00	0,000
13	3,90	0,001901	0,001272	-210,25	-70,76	0,0000	0,00	0,000
14	4,23	0,001901	0,001272	-210,25	-89,96	0,0000	0,00	0,000
15	4,55	0,001901	0,001272	-210,25	-112,36	0,0000	0,00	0,000
16	4,88	0,001901	0,001272	-210,25	-138,17	0,0000	0,00	0,000
17	5,20	0,001901	0,001272	-210,25	-167,60	0,0000	0,00	0,000
18	5,53	0,001901	0,001272	-210,25	-200,84	0,0000	0,00	0,000
19	5,85	0,001901	0,001272	-210,25	-238,07	0,0400	156,37	0,082
20	6,17	0,001901	0,001272	-210,25	-279,49	0,0441	156,37	0,117
21	6,50	0,001901	0,001272	-210,25	-325,25	0,0623	156,37	0,166

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{is}	A _n	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,20	0,000000	0,000000	-235,31	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-2,07	0,003142	0,001571	258,50	1,14	0,0000	0,00	0,000
3	-1,94	0,003142	0,001571	258,50	4,57	0,0000	0,00	0,000
4	-1,81	0,003142	0,001571	258,50	10,27	0,0000	0,00	0,000
5	-1,68	0,003142	0,001571	258,50	18,24	0,0000	0,00	0,000
6	-1,55	0,003142	0,001571	258,50	28,48	0,0000	0,00	0,000
7	-1,42	0,003142	0,001571	258,50	40,97	0,0000	0,00	0,000
8	-1,29	0,003142	0,001571	258,50	55,72	0,0000	0,00	0,000
9	-1,16	0,003142	0,001571	258,50	72,72	0,0000	0,00	0,000
10	-1,03	0,003142	0,001571	258,50	91,96	0,0000	0,00	0,000
11	-0,90	0,003142	0,001571	258,50	113,44	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,003142	0,001571	-270,76	-248,21	0,0000	0,00	0,000
13	0,43	0,003142	0,001571	-270,76	-214,49	0,0000	0,00	0,000
14	0,86	0,003142	0,001571	-270,76	-180,09	0,0000	0,00	0,000
15	1,29	0,003142	0,001571	-270,76	-146,01	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	0,003142	0,001571	-270,76	-113,25	0,0000	0,00	0,000
17	2,15	0,003142	0,001571	-270,76	-82,79	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	0,003142	0,001571	-270,76	-55,64	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	0,003142	0,001571	-270,76	-32,79	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	0,003142	0,001571	-270,76	-15,24	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	0,003142	0,001571	-270,76	-3,98	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	0,000000	0,000000	-235,31	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	277,6076	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	264,7590	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	83,4782	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,12	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,93	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -7,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	651,4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,25	[m]	Y = -2,69	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	264,7590	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1049,7383	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-26,6511	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1049,7383	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	264,7590	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1082,6116	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,16	[°]

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 131 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

Momento rispetto al baricentro della fondazione 88,2910 [kNm]
 Carico ultimo della fondazione 2481,9161 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 174,04 [kPa]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 148,96 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 7.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,46$	$i_q = 0,51$	$i_\gamma = 0,38$
Fattori profondità	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 11.29$	$N'_q = 6.47$	$N'_\gamma = 3.01$

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 132 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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	0,33	7,1712	0,0409	0,3780
3	0,65	14,3425	0,3276	1,5119
4	0,98	21,5137	1,1056	3,4018
5	1,30	28,6849	2,6206	6,0476
6	1,63	35,8561	5,1184	9,4494
7	1,95	43,0274	8,8446	13,6071
8	2,27	50,1986	14,0449	18,5207
9	2,60	57,3698	20,9650	24,1904
10	2,93	64,5410	29,8505	30,6159
11	3,25	71,7123	40,9472	37,7974
12	3,58	78,8835	54,5008	45,7349
13	3,90	86,0547	70,7568	54,4283
14	4,23	93,2259	89,9611	63,8771
15	4,55	100,3972	112,3563	74,0564
16	4,88	107,5684	138,1684	84,8897
17	5,20	114,7396	167,6002	96,3335
18	5,53	121,9109	200,8606	108,4725
19	5,85	129,0821	238,1859	121,3336
20	6,17	136,2533	279,7918	134,7983
21	6,50	143,4245	325,8588	148,7437

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	0,13	1,1839	18,2024
3	0,26	4,7298	36,3397
4	0,39	10,6294	54,4117
5	0,52	18,8740	72,4186
6	0,65	29,4554	90,3602
7	0,78	42,3649	108,2367
8	0,91	57,5941	126,0479
9	1,04	75,1345	143,7940
10	1,17	94,9777	161,4748
11	1,30	117,1151	179,0905

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 133 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-4,3055	-19,5984
3	0,86	-16,4874	-36,6345
4	1,29	-35,4439	-51,1082
5	1,72	-60,0732	-63,0197
6	2,15	-89,2735	-72,3687
7	2,58	-121,9430	-79,1555
8	3,01	-156,9799	-83,3799
9	3,44	-193,2824	-85,0419
10	3,87	-229,7487	-84,1416
11	4,30	-265,2770	-80,6790

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	8	1	-107	-120
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	18	2	-193	-262
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	31	5	-235	-448
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	48	8	-212	-701
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	73	13	-101	-1043
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	107	19	172	-1518
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	161	25	979	-2255
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	244	33	2881	-3351
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	357	42	6311	-4810
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	499	52	11418	-6608
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	671	63	18282	-8750
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	875	74	27006	-11259
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1113	87	37717	-14167
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1389	101	50558	-17508
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1704	116	65664	-21314
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2061	132	83162	-25612
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2463	148	103184	-30433
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	419991	166	0	2352659
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3413	184	151397	-41772
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3965	203	179843	-48346

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 134 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	11	22	828	-126
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	45	45	3308	-504
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	100	67	7433	-1133
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	178	89	13199	-2012
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	278	111	20599	-3140
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	400	133	29627	-4517
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	544	154	40277	-6140
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	710	176	52543	-8011
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	897	198	66420	-10126
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1106	219	81901	-12486

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	35	-24	-434	1548
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	133	-45	-1661	5929
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	285	-63	-3571	12745
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	484	-77	-6052	21601
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	719	-89	-8993	32101
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	982	-97	-12285	43849
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1264	-102	-15814	56447
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1556	-104	-19471	69501
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1850	-103	-23145	82614
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	2136	-99	-26724	95389

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 8

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

A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0,00	0,000000	0,001272	-193,19	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,33	0,001901	0,001272	-210,25	-0,04	0,0000	0,00	0,000
3	0,65	0,001901	0,001272	-210,25	-0,33	0,0000	0,00	0,000
4	0,98	0,001901	0,001272	-210,25	-1,11	0,0000	0,00	0,000
5	1,30	0,001901	0,001272	-210,25	-2,62	0,0000	0,00	0,000

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 135 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

6	1,63	0,001901	0,001272	-210,25	-5,12	0,0000	0,00	0,000
7	1,95	0,001901	0,001272	-210,25	-8,84	0,0000	0,00	0,000
8	2,27	0,001901	0,001272	-210,25	-14,04	0,0000	0,00	0,000
9	2,60	0,001901	0,001272	-210,25	-20,96	0,0000	0,00	0,000
10	2,93	0,001901	0,001272	-210,25	-29,85	0,0000	0,00	0,000
11	3,25	0,001901	0,001272	-210,25	-40,95	0,0000	0,00	0,000
12	3,58	0,001901	0,001272	-210,25	-54,50	0,0000	0,00	0,000
13	3,90	0,001901	0,001272	-210,25	-70,76	0,0000	0,00	0,000
14	4,23	0,001901	0,001272	-210,25	-89,96	0,0000	0,00	0,000
15	4,55	0,001901	0,001272	-210,25	-112,36	0,0000	0,00	0,000
16	4,88	0,001901	0,001272	-210,25	-138,17	0,0000	0,00	0,000
17	5,20	0,001901	0,001272	-210,25	-167,60	0,0000	0,00	0,000
18	5,53	0,001901	0,001272	-210,25	-200,86	0,0000	0,00	0,000
20	6,17	0,001901	0,001272	-210,25	-279,79	0,0441	156,37	0,117
21	6,50	0,001901	0,001272	-210,25	-325,86	0,0626	156,37	0,166

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _s	A _n	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,20	0,000000	0,000000	-235,31	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-2,07	0,003142	0,001571	258,50	1,18	0,0000	0,00	0,000
3	-1,94	0,003142	0,001571	258,50	4,73	0,0000	0,00	0,000
4	-1,81	0,003142	0,001571	258,50	10,63	0,0000	0,00	0,000
5	-1,68	0,003142	0,001571	258,50	18,87	0,0000	0,00	0,000
6	-1,55	0,003142	0,001571	258,50	29,46	0,0000	0,00	0,000
7	-1,42	0,003142	0,001571	258,50	42,36	0,0000	0,00	0,000
8	-1,29	0,003142	0,001571	258,50	57,59	0,0000	0,00	0,000
9	-1,16	0,003142	0,001571	258,50	75,13	0,0000	0,00	0,000
10	-1,03	0,003142	0,001571	258,50	94,98	0,0000	0,00	0,000
11	-0,90	0,003142	0,001571	258,50	117,12	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,003142	0,001571	-270,76	-265,28	0,0000	0,00	0,000
13	0,43	0,003142	0,001571	-270,76	-229,75	0,0000	0,00	0,000
14	0,86	0,003142	0,001571	-270,76	-193,28	0,0000	0,00	0,000
15	1,29	0,003142	0,001571	-270,76	-156,98	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	0,003142	0,001571	-270,76	-121,94	0,0000	0,00	0,000
17	2,15	0,003142	0,001571	-270,76	-89,27	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	0,003142	0,001571	-270,76	-60,07	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	0,003142	0,001571	-270,76	-35,44	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	0,003142	0,001571	-270,76	-16,49	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	0,003142	0,001571	-270,76	-4,31	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	0,000000	0,000000	-235,31	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	281,8227	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	268,7791	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	84,7457	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,11	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,80	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 4,30	[m]	Y = -7,50	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	651,4500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,25	[m]	Y = -2,69	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	268,7791	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1051,0059	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-26,6511	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1051,0059	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	268,7791	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1084,8297	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,35	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	98,8151	[kNm]

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	136 di 145

Carico ultimo della fondazione 2445,3108 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 6,50 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 175,73 [kPa]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 147,66 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 7.94$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,46$	$i_q = 0,50$	$i_\gamma = 0,37$
Fattori profondità	$d_c = 1,09$	$d_q = 1,07$	$d_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

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

$N'_c = 11.16$	$N'_q = 6.41$	$N'_\gamma = 2.96$
----------------	---------------	--------------------

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 137 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 9

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	7,1712	0,0409	0,3780
3	0,65	14,3425	0,3276	1,5119
4	0,98	21,5137	1,1056	3,4018
5	1,30	28,6849	2,6206	6,0476
6	1,63	35,8561	5,1184	9,4494
7	1,95	43,0274	8,8446	13,6071
8	2,27	50,1986	14,0449	18,5207
9	2,60	57,3698	20,9650	24,1904
10	2,93	64,5410	29,8505	30,6159
11	3,25	71,7123	40,9472	37,7974
12	3,58	78,8835	54,5008	45,7349
13	3,90	86,0547	70,7568	54,4283
14	4,23	93,2259	89,9611	63,8771
15	4,55	100,3972	112,3563	74,0564
16	4,88	107,5684	138,1684	84,8897
17	5,20	114,7396	167,6028	96,3639
18	5,53	121,9109	200,8888	108,6081
19	5,85	129,0821	238,2762	121,5769
20	6,17	136,2533	279,9785	135,1495
21	6,50	143,4245	326,1779	149,2079

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,13	1,1980	18,4182
3	0,26	4,7856	36,7634
4	0,39	10,7533	55,0357
5	0,52	19,0917	73,2350
6	0,65	29,7912	91,3613
7	0,78	42,8425	109,4146
8	0,91	58,2359	127,3950
9	1,04	75,9620	145,3024
10	1,17	96,0113	163,1368
11	1,30	118,3744	180,8983

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 138 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-4,4195	-20,1147
3	0,86	-16,9192	-37,5820
4	1,29	-36,3606	-52,4020
5	1,72	-61,6055	-64,5746
6	2,15	-91,5154	-74,0999
7	2,58	-124,9519	-80,9778
8	3,01	-160,7768	-85,2083
9	3,44	-197,8516	-86,7914
10	3,87	-235,0380	-85,7272
11	4,30	-271,1976	-82,0157

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

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,00, 0,90	0,000000	0,001272	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	8	1	-107	-120
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	18	2	-193	-262
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	31	5	-235	-448
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	48	8	-212	-701
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	73	13	-101	-1043
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	107	19	172	-1518
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	161	25	979	-2255
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	244	33	2881	-3351
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	357	42	6311	-4810
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	499	52	11418	-6608
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	671	63	18282	-8750
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	875	74	27006	-11259
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1113	87	37717	-14167
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1389	101	50558	-17508
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1704	116	65664	-21314
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2061	132	83164	-25613
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2464	149	103203	-30437
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3415	185	151519	-41798
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3969	204	180052	-48390

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 139 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

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

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	11	23	838	-128
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	45	45	3347	-510
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	102	67	7520	-1146
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	180	90	13351	-2035
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	281	112	20834	-3176
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	405	134	29961	-4568
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	550	156	40726	-6209
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	717	178	53122	-8099
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	907	200	67143	-10236
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1118	222	82782	-12621

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	36	-25	-445	1589
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	136	-46	-1704	6084
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	293	-64	-3663	13075
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	496	-79	-6206	22152
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	737	-91	-9219	32907
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1006	-99	-12588	44931
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1294	-104	-16197	57813
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1593	-106	-19932	71144
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1892	-105	-23678	84516
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	2183	-101	-27320	97518

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 9

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

A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
S _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	0,00	0,000000	0,001272	-193,19	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,33	0,001901	0,001272	-210,25	-0,04	0,0000	0,00	0,000
3	0,65	0,001901	0,001272	-210,25	-0,33	0,0000	0,00	0,000
4	0,98	0,001901	0,001272	-210,25	-1,11	0,0000	0,00	0,000
5	1,30	0,001901	0,001272	-210,25	-2,62	0,0000	0,00	0,000

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 140 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

6	1,63	0,001901	0,001272	-210,25	-5,12	0,0000	0,00	0,000
7	1,95	0,001901	0,001272	-210,25	-8,84	0,0000	0,00	0,000
8	2,27	0,001901	0,001272	-210,25	-14,04	0,0000	0,00	0,000
9	2,60	0,001901	0,001272	-210,25	-20,96	0,0000	0,00	0,000
10	2,93	0,001901	0,001272	-210,25	-29,85	0,0000	0,00	0,000
11	3,25	0,001901	0,001272	-210,25	-40,95	0,0000	0,00	0,000
12	3,58	0,001901	0,001272	-210,25	-54,50	0,0000	0,00	0,000
13	3,90	0,001901	0,001272	-210,25	-70,76	0,0000	0,00	0,000
14	4,23	0,001901	0,001272	-210,25	-89,96	0,0000	0,00	0,000
15	4,55	0,001901	0,001272	-210,25	-112,36	0,0000	0,00	0,000
16	4,88	0,001901	0,001272	-210,25	-138,17	0,0000	0,00	0,000
17	5,20	0,001901	0,001272	-210,25	-167,60	0,0000	0,00	0,000
18	5,53	0,001901	0,001272	-210,25	-200,89	0,0000	0,00	0,000
19	5,85	0,000000	0,002545	-195,66	-238,28	100000,0000	1000,00	1000,000
20	6,17	0,001901	0,001272	-210,25	-279,98	0,0442	156,37	0,118
21	6,50	0,001901	0,001272	-210,25	-326,18	0,0627	156,37	0,167

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{is}	A _n	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-2,20	0,000000	0,000000	-235,31	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-2,07	0,003142	0,001571	258,50	1,20	0,0000	0,00	0,000
3	-1,94	0,003142	0,001571	258,50	4,79	0,0000	0,00	0,000
4	-1,81	0,003142	0,001571	258,50	10,75	0,0000	0,00	0,000
5	-1,68	0,003142	0,001571	258,50	19,09	0,0000	0,00	0,000
6	-1,55	0,003142	0,001571	258,50	29,79	0,0000	0,00	0,000
7	-1,42	0,003142	0,001571	258,50	42,84	0,0000	0,00	0,000
8	-1,29	0,003142	0,001571	258,50	58,24	0,0000	0,00	0,000
9	-1,16	0,003142	0,001571	258,50	75,96	0,0000	0,00	0,000
10	-1,03	0,003142	0,001571	258,50	96,01	0,0000	0,00	0,000
11	-0,90	0,003142	0,001571	258,50	118,37	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,003142	0,001571	-270,76	-271,20	0,0284	107,83	0,052
13	0,43	0,003142	0,001571	-270,76	-235,04	0,0000	0,00	0,000
14	0,86	0,003142	0,001571	-270,76	-197,85	0,0000	0,00	0,000
15	1,29	0,003142	0,001571	-270,76	-160,78	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	0,003142	0,001571	-270,76	-124,95	0,0000	0,00	0,000
17	2,15	0,003142	0,001571	-270,76	-91,52	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	0,003142	0,001571	-270,76	-61,61	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	0,003142	0,001571	-270,76	-36,36	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	0,003142	0,001571	-270,76	-16,92	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	0,003142	0,001571	-270,76	-4,42	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	0,000000	0,000000	-235,31	0,00	0,0000	0,00	0,000

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 141 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	45,0000	0,0000	30,0000
2	0,33	7,1712	7,1712	0,0532	54,8032	0,4914	30,4914
3	0,65	14,3425	14,3425	0,4259	64,9259	1,9655	31,9655
4	0,98	21,5137	21,5137	1,4372	75,6872	4,4223	34,4223
5	1,30	28,6849	28,6849	3,4068	87,4068	7,8619	37,8619
6	1,63	35,8561	35,8561	6,6539	100,4039	12,2842	42,2842
7	1,95	43,0274	43,0274	11,4980	114,9980	17,6892	47,6892
8	2,27	50,1986	50,1986	18,2584	131,5084	24,0770	54,0770
9	2,60	57,3698	57,3698	27,2545	150,2545	31,4475	61,4475
10	2,93	64,5410	64,5410	38,8057	171,5557	39,8007	69,8007
11	3,25	71,7123	71,7123	53,2314	195,7314	49,1367	79,1367
12	3,58	78,8835	78,8835	70,8510	223,1010	59,4554	89,4554
13	3,90	86,0547	86,0547	91,9839	253,9839	70,7568	100,7568
14	4,23	93,2259	93,2259	116,9494	288,6994	83,0403	113,0403
15	4,55	100,3972	100,3972	146,0632	327,5632	96,2733	126,2733
16	4,88	107,5684	107,5684	179,6189	370,8689	110,1073	140,3566
17	5,20	114,7396	114,7396	217,8785	418,8785	124,3795	155,2141
18	5,53	121,9109	121,9109	261,0896	471,8396	139,3477	170,8246
19	5,85	129,0821	129,0821	309,4946	529,9946	154,9992	187,1745
20	6,17	136,2533	136,2533	363,3319	593,5819	171,3233	204,2522
21	6,50	143,4245	143,4245	422,8264	662,8264	188,2057	221,9340

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	7,1712	7,1712	0,0409	0,0409	0,3780	0,3780
3	0,65	14,3425	14,3425	0,3276	0,3276	1,5119	1,5119
4	0,98	21,5137	21,5137	1,1056	1,1056	3,4018	3,4018
5	1,30	28,6849	28,6849	2,6206	2,6206	6,0476	6,0476
6	1,63	35,8561	35,8561	5,1184	5,1184	9,4494	9,4494
7	1,95	43,0274	43,0274	8,8446	8,8446	13,6071	13,6071
8	2,27	50,1986	50,1986	14,0449	14,0449	18,5207	18,5207
9	2,60	57,3698	57,3698	20,9650	20,9650	24,1904	24,1904
10	2,93	64,5410	64,5410	29,8505	29,8505	30,6159	30,6159
11	3,25	71,7123	71,7123	40,9472	40,9472	37,7974	37,7974
12	3,58	78,8835	78,8835	54,5008	54,5008	45,7349	45,7349
13	3,90	86,0547	86,0547	70,7568	70,7568	54,4283	54,4283
14	4,23	93,2259	93,2259	89,9611	89,9611	63,8771	63,8771
15	4,55	100,3972	100,3972	112,3563	112,3563	74,0564	74,0564
16	4,88	107,5684	107,5684	138,1684	138,1684	84,8897	84,8897
17	5,20	114,7396	114,7396	167,5989	167,6028	96,3185	96,3639
18	5,53	121,9109	121,9109	200,8382	200,8888	108,3266	108,6081
19	5,85	129,0821	129,0821	238,0728	238,2762	120,9034	121,5769
20	6,17	136,2533	136,2533	279,4861	279,9785	134,0401	135,1495
21	6,50	143,4245	143,4245	325,2511	326,1779	147,6415	149,2079

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

Inviluppo combinazioni SLU

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 142 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	---------------------------

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,13	1,3614	1,6832	20,9155	25,8395
3	0,26	5,4305	6,7037	41,6568	51,3426
4	0,39	12,1846	15,0177	62,2238	76,5092
5	0,52	21,6011	26,5815	82,6166	101,3394
6	0,65	33,6574	41,3514	102,8352	125,8332
7	0,78	48,3307	59,2836	122,8795	149,9906
8	0,91	65,5985	80,3343	142,7496	173,8115
9	1,04	85,4381	104,4600	162,4455	197,2960
10	1,17	107,8268	131,6167	181,9671	220,4441
11	1,30	132,7420	161,7609	201,3145	243,2557

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,13	1,1427	1,1980	17,5732	18,4182
3	0,26	4,5672	4,7856	35,1039	36,7634
4	0,39	10,2679	10,7533	52,5919	55,0357
5	0,52	18,2392	19,0917	70,0373	73,2350
6	0,65	28,4757	29,7912	87,4402	91,3613
7	0,78	40,9718	42,8425	104,8004	109,4146
8	0,91	55,7220	58,2359	122,1180	127,3950
9	1,04	72,7207	75,9620	139,3930	145,3024
10	1,17	91,9623	96,0113	156,6253	163,1368
11	1,30	113,4414	118,3744	173,8151	180,8983

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,43	-14,0191	-8,2095	-64,1234	-37,2621
3	0,86	-54,2157	-31,2528	-121,7553	-68,9943
4	1,29	-117,7983	-66,7520	-172,8959	-95,1968
5	1,72	-201,9757	-112,3294	-217,5451	-115,8695
6	2,15	-303,9567	-165,6072	-255,7030	-131,0124
7	2,58	-420,9499	-224,2074	-287,3694	-140,6254
8	3,01	-550,1640	-285,7524	-312,5445	-144,7087
9	3,44	-688,8077	-347,8643	-331,2282	-143,2622
10	3,87	-834,0897	-408,1653	-343,4204	-136,2859
11	4,30	-983,2188	-464,2776	-349,1214	-123,7797

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,43	-4,4195	-3,9753	-20,1147	-18,1041
3	0,86	-16,9192	-15,2377	-37,5820	-33,8930
4	1,29	-36,3606	-32,7915	-52,4020	-47,3667
5	1,72	-61,6055	-55,6412	-64,5746	-58,5254
6	2,15	-91,5154	-82,7914	-74,0999	-67,3688
7	2,58	-124,9519	-113,2466	-80,9778	-73,8971
8	3,01	-160,7768	-146,0111	-85,2083	-78,1103
9	3,44	-197,8516	-180,0895	-86,7914	-80,0083
10	3,87	-235,0380	-214,4864	-85,7272	-79,5911
11	4,30	-271,1976	-248,2061	-82,0157	-76,8588

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N.progr. 03	REV. D	Pag.di Pag. 143 di 145
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
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]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	84,61	-84,16	11,80	274,92	--	--
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	148,11	-331,16	10,33	275,95	--	--
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	195,65	-688,33	9,09	276,98	--	--
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	230,15	-701,28	8,02	278,01	--	--
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	253,59	-710,09	7,07	279,03	--	--
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	267,66	-715,37	6,22	280,06	--	--
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	273,97	-717,74	5,46	281,09	--	--
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	274,06	-717,78	4,78	282,12	--	--
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	269,37	-716,02	4,17	283,15	--	--
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	261,21	-712,95	3,64	284,17	--	--
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	250,69	-709,00	3,18	285,20	--	--
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	238,70	-704,50	2,77	286,23	--	--
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	225,95	-699,71	2,42	287,26	--	--
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	212,96	-694,83	2,12	288,28	--	--
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	200,13	-690,01	1,86	289,31	--	--
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	187,73	-685,36	1,64	290,34	--	--
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	175,93	-680,93	1,44	291,37	--	--
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	0,56	-2,28	0,00	292,40	--	--
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	154,45	-672,86	1,13	293,42	--	--
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	144,81	-669,24	1,01	294,45	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
2	0,33	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	8	1	-107	-120
3	0,65	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	18	2	-193	-262
4	0,98	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	31	5	-235	-448
5	1,30	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	48	8	-212	-701
6	1,63	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	73	13	-101	-1043
7	1,95	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	107	19	172	-1518
8	2,27	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	161	25	979	-2255
9	2,60	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	244	33	2881	-3351
10	2,93	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	357	42	6311	-4810
11	3,25	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	499	52	11418	-6608
12	3,58	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	671	63	18282	-8750
13	3,90	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	875	74	27006	-11259
14	4,23	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1113	87	37717	-14167
15	4,55	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1389	101	50558	-17508
16	4,88	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	1704	116	65664	-21314
17	5,20	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2061	132	83164	-25613
18	5,53	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	2464	149	103203	-30437
19	5,85	1,00, 0,90	0,000000	0,002545	420196	166	0	2353828
20	6,17	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3415	185	151519	-41798
21	6,50	1,00, 0,90	0,001901	0,001272	3969	204	180052	-48390

Opera L0703	Tratto 2/11	Settore E	CEE 16	WBS OM0002	Id.doc REL	N. progr. 03	REV. D	Pag. di Pag. 144 di 145
----------------	----------------	--------------	-----------	---------------	---------------	-----------------	-----------	----------------------------

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
2	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	339,10	297,79	--	--
3	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	85,14	297,79	--	--
4	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	38,01	297,79	--	--
5	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	21,47	297,79	--	--
6	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	13,80	297,79	--	--
7	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	9,63	297,79	--	--
8	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	7,11	297,79	--	--
9	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	5,46	297,79	--	--
10	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	4,34	297,79	--	--
11	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	570,79	3,53	297,79	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
13	0,13	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	11	23	838	-128
14	0,26	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	45	45	3347	-510
15	0,39	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	102	67	7520	-1146
16	0,52	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	180	90	13351	-2035
17	0,65	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	281	112	20834	-3176
18	0,78	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	405	134	29961	-4568
19	0,91	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	550	156	40726	-6209
20	1,04	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	717	178	53122	-8099
21	1,17	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	907	200	67143	-10236
22	1,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1118	222	82782	-12621

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
2	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	80,46	297,79	--	--
3	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	20,80	297,79	--	--
4	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	9,58	297,79	--	--
5	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	5,58	297,79	--	--
6	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	3,71	297,79	--	--
7	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,68	297,79	--	--
8	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	2,05	297,79	--	--
9	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,64	297,79	--	--
10	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,35	297,79	--	--
11	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	0,00	-1127,95	1,15	297,79	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
13	0,43	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	36	-25	-445	1589
14	0,86	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	136	-46	-1704	6084



**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**

MAXI LOTTO 2

Muri di controripa in c.a. da pr. 2+691 a pr. 2+712 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.progr.	REV.	Pag.di Pag.
L0703	211	E	16	OM0002	REL	03	D	145 di 145

15	1,29	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	293	-64	-3663	13075
16	1,72	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	496	-79	-6206	22152
17	2,15	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	737	-91	-9219	32907
18	2,58	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1006	-99	-12588	44931
19	3,01	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1294	-104	-16197	57813
20	3,44	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1593	-106	-19932	71144
21	3,87	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	1892	-105	-23678	84516
22	4,30	1,00, 1,00	0,003142	0,001571	2183	-101	-27320	97518