



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

CONTRAENTE GENERALE:	Il Responsabile del Contraente Generale:
 <p>DIRPA 2 s.c.a.r.l.</p>	

PROGETTAZIONE:	ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE:
<p>Partecipazioni Italia S.p.A.</p> <p>IL PROGETTISTA: Dott. Ing. Salvatore Lieto Ordine degli Ingegneri Prov. di Mantova n.1147</p>	 <p>TECNOSTRUTTURE S.r.l. SEDE LEGALE: Piazza Regina Margherita n.27 - 00198 ROMA SEDE OPERATIVA: Via delle Querciole n. 13 - 00037 Segni (RM)</p> <p>IL PROGETTISTA: Dott. Ing. Antonio Tosiani</p>

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE:	IL DIRETTORE DEI LAVORI:
Ing. Iginio Farotti	Ing. Vincenzo Pardo	Ing. Peppino Marascio

<p>2.1.3 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</p> <p>3° Stralcio funzionale - Castelraimondo Nord - Castelraimondo Sud 4° Stralcio funzionale - Castelraimondo Sud - Innesto SS77 a Muccia</p> <p>OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Muro in gabbioni su via Berta (asse secondario) Relazione di calcolo</p>	<p>SCALA: ---</p> <p>DATA: Novembre 2021</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 O 7 0 3	2 1 3	E	1 6	O S 0 0 2 9	R E L	0 1	A

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
A	Novem. 2021	Emissione Progetto di Dettaglio	Tecnostutture	A. Tosiani	S. Lieto

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 1 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

I N D I C E

1.	PREMESSA	2
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	6
4.1	MODELLO GEOTECNICO	8
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	9
5.1	METODO DI ANALISI	11
5.1.1	Descrizione modello di calcolo.....	11
5.1.2	Metodo di Bishop.....	12
5.1.3	Metodo di Bishop semplificato.....	12
5.1.4	Verifiche di stabilità.....	13
5.1.5	Verifica di stabilità globale.....	14
5.1.6	Definizioni.....	15
5.2	IPOSTESI DI CALCOLO.....	16
6.	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI VERIFICA.....	17
6.1	CARICHI FISSI	17
6.2	SPINTE DEL TERRENO.....	17
6.3	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI.....	18
6.4	AZIONI SISMICHE.....	18
6.4.1	FORZE D'INERZIA	19
6.4.2	EFFETTI SISMICI SULLE SPINTE DEL TERRENO	20
6.5	STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI VERIFICA AI SENSI DM 14.01.08	20
7.	SEZIONE DI CALCOLO ANALIZZATA	22
7.1	RISULTATI VERIFICHE.....	22
7.1.1	Risultati verifiche geotecniche.....	22
8.	ALLEGATO 1 : TABULATI DI CALCOLO.....	24
8.1	MURO IN GABBIONI: H = 3.00 M	24

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029	REL	01	A	2 di 47

1. PREMESSA

Il presente documento rientra nell'ambito della redazione degli Elaborati tecnici di Progetto di Dettaglio della strada Pedemontana Marchigiana, che costituisce l'elemento di completamento tra le due direttrici "S.S.76" Valnerina e "S.S.77" Val di Chienti, relativamente agli stralci funzionali n°3 (Svincolo di Castelraimondo nord – Svincolo di Castelraimondo sud) e n°4 (Svincolo di Castelraimondo sud - innesto con la S.S. 77 a Muccia)

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento, il calcolo e la verifica dell'opera di sostegno in gabbioni ubicata nei pressi del nuovo Sottovia strada "di via Berta" realizzato al km 6+926.

Oggetto della trattazione nel seguito esposta è in particolare il dimensionamento strutturale e geotecnico del muro in gabbioni di altezza costante e pari a 3.00 m

Nel seguito, dopo una breve descrizione delle opere cui si riferiscono i calcoli sviluppati, si riportano tutti i criteri generali adottati per le analisi e verifiche strutturali, ed a seguire , tutti i risultati ottenuti nei vari casi.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Per la caratterizzazione geotecnica e stratigrafica dei terreni si fa invece riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica generale e nel profilo longitudinale generale. Il terreno di fondazione è costituito superficialmente dall' **unità Ala** - Depositi alluvionali limoso argillosi, al disotto della quale è presente l'**unità Salt** – Substrato alterato argilloso limoso, quindi l'**unità Pa** – Substrato pelitico arenaceo.

In accordo alle disposizioni dettate dalle "Norme tecniche per le costruzioni" (DM 14.01.2008), sono state condotte le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) e agli stati limite ultimi (SLU). Secondo la normativa tecnica in vigore ai fini della zonazione sismica del territorio italiano, l'opera in progetto ricade nel territorio del Comune di Camerino. Pertanto, le strutture sono assunte di classe III (vita utile di 50 anni, sisma con periodo di ritorno di 712 anni) l'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria C è pari ad $a_g = 0.220g$.

A tale valore di accelerazione si è fatto riferimento nei calcoli di verifica riportati nei seguenti capitoli.

Nel seguito si espongono le analisi necessarie al dimensionamento e le verifiche di stabilità geotecnica e dei principali elementi strutturali, in conformità alla normativa di riferimento.

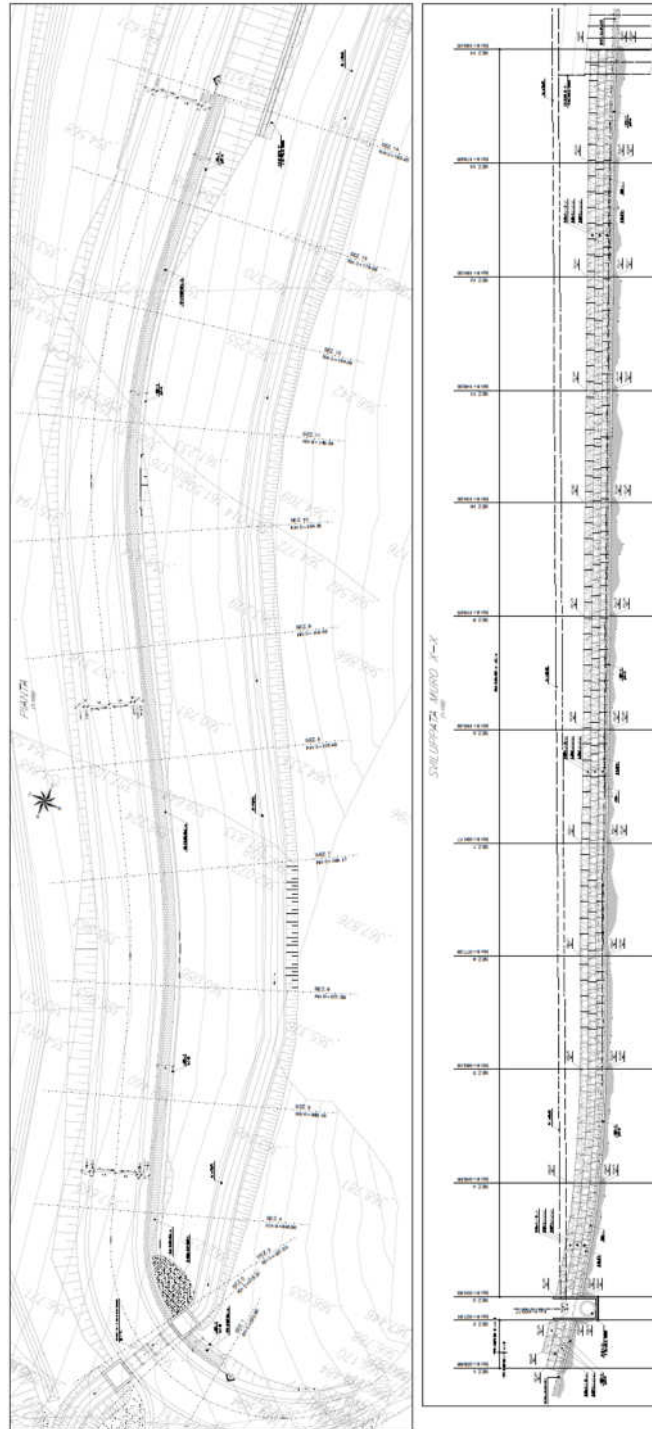
In coda alla relazione sono riportati negli Allegati i file di input delle analisi di calcolo svolte, i cui risultati sono riportati in dettaglio.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto o S.S. 77 a Muccia
OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	4 di 47



Planimetria e sviluppata opera

 QUADRILATERO Marche Umbria S.p.A.	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innest o S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo							
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

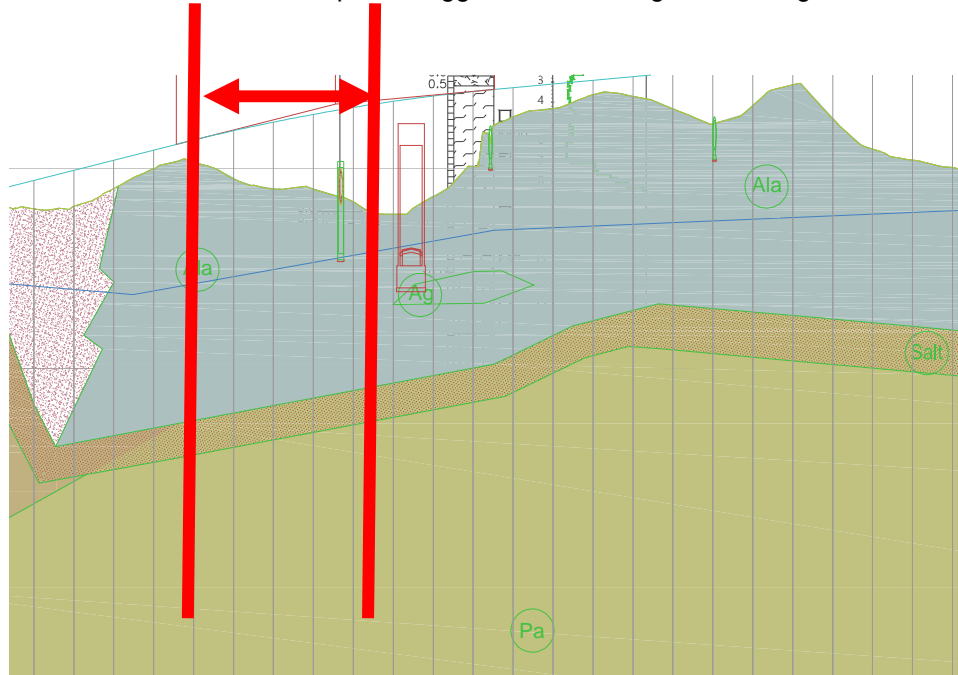
Per la redazione del progetto strutturale e geotecnico esposto nel presente documento, si è fatto riferimento alle seguenti normative e specifiche nazionali e comunitarie:

- **D.M. 14/01/2008.**
Norme tecniche per le costruzioni.
- **Circolare del 02/02/2009.**
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/01/2008.

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 6 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Dall'esame della suddetta documentazione, è stato possibile riscontrare che lungo il tratto interessato dalla realizzazione delle opere in oggetto, si ha la seguente stratigrafia:



- **Unità Ala:** Depositi alluvionali limoso argillosi costituito da uno strato di altezza media di circa 10.00 m;
- **Unità Salt:** Strato alterato di argilla limosa costituito da uno spessore di circa 1.70 m;
- **Unità Pa:** Substrato pelitico arenaceo strato profondo;

Per maggiori dettagli ed approfondimenti a quanto riportato in merito nella Relazione Geotecnica Generale.

Nel seguito si riassumono i parametri geotecnici di progetto per le varie unità geotecniche.

Unità Ala - Depositi alluvionali limoso argillosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 24\div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0\div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 50\div 100 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$G_o = 30\div 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 70\div 250 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 7 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso

$\gamma = 19.0 \div 21.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 23 \div 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi_r' = 20 \div 22^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 50 \div 300 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$G_o = 80 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 400 \div 900 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità Pa – Substrato pelitico arenaceo

$\gamma = 22.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$E'_{op} = 20 + 5.75 \cdot z \text{ MPa per } z < 40\text{m}$	modulo di deformazione elastico operativo
$E'_{op} = 100 + 3.75 \cdot z \text{ MPa per } z > 40\text{m}$	

Z [m]	c' [kPa]	ϕ' [°]
20	35 ÷ 80	23 ÷ 31
30	80 ÷ 120	22 ÷ 28
50	120 ÷ 150	20 ÷ 26

Pertanto, per le verifiche della paratia si sono assunti le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

Unità Ala – Deposito alluvionali limoso argilloso

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	peso dell'unità di volume
$\phi' = 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_{op}' = 23 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso dell'unità di volume
$\phi' = 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_{op}' = 35 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Unità Pa – Substrato pelitico arenaceo

Questi parametri sono validi per tutte e tre le unità, Sch/Scs/Bis

$\gamma = 22.5 \text{ kN/m}^3$	peso dell'unità di volume
$\phi' = 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 57 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_{op}' = 130 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto o S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo							
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

4.1 MODELLO GEOTECNICO

Nei dimensionamenti delle opere si è considerata dunque la seguente stratigrafia:

LITOTIPO		POTENZA	γ	c'	φ'	E_{vc}	E_{ur}
		m	kN/m ³	kPa	°	MPa	MPa
Unità Ala – Deposito alluvionali limoso argilloso	Ala	10.00	19	2.5	25	23	130
Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso	Salt	1.70	20	10	25	35	55
Unità Pa – Substrato pelitico arenaceo	Pa	-	22.5	57	27	130	210

La falda, nella zona interessata dal muro su gabbioni, è posta cautelativamente, a circa -6.40 m da piano campagna.

I moduli elastici sopra riportati sono da considerare validi rispettivamente nel campo di compressione vergine (E_{vc}) e di scarico-ricarico. Il valore del modulo di deformabilità è stato assunto costante con la profondità.

I parametri di resistenza sopra riportati sono da intendersi in termini di tensioni efficaci, in quanto il calcolo è stato sviluppato in condizioni drenate.

Dall'analisi congiunta del profilo geologico, della relazione geologica e delle sezioni geologiche interpretative, è possibile sintetizzare alcune considerazioni sulle condizioni idrogeologiche della zona, ai fini della progettazione delle opere di sostegno in esame.

La formazione presenta una permeabilità molto alta e, vista l'elevata permeabilità intrinseca della tipologia dell'opera di sostegno adottata (Muri in gabbioni), ai fini del calcolo strutturale dell'opera sono state del tutto trascurate le spinte dell'acqua a monte..

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto o S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo								
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 9 di 47

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Le opere in progetto rientrano nell'ambito dei Lavori di Realizzazione dell'Infrastruttura "Pedemontana delle Marche" progettato per una vita nominale V_N pari a **50** anni. ed una classe d'uso **III** (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.) ai sensi del D. Min. 14/01/2008, da cui scaturisce un coefficiente d'uso $C_U = 1.5$

L'azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco a_g (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR.

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_C^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

In particolare, si può notare come F_0 descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l'opera insiste (Comune di Camerino). Infatti, da quest'ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d'amplificazione stratigrafica e topografica.

Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l'opera in oggetto.

- Vita nominale V_N = 50 anni;
- Classe d'uso = III;
- Coefficiente d'uso C_U = 1.5;

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo								
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 10 di 47

- Periodo di riferimento V_R = 75 anni;
- $T_{R,SLV}$ = 712 anni;
- Comune = Camerino;

A partire dai dati di cui in precedenza, si determinano i valori dei parametri di pericolosità sismica riferiti ai diversi stati limite di verifica previsti dalla Normativa nei riguardi delle azioni sismiche :

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV	
a_g	0.220 g	Accelerazione massima al suolo
S_s	1.364	Coefficiente stratigrafico

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità di Progetto

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innest o S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo							
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

5.1 METODO DI ANALISI

5.1.1 Descrizione modello di calcolo

Le analisi vengono eseguite verificando la stabilità delle sezioni indicate in precedenza simulando la presenza dei rinforzi in rete metallica disposti secondo le necessità progettuali, considerando tutta una serie di potenziali superfici di scivolamento circolari e riscontrando in ogni caso, in accordo alla Normativa, un fattore di sicurezza $FS \geq 1.00$ (R1) \div 1.10 (R2) per quanto concerne tutte le verifiche di stabilità. Nello specifico per la stabilità globali si applica l'approccio di tipo geotecnico (GEO) con combinazione A2+M2+R2 che risulta essere la più cautelativa e ricercando un fattore di sicurezza $FS \geq 1.00$.

Si precisa che nel codice MACSTARS W utilizzato per il calcolo, i coefficienti di riduzione sulle resistenze (γ_R) sono già automaticamente applicati: ciò implica che il valore del Fattore di Sicurezza - previsto da normativa $\geq 1,1$ (R2) e/o $\geq 1,1/1,4$ (R3)- da cercare nelle verifiche deve essere maggiore di 1.00.

Le analisi di stabilità dei pendii possono essere verificate con diversi metodi di calcolo, ognuno dei quali fornisce un'equazione finale che permette di determinare il coefficiente di sicurezza. Ogni metodo assume una serie di ipotesi semplificative così da poter rendere risolvibile il sistema di equazioni.

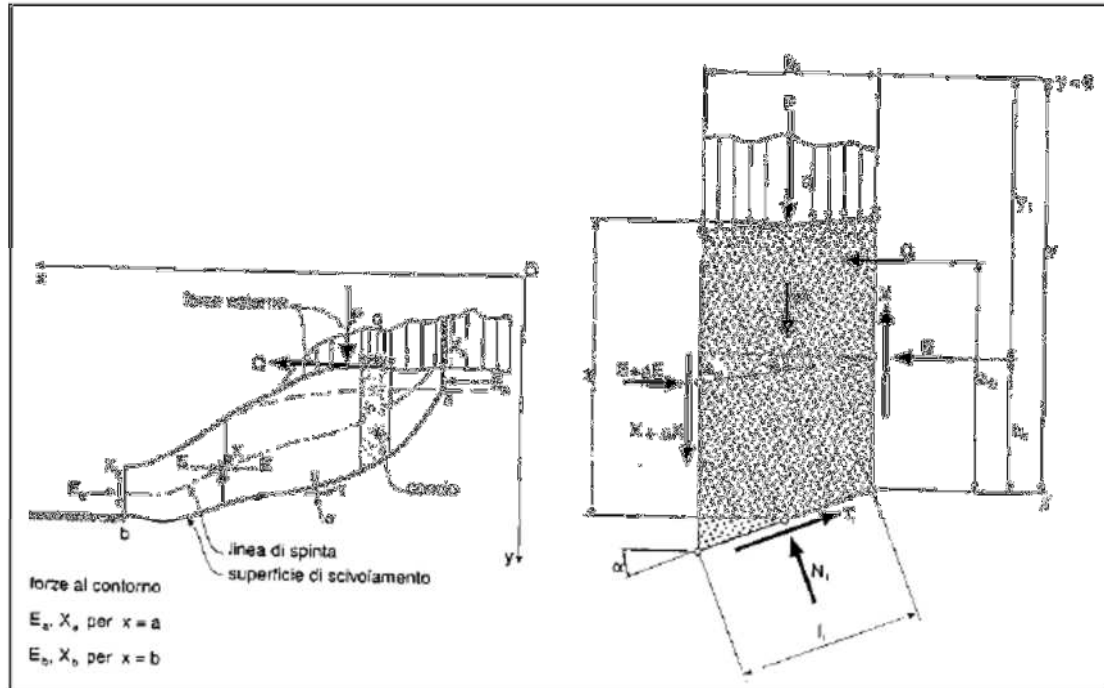
Alcuni di questi metodi sono stati risolti con metodo iterativo, vale a dire creando una procedura di calcolo che facilita la loro implementazione su macchina. Tra questi ci interessa maggiormente approfondire i metodi implementati dal programma di calcolo MACSTARS W, che fa riferimento al metodo di Bishop (1955) e il metodo di Janbu (1954) e le loro semplificazioni.

L'analisi di stabilità, che adotta tali metodi, è quella dell'equilibrio limite globale. Tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il rapporto minimo tra la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio. Scelta quindi una superficie di rottura si suddivide in conci la parte instabile, si studia dapprima l'equilibrio della singola striscia e poi si passa alla stabilità globale.

Dato l'elevato numero di incognite, ogni metodo assume delle ipotesi semplificative che rendono risolvibile il sistema e sono proprio tali ipotesi che differenziano un metodo dall'altro.

Per ogni concio sono disponibili per la risoluzione del sistema le tre equazioni della statica (equilibrio traslazione verticale, orizzontale ed equilibrio dei momenti), quindi per n conci si avranno 3n equazioni linearmente indipendenti.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	12 di 47



Schema delle azioni agenti su di un singolo conco

5.1.2 Metodo di Bishop

Questo metodo adotta come prima semplificazione l'ipotesi di una superficie di rottura circolare; inoltre considera la risultante delle forze perpendicolari alla superficie laterale del conco equilibrate ($X_i + X_{i+1} = 0$).

Utilizzando tali ipotesi è possibile ottenere un numero d'incognite uguali al numero d'equazioni (3n equazioni in 3n incognite).

Risolvendo il sistema si ottiene un coefficiente di sicurezza dato dal rapporto tra la risultante dei momenti stabilizzanti e la risultante dei momenti destabilizzanti, nella forma:

$$FS = \frac{\sum M_{stab}}{\sum M_{destab}}$$

5.1.3 Metodo di Bishop semplificato

In tale metodo si aggiunge un'ulteriore ipotesi rispetto al precedente, ossia si considerano nulle le forze agenti parallelamente alla superficie laterale del conco. Il sistema sarà così di 2n equazioni in 2n incognite.

Le equazioni considerate sono quelle dell'equilibrio alla traslazione verticale e dei momenti, ne segue che non è garantito l'equilibrio complessivo alla traslazione orizzontale.

Il coefficiente di sicurezza risulta essere sempre del tipo:

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto o S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo							
	Opera L073	Trotto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

$$FS = \Sigma M_{stab} / \Sigma M_{destab}$$

Un corretto dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica una scelta corretta della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi al fine di garantire la stabilità. Le analisi di stabilità sono state eseguite in corrispondenza della sezione ritenuta più significativa ai fini del calcolo.

Ai fini del calcolo strutturale si è fatto riferimento alle prestazioni di progetto a lungo termine del materiale; a tale proposito il parametro più complicato da individuare è la resistenza di lavoro, per la quale le diverse normative possono indicare metodologie differenti per la definizione. Mancando in Italia una qualsiasi indicazione in merito, per la stima della resistenza di lavoro degli elementi di rinforzo si è fatto riferimento allo schema illustrato di seguito che la BS8006 (inglese) prescrive per i rinforzi in genere.

La resistenza di lavoro T_d è tale che:

$$T_d = T_b / (f_{creep} \times f_m)$$

f_m è il fattore di sicurezza complessivo composto dalla moltiplicazioni di svariati sotto fattori, come esplicitato nello schema seguente, che consente di passare dalla resistenza a trazione nominale, T_b a quella di lavoro.

T_d è calcolato per una data deformazione massima ammissibile nei rinforzi durante la vita di progetto che, per le opere in terra rinforzata, sono dell'ordine del 5.5-6.5 %.

5.1.4 Verifiche di stabilità

La normativa italiana non tratta in maniera approfondita le opere in terra rinforzata alle quali si accenna solamente nell'ambito del decreto citato, laddove si trattino i manufatti in materiale sciolti. Per tale ragione, al di là di una generica indicazione circa la necessità di verifiche strutturali delle armature di rinforzo, non si danno indicazioni circa le modalità con cui si deve definire la resistenza di lavoro dei rinforzi, i parametri che caratterizzano l'interazione con i terreni ed i possibili stati limite specifici del sistema rinforzo.

Il codice MACSTARS, mancando in Italia una qualsiasi indicazione in merito, fa riferimento alla direttiva Inglese e più precisamente alla BRITISH STANDARD 8006 (1995).

Nel valutare la stabilità del pendio sono introdotti i seguenti fattori:

- peso proprio del terreno
- effetto della pressione neutra
- sovraccarichi verticali superficiali
- azioni sismiche eventuali, assimilate a forze statiche equivalenti
- effetto dovuto alla presenza dei rinforzi

I dati geometrici del problema sono strutturati in modo da identificare le possibili stratificazioni nel

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	14 di 47

terreno e le zone contenenti i rinforzi.

Il contributo degli elementi planari di rinforzo è introdotto nel calcolo solo se essi intersecano la superficie di scivolamento. In tal caso sono assimilati a forze applicate al cuneo di distacco. L'entità di tali forze è determinata scegliendo il minore valore tra la resistenza a rottura della rete di rinforzo e la resistenza allo sfilamento dello stesso dal terreno. Quest'ultima è calcolata in funzione della lunghezza del tratto di rinforzo di là dalla linea di scivolamento e della profondità di posa del telo di rete rispetto alla sommità del rilevato.

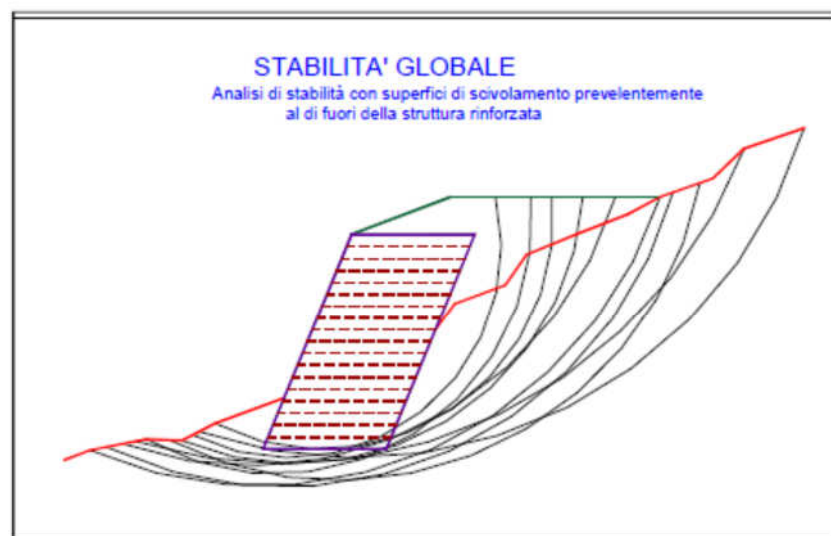
E' possibile assegnare una superficie di scivolamento e calcolare il fattore di sicurezza ad essa associato oppure, attraverso un algoritmo di minimizzazione non lineare, modificare la geometria della superficie di scivolamento rispettando la forma prescelta (circolare o spirale logaritmica) e determinare in modo automatico la superficie che corrisponde al fattore di sicurezza minimo o comunque ad un fattore di sicurezza preassegnato dall'utente, in relazione ai dati del problema (geometria, rinforzi, etc.).

Nelle sezioni individuate il calcolo è stato condotto utilizzando il metodo di Bishop e distinguendo i seguenti due tipi di verifica.

5.1.5 Verifica di stabilità globale

Verifica delle dimensioni della massa strutturale nei confronti di scivolamenti più esterni, che possano

determinare fenomeni di instabilità più profondi negli strati di terreno. In questo caso si è assunto che le superfici partano da un intervallo spaziale più a valle rispetto al piede dell'opera.



Stabilità globale

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 15 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

5.1.6 Definizioni

Per fare chiarezza su quanto esposto di seguito e sul listato di calcolo, con riferimento alla seguente illustrazione, sono fornite alcune definizioni:

Pendio originale: profilo del terreno originario, prima del progetto dei rinforzi;

Opera di rinforzo: sequenza continua di strutture di rinforzo chiamate blocchi; un pendio può comprendere quindi più opere; l'opera può prevedere superiormente un terreno di copertura;

Terreno di copertura: profilo del terreno posto al di sopra dell'opera per raccordare l'opera con un'opera sovrastante oppure per raccordare l'opera con il pendio originale;

Blocco: porzione di struttura in terra rinforzata costituita dal rilevato strutturale, dagli elementi di rinforzo omogenei come tipologia e dimensioni, dal terreno di riempimento a tergo;

Rilevato strutturale: terreno che costituisce i blocchi, deposto a strati tra i rinforzi, compattato meccanicamente per migliorarne le proprietà meccaniche e di resistenza;

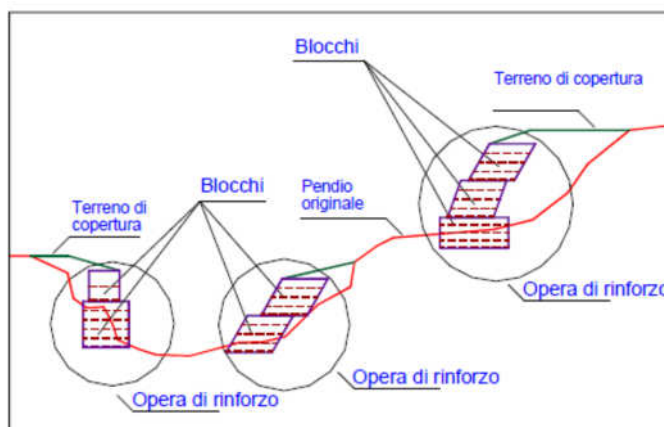
Riempimento a tergo: eventuale terreno posto a riempimento dello spazio tra il blocco ed il pendio originale (se presente);

Rinforzo: elemento resistente a trazione in virtù dell'attrito con il terreno, disposto lungo piani di posa orizzontali; può essere principale ed in tal caso è dotato di risvolto sul lato di valle oppure secondario posto tra il risvolto del principale sottostante ed il principale sovrastante; il secondario è sempre più lungo del principale;

Paramento: porzione libera in vista del blocco posto sul lato di valle;

Ancoraggio: lunghezza del rinforzo esterna alla superficie di rottura;

Sfilamento: raggiungimento delle condizioni di massima aderenza del rinforzo nel tratto ancorato o nel tratto interno alla porzione di terreno instabile.



	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo							
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

5.2 IPOTESI DI CALCOLO

Il dimensionamento delle strutture in progetto è stato eseguito con riferimento a quanto riportato nei tabulati di calcolo dove sono riportate le caratteristiche e dimensioni dei rinforzi impiegati internamente alla struttura.

Nei paragrafi seguenti oltre all'analisi dei carichi si riportano i coefficienti di sicurezza minimi ricavati per le diverse sezioni di calcolo analizzate.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	17 di 47

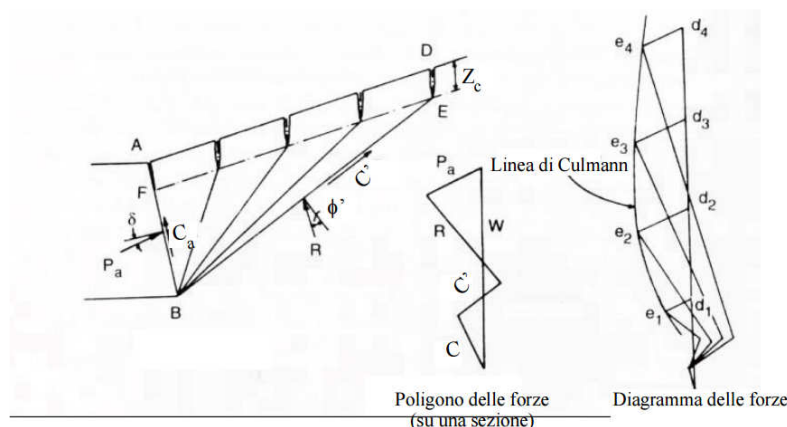
6. ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI VERIFICA

6.1 CARICHI FISSI

Per carichi fissi si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terrapieno. A tal riguardo è stato assegnato per entrambi i casi un peso dell'Unità di Volume $\gamma=20 \text{ KN/m}^3$.

6.2 SPINTE DEL TERRENO

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



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

Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione θ 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 (C_A);
- dal poligono di equilibrio si ricava quindi il valore della spinta S sulla parete (P_a).

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto o S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo								
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 18 di 47

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 quindi derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Analogamente, nota la Spinta complessiva **S**, è possibile ricavare in maniera indiretta, il valore del coefficiente di spinta K_a della nota espressione di Coulomb:

$$S = 1/2 \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

6.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

In considerazioni della sistemazione prevista a monte dell'opera (presenza di una viabilità o meno), si è assume un sovraccarico stradale pari a 20 kN/m² in presenza di viabilità o un sovraccarico nullo se la scarpara a monte non è praticabile).

6.4 AZIONI SISMICHE

Per la Valutazione degli effetti dell'azione sismica sulle masse e sui coefficienti di spinta del terreno, si è fatto riferimento al metodo pseudo-statico previsto al punto 7.11.3.5.2 - "Metodi di Analisi" - delle NTC secondo il quale, nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 19 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

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

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m

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

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

Nel caso in specie si ha:

$$a_g = 0.220$$

$$S = 1.363$$

$$\beta_m = 0.31$$

Da cui:

$$K_h = 0.093 \quad - \text{Coefficiente sismico orizzontale}$$

$$K_v = 0.046 \quad - \text{Coefficiente sismico verticale}$$

6.4.1 FORZE D'INERZIA

Per le verifiche in fase sismica verranno pertanto applicate a tutti carichi fissi le seguenti forze d'inerzia:

$$F_h = K_h \cdot W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma})$$

$$F_v = \pm 0.5 K_h \cdot W_i \quad (\text{Forza d'inerzia legata alla componente verticale del sisma})$$

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innest o S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926) Relazione di calcolo							
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

essendo W_i il peso dell'elemento in esame o l'entità del carico fisso.

6.4.2 EFFETTI SISMICI SULLE SPINTE DEL TERRENO

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta.

Per le verifiche in fase sismica infatti, nell'equazione risolutiva dell'equilibrio del cuneo, vengono infatti aggiunte anche le forze d'inerzia proprie del Cuneo F_h ed F_v . La superficie di rottura nel caso di sisma risulta generalmente meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

6.5 STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI VERIFICA AI SENSI DM 14.01.08

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili, qual è il caso delle terre rinforzate, devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
 - scorrimento sul piano di posa;
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
 - ribaltamento;
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 - **Combinazione 2: (A2+M2+R2)**

Le rimanenti verifiche devono essere invece effettuate secondo almeno uno dei seguenti approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

(A1+M1+R3)

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 21 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici, e della Tabelle 6.5.I e 6.8.I per ciò che concerne i coefficienti parziali sulle resistenze che di seguito si riportano per maggiore chiarezza.

Nel presente relazione di calcolo si è scelto il calcolo secondo l'approccio 2, combinazione A1+M1+R3.

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

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

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

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

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

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Nel caso in esame si è fatto riferimento all'approccio di Verifica 1.

Le verifiche in condizioni sismiche vanno infine effettuati con gli stessi criteri di cui sopra, ponendo pari dell'unità i coefficienti parziali sulle Azioni (A1=1 /A2=1) , in accordo a quanto specificato al punto 7.11.1 del DM 14.01.08

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 22 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

7. SEZIONE DI CALCOLO ANALIZZATA

7.1 RISULTATI VERIFICHE

7.1.1 Risultati verifiche geotecniche

Nei tabulati , sono indicati i valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti nelle analisi eseguite in assenza e in presenza di sisma. Come si può notare, per tutti i casi studiati, il coefficiente di sicurezza ottenuto è maggiore del valore minimo richiesto dalla normativa vigente.

Come anticipato al § 6.2.1, “il codice MACSTARS W utilizzato per il calcolo, i coefficienti di riduzione sulle resistenze (γ_R) che quindi sono già automaticamente applicati dal programma di calcolo, ciò implica che i valori dei Fattori di Sicurezza - previsto da normativa [≥ 1 (R1) ; 1/1.1 (R2) e 1.4/1.1 (R3)] e da cercare nelle verifiche devono essere maggiori di 1.00.”

Per i dettagli relativi alle analisi svolte si rimanda all'allegato della presente relazione, di seguito si riportano due tabelle, la prima con indicate le combinazioni di carico prese in esame come da norma e i relativi coefficienti minimi di sicurezza oltre alla tipologia di muro esaminata, mentre nella seconda tabella vengono riportati i coefficienti di sicurezza ottenuti dal codice di calcolo MACSTARS che come detto in precedenza devono risultare tutti maggiori di uno, dato che il codice di calcolo già tiene in conto i coefficienti R1, R2 ed R3, inoltre si riportano anche i coefficienti di calcolo esplicitati da dove si evince che le verifiche sono tutte soddisfatte:

Per i dettagli relativi alle analisi svolte si rimanda all'allegato della presente relazione, di seguito si riportano i risultati per le due tipologie strutturali:

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 23 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

MURO IN GABBIONI H = 3,00 m + 0,30 m MATERASSI

SEZIONI DI CALCOLO		Condiz. Di Carico		Coeffic. Scorim.	Capacità Portante	Coeffic. Ribalt.	Stabilità Globale	
H _{max} [m]	T _{ipolog.} Muro	L Rinforzi	Condiz. Di Carico	F _{s, scor}	F' _{s, cp}	F _{s, Ribalt}	F' _{s, sb}	
3.00+0.30 m	GABBIONI	Materassi L=2.00 m Sp = 0.30 m	STATICA	A1+M1+R3	1.428	13.289	--	--
				A2+M2+R2	--	--	--	1.503
				EQU+M2+R1	--	--	2.618	--
		Gabbioni 2.00X1.00X2.00 m 1.50X1.00X2.00 m 1.00x1.00x2.00 m	SISMICA	M1 + R3 + Kh ± Kv	1.047	8.147	--	--
				M2 + R2 + Kh ± Kv	--	--	--	1.132
				EQU + M2 + Kh ± Kv	--	--	2.08	--

Combinazioni di carico da norma e relativi coefficienti di sicurezza minimi

Tipo di verifica	Condizione	FS MacStar	FS esplicitato		FS da NTC
Capacità portante (A1+M1+R3)/(M1+R3+kh±kv)	Statica	13.289	18.605	>	1.4
	Sismica	8.147	11.406	>	1.4
Scorrimento (A1+M1+R3)/(M1+R3+kh±kv)	Statica	1.428	1.571	>	1.1
	Sismica	1.047	1.152	>	1.1
Ribaltamento (EQU+M2+R1)/EQU+M2+kh±kv)	Statica	2.618	2.618	>	1
	Sismica	2.080	2.080	>	1
Stabilità Globale (A2+M2+R2)/(M2+R2+kh±kv)	Statica	1.503	1.653	>	1.1
	Sismica	1.132	1.245	>	1.1

Verifiche geotecniche del muro in Gabbioni.



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	24 di 47

8. ALLEGATO 1 : TABULATI DI CALCOLO

8.1 MURO IN GABBIONI: H = 3.00 M

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proposta.....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: New_A1+M1+R3_Muro di Sostegno.mac

Data.....: 30/12/1899

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2008
_Verifiche di sicurezza (SLU)

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	24
PROFILI STRATIGRAFICI	25
PROFILI FALDE FREATICHE	26
MURI IN GABBIONI	26
MURO : GB.....	26
CARICHI 26	
VERIFICHE 27	
VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO :	27

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : ALA	Descrizione : Depositi alluvionali limoso argilloso
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 2.50
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : GB	Descrizione : Gabbioni terra mesh
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 17.00

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia
OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 25 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito..... [°].....: 40.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda..... [kN/m³].....: 18.00
 Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : PA

Descrizione : Substrato pelitico arenaceo

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione..... [kN/m²].....: 58.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito..... [°].....: 27.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda..... [kN/m³].....: 22.50
 Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 23.50

Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : RIL

Descrizione : Rilevato

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione..... [kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito..... [°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda..... [kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : RIL STRUTTURALE

Descrizione : Rinterro terra mesh

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione..... [kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito..... [°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda..... [kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : SALT

Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione..... [kN/m²].....: 10.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito..... [°].....: 25.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda..... [kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI
Strato: 2

Descrizione: Ala

Terreno : ALA

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	25.96	6.29	25.96	9.54	25.85	10.29	25.75
12.54	25.35	17.59	30.40	23.22	32.03	24.22	32.03
25.22	31.03	26.18	31.03	28.79	33.64	36.10	35.74



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 26 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

49.40 40.09

Strato: 3

Terreno : SALT

Descrizione: Salt

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	14.39	20.54	20.28	36.39	25.40	49.40	28.69

Strato: 4

Terreno : PA

Descrizione: PA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	12.69	20.54	18.58	36.39	23.70	49.40	26.99

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	18.89			20.54	23.78		
49.40	32.19						

MURI IN GABBIONI

Muro : GB

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 10.54 Ordinata.....= 25.35
 Rotazione muro.....[°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GB
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL
 Terreno di copertura.....: RIL
 Terreno di fondazione.....: GB

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	0.30	0.00	139.30
2	2.00	1.00	0.00	91.23
3	1.50	1.00	0.25	91.23
4	1.00	1.00	0.50	91.23

Gabbioni senza diaframmi
 Maglia 6x8

Diametro filo 2,7 [mm]

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.50
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	1.60	0.01	2.58	0.58	6.55	1.75

CARICHI

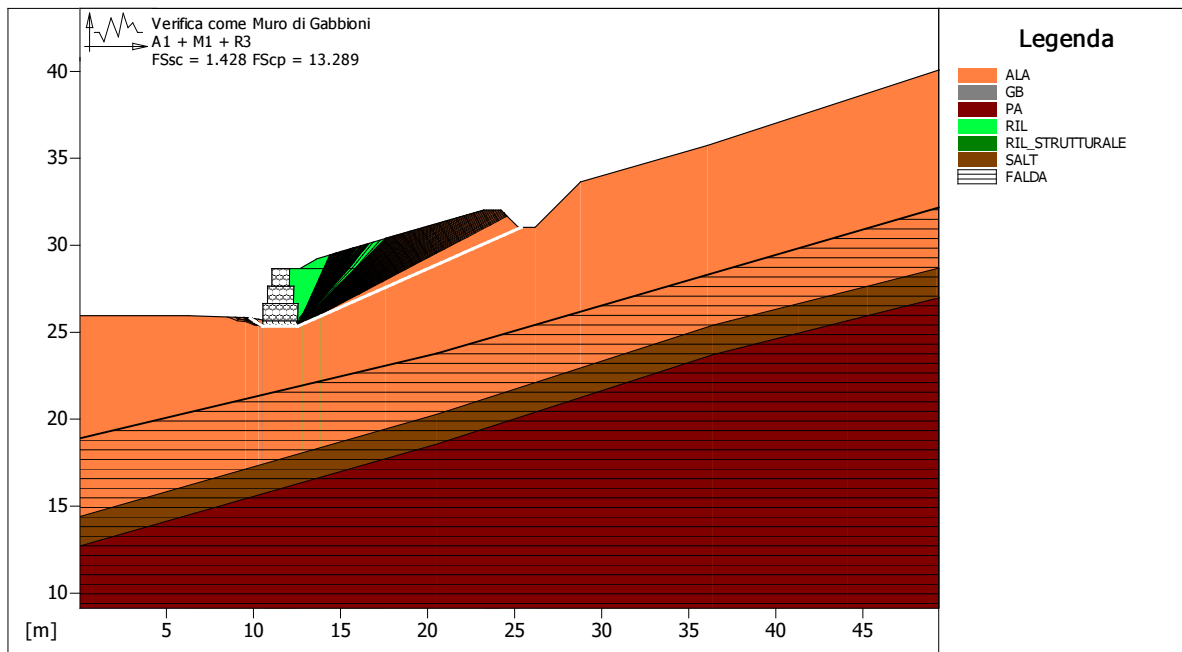
Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.91 Verticale...= 0.46

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 27 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



MACCAFERRI

MacStARS W

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:

Sezione:

Documento: New_A1+M1+R3_Muro di Sostegno.mac

Data:
30/12/1899

Pratica:

Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : GB

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 85.97

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 54.72

Classe scorrimento.....: Coeff. Parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 1.428

Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 1789.39

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 96.18

Classe pressione.....: Coeff. Parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 13.289

Fondazione equivalente.....[m].....: 1.76

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.12

Braccio momento.....[m].....: 1.16

Forza normale.....[kN].....: 168.95

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 115.31

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 53.64

Fattore

0.00

1.00

1.00

1.00

1.30

1.10

1.40

Classe

Sisma

Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio

Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coeff. Parziale - Resistenza non drenata

Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Coeff. Parziale R - Scorrimento

Coeff. Parziale R - Capacità portante



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	28 di 47

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
 Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
 Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proposta.....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: New_A2+M2+R2_Stabilita globale.mac

Data.....: 30/12/1899

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2008
 _Verifiche di sicurezza (SLU)

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	28
PROFILI STRATIGRAFICI	29
PROFILI FALDE FREATICHE	30
MURI IN GABBIONI	30
MURO : GB.....	30
CARICHI	30
VERIFICHE	31
VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE :	31

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : ALA	Descrizione : Depositi alluvionali limoso argilloso
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 2.50
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : GB	Descrizione : Gabbioni terra mesh
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 17.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : PA	Descrizione : Substrato pelitico arenaceo
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 58.00



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 29 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 27.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 22.50
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 23.50

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : RIL

Descrizione : Rilevato

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : RIL STRUTTURALE

Descrizione : Rinterro terra mesh

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : SALT

Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 10.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 2

Descrizione: Ala

Terreno : ALA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	25.96	6.29	25.96	9.54	25.85	10.29	25.75
12.54	25.35	17.59	30.40	23.22	32.03	24.22	32.03
25.22	31.03	26.18	31.03	28.79	33.64	36.10	35.74
49.40	40.09						

Strato: 3

Descrizione: Salt

Terreno : SALT

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	14.39	20.54	20.28	36.39	25.40	49.40	28.69

Strato: 4

Descrizione: PA

Terreno : PA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	12.69	20.54	18.58	36.39	23.70	49.40	26.99



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto o S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 30 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m ²]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m ²]
0.00	18.89			20.54	23.78		
49.40	32.19						

MURI IN GABBIONI

Muro : GB

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 10.54 Ordinata.....= 25.35

Rotazione muro.....[°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GB

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL

Terreno di copertura.....: RIL

Terreno di fondazione.....: GB

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	0.30	0.00	139.30
2	2.00	1.00	0.00	91.23
3	1.50	1.00	0.25	91.23
4	1.00	1.00	0.50	91.23

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 6x8

Diametro filo 2,7 [mm]

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.50

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Profilo di ricopertura:

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	0.00	1.60	0.01	2.58	0.58	6.55	1.75

CARICHI

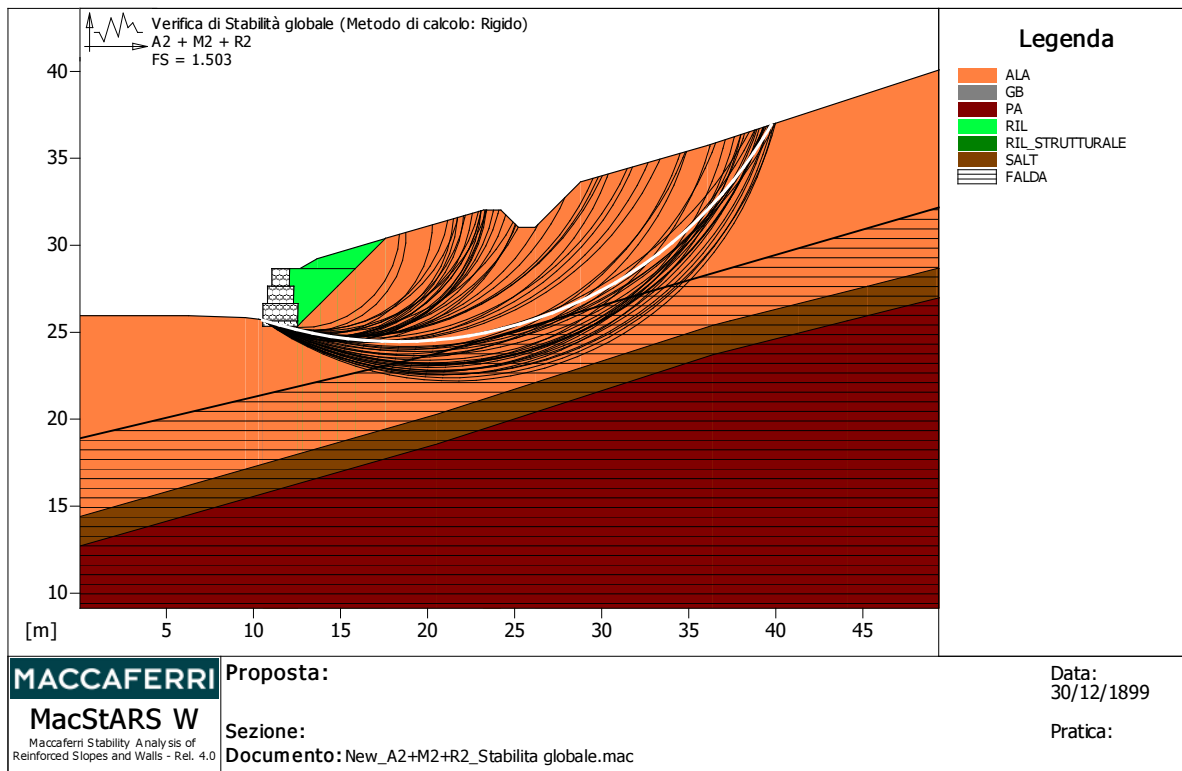
Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.91 Verticale...= 0.46

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029	REL	01	A	31 di 47

VERIFICHE



MACCAFERRI
MacStARS W
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:
 Sezione:
 Documento: New_A2+M2+R2_Stabilita globale.mac

Data:
 30/12/1899
 Pratica:

Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.503

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.52	10.54	15.00	40.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		20	
Numero totale superfici di prova.....:		200	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	32 di 47

Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proposta.....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: New_EQU+M2+Kh+Kv_Muro di Sostegno.mac

Data.....: 30/12/1899

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2008
_Verifiche di sicurezza (SLU)

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	32
PROFILI STRATIGRAFICI	33
PROFILI FALDE FREATICHE	34
MURI IN GABBIONI	34
MURO : GB.....	34
CARICHI	34
VERIFICHE	35
VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO :	35

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : ALA	Descrizione : Depositi alluvionali limoso argilloso
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 2.50
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : GB	Descrizione : Gabbioni terra mesh
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 17.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : PA	Descrizione : Substrato pelitico arenaceo
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 58.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 27.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 33 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole	
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]	22.50
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]	23.50
Modulo elastico.....	[kN/m ²]	0.00
Coefficiente di Poisson.....		0.30

Terreno : RIL	Descrizione : Rilevato
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]
Modulo elastico.....	[kN/m ²]
Coefficiente di Poisson.....	

Terreno : RIL STRUTTURALE	Descrizione : Rinterro terra mesh
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]
Modulo elastico.....	[kN/m ²]
Coefficiente di Poisson.....	

Terreno : SALT	Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]
Modulo elastico.....	[kN/m ²]
Coefficiente di Poisson.....	

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 2	Descrizione: Ala							
Terreno : ALA	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	0.00	25.96	6.29	25.96	9.54	25.85	10.29	25.75
	12.54	25.35	17.59	30.40	23.22	32.03	24.22	32.03
	25.22	31.03	26.18	31.03	28.79	33.64	36.10	35.74
	49.40	40.09						

Strato: 3	Descrizione: Salt							
Terreno : SALT	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	0.00	14.39	20.54	20.28	36.39	25.40	49.40	28.69

Strato: 4	Descrizione: PA							
Terreno : PA	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	0.00	12.69	20.54	18.58	36.39	23.70	49.40	26.99



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto o S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 34 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

X [m]	Y [m]	Descrizione: Y [m]	P [kN/m ²]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m ²]
0.00	18.89			20.54	23.78		
49.40	32.19						

MURI IN GABBIONI

Muro : GB

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 10.54 Ordinata..... = 25.35

Rotazione muro.....[°]..... = 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GB
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL
 Terreno di copertura.....: RIL
 Terreno di fondazione.....: GB

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	0.30	0.00	139.30
2	2.00	1.00	0.00	91.23
3	1.50	1.00	0.25	91.23
4	1.00	1.00	0.50	91.23

Gabbioni senza diaframmi
 Maglia 6x8

Diametro filo 2,7 [mm]

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.50

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Profilo di ricopertura:

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	0.00	1.60	0.01	2.58	0.58	6.55	1.75

CARICHI

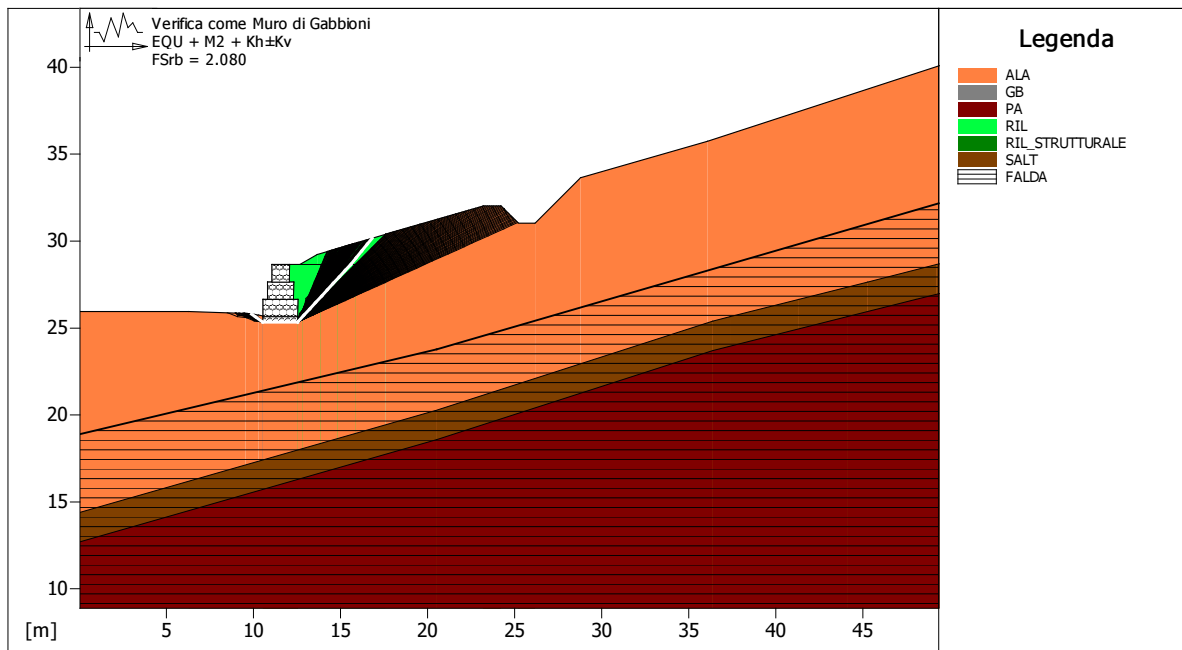
Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale..... = 0.91 Verticale... = 0.46

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 35 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



MACCAFERRI

MacStARS W

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:

Sezione:

Documento: New_EQU+M2+Kh+Kv_Muro di Sostegno.mac

Data:
30/12/1899

Pratica:

Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : GB

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 182.35

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 87.67

Classe momento_ : Coeff. Parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.080

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale R - Ribaltamento

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proposta.....:

Sezione.....:



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	36 di 47

Località.....:

Pratica.....:

File.....: New_EQU+M2+R1_Muro di Sostegno.mac

Data.....: 30/12/1899

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2008
_Verifiche di sicurezza (SLU)

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	36
PROFILI STRATIGRAFICI	37
PROFILI FALDE FREATICHE	37
MURI IN GABBIONI	37
MURO : GB.....	37
CARICHI	38
VERIFICHE	39
VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO :	39

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : ALA	Descrizione : Depositi alluvionali limoso argilloso
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 2.50
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : GB	Descrizione : Gabbioni terra mesh
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 17.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : PA	Descrizione : Substrato pelitico arenaceo
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 58.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 27.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 22.50
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 23.50
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : RIL	Descrizione : Rilevato
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 0.00

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia
OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Trotto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 37 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : RIL_STRUTTURALE

Descrizione : Rinterro terra mesh

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : SALT

Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 10.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI
Strato: 2

Descrizione: Ala

Terreno : ALA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	25.96	6.29	25.96	9.54	25.85	10.29	25.75
12.54	25.35	17.59	30.40	23.22	32.03	24.22	32.03
25.22	31.03	26.18	31.03	28.79	33.64	36.10	35.74
49.40	40.09						

Strato: 3

Descrizione: Salt

Terreno : SALT

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	14.39	20.54	20.28	36.39	25.40	49.40	28.69

Strato: 4

Descrizione: PA

Terreno : PA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	12.69	20.54	18.58	36.39	23.70	49.40	26.99

PROFILI FALDE FREATICHE
Falda: FALDA

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]
0.00	18.89			20.54	23.78		
49.40	32.19						

MURI IN GABBIONI
Muro : GB



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 38 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 10.54 Ordinata..... = 25.35
 Rotazione muro.....[°] = 0.00

Materiale riempimento gabbioni..... : GB
 Terreno di riempimento a tergo..... : RIL
 Terreno di copertura..... : RIL
 Terreno di fondazione..... : GB

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m³]
1	2.00	0.30	0.00	139.30
2	2.00	1.00	0.00	91.23
3	1.50	1.00	0.25	91.23
4	1.00	1.00	0.50	91.23

Gabbioni senza diaframmi
 Maglia 6x8

Diametro filo 2,7 [mm]

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.50
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	1.60	0.01	2.58	0.58	6.55	1.75

CARICHI

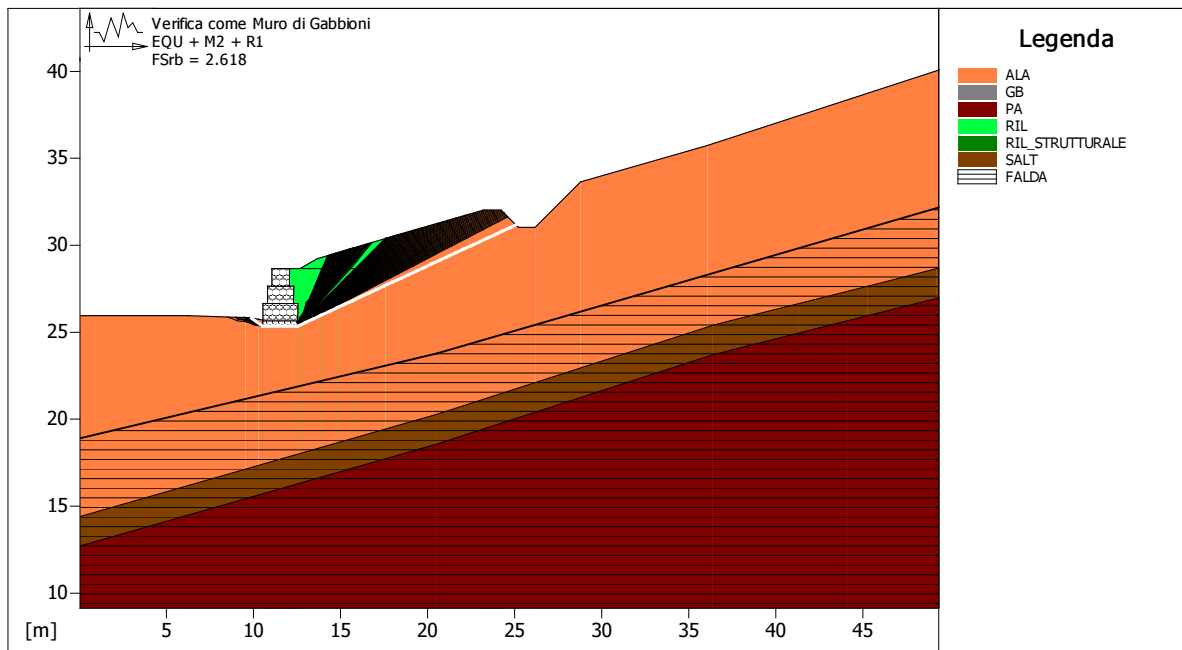
Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²] : Orizzontale..... = 0.91 Verticale... = 0.46

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 39 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



MACCAFERRI

MacStARS W

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:

Sezione:

Documento: New_EQU+M2+R1_Muro di Sostegno.mac

Data:
30/12/1899

Pratica:

Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : GB

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 185.36

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 70.81

Classe momento_ : Coeff. Parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.618

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.10	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale R - Ribaltamento

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proposta.....:

Sezione.....:



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	40 di 47

Località.....:

Pratica.....:

File.....: M1+R3+Kh+Kv_Muro di Sostegno.mac

Data.....: 30/12/1899

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2008
_Verifiche di sicurezza (SLU)

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	40
PROFILI STRATIGRAFICI	41
PROFILI FALDE FREATICHE	41
MURI IN GABBIONI	41
MURO : GB.....	41
CARICHI	42
VERIFICHE	43
VERIFICA COME MURO DI SOSTEGNO :	43

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : ALA	Descrizione : Depositi alluvionali limoso argilloso
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 2.50
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : GB	Descrizione : Gabbioni terra mesh
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 17.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : PA	Descrizione : Substrato pelitico arenaceo
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 58.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 27.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 22.50
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 23.50
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : RIL	Descrizione : Rilevato
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 0.00

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia
OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Trotto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 41 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : RIL STRUTTURALE

Descrizione : Rinterro terra mesh

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : SALT

Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 10.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI
Strato: 2

Descrizione: Ala

Terreno : ALA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	25.96	6.29	25.96	9.54	25.85	10.29	25.75
12.54	25.35	17.59	30.40	23.22	32.03	24.22	32.03
25.22	31.03	26.18	31.03	28.79	33.64	36.10	35.74
49.40	40.09						

Strato: 3

Descrizione: Salt

Terreno : SALT

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	14.39	20.54	20.28	36.39	25.40	49.40	28.69

Strato: 4

Descrizione: PA

Terreno : PA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	12.69	20.54	18.58	36.39	23.70	49.40	26.99

PROFILI FALDE FREATICHE
Falda: FALDA

Descrizione:

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ²]
0.00	18.89			20.54	23.78		
49.40	32.19						

MURI IN GABBIONI
Muro : GB



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 42 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 10.54 Ordinata..... = 25.35
 Rotazione muro.....[°] = 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GB
 Terreno di riempimento a tergo.....: RIL
 Terreno di copertura.....: RIL
 Terreno di fondazione.....: GB

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m³]
1	2.00	0.30	0.00	139.30
2	2.00	1.00	0.00	91.23
3	1.50	1.00	0.25	91.23
4	1.00	1.00	0.50	91.23

Gabbioni senza diaframmi
 Maglia 6x8

Diametro filo 2,7 [mm]

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.50
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	1.60	0.01	2.58	0.58	6.55	1.75

CARICHI

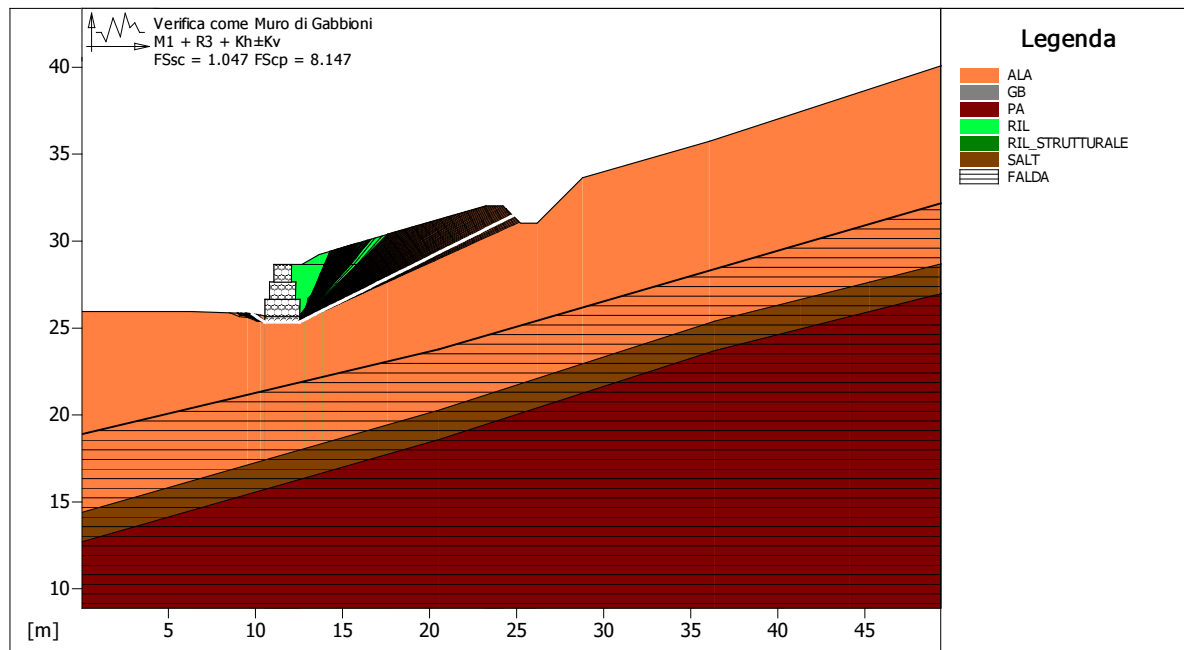
Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²] : Orizzontale..... = 0.91 Verticale... = 0.46

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 43 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



MACCAFERRI

MacStARS W

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:

Sezione:

Documento: M1+R3+Kh+Kv_Muro di Sostegno.mac

Data:
30/12/1899

Pratica:

Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : GB

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 71.09

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 61.71

Classe scorrimento.....: Coeff. Parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 1.047

Pressione ultima calcolata con Brinch Hansen.

Pressione ultima.....[kN/m²].....: 1005.09

Pressione media agente.....[kN/m²].....: 88.12

Classe pressione.....: Coeff. Parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 8.147

Fondazione equivalente.....[m].....: 1.53

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.24

Braccio momento.....[m].....: 0.98

Forza normale.....[kN].....: 134.76

Pressione estremo di valle.....[kN/m²].....: 114.96

Pressione estremo di monte.....[kN/m²].....: 19.79

Fattore

1.00

1.00

1.00

1.00

1.00

1.10

1.40

Classe

Sisma

Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio

Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coeff. Parziale - Resistenza non drenata

Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Coeff. Parziale R - Scorrimento

Coeff. Parziale R - Capacità portante



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE– BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera	Trotto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029		01	A	44 di 47

MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls
 Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)
 Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proposta.....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: New_M2+R2+Kh+Kv_Stabilita globale.mac

Data.....: 30/12/1899

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2008
 _Verifiche di sicurezza (SLU)

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	44
PROFILI STRATIGRAFICI	45
PROFILI FALDE FREATICHE	46
MURI IN GABBIONI	46
MURO : GB.....	46
CARICHI 46	
VERIFICHE 47	
VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE :	47

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : ALA	Descrizione : Depositi alluvionali limoso argilloso
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 2.50
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 25.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : GB	Descrizione : Gabbioni terra mesh
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 17.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
Angolo d'attrito.....	[°]..... : 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]..... : 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]..... : 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]..... : 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30
Terreno : PA	Descrizione : Substrato pelitico arenaceo
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²]..... : 58.00



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 45 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 27.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 22.50
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 23.50

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : RIL

Descrizione : Rilevato

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : RIL STRUTTURALE

Descrizione : Rinterro terra mesh

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : SALT

Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 10.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 2

Descrizione: Ala

Terreno : ALA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	25.96	6.29	25.96	9.54	25.85	10.29	25.75
12.54	25.35	17.59	30.40	23.22	32.03	24.22	32.03
25.22	31.03	26.18	31.03	28.79	33.64	36.10	35.74
49.40	40.09						

Strato: 3

Descrizione: Salt

Terreno : SALT

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	14.39	20.54	20.28	36.39	25.40	49.40	28.69

Strato: 4

Descrizione: PA

Terreno : PA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	12.69	20.54	18.58	36.39	23.70	49.40	26.99



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto o S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0029	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 46 di 47
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m ²]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m ²]
0.00	18.89			20.54	23.78		
49.40	32.19						

MURI IN GABBIONI

Muro : GB

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 10.54 Ordinata.....= 25.35

Rotazione muro.....[°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GB

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL

Terreno di copertura.....: RIL

Terreno di fondazione.....: GB

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	0.30	0.00	139.30
2	2.00	1.00	0.00	91.23
3	1.50	1.00	0.25	91.23
4	1.00	1.00	0.50	91.23

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 6x8

Diametro filo 2,7 [mm]

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.50

Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

Profilo di ricopertura:

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	0.00	1.60	0.01	2.58	0.58	6.55	1.75

CARICHI

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.91 Verticale...= 0.46

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Caste Iraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

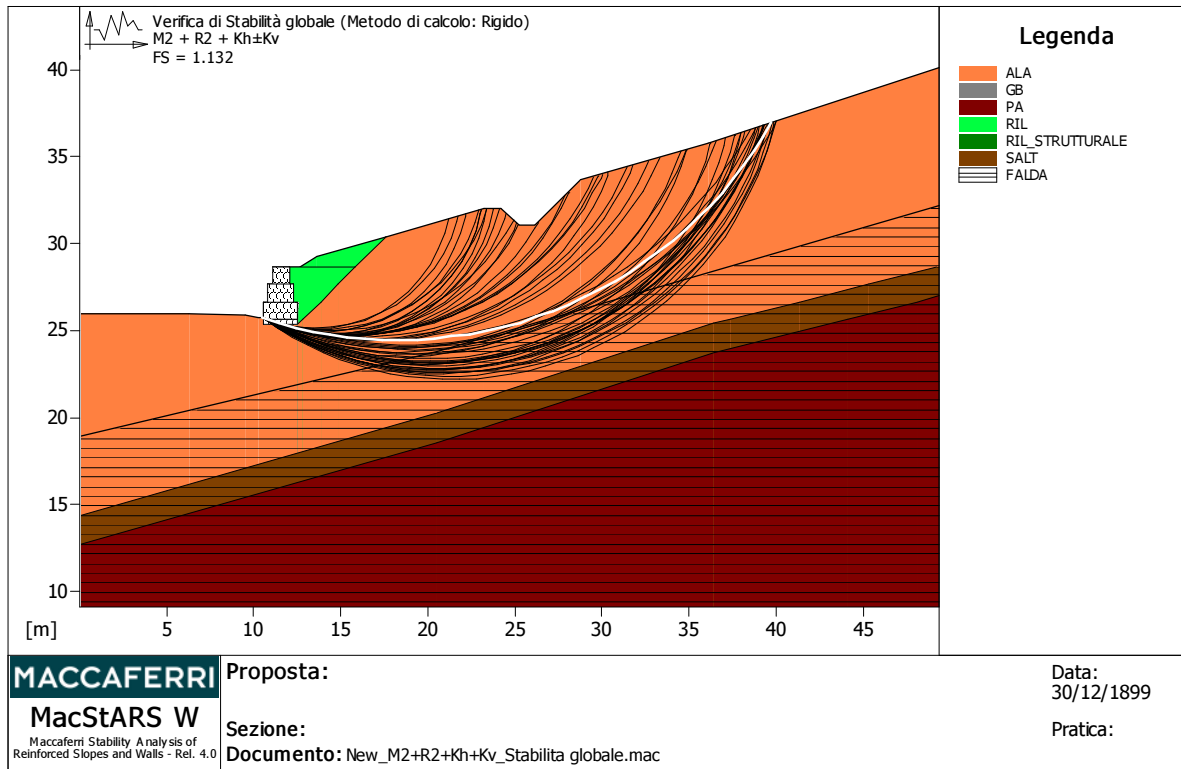
OPERE D'ARTE MINORI

Muro in gabbioni su via Berta (Km 6+926)

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0029	REL	01	A	47 di 47

VERIFICHE



MACCAFERRI
MacStARS W
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:
 Sezione:
 Documento: New_M2+R2+Kh±Kv_Stabilita globale.mac

Data:
 30/12/1899
 Pratica:

Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato : 1.132

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.52	10.54	15.00	40.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		20	
Numero totale superfici di prova..... :		200	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]..... :		1.00	
Angolo limite orario..... [°]..... :		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°]..... :		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità