

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:
	

PROGETTAZIONE:	ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE:
<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">Partecipazioni Italia S.p.A.</p> <p style="margin: 5px 0 0 0;">IL PROGETTISTA: Dott. Ing. Salvatore Lieto Ordine degli Ingegneri Prov. di Mantova n.1147</p>	 <p style="margin: 0;">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 style="margin: 5px 0 0 0;">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 style="margin: 0;">2.1.3 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</p> <p style="margin: 0;">3° Stralcio funzionale - Castelraimondo Nord - Castelraimondo Sud 4° Stralcio funzionale - Castelraimondo Sud - Innesto SS77 a Muccia</p> <p style="margin: 0;">OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Viabilità Pianello - Muro in gabbioni da Pr. 0+306 a Pr. 0+631 Relazione di calcolo</p>	<p style="margin: 0;">SCALA: ---</p> <p style="margin: 5px 0 0 0;">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 6	R E L	0 1	A

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

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 1 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

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	7
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	8
5.1 METODO DI ANALISI	10
5.1.1 Descrizione modello di calcolo.....	10
5.1.2 Metodo di Bishop.....	11
5.1.3 Metodo di Bishop semplificato.....	11
5.1.4 Verifiche di stabilità	12
5.1.5 Verifica di stabilità globale.....	13
5.1.6 Definizioni.....	14
5.2 IPOTESI DI CALCOLO.....	15
6. ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI VERIFICA.....	16
6.1 CARICHI FISSI	16
6.2 SPINTE DEL TERRENO.....	16
6.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI.....	17
6.4 AZIONI SISMICHE.....	17
6.4.1 FORZE D'INERZIA	18
6.4.2 EFFETTI SISMICI SULLE SPINTE DEL TERRENO	19
6.5 STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI VERIFICA AI SENSI DM 14.01.08	19
7. SEZIONE DI CALCOLO ANALIZZATA	21
7.1 RISULTATI VERIFICHE.....	21
7.1.1 Risultati verifiche geotecniche.....	21
8. ALLEGATO 1 : TABULATI DI CALCOLO.....	23
8.1 MURO IN GABBIONI: H = 3.00 M	23

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 2 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

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)

Nell'ambito dei lavori di realizzazione del sottovia al km 9+697.08 per il ripristino della strada in località Pianello si è reso necessario la realizzazione di un muro in gabbioni.

Oggetto della trattazione nel seguito esposta è quindi 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 e geotecniche, ed a seguire , tutti i risultati ottenuti nei vari casi. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

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 - Castelraimondo sud

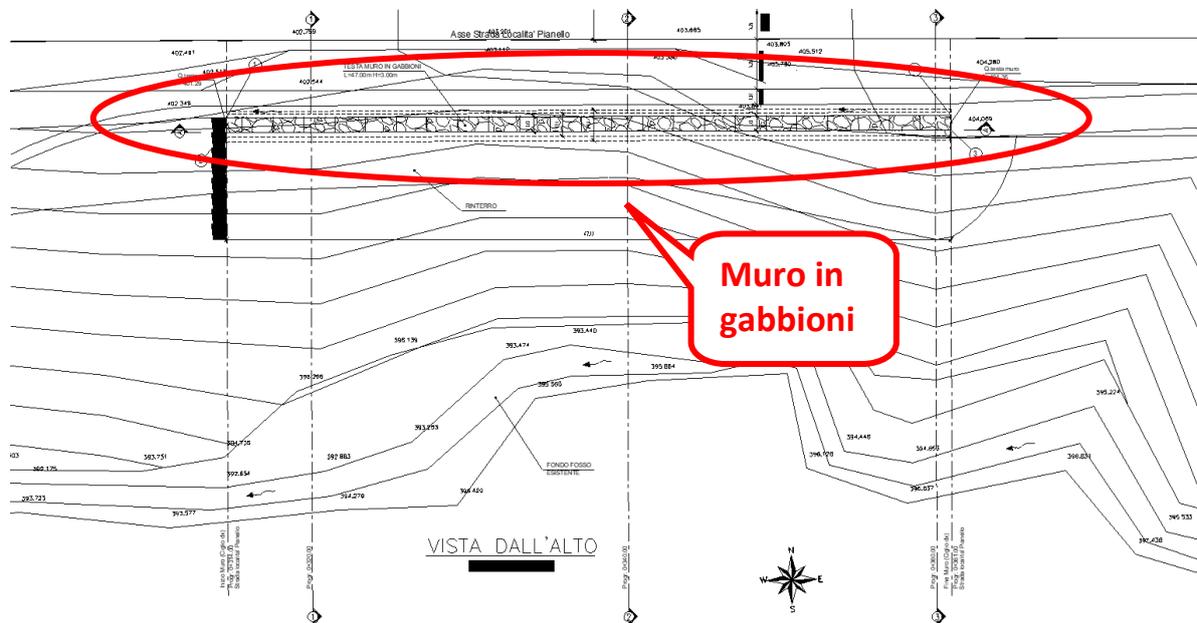
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 4 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------



Planimetria

	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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631 Relazione calcolo							
	Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	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 LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 6 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno interagente con le fondazioni delle opere oggetto di dimensionamento nel presente documento, si è fatto riferimento a quanto dettagliatamente indicato nella Relazione Geotecnica, alla carta geologica tav. 3 di 4 doc. 02-GE000PLA03 e nel Profilo Geotecnico Generale di Progetto TAV. 6 DI 8 doc. 02-GE0001PRF06, da cui si evince che le formazioni più superficiali che interagiscono con le fondazioni degli scatolari, sono generalmente costituite dalle unità geotecniche **Salt** e **Sch**, di cui nel seguito si riepilogano i parametri fisico-meccanici attribuiti sulla scorta dei risultati delle indagini effettuate:

Unità R - Terreno di riporto e coltre vegetale

$\gamma = 19.0 \div 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 27 \div 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_o = 200 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità Ecla - Depositi eluvio colluviali limoso argillosi

$\gamma = 18.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 23 \div 28^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi_r' = 14^\circ \div 21^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 50 \div 220 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$G_o = 20 \div 160 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 60 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità a – Coltri in frana

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 22 \div 28^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi_r' = 18^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 20 \div 120 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 60 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

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

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 7 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

Unità Sch – Formazione dello Schlier

$$\gamma = 22.0 \div 24.0 \text{ kN/m}^3$$

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	55 ÷ 70	29 ÷ 33
30	70 ÷ 90	27 ÷ 31
50	90 ÷ 250	25 ÷ 30

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 Salt – Substrato alterato argilloso limoso	Salt	Circa 3.00	20	10	25	35	55
Unità Sch – Formazione dello Schlier	Sch	-	22	55	27	130	210

La falda è posta 391.35 m sl.m.

Per il terreno di ritombamento a tergo dell'opera in esame si hanno le seguenti caratteristiche geotecniche:

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

$$\phi' = 35^\circ$$

$$E' = 30 \text{ MPa}$$

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 - Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631 Relazione calcolo							
	Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 9 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------

- 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 - Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631 Relazione calcolo							
	Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	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.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE- BYPASS DI MUCCIA

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

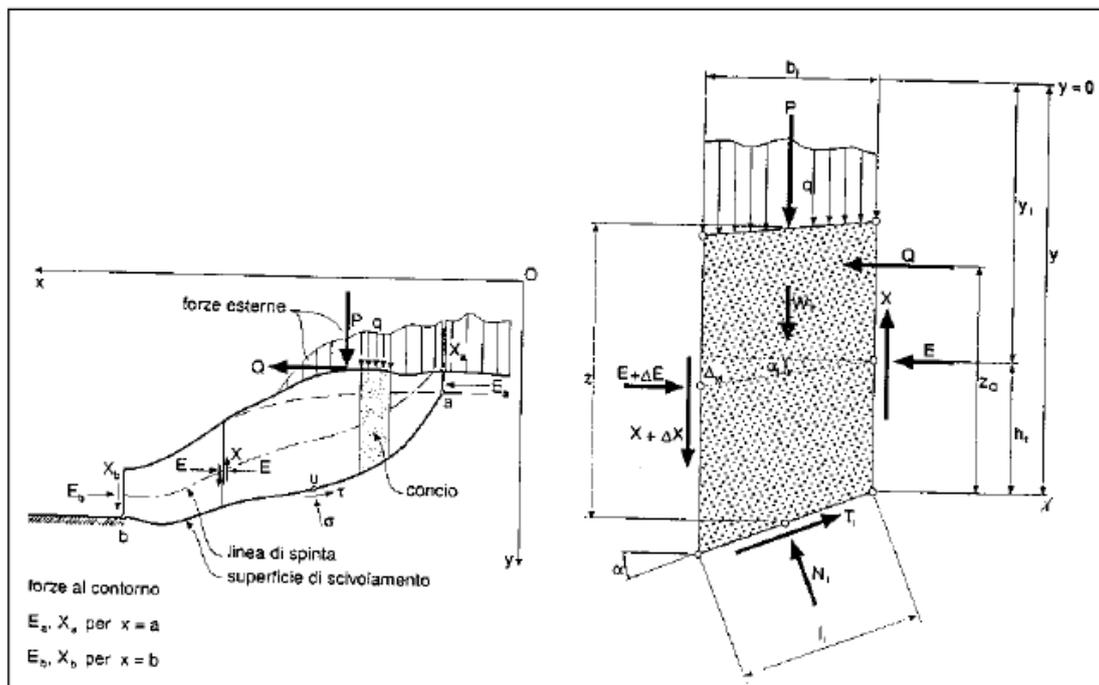
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
LO73	213	E	16	OS0026		01	A	11 di 46



Schema delle azioni agenti su di un singolo concio

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 concio 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 concio. 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:

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 12 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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

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.
LO73	213	E	16	OS0026		01	A	13 di 46

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.

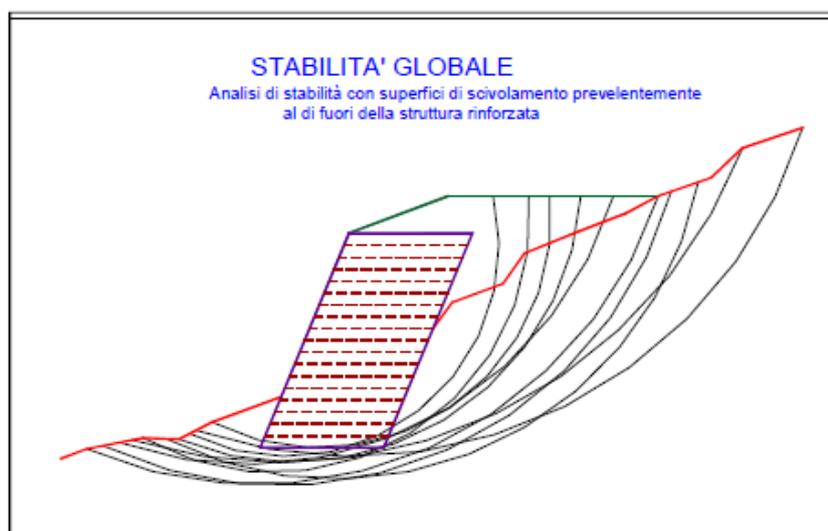
E' possibile assegnare una superficie di scivolamento e calcolare il fattore di sicurezza ad essa associato oppure, attraverso un algoritmo di minimizzazione non lineare, modificare la geometria della superficie di scivolamento rispettando la forma prescelta (circolare o spirale logaritmica) e determinare 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 LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 14 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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;

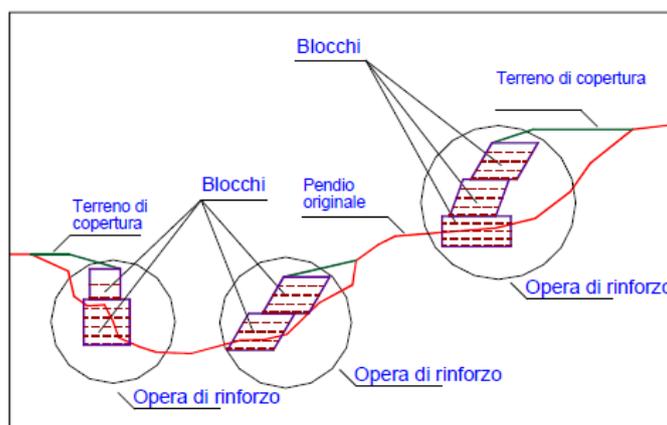
Riempimento a tergo: eventuale terreno posto a riempimento dello spazio tra il blocco ed il pendio originale (se presente);

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.



 QUADRILATERO Marche Umbria S.p.A.	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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631 Relazione calcolo							
	Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	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 LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 16 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

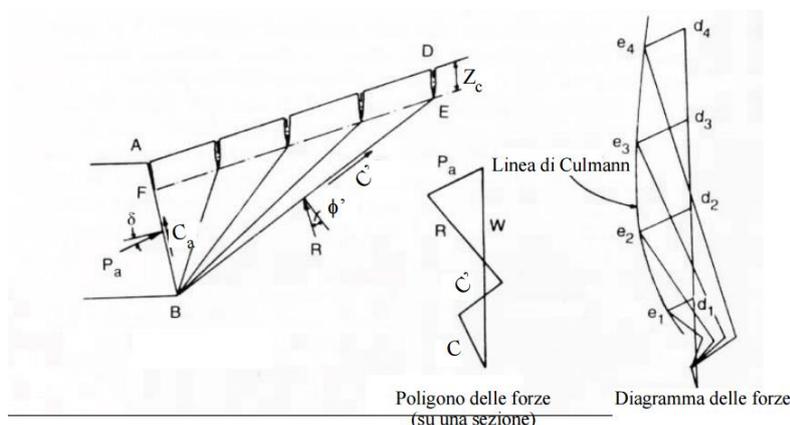
6. ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI VERIFICA

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 massa 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 - Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631 Relazione calcolo							
	Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

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 assunto un sovraccarico stradale pari a 20 kN/m² in presenza di viabilità o un sovraccarico nullo se la scarpata 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 LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 18 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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

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

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 - Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631 Relazione calcolo							
	Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	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 e/o i muri in gabbioni, 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 LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 20 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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.

Nella 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.

	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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631 Relazione calcolo							
	Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A

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 la tipologia strutturale in oggetto.

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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 22 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

MURO IN GABBIONI H = 3.00 m

SEZIONI DI CALCOLO		Condiz. Di Carico		Coeffic. Scorum.	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 m	GABBIONI	GABBIONI 2.00X1.00X2.00 m	STATICA	A1+M1+R3	2.101	2.048	--	--
				A2+M2+R2	--	--	--	1.198
				EQU+M2+R1	--	--	1.93	--
		1.50X1.00X2.00 m	SISMICA	M1 + R3 + Kh ± Kv	1.997	2.162	--	--
				M2 + R2 + Kh ± Kv				1.068
				EQU + M2 + Kh ± Kv	--	--	2.141	--
1.00x1.00x2.00 m								

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	2.048	2.867	>	1.4
	Sismica	2.162	3.027	>	1.4
Scorrimento (A1+M1+R3)/(M1+R3+kh±kv)	Statica	2.101	2.311	>	1.1
	Sismica	1.997	2.197	>	1.1
Ribaltamento (EQU+M2+R1)/EQU+M2+kh±kv)	Statica	1.930	1.930	>	1
	Sismica	2.141	2.141	>	1
Stabilità Globale (A2+M2+R2)/(M2+R2+kh±kv)	Statica	1.198	1.318	>	1.1
	Sismica	1.068	1.175	>	1.1

Verifiche geotecniche del muro in Gabbioni.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
LO73	213	E	16	OS0026		01	A	23 di 46

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)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

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 : RIL	Descrizione : Rilevato	
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m ²]	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/m ³]	20.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]	20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]	0.00
Coefficiente di Poisson.....		0.30

Terreno : SALT Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 24 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Coesione.....[kN/m ²].....:	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/m ³].....:	20.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	21.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : SCH	Descrizione : Formazione dello Schlier
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	55.00
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].....:	22.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	23.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 2	Descrizione: Salt						
Terreno : SALT							
X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	20.00	1.84	22.08	11.49	26.57	13.83	26.57
16.33	26.57	20.05	29.05	23.01	29.00	25.09	29.00
26.52	30.02	30.27	31.60	39.69	35.57	64.51	40.95

Strato: 3	Descrizione: Sch						
Terreno : SCH							
X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	18.22	18.12	25.97	39.69	32.57	64.51	38.02

PROFILI FALDE FREATICHE

Falda: FALDA	Descrizione:						
X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m ²]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m ²]
0.00	9.36			18.12	17.11		
39.69	23.71			64.51	29.16		

MURI IN GABBIONI

Muro : GB	
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....=	13.83
Ordinata.....=	26.57
Rotazione muro.....[°].....=	0.00

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

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	1.00	0.00	61.31



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 25 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

2	1.50	1.00	0.25	61.31
3	1.00	1.00	0.50	61.31

Gabbioni senza diaframmi
Maglia 10x12

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

CARICHI

Pressione : SOV

Descrizione : Sovraccarico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]...= 20.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 16.18 To = 23.68

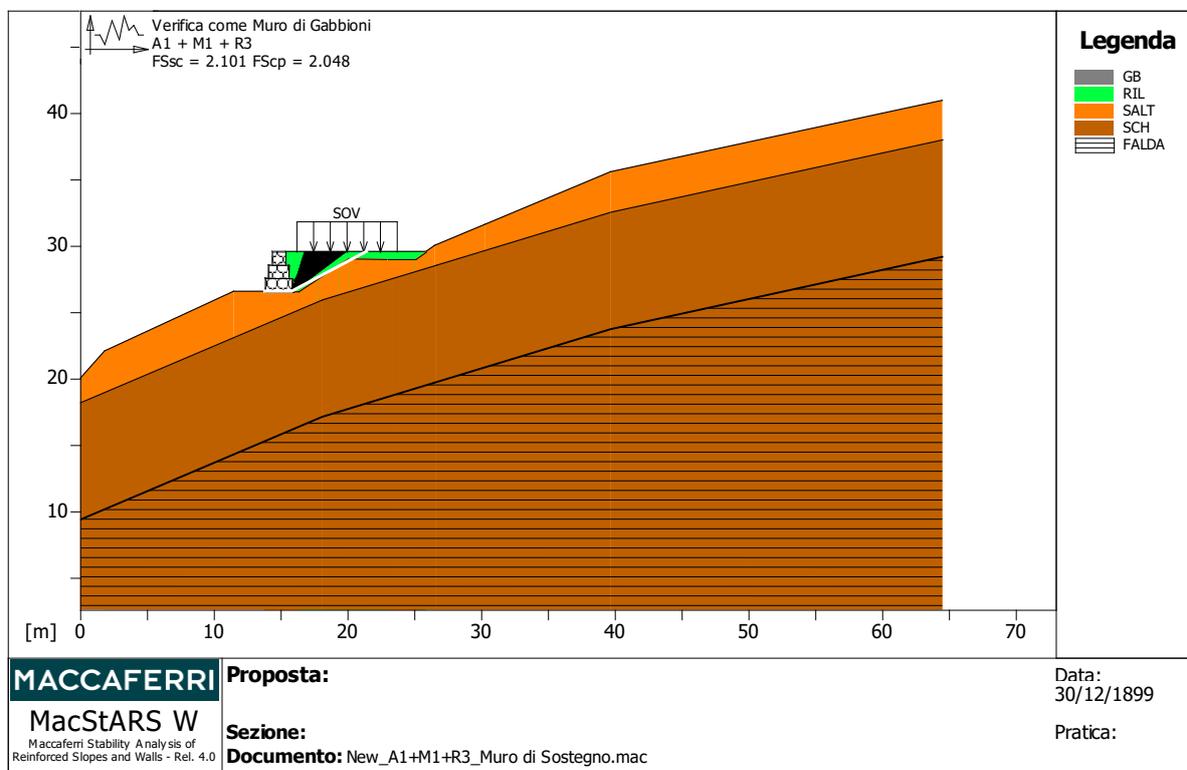
Sisma :

Classe : Sisma

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

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 26 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : GB

Forza Stabilizzante.....[kN/m]..... : 90.40

Forza Instabilizzante.....[kN/m]..... : 39.13

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento..... : 2.101

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m²]..... : 293.13

Pressione media agente.....[kN/m²]..... : 102.26

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante..... : 2.048

Fondazione equivalente.....[m]..... : 1.48

Eccentricità forza normale.....[m]..... : 0.26

Braccio momento.....[m]..... : 2.00

Forza normale.....[kN]..... : 150.96

Pressione estremo di valle.....[kN/m²]..... : 134.77

Pressione estremo di monte.....[kN/m²]..... : 16.19

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
0.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.30	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.10	Coeff. Parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. Parziale R - Capacità portante



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
LO73	213	E	16	OS0026		01	A	27 di 46

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)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : GB Descrizione : Gabbioni terra mesh
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m²].....: 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/m³].....: 18.00
Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00
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 : 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



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 28 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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].....:	20.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	21.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : SCH	Descrizione : Formazione dello Schlier
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	55.00
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].....:	22.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	23.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 2	Descrizione: Salt						
Terreno : SALT							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	1.84	22.08	11.49	26.57	13.83	26.57
16.33	26.57	20.05	29.05	23.01	29.00	25.09	29.00
26.52	30.02	30.27	31.60	39.69	35.57	64.51	40.95

Strato: 3	Descrizione: Sch						
Terreno : SCH							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.22	18.12	25.97	39.69	32.57	64.51	38.02

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	9.36			18.12	17.11		
39.69	23.71			64.51	29.16		

MURI IN GABBIONI

Muro : GB	
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....=	13.83
Rotazione muro.....[°].....=	0.00
Ordinata.....=	26.57

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

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	1.00	0.00	61.31
2	1.50	1.00	0.25	61.31
3	1.00	1.00	0.50	61.31



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 29 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 10x12

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

CARICHI

Pressione : SOV

Descrizione : Sovraccarico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]..= 20.00 Inclinazione.....[°]..= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 16.18 To = 23.68

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 - Castelraimondo sud

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

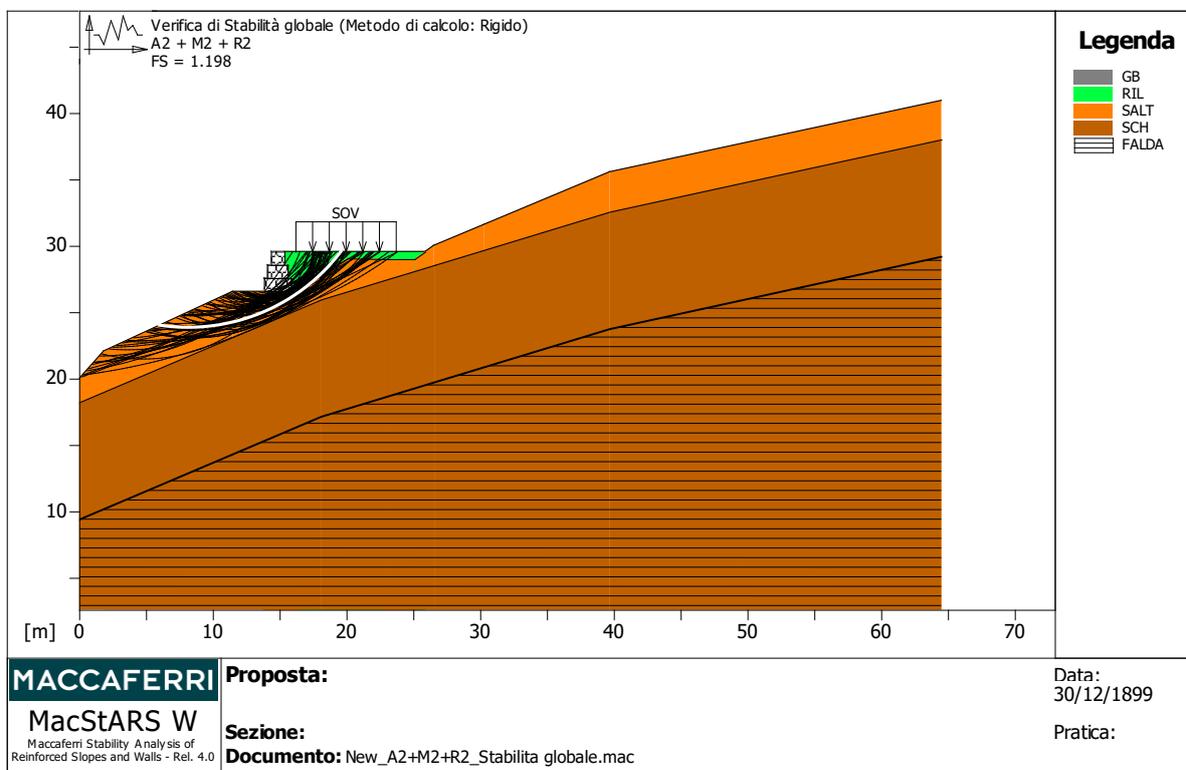
OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 30 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



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..... : 1.198

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	13.83	15.83	64.50
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... :		100	
Numero totale superfici di prova..... :		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]..... :		0.30	
Angolo limite orario..... [°]..... :		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°]..... :		0.00	

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
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 - Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
LO73	213	E	16	OS0026		01	A	31 di 46

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_EQU+M2+Kh+Kv_Muro di Sostegno.mac

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

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

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

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 : RIL	Descrizione : Rilevato
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	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/m ³].....:	20.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30
Terreno : SALT	Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	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



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 32 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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

Terreno : SCH Descrizione : Formazione dello Schlier
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione..... [kN/m²].....: 55.00
 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].....: 22.00
 Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 23.00
 Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 2 Descrizione: Salt
 Terreno : SALT

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	20.00	1.84	22.08	11.49	26.57	13.83	26.57
16.33	26.57	20.05	29.05	23.01	29.00	25.09	29.00
26.52	30.02	30.27	31.60	39.69	35.57	64.51	40.95

Strato: 3 Descrizione: Sch
 Terreno : SCH

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.22	18.12	25.97	39.69	32.57	64.51	38.02

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	9.36			18.12	17.11		
39.69	23.71			64.51	29.16		

MURI IN GABBIONI

Muro : GB
 Coordinate Origine..... [m].....: Ascissa..... = 13.83 Ordinata..... = 26.57
 Rotazione muro..... [°]..... = 0.00

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

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	1.00	0.00	61.31
2	1.50	1.00	0.25	61.31
3	1.00	1.00	0.50	61.31

Gabbioni senza diaframmi



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 33 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Maglia 10x12

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

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 - Castelraimondo sud

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

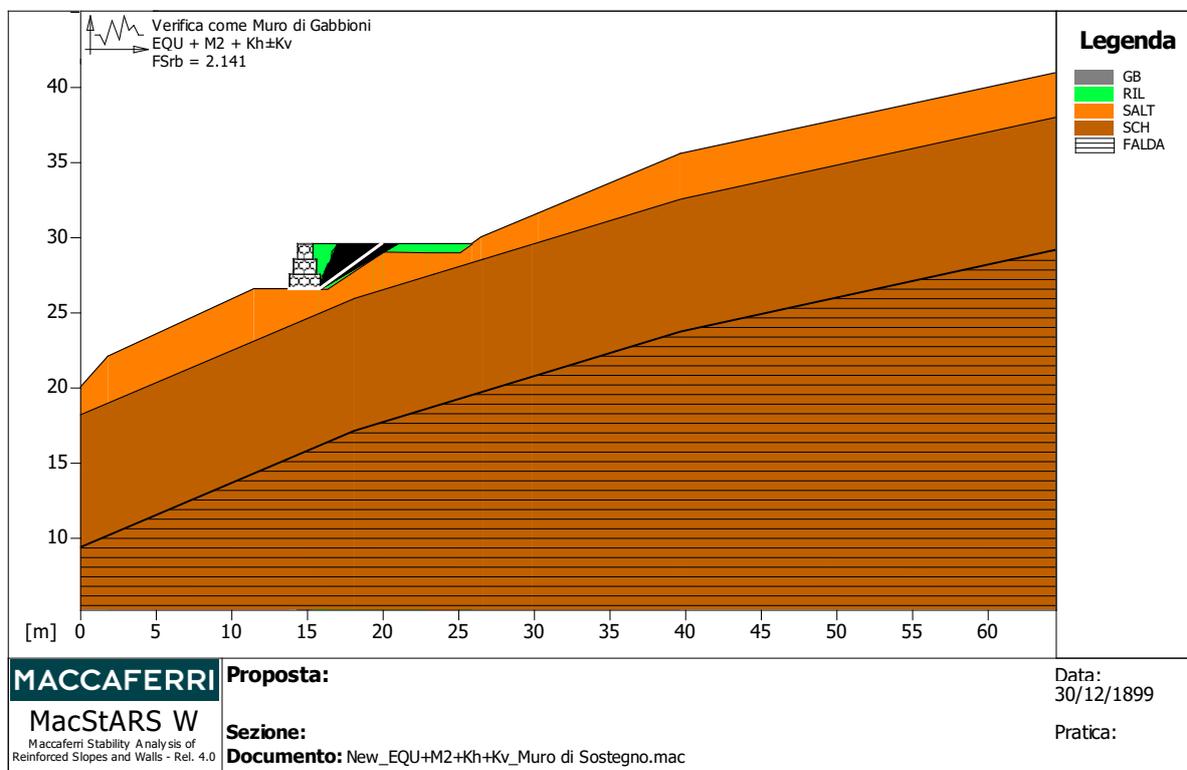
OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 34 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : GB

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 123.16

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 57.51

Classe momento.....: Coeff. Parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 2.141

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



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
LO73	213	E	16	OS0026		01	A	35 di 46

Proposta.....:

Sezione.....:

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)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

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 : RIL	Descrizione : Rilevato
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	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/m ³].....:	20.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30
Terreno : SALT	Descrizione : Substrato alterato argilloso limoso
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	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/m ³].....:	20.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	21.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30
Terreno : SCH	Descrizione : Formazione dello Schlier
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	55.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza al taglio	



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 36 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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].....:	22.00
Peso specifico in falda.....[kN/m³].....:	23.00
Modulo elastico.....[kN/m²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 2

Descrizione: Salt

Terreno : SALT

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	20.00	1.84	22.08	11.49	26.57	13.83	26.57
16.33	26.57	20.05	29.05	23.01	29.00	25.09	29.00
26.52	30.02	30.27	31.60	39.69	35.57	64.51	40.95

Strato: 3

Descrizione: Sch

Terreno : SCH

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.22	18.12	25.97	39.69	32.57	64.51	38.02

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	9.36			18.12	17.11		
39.69	23.71			64.51	29.16		

MURI IN GABBIONI

Muro : GB

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 13.83 Ordinata.....= 26.57

Rotazione muro.....[°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GB

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

Terreno di copertura.....: RIL

Terreno di fondazione.....: SALT

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m³]
1	2.00	1.00	0.00	61.31
2	1.50	1.00	0.25	61.31
3	1.00	1.00	0.50	61.31

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 10x12

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

CARICHI

Pressione : SOV

Descrizione : Sovraccarico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 37 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Intensità.....[kN/m²]...= 20.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 16.18 To = 23.68

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 - Castelraimondo sud

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

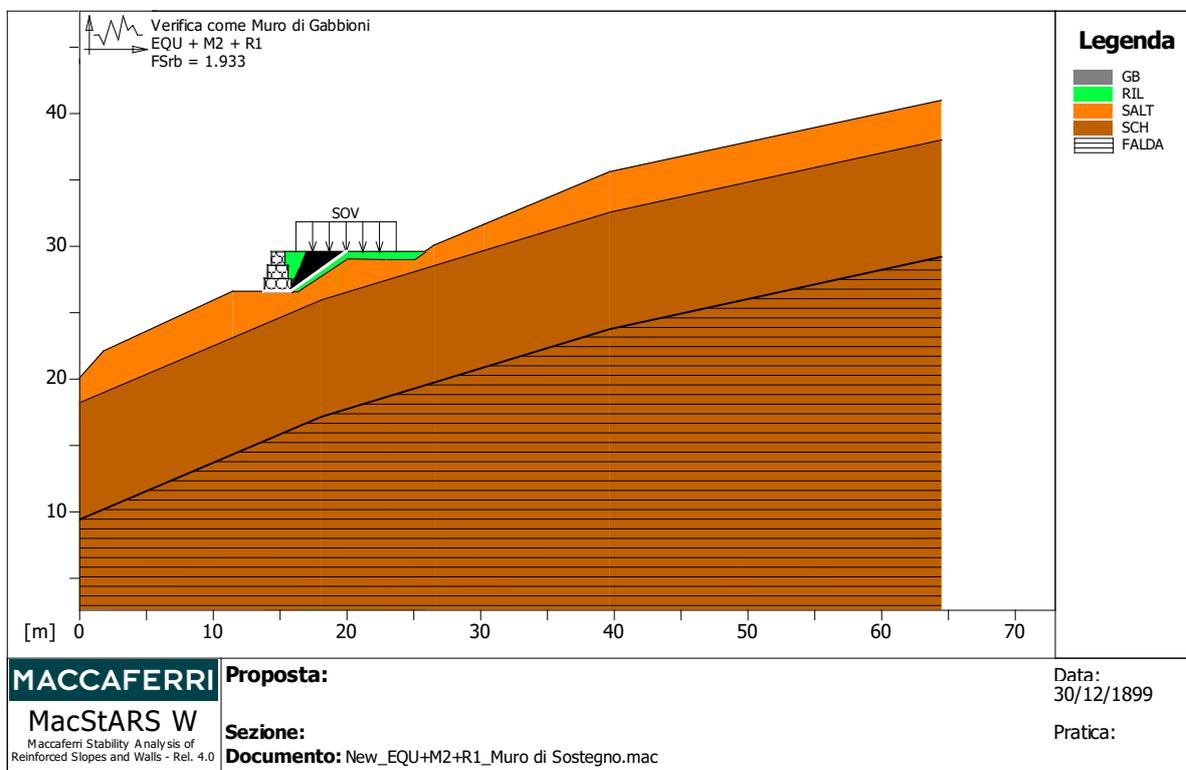
OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 38 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : GB

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 172.63

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 89.33

Classe momento.....: Coeff. Parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 1.933

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
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

Opera	Trotto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
LO73	213	E	16	OS0026		01	A	39 di 46

Proposta.....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: New_M1+R3+Kh+Kv_Muro di Sostegno.mac

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

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

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : GB Descrizione : Gabbioni terra mesh

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 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/m³].....: 18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

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 : 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

Terreno : SCH Descrizione : Formazione dello Schlier

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 40 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Coesione.....[kN/m ²].....:	55.00
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].....:	22.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	23.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

PROFILI STRATIGRAFICI
Strato: 2

Descrizione: Salt

Terreno : SALT

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	20.00	1.84	22.08	11.49	26.57	13.83	26.57
16.33	26.57	20.05	29.05	23.01	29.00	25.09	29.00
26.52	30.02	30.27	31.60	39.69	35.57	64.51	40.95

Strato: 3

Descrizione: Sch

Terreno : SCH

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.22	18.12	25.97	39.69	32.57	64.51	38.02

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	9.36			18.12	17.11		
39.69	23.71			64.51	29.16		

MURI IN GABBIONI
Muro : GB

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 13.83 Ordinata.....= 26.57

Rotazione muro.....[°].....= 0.00

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

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	1.00	0.00	61.31
2	1.50	1.00	0.25	61.31
3	1.00	1.00	0.50	61.31

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 10x12

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

**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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 41 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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 - Castelraimondo sud

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

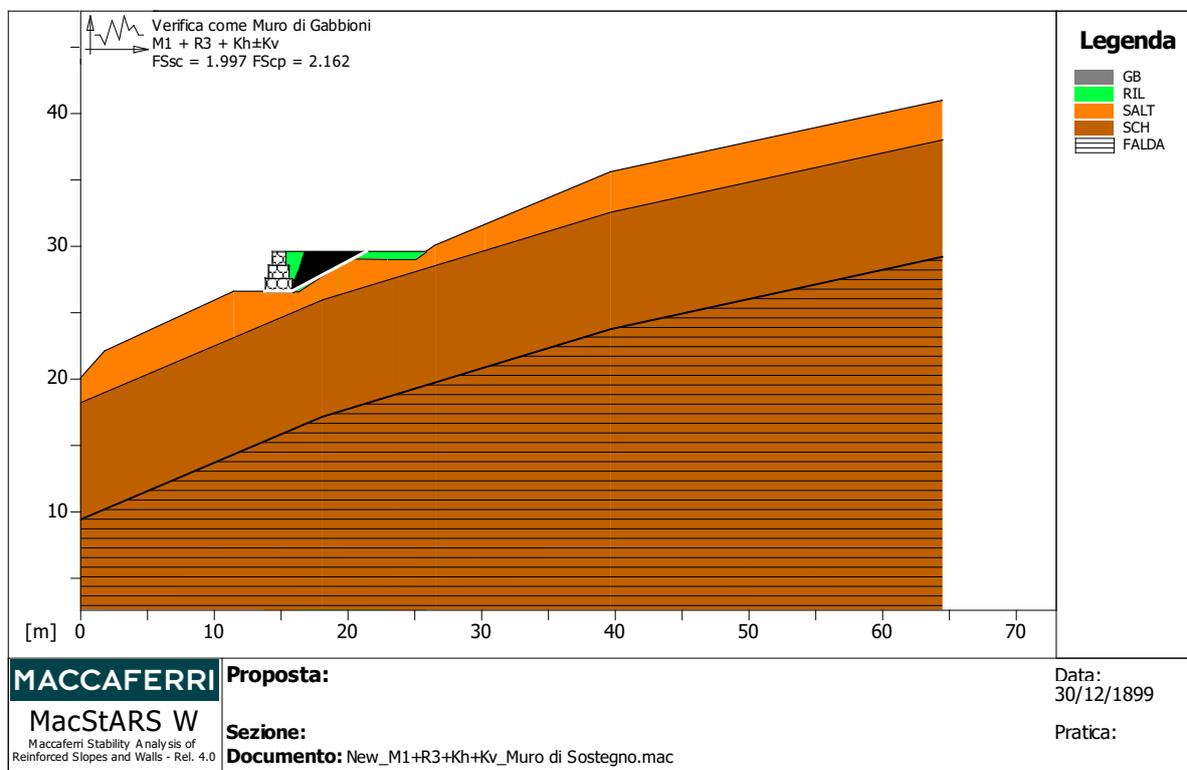
OPERE D'ARTE MINORI: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 42 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : GB

Forza Stabilizzante.....[kN/m]..... : 70.44

Forza Instabilizzante.....[kN/m]..... : 32.06

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento..... : 1.997

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m²]..... : 231.36

Pressione media agente.....[kN/m²]..... : 76.42

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante..... : 2.162

Fondazione equivalente.....[m]..... : 1.39

Eccentricità forza normale.....[m]..... : 0.30

Braccio momento.....[m]..... : 1.45

Forza normale.....[kN]..... : 106.23

Pressione estremo di valle.....[kN/m²]..... : 101.71

Pressione estremo di monte.....[kN/m²]..... : 4.52

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



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 43 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : GB Descrizione : Gabbioni terra mesh
Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m²].....: 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/m³].....: 18.00
Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00
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 : 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



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 44 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

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

Terreno : SCH Descrizione : Formazione dello Schlier
 Classe coesione : Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione [kN/m²] : 55.00
 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] : 22.00
 Peso specifico in falda [kN/m³] : 23.00
 Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
 Coefficiente di Poisson : 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: 2 Descrizione: Salt
 Terreno : SALT

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	20.00	1.84	22.08	11.49	26.57	13.83	26.57
16.33	26.57	20.05	29.05	23.01	29.00	25.09	29.00
26.52	30.02	30.27	31.60	39.69	35.57	64.51	40.95

Strato: 3 Descrizione: Sch
 Terreno : SCH

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.22	18.12	25.97	39.69	32.57	64.51	38.02

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	9.36			18.12	17.11		
39.69	23.71			64.51	29.16		

MURI IN GABBIONI

Muro : GB
 Coordinate Origine [m] : Ascissa = 13.83 Ordinata = 26.57
 Rotazione muro [°] = 0.00

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

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m ³]
1	2.00	1.00	0.00	61.31
2	1.50	1.00	0.25	61.31
3	1.00	1.00	0.50	61.31



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: OPERE DI SOSTEGNO E DRENI

Viabilità Pianello: Muro in gabbioni dal km 0+306 al km 0+631

Relazione calcolo

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 45 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 10x12

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

CARICHI

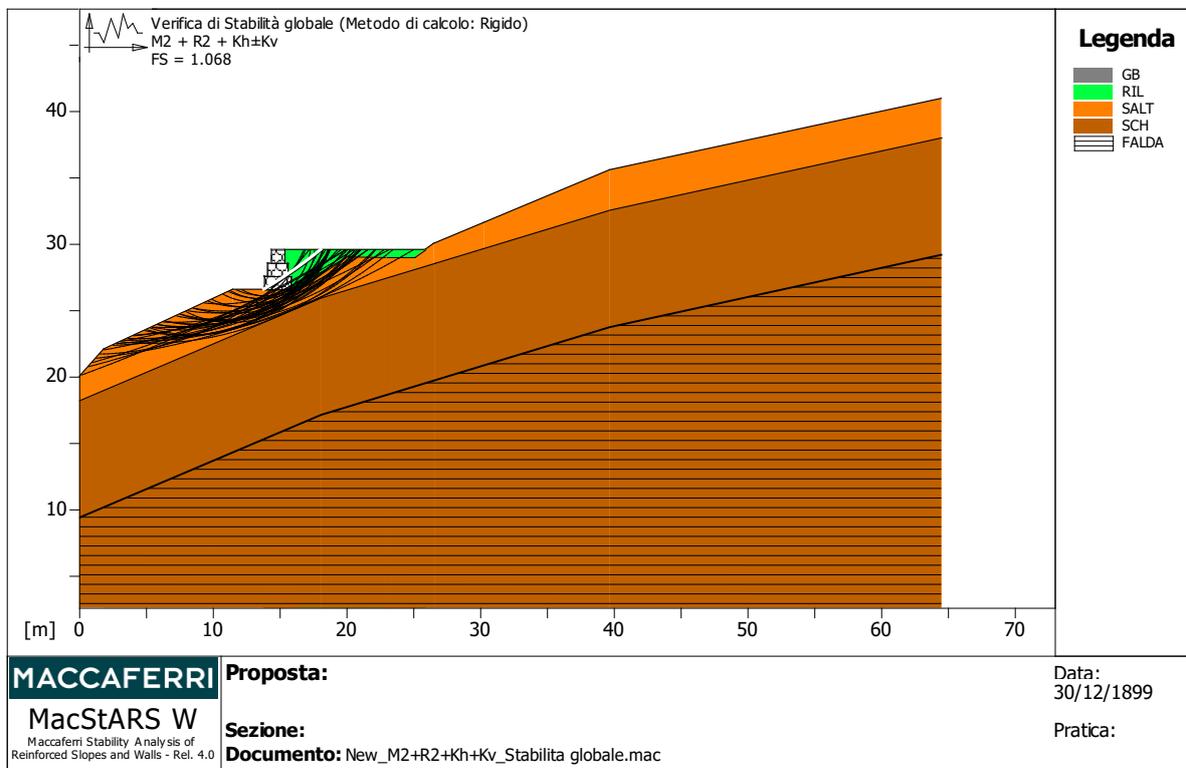
Sisma :

Classe : Sisma

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

Opera LO73	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0026	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 46 di 46
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE



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.....: 1.068

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	13.83	15.00	64.50
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.30	
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