

**mipaft**

ministero delle politiche agricole  
alimentari, forestali e del turismo

**FSC**

Fondo per lo Sviluppo  
e la Coesione

## PROGRAMMA OPERATIVO AGRICOLTURA 2014 - 2020

Sottopiano 2 - Interventi nel campo delle Infrastrutture irrigue

C.U.P. E96J16001360009

### CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060 - PRIGNANO CILENTO (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

### COMPLETAMENTO IMPIANTO IRRIGUO DELL'ALENTO

Sistema di distribuzione intersettoriale  
(3° lotto di distribuzione - 1° stralcio)

### INFRASTRUTTURE VERDI

Fatt. tecnico-economica

Progetto definitivo

Progetto esecutivo

Elaborato	<b>U20b</b>	Scala	-	Data	Settembre 2020	Revisione	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
-----------	-------------	-------	---	------	----------------	-----------	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Oggetto

### Relazione di calcolo strutturale

<b>TIPOLOGIA ELABORATO</b>	<input type="checkbox"/> Descrittivo	<input type="checkbox"/> Grafico	<input checked="" type="checkbox"/> Calcolo
<input type="checkbox"/> Economico	<input type="checkbox"/> Sicurezza	<input type="checkbox"/> Disciplinare - Contrattuale	<input type="checkbox"/> Altro

#### PROGETTISTA

Velia Ingegneria e Servizi Srl

Loc. Piano Della Rocca 84060 - Prignano Cilento (SA)  
Tel. 0974/837206 - Pec: veliaingegneria@pec.it

**Ing. Gaetano Suppa**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983

#### GEOLOGO

**Dott. Geol. Vincenzo Siervo**

Iscritto all'Albo dei Geologi Regione Campania n. 1378 dal 08.09.1995

#### RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

**Ing. Giancarlo Greco**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 5168 dal 11.09.2006  
Consorzio di Bonifica "Velia"

Loc. Piano Della Rocca 84060 - Prignano Cilento (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it

Rif. archivio digitale - 15g.2020/Ve.Ing.

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DI CONSULTAZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIALI IMPIEGATI.....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>DESCRIZIONE DELL' ORGANISMO STRUTTURALE.....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>PROCEDIMENTO E TEORIA DI CALCOLO.....</b>	<b>5</b>
<b>5.1</b>	<b>Calcolo delle azioni interne al muro.....</b>	<b>8</b>
<b>5.2</b>	<b>Calcolo delle massime azioni agenti sul muro.....</b>	<b>9</b>
<b>5.3</b>	<b>Azioni sismiche.....</b>	<b>9</b>
<b>5.4</b>	<b>Modellazione muretti a secco.....</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....</b>	<b>11</b>

## 1. PREMESSA

Il dimensionamento e le verifiche di stabilità allo SLU dei muri a secco, è stato condotto, a vantaggio di sicurezza, ipotizzando i muri di forma parallelepipedica con uno spessore unico per la fondazione e per la sezione fuori terra, pari a quello minimo di progetto, ossia 0.50 m.

Infatti, come si evince dai grafici di progetto allegati, lo spessore medio del muro è pari all'incirca a 0.60 m, mentre l'affondamento della fondazione è minimo di 0.30m per una larghezza di almeno 0.80 m. Tuttavia ai fini del carico limite si considera efficace la parte di fondazione di larghezza pari allo spessore di calcolo del muro che, come già detto in precedenza è pari a 0.50 m.

Sono definiti muri di sostegno o altre strutture miste ad essi assimilabili:

- ✓ muri, per i quali la funzione di sostegno è affidata al peso proprio del muro e a quello del terreno direttamente agente su di esso (ad esempio muri a gravità, muri a mensola, muri a contrafforti);
- ✓ strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (ad esempio, terra rinforzata, muri cellulari).

Le verifiche di equilibrio limite ultimo richiedono il rispetto della condizione:

$$Ed < Rd$$

**Ed** = azioni o effetto delle azioni di progetto;

**Rd** = azioni o effetto delle azioni resistenti del sistema geotecnico.

Le verifiche da effettuare sono:

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

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DI CONSULTAZIONE**

Nella redazione della presente nota si è fatto riferimento alla seguente normativa italiana:

- ✓ Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.Min. 14/01/2008.

Sono state altresì consultate le seguenti normative:

- ✓ Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (Circ. CSLLPP 02.02.09 n.617);
- ✓ Deliberazione di Giunta Regionale Campania n° 5447 del 07 novembre 2002.

## **3. MATERIALI IMPIEGATI**

Roccia utilizzata per la costruzione del muro: pietra arenaria

Peso specifico: 2.400 kg/mc

Angolo di attrito: 40°

Modulo elastico: 250.000 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente Poisson: 0.25

Numero massimo di pietre da affiancare: 3

#### 4. DESCRIZIONE DELL' ORGANISMO STRUTTURALE

La struttura è costituita da un insieme di pietrame grossolano, disposto a formare uno scheletro portante, e da tassellature a tamponamento e stabilizzazione degli interstizi. Spessore, sezione e inclinazione della struttura portante sono definiti in modo da assicurare la stabilità al terrapieno e il buon drenaggio delle acque piovane. Nella parte retrostante al muro viene collocato pietrisco di diametro decrescente, utile a facilitare lo sgrondo delle acque in eccesso e a ridurre, così, la spinta idrostatica del terrapieno. Essa, ai fini delle verifiche di stabilità geotecniche viene per semplicità forzatamente modellata come corpo rigido, secondo un approccio oramai consolidato nella prassi progettuale, in quanto conservativo. Tale modello viene assunto uguale sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche. Nella struttura si realizzano vincoli di tipo puramente attritivo, sia internamente, ad ogni interfaccia tra strati di pietrame, sia al piano basale di appoggio, tra terreno di fondazione e strato di base. La sezione trasversale del muro è di tipo trapezoidale, così come si evince dai grafici di progetto allegati, con uno spessore che va aumentando procedendo dalla testa alla base del muro. Ai fini del calcolo, a vantaggio di sicurezza, è stato considerato il muro di forma parallelepipedica con larghezza costante pari allo spessore medio di 0,50 m. Il muro è fondato nello substrato di base per una profondità di 0,30 m, mentre l'altezza fuori terra del muro è compresa tra un minimo di 0,50 m ed un massimo di 2,00 m. Anche se i muretti sono a sostegno di pianori di larghezza variabile, si è considerata la situazione più gravosa ai fini del dimensionamento e delle verifiche di stabilità, ossia si è assunto a tergo del muro un terrapieno inclinato di  $10^\circ$  rispetto all'orizzontale.

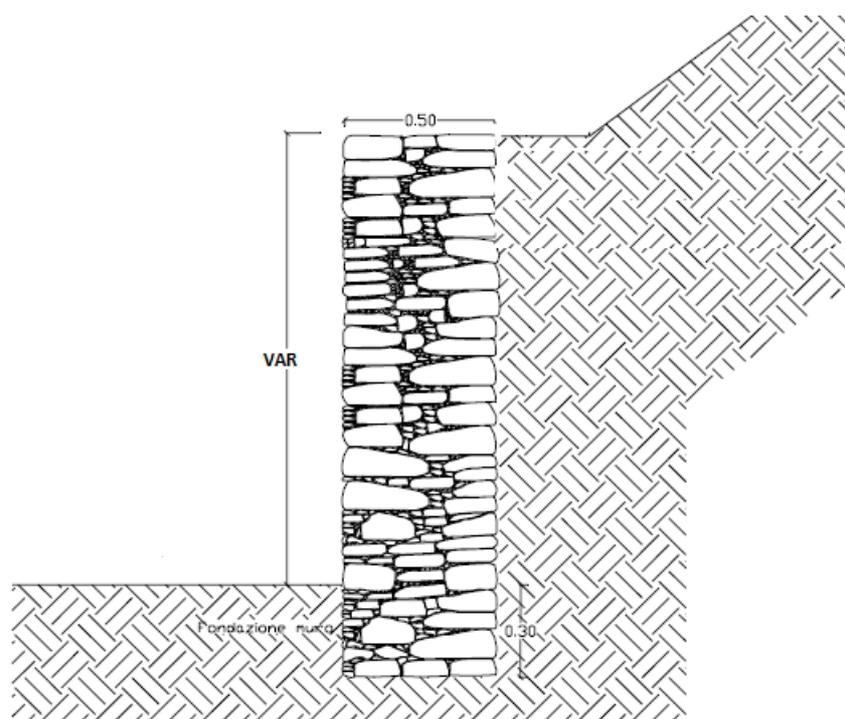


Fig. 1: schema muro a secco assunto ai fini progettuali

## 5. PROCEDIMENTO E TEORIA DI CALCOLO

In base alle NTC 2008, sono definiti muri di sostegno o altre strutture miste ad essi assimilabili:

- ✓ muri, per i quali la funzione di sostegno è affidata al peso proprio del muro e a quello del terreno direttamente agente su di esso (ad esempio muri a gravità, muri a mensola, muri a contrafforti);
- ✓ strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (ad esempio, terra rinforzata, muri cellulari).

Le verifiche di equilibrio limite ultimo richiedono il rispetto della condizione:

$$E_d < R_d$$

dove **Ed** è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione:

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

mentre **Rd** è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi:

- **Approccio 1:** sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.
- **Approccio 2:** è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

I coefficienti parziali  $\gamma_F$  relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. delle NTC 2008, riportata in basso.

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_E$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	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.

Il valore di progetto della resistenza  $R_d$  può essere determinato, in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale  $\gamma_M$  specificato nella Tab. 6.2.II delle NTC 2008, riportata in basso, e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali  $\gamma_R$ .

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

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

Per i manufatti di materiali sciolti, quali rilevati, argini di difesa per fiumi, canali e litorali, rinfianchi, rinterri, terrapieni e colmate, le verifiche di sicurezza (SLU) devono essere effettuate secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei valori del coefficiente parziale  $\gamma_R$  specificato nella Tab. 6.8.I delle NTC 2008, riportata di seguito.

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

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

In condizioni sismiche la norma prescrive le stesse verifiche da realizzarsi in condizioni statiche.

La procedura seguita per la progettazione, consiste in definitiva, nella creazione di una serie di verifiche con le seguenti combinazioni:

• **Verifiche statiche:**

Stabilità globale  $FS > 1,1$ ;

Scorrimento  $FS_{sc} > 1$ ;

Ribaltamento  $FS_{rb} > 1$ ;

Portanza  $FS_{cp} > 1$ ;

*Approccio 1: Combinazione 2 ( $M2+A2+R2$ )*

• **Verifiche sismiche:**

Stabilità globale  $FS > 1,1$ ;

Scorrimento  $FS_{sc} > 1$ ;

Ribaltamento  $FS_{rb} > 1$ ;

Portanza  $FS_{cp} > 1$ ;

*Approccio 1: Combinazione 2 ( $M2+R2+kh+/- kv$ )*

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte.

Nessuna combinazione di carico allo stato limite di esercizio viene prevista, in quanto nessuna determinazione di spostamento dell'opera a fini di controllo di funzionalità della stessa viene effettuata, risultando poco significativa vista la intrinseca deformabilità della tipologia di struttura di sostegno esaminata.

La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante un programma di calcolo denominato MacStarWin 4.0, di cui si riportano di seguito le principali caratteristiche.

La verifica in oggetto viene svolta dal programma con un procedimento che si articola nelle seguenti fasi:

- 1) scelta dell'opera o di una sua parte da verificare (a cura dell'utente);
- 2) verifica geometrica della scelta;
- 3) definizione del muro (profilo contro terra a tergo);
- 4) calcolo delle forze stabilizzanti;
- 5) calcolo della massima spinta;
- 6) verifiche allo scorrimento;
- 7) verifica al ribaltamento;
- 8) verifica per capacità portante fondazione (carico limite).

### 5.1 Calcolo delle azioni interne al muro

Il procedimento che consente il calcolo delle azioni interne al muro (forze e momenti) si basa sui dati che derivano dalla sezione del programma che esegue le verifiche di stabilità all'equilibrio limite. Il muro, assegnato come superficie di scorrimento singola fittizia, viene suddiviso in conci e per ciascun concio si utilizzano le seguenti grandezze: 1) peso totale; 2) forze dovute a carichi distribuiti; 3) forze dovute a carichi lineari (in questa verifica senza diffusione trasversale); 4) forze dovute a carichi puntuali ripetuti o isolati (in questa verifica senza diffusione trasversale); 5) forze dovute a tiranti (in questa verifica senza diffusione trasversale); 6) forze sul contorno libero dovute alla presenza di falde; 7) pressione interstiziale alla base; 8) forze dovute a carichi di natura sismica; 9) forze interne dovute alla variazione di quota della falda (filtrazione o spinta idrostatica).

Il programma procede quindi calcolando la forza totale stabilizzante lungo la base, la forza orizzontale instabilizzante, il momento stabilizzante e il momento ribaltante.

#### Forza totale stabilizzante

Si applica il seguente procedimento:

- a) calcolo della forza verticale totale agente sulla base ( $F_v$ );
- b) calcolo della forza orizzontale stabilizzante ( $F_h$ ) dovuta alle forze da 2 a 6;
- c) calcolo della risultante (sottospinta) delle pressioni interstiziali alla base ( $U$ );
- d) calcolo della forza totale efficace agente sulla base:  $N = F_v - U$
- e) calcolo della forza resistente dovuta alla coesione ( $F_{coes}$ ) sulla base;
- f) calcolo dell'angolo d'attrito interno medio ( $\phi_{med}$ ) sulla base;
- g) calcolo della forza resistente complessiva stabilizzante ( $F_{stab}$ ):

$$F_{stab} = N \cdot \tan(\phi_{med}) + F_{coes} + F_h$$

#### Forza totale instabilizzante

La forza totale instabilizzante (orizzontale) interna al muro di sostegno ( $F_{hin}$ ) è ottenuta sommando le forze 8 e 9.

#### Momento totale stabilizzante

Il momento totale stabilizzante ( $M_s$ ) è ottenuto sommando i contributi dovuti ai singoli momenti delle forze da 1 a 6 rispetto allo spigolo di valle del muro.

#### Momento totale ribaltante

Il momento totale ribaltante ( $M_r$ ) è ottenuto sommando i contributi dovuti ai singoli momenti delle forze da 8 a 9 rispetto allo spigolo di valle del muro. Si considera altresì il momento instabilizzante ( $M_u$ ) dovuto alle pressioni interstiziali alla base.

## 5.2 Calcolo delle massime azioni agenti sul muro

Il calcolo delle azioni agenti sul muro, dovute alle spinte del terreno a tergo, viene ottenuto con un procedimento basato ancora sui dati che derivano dalla sezione del programma che esegue le verifiche di stabilità all'equilibrio limite. Il procedimento utilizzato è il seguente:

- 1) si analizzano 200 di superfici di scorrimento fittizie che comprendono tutta la base del muro e quindi terminano a monte secondo direzioni casuali o direzioni date dalla formulazione di Rankine + Mononobe e Okabe;
- 2) si analizza ciascuna superficie per determinare la spinta applicata al muro ed il relativo momento ribaltante;
- 3) la porzione di terreno interna ad una superficie viene suddivisa in conci e per ciascun concio si determinano tutte le forze già viste nella sezione precedente relativa al muro di sostegno, sottraendo tutte le forze già considerate nel muro ed aggiungendo le forze dovute ad eventuali rinforzi attraversati (con modello rigido); le forze così ottenute sono quelle da cui deriva la spinta sul muro;
- 4) la spinta sul muro viene calcolata sommando i contributi dei singoli conci;
- 5) la spinta dovuta al singolo concio viene ottenuta risolvendo il poligono delle forze composto da quattro forze complessive: la risultante delle componenti orizzontali, la risultante delle componenti verticali, la reazione alla base del concio inclinata dell'angolo di attrito rispetto alla base, la spinta attiva ipotizzata in direzione orizzontale (ipotesi conforme all'assunzione di Bishop nelle analisi di stabilità);
- 6) il momento ribaltante dovuto alla spinta è ottenuto considerando i singoli contributi di tutte le forze rispetto allo spigolo di valle del muro;
- 7) il valore della spinta ( $S_a$ ) per le verifiche di stabilità del muro di sostegno è ottenuto considerando il massimo delle spinte calcolato su tutte le superfici; il relativo momento ( $M_a$ ) viene a sua volta utilizzato nelle verifiche al ribaltamento.

## 5.3 Azioni sismiche

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \text{ ed } F_v = k_v \times W,$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale.

Per il calcolo dei coefficienti sismici  $k_h$  e  $k_v$ , si rimanda alla "Relazione sulla Modellazione Sismica del sito".

#### 5.4 Modellazione muretti a secco

La modellazione dei muretti a secco, al fine delle verifiche di stabilità con il software Macstars W, è stata condotta nel modo seguente.

Il muro a secco è stato modellato come un muro in gabbioni, con riempimento costituito da materiale avente le stesse caratteristiche geotecniche (peso specifico, angolo di attrito, coesione) dalle pietre (arenarie) utilizzate per l'esecuzione dei muri. A vantaggio di sicurezza, il peso specifico del pietrame è stato abbassato a 2.000 kg/mc.

In merito alla coesione si specifica quanto segue:

i tests condotti nel passato sui gabbioni hanno permesso di determinare la coesione efficace che la rete metallica conferisce all'insieme e che dipende dal contenuto di rete per unità di volume.

La coesione equivalente di un gabbione "Cg" è in generale espressa dalla relazione empirica:

$$C_g = 0.03 P_u - 0.05 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

dove:

$P_u$  = peso della rete metallica in kg per m<sup>3</sup> di gabbione;

il valore di  $P_u$ , è mediamente pari a 5.9 kg/m<sup>3</sup> per cui si ottiene che:

$$C_g = 0.03 \times 5.9 - 0.05 = 0.127 \text{ kg/cm}^2 = 12.7 \text{ kPa}$$

Per portare in conto che trattasi di muro a secco, la coesione è stata abbassata al valore di 10 kPa.

Così come riportato nella "Relazione Geologica", le caratteristiche litostratigrafiche sito-specifiche portano a considerare sostanzialmente due litotipi differenti. Il primo è rappresentativo del pendio (spingente) a tergo dei muri, il secondo rappresenta il substrato di base su cui si andranno a fondare i muri stessi. Ai fini del calcolo, è stato modellato in Macstars W uno strato rappresentativo del terrapieno a tergo del muro, inclinato di 10° rispetto all'orizzontale, per portare in conto la situazione topografica più gravosa, oltre ad uno strato orizzontale rappresentativo del substrato di base in su cui si fondano i muri a secco.

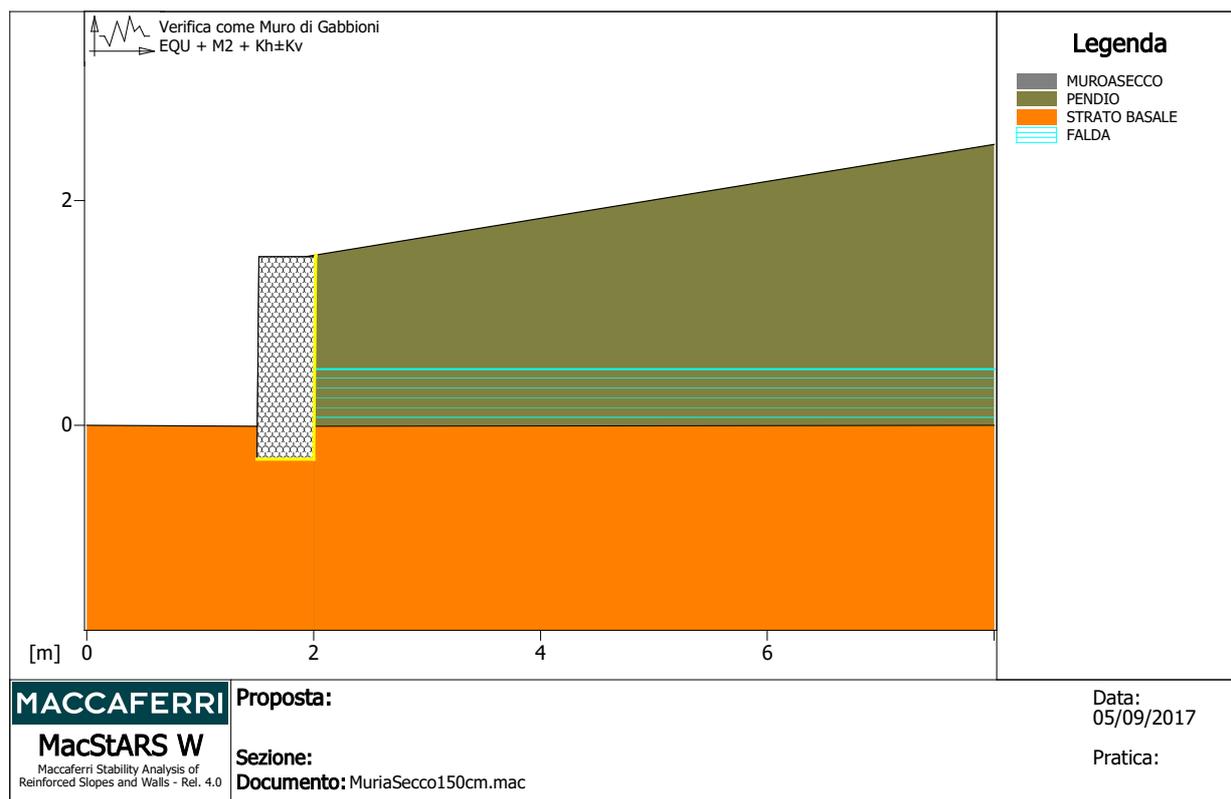


Fig. 2: modello muro a secco in Macstars W

## 6. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Allegati alle presente relazione vengono riportati i tabulati di calcolo generati dal software MACSTAR W, con riferimento ai seguenti casi:

- ✓ muro a secco di altezza pari a 0,50 m;
- ✓ muro a secco di altezza pari a 1,00 m;
- ✓ muro a secco di altezza pari a 1,50 m;
- ✓ muro a secco di altezza pari a 2,00 m.

Le caratteristiche geomeccaniche dei materiali presenti in sito (tratte dalla Relazione Geologica allegata al progetto) e di quelli costituenti il riempimento dei gabbioni, nonché i carichi sismici ed accidentali utilizzati, sono riportati nella tabella seguente:

		$\gamma_{sat}$ (KN/mc)	$\gamma_{secco}$ (KN/mc)	$\phi$ (°)	$C'$ (Kpa)
<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<i>Pendio a tergo muro</i>	18	17	18	10
	<i>Substrato di fondazione del muro</i>	20	19	22	15
	<i>Materiale di riempimento gabbioni</i>	20	20	40	10
<b>CARICHI</b>	<b>SISMICO</b>	$K_h=0,04$ $K_v= +/- 0,02$			

Tab. 4: caratteristiche geomeccaniche dei materiali e carichi agenti assunti per la progettazione

Rimandando ai tabulati di calcolo allegati per una più completa disamina dei risultati ottenuti, di seguito si riporta una tabella riassuntiva di tali risultati in termini di coefficiente di sicurezza per la stabilità globale (**Fs**), coefficiente di sicurezza allo scorrimento del muro (**Fsc**), coefficiente di sicurezza al ribaltamento del muro (**Frb**) e coefficiente di sicurezza a carico limite (**Fcp**).

Hmuro [m]	CASO STATICO				CASO DINAMICO			
	Fs	Fsc	Fcp	Frb	Fs	Fsc	Fcp	Frb
<b>0,50</b>	7,47	41,15	14,48	5,05	6,38	20,10	12,75	5,15
<b>1,00</b>	3,70	11,19	3,60	1,34	3,58	7,90	6,24	1,31
<b>1,50</b>	2,76	12,39	5,35	1,37	2,60	7,89	3,88	1,28
<b>2,00</b>	2,30	13,59	4,34	1,21	2,22	7,31	1,21	1,10

Tab. 5: tabella riassuntiva dei risultati ottenuti

Dalla tabella precedente si evince che tutte le verifiche risultano soddisfatte ( $F_s > 1.1$ ;  $F_{cp} > 1$ ;  $F_{sc} > 1$ ;  $F_{rb} > 1$ ).

**ALLEGATI:**

- I. Nota Tecnica: Validazione codice di calcolo MACSTARS W
- II. Fascicolo dei calcoli nel caso statico e dinamico

Prignano Cilento (SA), settembre 2017

IL PROGETTISTA

Velia Ingegneria e Servizi srl

# 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

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: MuriaSecco50cm.mac

Data.....: 05/09/2017

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	2
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
MURI IN GABBIONI.....	3
Muro : B1 .....	3
CARICHI.....	3
VERIFICHE.....	4
Verifica di stabilità globale :.....	4
Verifica come muro di sostegno : .....	5
Verifica come muro di sostegno : .....	6

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : MUROASECCO**      Descrizione : muria a secco  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : PENDIO**      Descrizione : materiale alterato  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 18.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STRATO BASALE**      Descrizione : substrato di base  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 15.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 22.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**      Descrizione: pendio  
 Terreno : PENDIO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.82	0.00	1.92	0.50	8.00	1.50		

**Strato: 2**      Descrizione: strato di base  
 Terreno : STRATO BASALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	8.00	0.00				

**PROFILI FALDE FREATICHE****Falda: FALDA**

Descrizione: falda

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
2.00	0.25	0.00		8.00	0.25	0.00	

**MURI IN GABBIONI****Muro : B1**

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 1.50 Ordinata.....= -0.30  
Rotazione muro.....[°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: MUROASECCO  
Terreno di riempimento a tergo.....: PENDIO  
Terreno di copertura.....: PENDIO  
Terreno di fondazione.....: STRATO BASALE

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]	Pu [kN/m <sup>3</sup> ]
1	0.50	0.80	0.00	61.31

Gabbioni senza diaframmi

Maglia 10x12 Diametro filo 2,7 [mm]  
Classe Pu : Pu

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

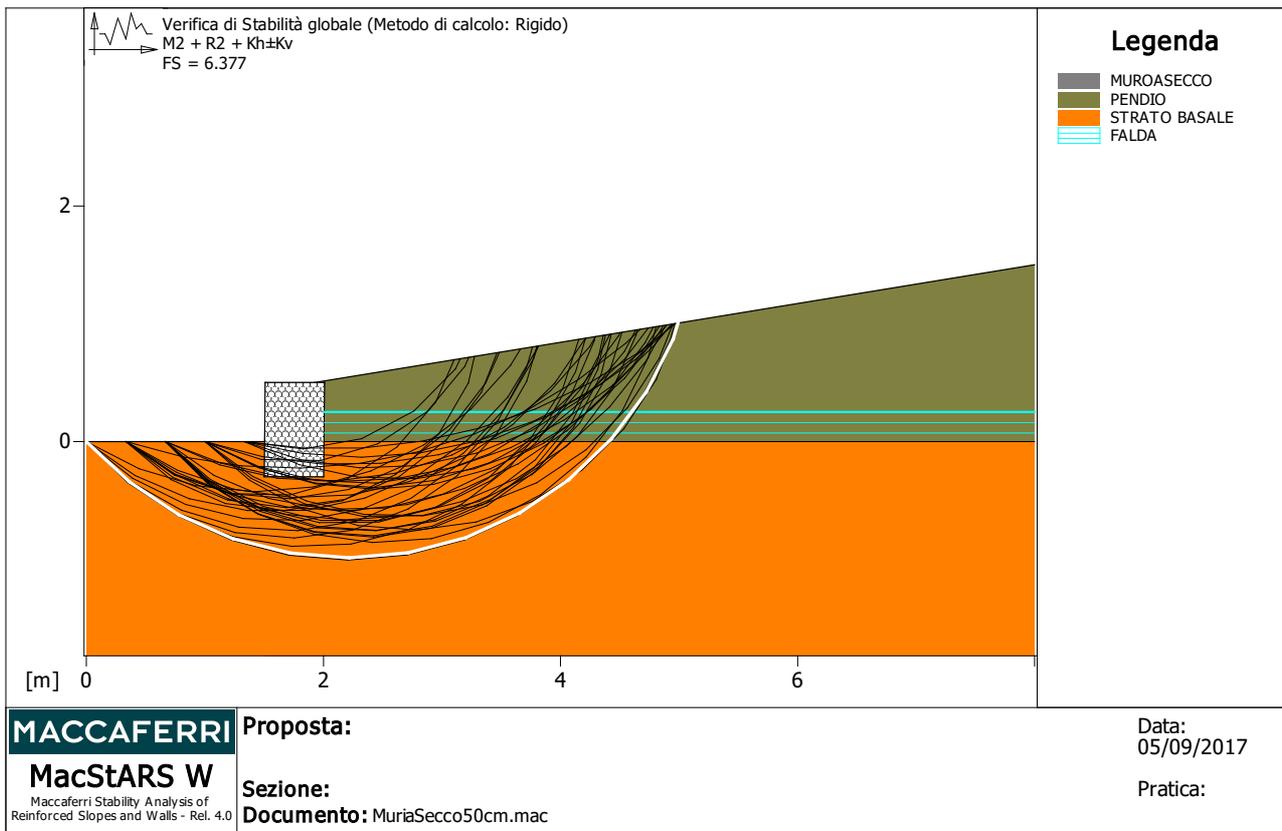
Affondamento fondazione.....[m] : 0.30  
Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00

**CARICHI****Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s<sup>2</sup>]...: Orizzontale.....= 0.39 Verticale.....= 0.20

**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

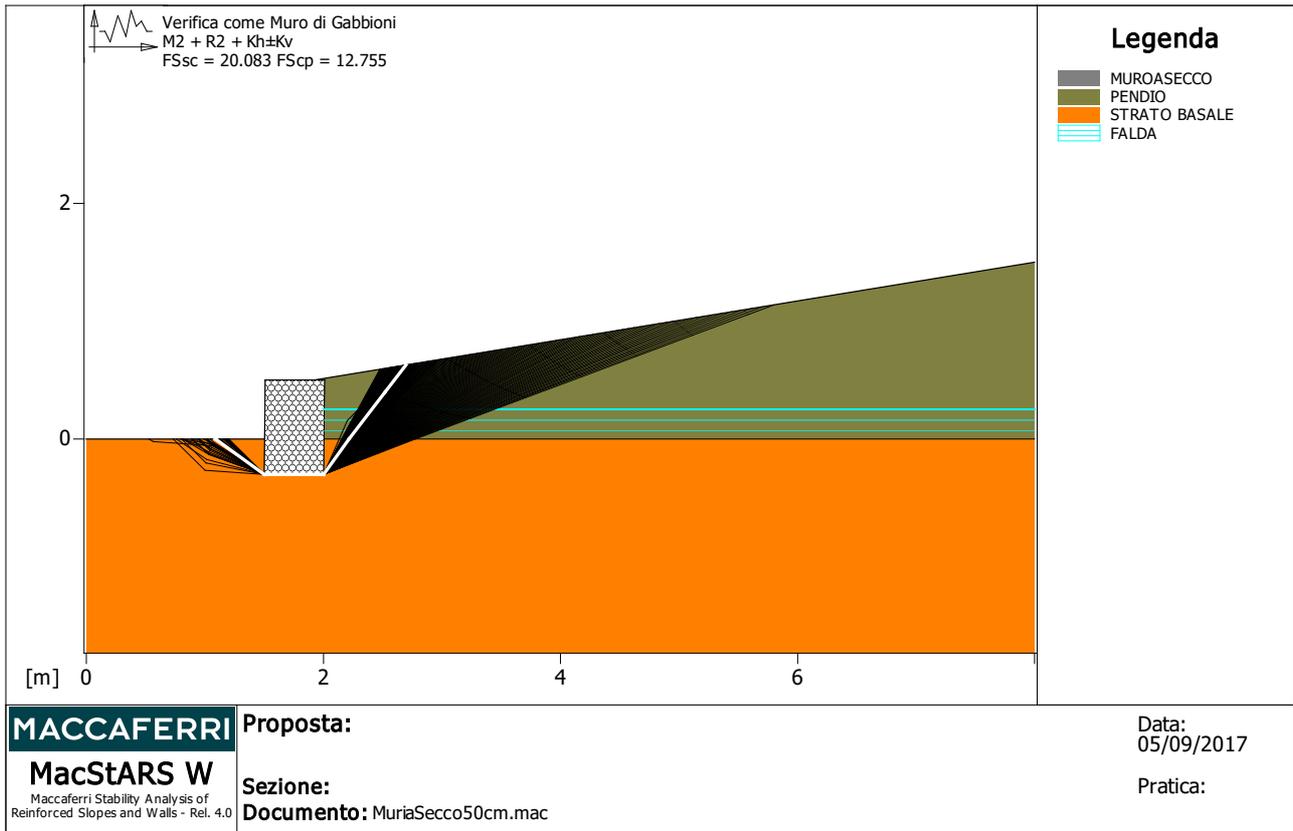
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 6.377

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	5.00	0.00	2.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		7	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 12.55

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 0.63

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 20.083

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 262.12

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 20.55

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 12.755

Fondazione equivalente.....[m].....: 0.38

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.06

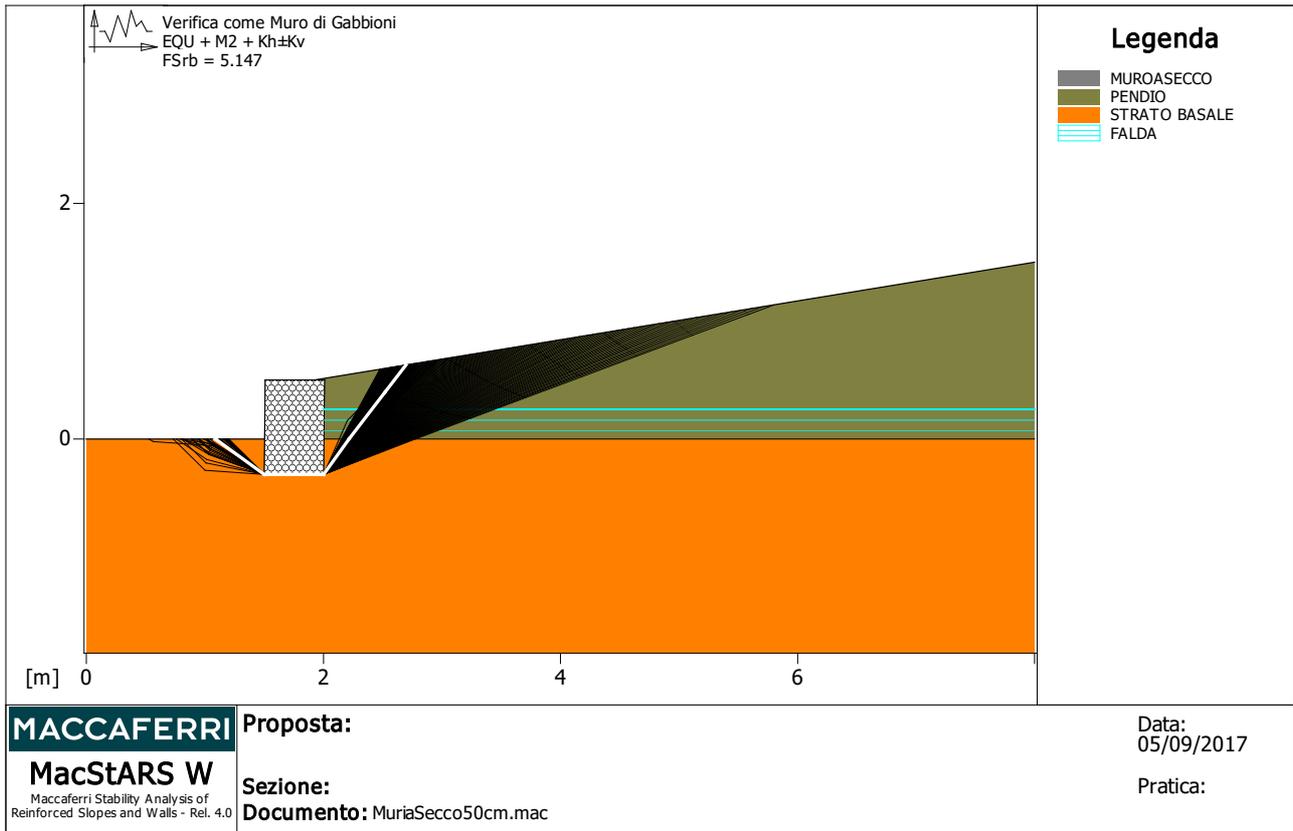
Braccio momento.....[m].....: 0.57

Forza normale.....[kN].....: 7.80

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 26.87

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 4.34

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1.84

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 0.36

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.147

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

-----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**  
 -----

# 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

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: MuriaSecco50cm\_statico.mac

Data.....: 05/09/2017

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	2
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
MURI IN GABBIONI.....	3
Muro : B1 .....	3
VERIFICHE.....	4
Verifica di stabilità globale : .....	4
Verifica come muro di sostegno : .....	5
Verifica come muro di sostegno : .....	6

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : MUROASECCO**      Descrizione : muria a secco  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : PENDIO**      Descrizione : materiale alterato  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 18.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STRATO BASALE**      Descrizione : substrato di base  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 15.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 22.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**      Descrizione: pendio  
 Terreno : PENDIO

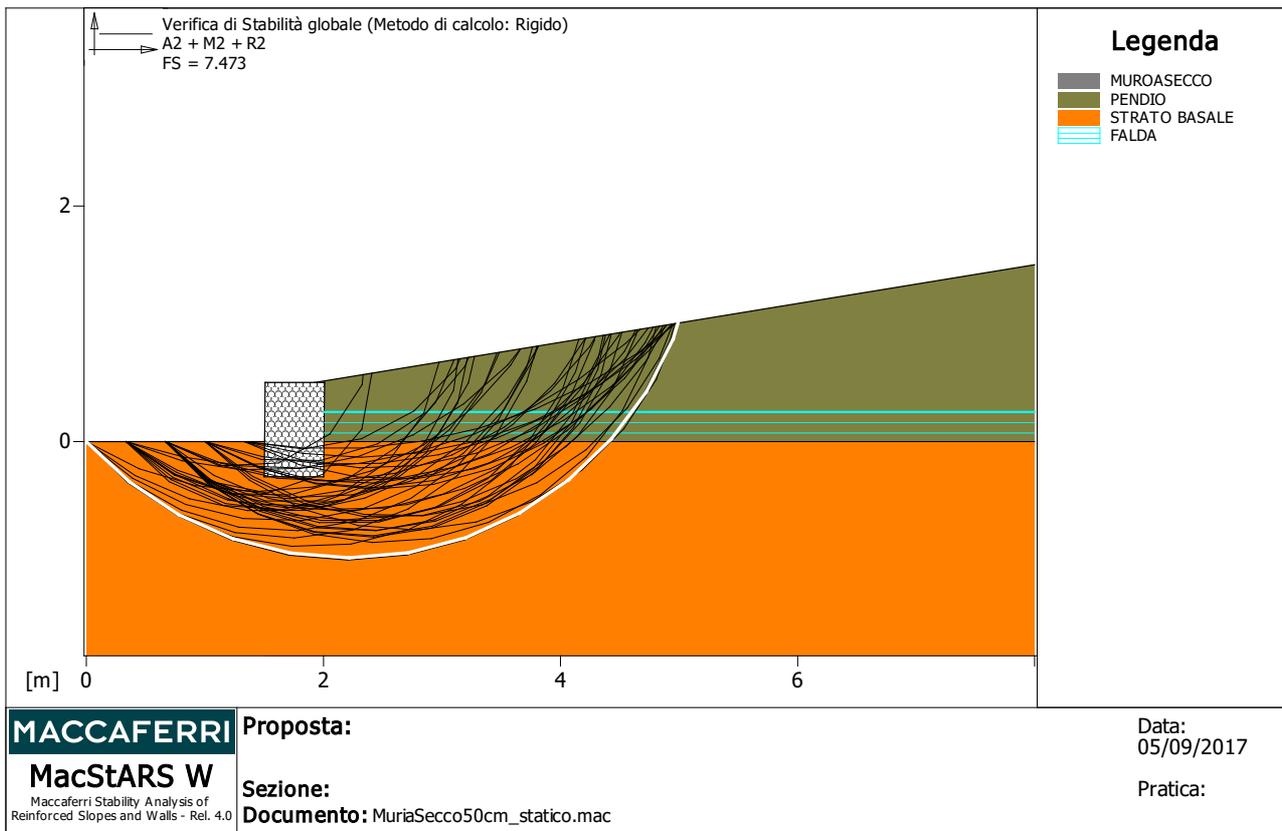
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.82	0.00	1.92	0.50	8.00	1.50		

**Strato: 2**      Descrizione: strato di base  
 Terreno : STRATO BASALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	8.00	0.00				



**VERIFICHE**



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

**Proposta:**  
**Sezione:**  
**Documento:** MuriaSecco50cm\_statico.mac

**Data:**  
 05/09/2017  
**Pratica:**

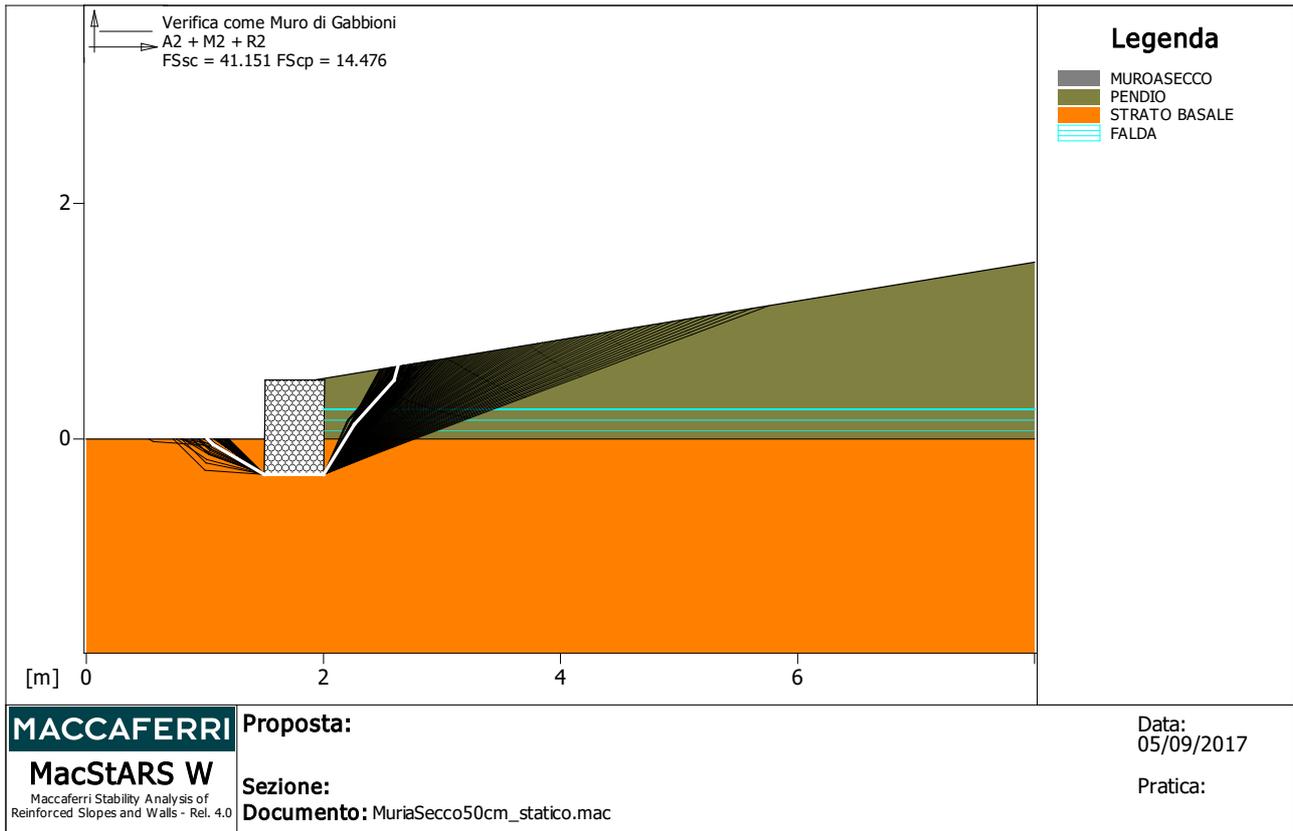
**Verifica di stabilità globale :**

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.....: 7.473

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	5.00	0.00	2.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		7	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 12.62

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 0.31

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 41.151

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 278.32

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 19.23

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 14.476

Fondazione equivalente.....[m].....: 0.41

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.04

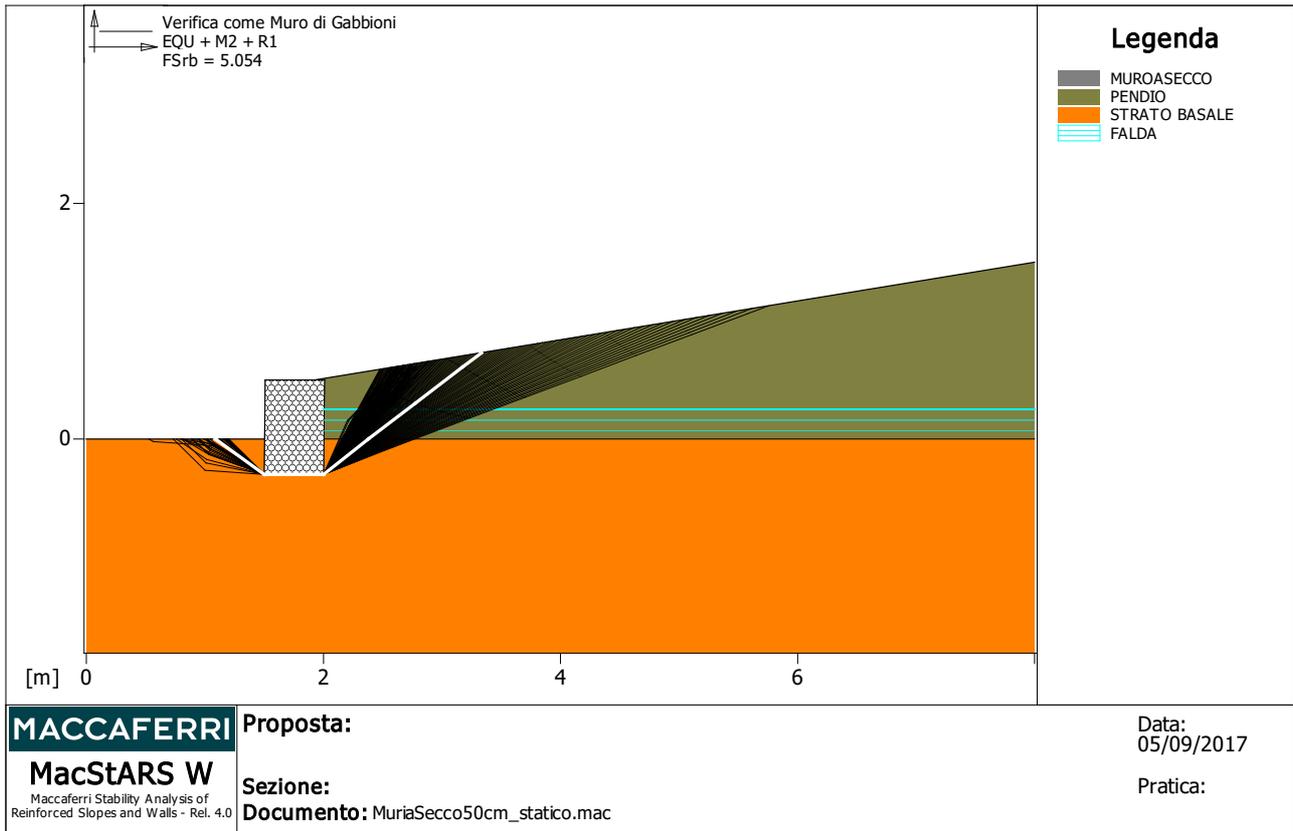
Braccio momento.....[m].....: 1.17

Forza normale.....[kN].....: 7.96

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 24.13

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 7.72

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 1.81

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 0.36

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.054

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

-----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**  
 -----

# 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

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: MuriaSecco100cm.mac

Data.....: 05/09/2017

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	2
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
MURI IN GABBIONI.....	3
Muro : B1 .....	3
CARICHI.....	3
VERIFICHE.....	4
Verifica di stabilità globale :.....	4
Verifica come muro di sostegno : .....	5
Verifica come muro di sostegno : .....	6

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : MUROASECCO**      Descrizione : muria a secco  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : PENDIO**      Descrizione : materiale alterato  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 18.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STRATO BASALE**      Descrizione : substrato di base  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 15.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 22.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**      Descrizione: pendio  
 Terreno : PENDIO

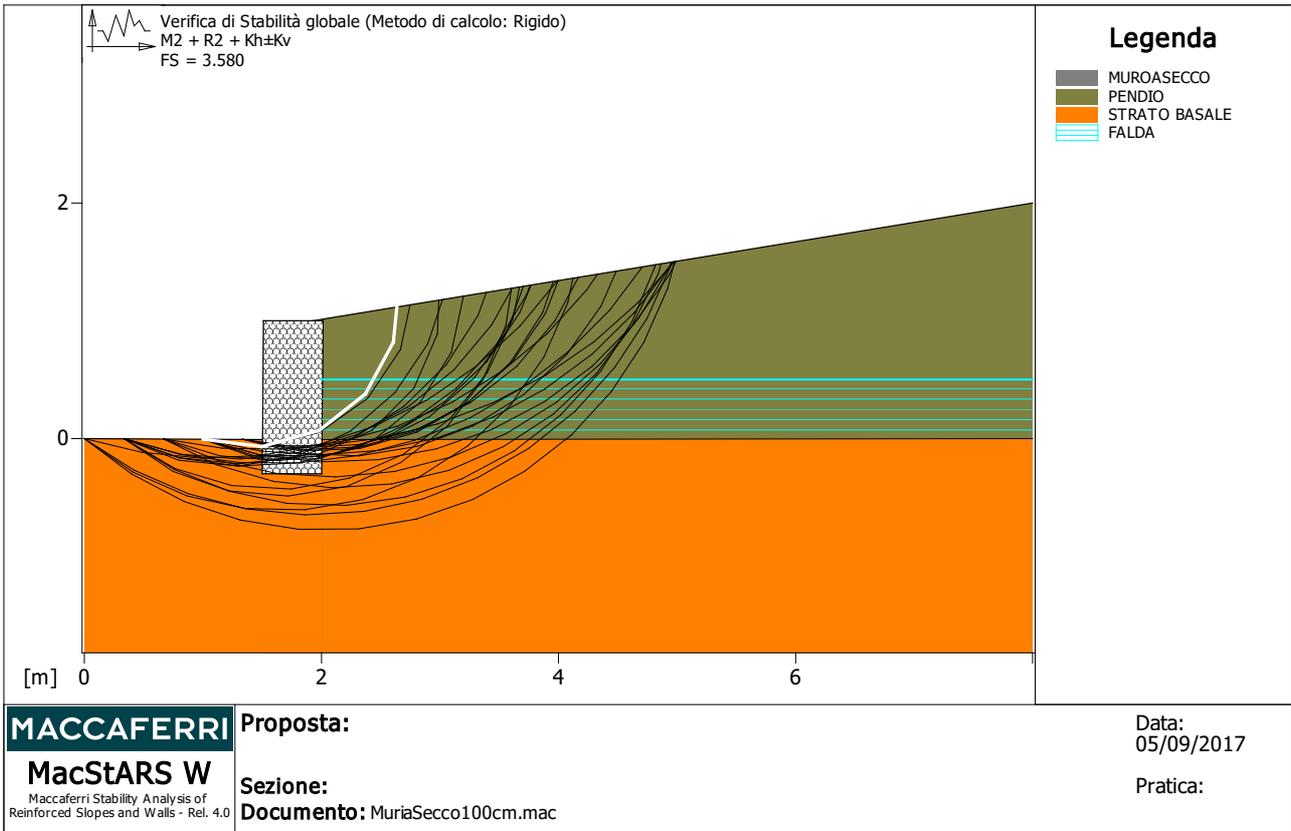
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.82	0.00	1.92	1.00	8.00	2.00		

**Strato: 2**      Descrizione: strato di base  
 Terreno : STRATO BASALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	8.00	0.00				



**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

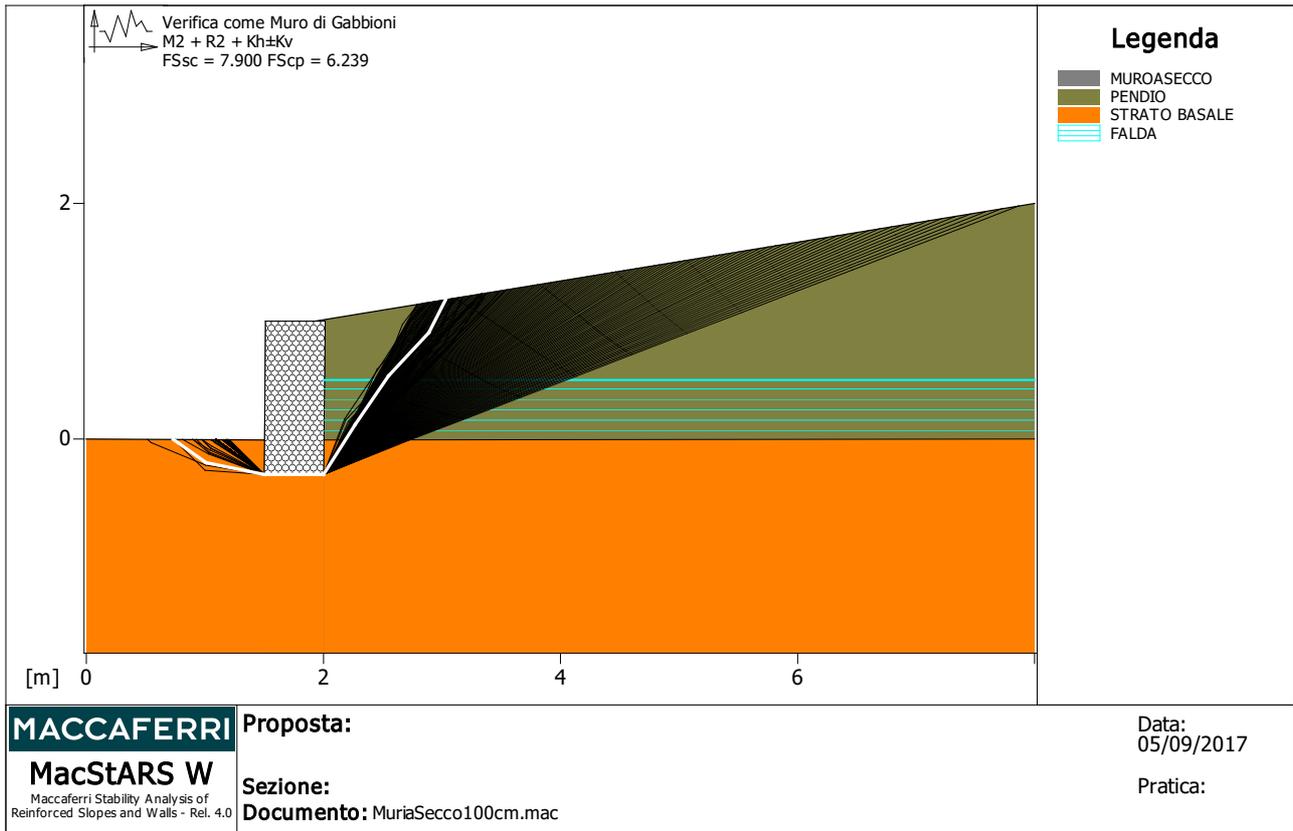
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 3.580

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	5.00	0.00	2.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		7	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 14.05

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 1.78

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 7.900

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 251.16

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 40.26

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 6.239

Fondazione equivalente.....[m].....: 0.31

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.09

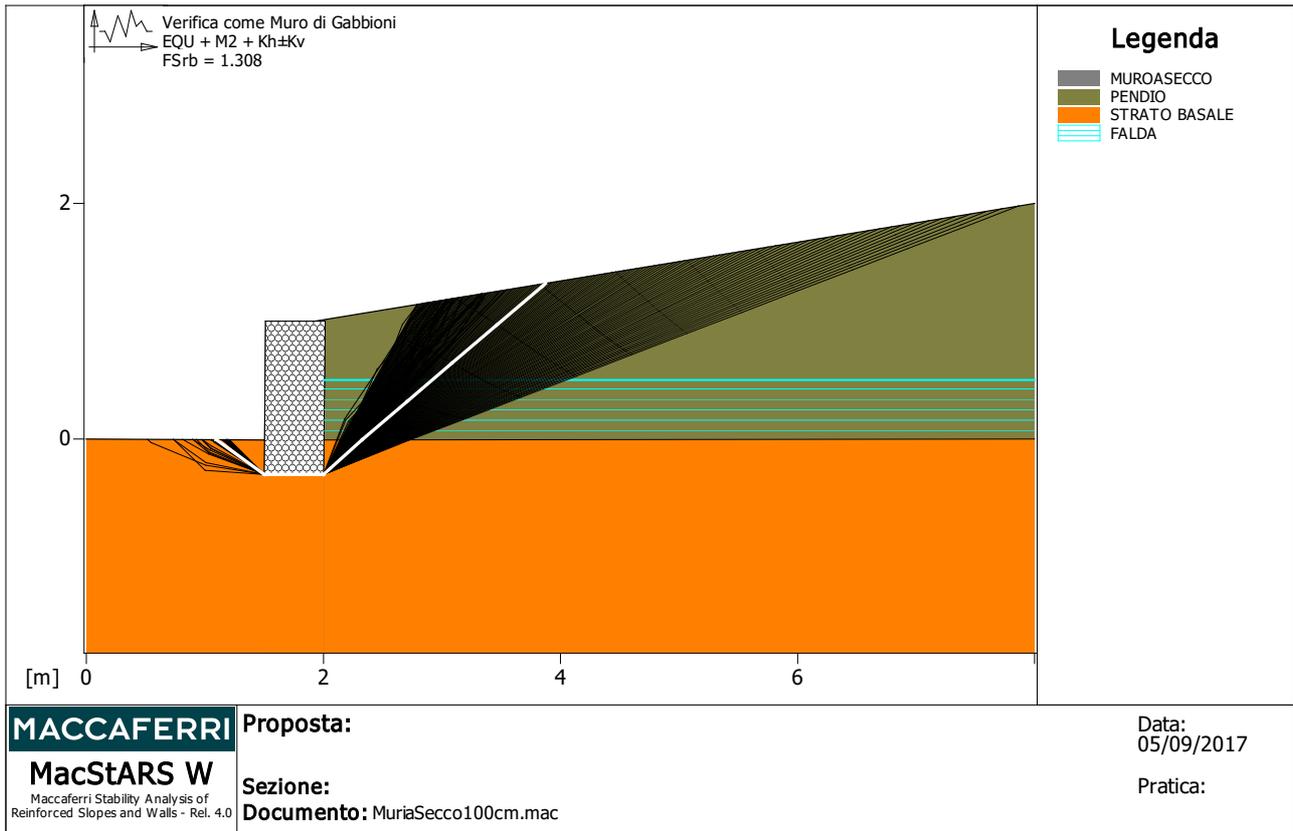
Braccio momento.....[m].....: 1.23

Forza normale.....[kN].....: 12.60

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 53.68

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 2.86

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 2.18

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 1.308

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

-----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**  
 -----

# 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

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: MuriaSecco100cm\_statico.mac

Data.....: 05/09/2017

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	2
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
MURI IN GABBIONI.....	3
Muro : B1 .....	3
VERIFICHE.....	4
Verifica di stabilità globale : .....	4
Verifica come muro di sostegno : .....	5
Verifica come muro di sostegno : .....	6

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : MUROASECCO**      Descrizione : muria a secco  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : PENDIO**      Descrizione : materiale alterato  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 18.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STRATO BASALE**      Descrizione : substrato di base  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 15.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 22.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**      Descrizione: pendio  
 Terreno : PENDIO

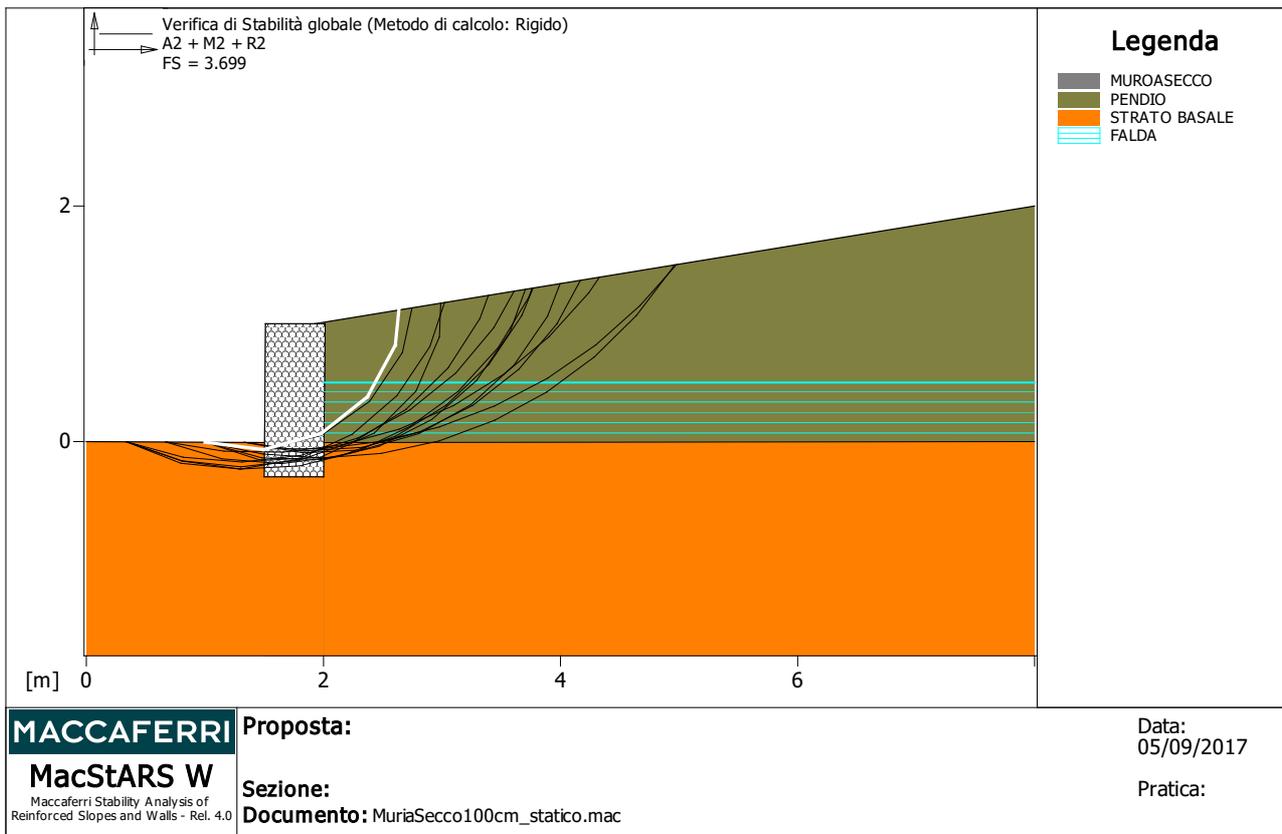
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.82	0.00	1.92	1.00	8.00	2.00		

**Strato: 2**      Descrizione: strato di base  
 Terreno : STRATO BASALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	8.00	0.00				



**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

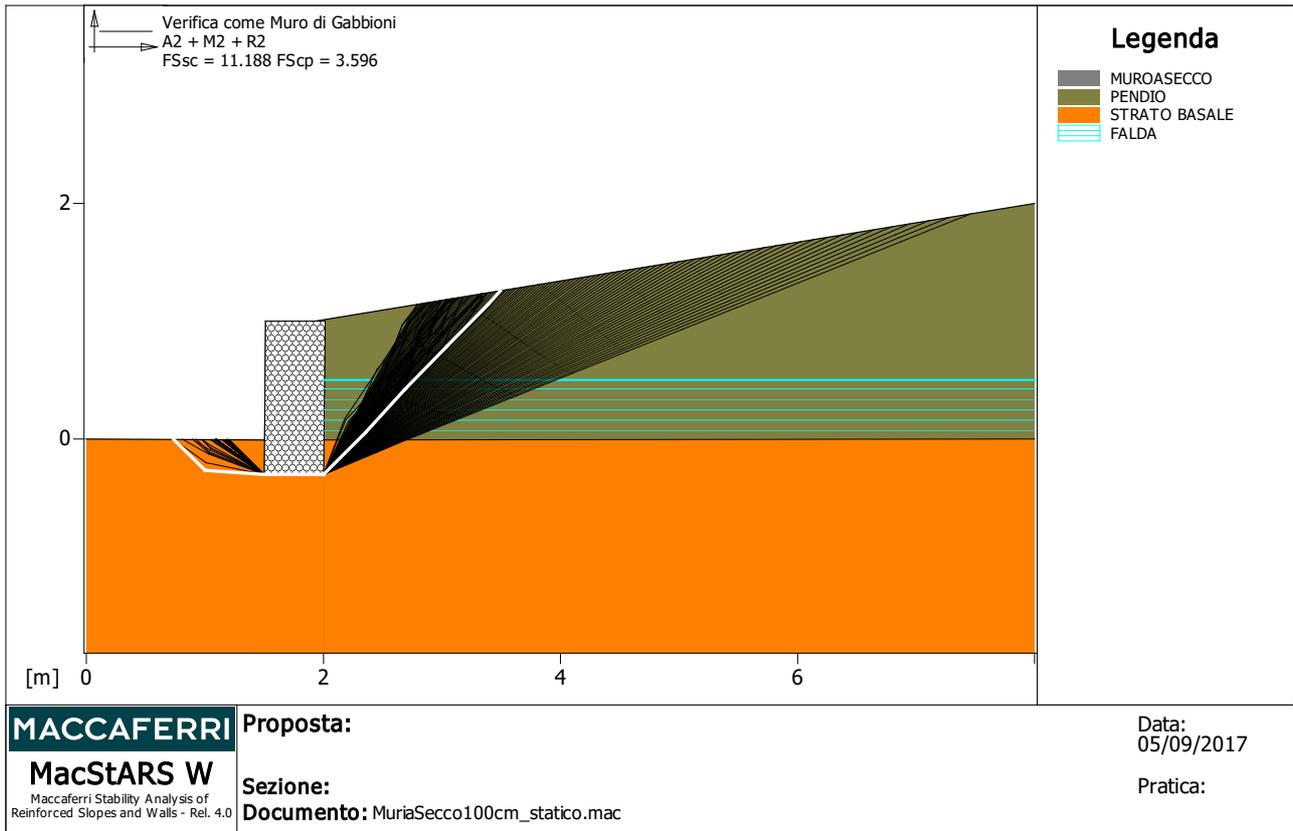
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 3.699

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	5.00	0.00	2.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		7	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



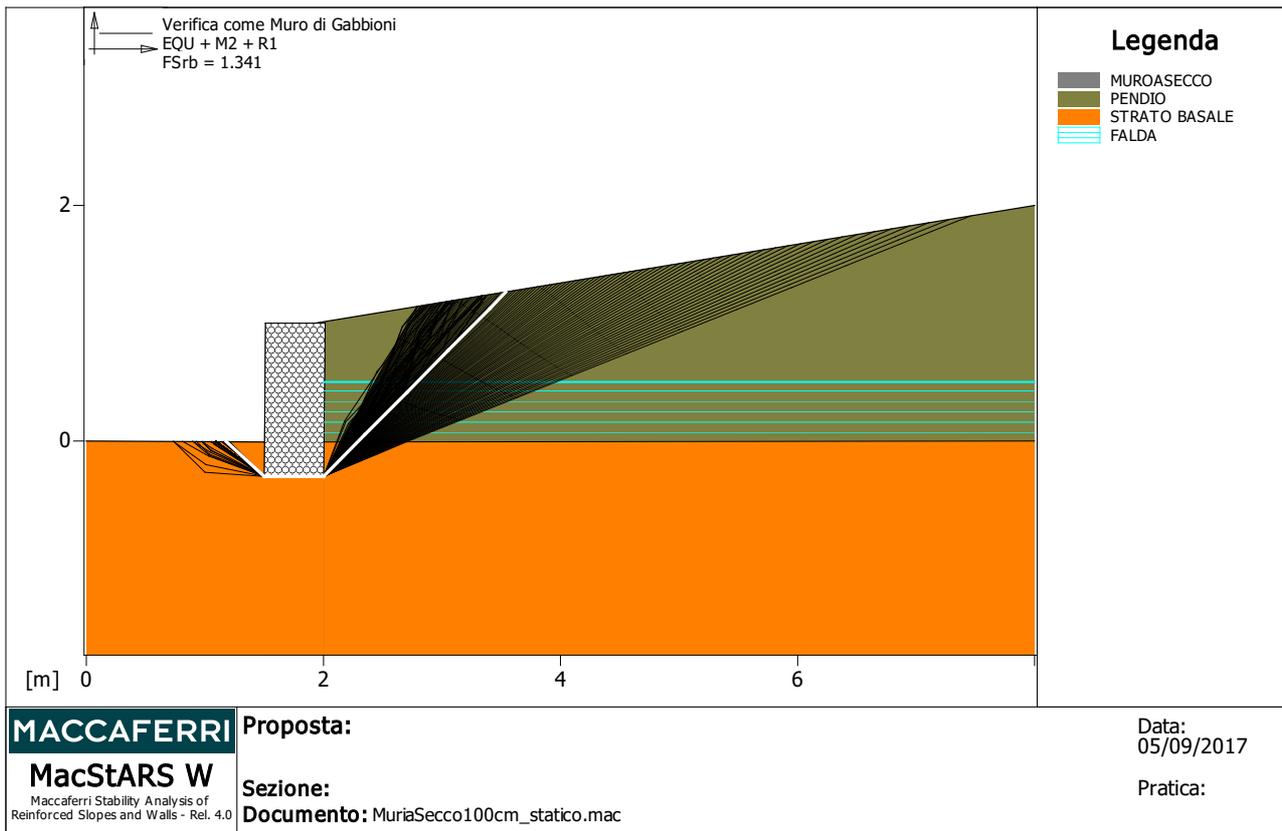
**MACCAFERRI** Proposta:  
**MacStARS W** Sezione:  
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0 Documento: MuriaSecco100cm\_statico.mac

Data:  
 05/09/2017  
 Pratica:

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2  
 Stabilità verificata sul blocco : B1  
 Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 14.14  
 Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 1.26  
 Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento  
 Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 11.188  
 Pressione ultima calcolata con Meyerhof.  
  
 Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 277.65  
 Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 77.20  
 Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante  
 Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.596  
 Fondazione equivalente.....[m].....: 0.17  
 Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.17  
 Braccio momento.....[m].....: 1.73  
 Forza normale.....[kN].....: 12.86  
 Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 102.94  
 Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 2.93

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 2.18

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 1.341

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

-----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**  
 -----

# 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

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: MuriaSecco150cm.mac

Data.....: 05/09/2017

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	2
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
MURI IN GABBIONI.....	3
Muro : B1 .....	3
CARICHI.....	3
VERIFICHE.....	4
Verifica di stabilità globale : .....	4
Verifica come muro di sostegno : .....	5
Verifica come muro di sostegno : .....	6

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : MUROASECCO**      Descrizione : muria a secco  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : PENDIO**      Descrizione : materiale alterato  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 18.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STRATO BASALE**      Descrizione : substrato di base  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 15.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 22.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**      Descrizione: pendio  
 Terreno : PENDIO

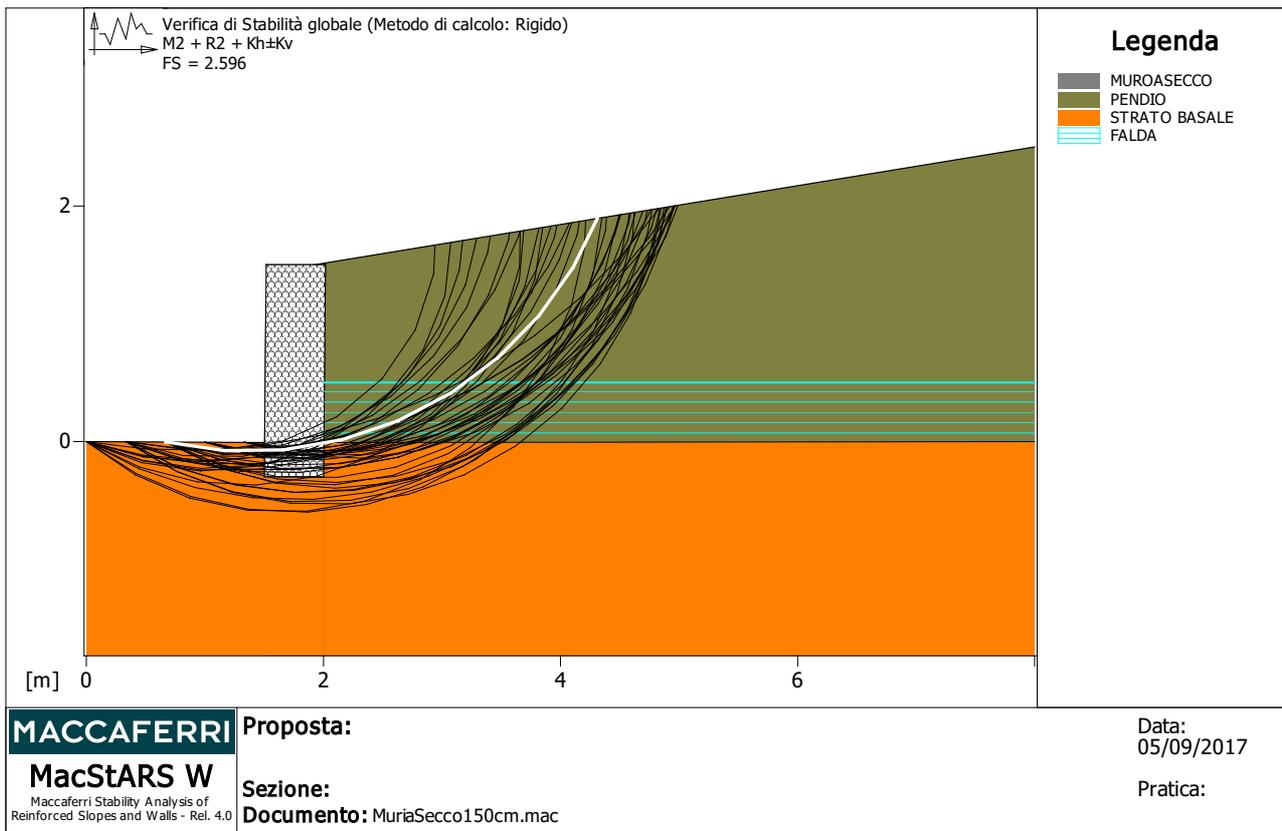
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.82	0.00	1.92	1.50	8.00	2.50		

**Strato: 2**      Descrizione: strato di base  
 Terreno : STRATO BASALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	8.00	0.00				



**VERIFICHE**



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

**Proposta:**  
**Sezione:**  
**Documento:** MuriaSecco150cm.mac

Data:  
 05/09/2017  
 Pratica:

**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

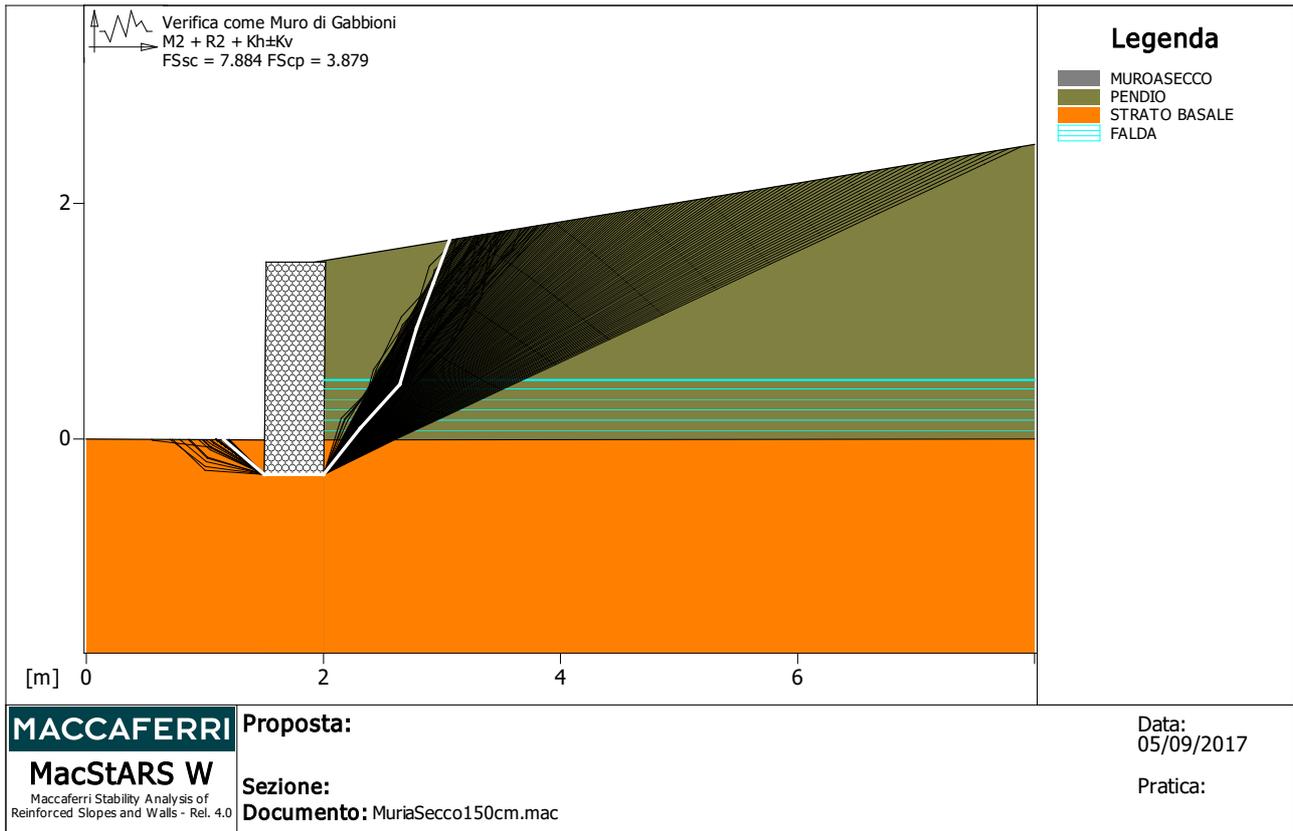
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.596

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	5.00	0.00	2.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		7	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 15.57

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 1.98

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 7.884

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 252.60

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 65.12

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.879

Fondazione equivalente.....[m].....: 0.27

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

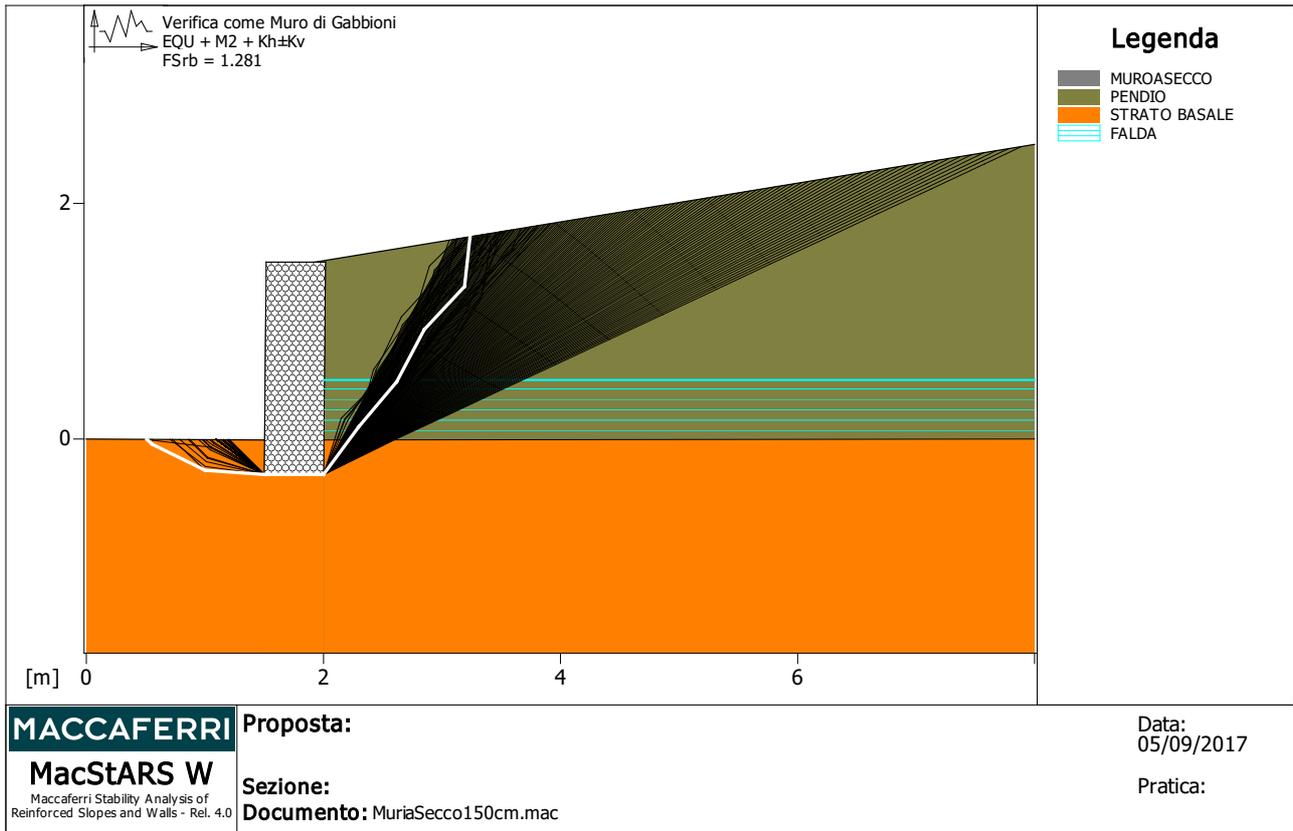
Braccio momento.....[m].....: 1.49

Forza normale.....[kN].....: 17.35

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 86.83

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 3.78

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 2.95

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 1.281

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

-----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**  
 -----

# 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

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: MuriaSecco150cm\_statico.mac

Data.....: 05/09/2017

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	2
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
MURI IN GABBIONI.....	3
Muro : B1 .....	3
VERIFICHE.....	4
Verifica di stabilità globale : .....	4
Verifica come muro di sostegno : .....	5
Verifica come muro di sostegno : .....	6

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : MUROASECCO**      Descrizione : muria a secco  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : PENDIO**      Descrizione : materiale alterato  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 18.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STRATO BASALE**      Descrizione : substrato di base  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 15.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 22.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**      Descrizione: pendio  
 Terreno : PENDIO

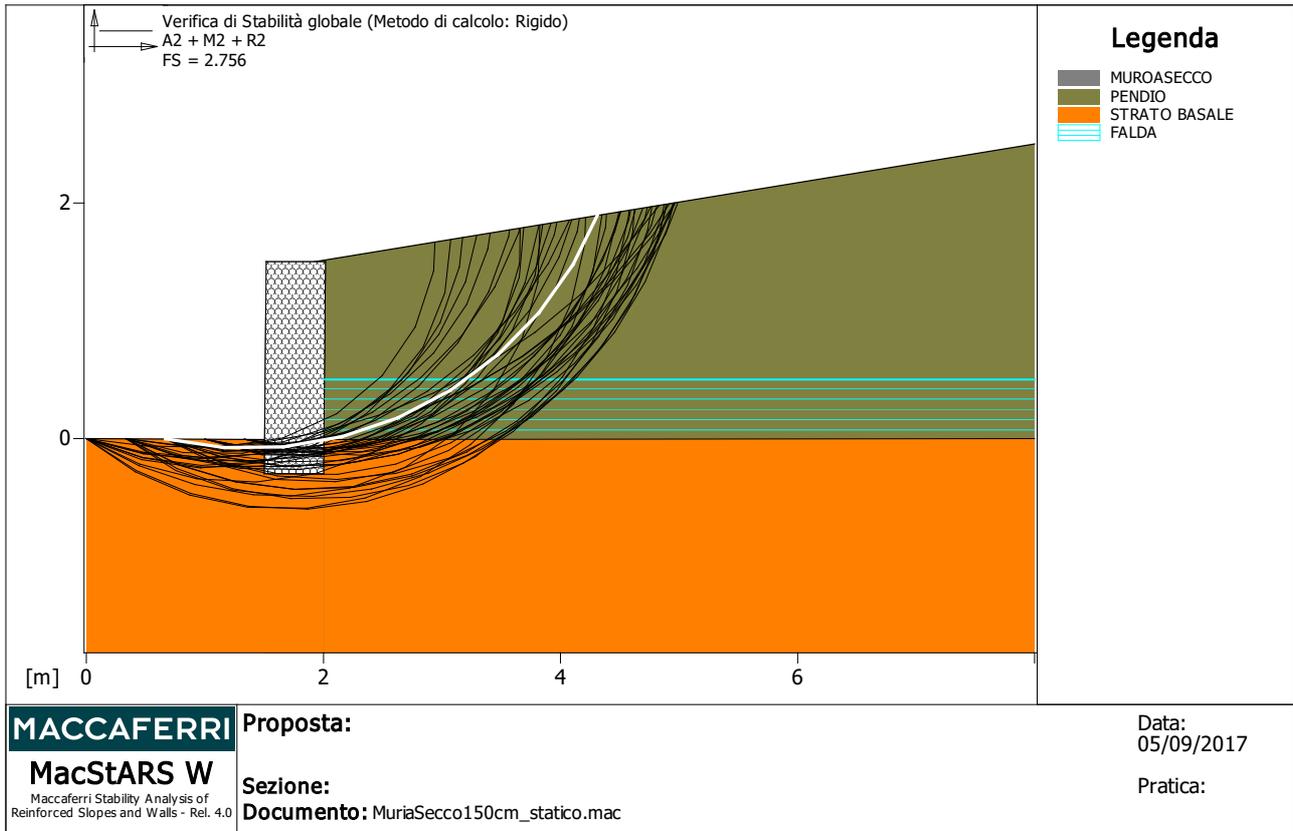
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.82	0.00	1.92	1.50	8.00	2.50		

**Strato: 2**      Descrizione: strato di base  
 Terreno : STRATO BASALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	8.00	0.00				



**VERIFICHE**



**MACCAFERRI**

Proposta:

Data:  
05/09/2017

**MacStARS W**

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

Sezione:

Documento: MuriaSecco150cm\_statico.mac

Pratica:

**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

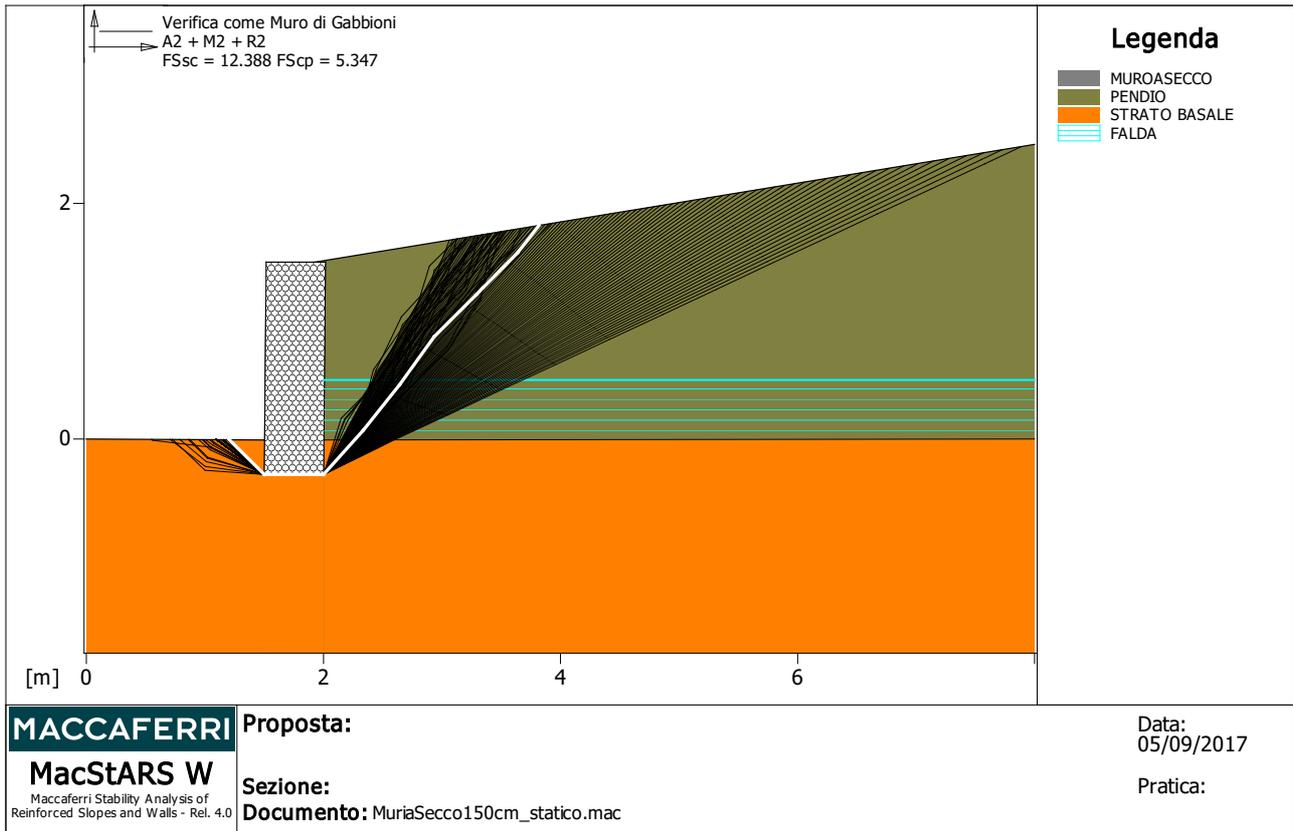
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.756

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	5.00	0.00	2.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		7	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



### Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 15.70

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 1.27

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 12.388

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 276.15

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 51.65

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 5.347

Fondazione equivalente.....[m].....: 0.34

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.08

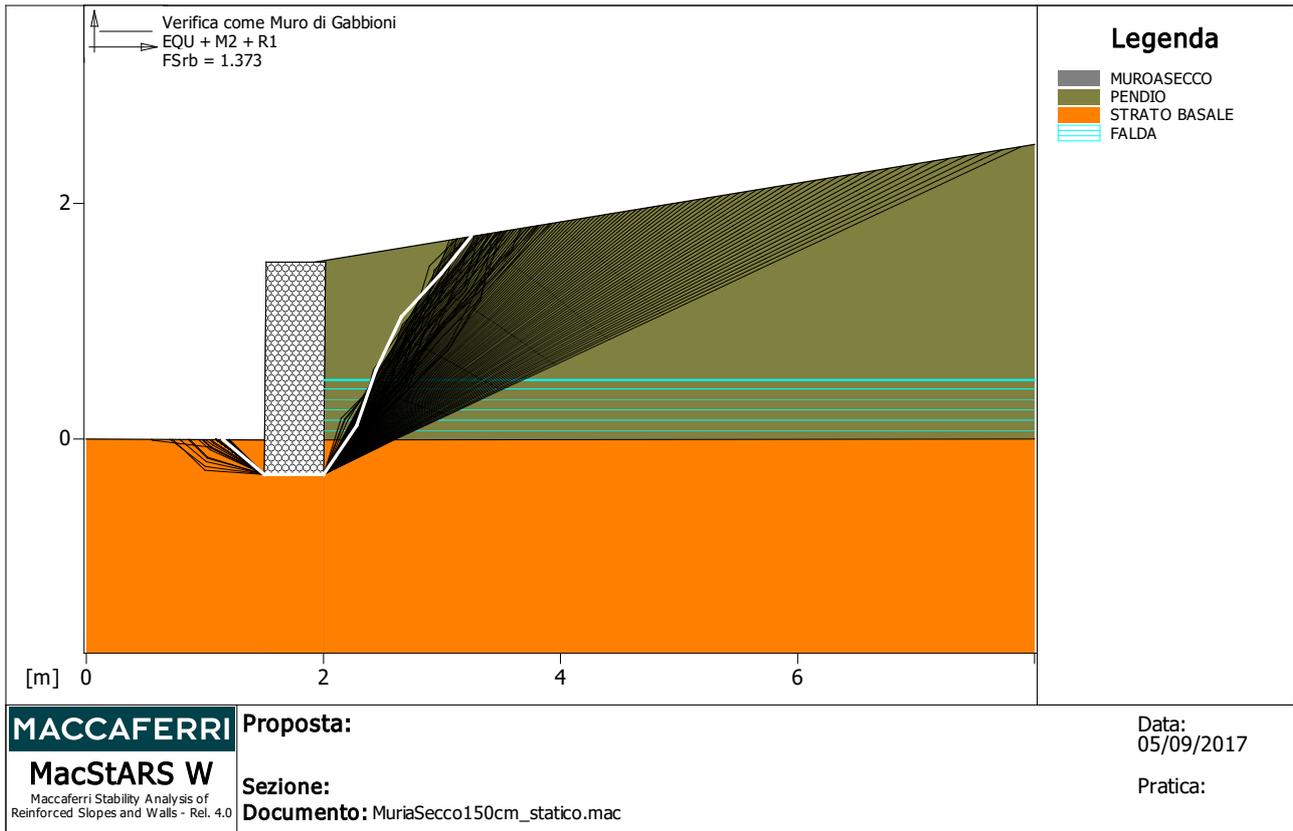
Braccio momento.....[m].....: 2.33

Forza normale.....[kN].....: 17.70

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 68.81

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 2.00

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 4.05

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 2.95

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 1.373

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

-----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**  
 -----

# 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

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: MuriaSecco200cm.mac

Data.....: 05/09/2017

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	2
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
MURI IN GABBIONI.....	3
Muro : B1 .....	3
CARICHI.....	3
VERIFICHE.....	4
Verifica di stabilità globale :.....	4
Verifica come muro di sostegno : .....	5
Verifica come muro di sostegno : .....	6

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : MUROASECCO**      Descrizione : muria a secco  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : PENDIO**      Descrizione : materiale alterato  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 18.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STRATO BASALE**      Descrizione : substrato di base  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 15.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 22.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**      Descrizione: pendio  
 Terreno : PENDIO

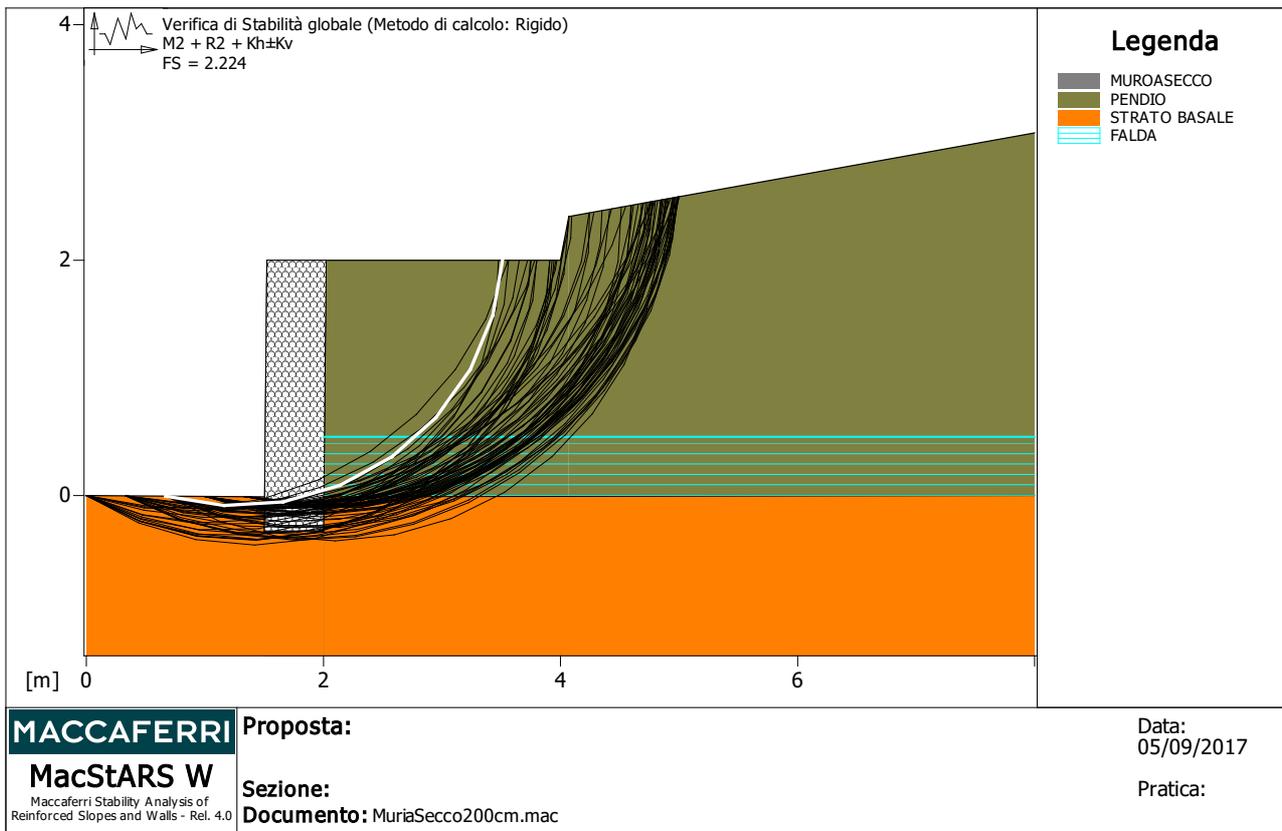
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
1.82	0.00	1.92	2.00	4.00	2.00	4.07	2.37
8.00	3.08						

**Strato: 2**      Descrizione: strato di base  
 Terreno : STRATO BASALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	8.00	0.00				



**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

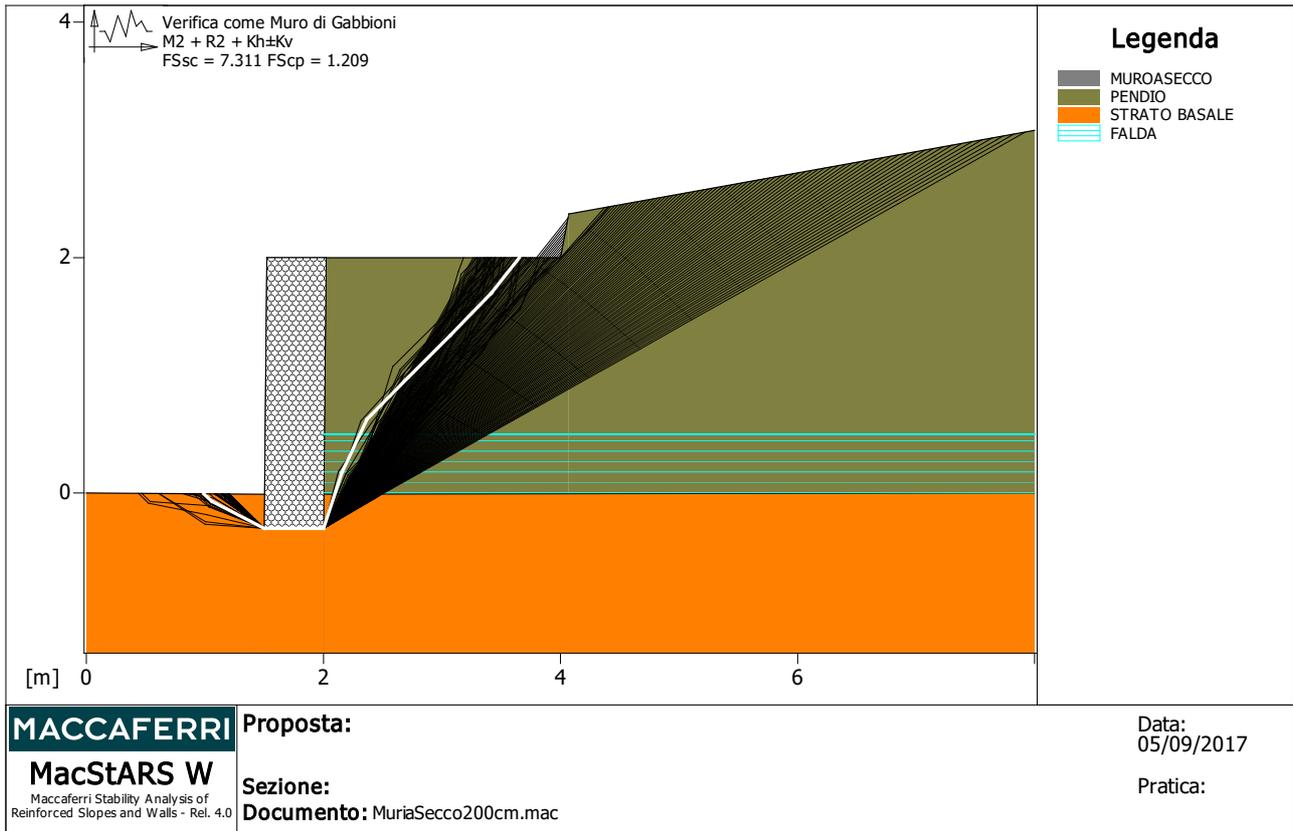
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.224

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	5.00	0.00	2.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		7	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 17.13

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 2.34

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 7.311

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 277.97

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 229.99

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.209

Fondazione equivalente.....[m].....: 0.10

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.20

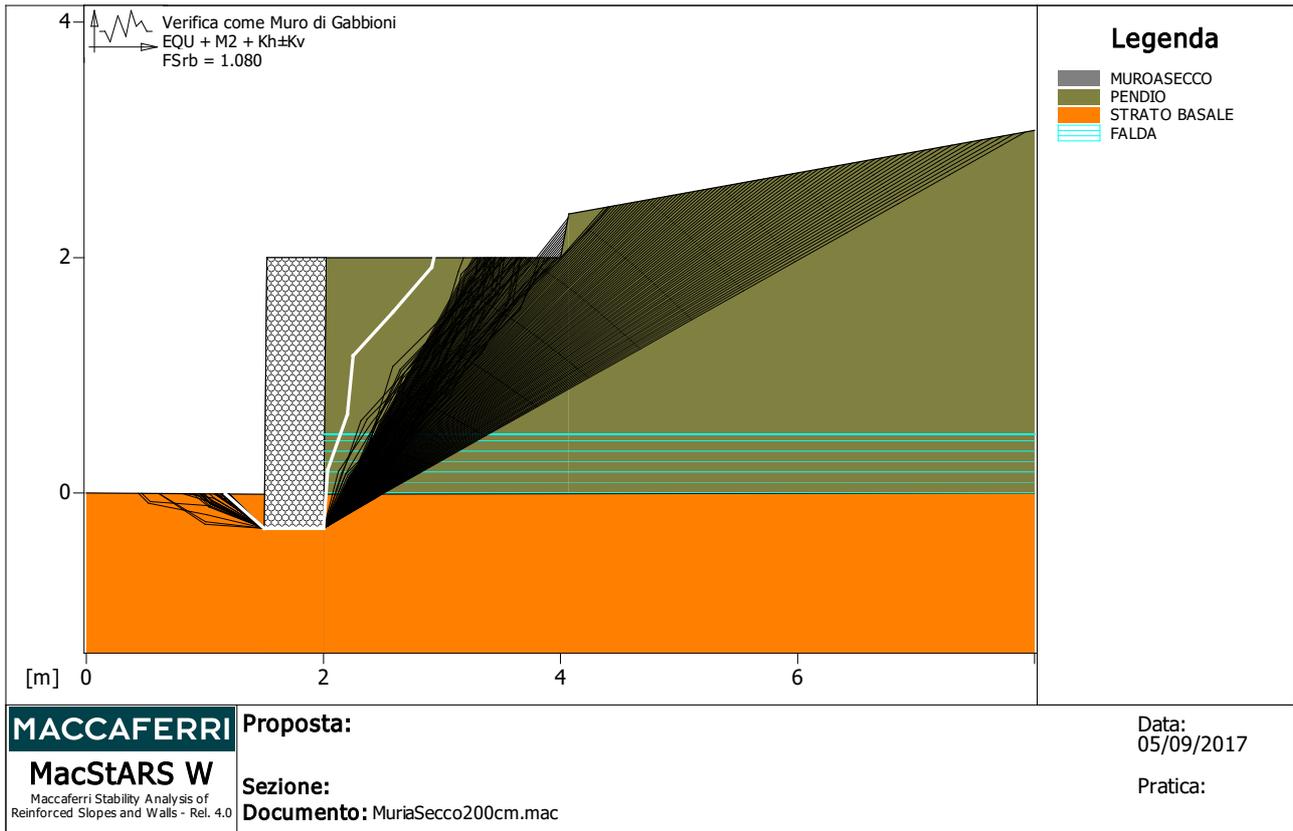
Braccio momento.....[m].....: 1.82

Forza normale.....[kN].....: 22.09

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 306.65

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 4.61

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 4.27

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 1.080

Fattore	Classe
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

-----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**  
-----

# 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

771D72PKOWT2V4

Proposta....:

Sezione.....:

Località.....:

Pratica.....:

File.....: MuriaSecco200cm\_statico.mac

Data.....: 05/09/2017

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008  
Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	2
PROFILI STRATIGRAFICI .....	2
PROFILI FALDE FREATICHE.....	3
MURI IN GABBIONI.....	3
Muro : B1 .....	3
VERIFICHE.....	4
Verifica di stabilità globale : .....	4
Verifica come muro di sostegno : .....	5
Verifica come muro di sostegno : .....	6

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : MUROASECCO**      Descrizione : muria a secco  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : PENDIO**      Descrizione : materiale alterato  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 18.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : STRATO BASALE**      Descrizione : substrato di base  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 15.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 22.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1**      Descrizione: pendio  
 Terreno : PENDIO  

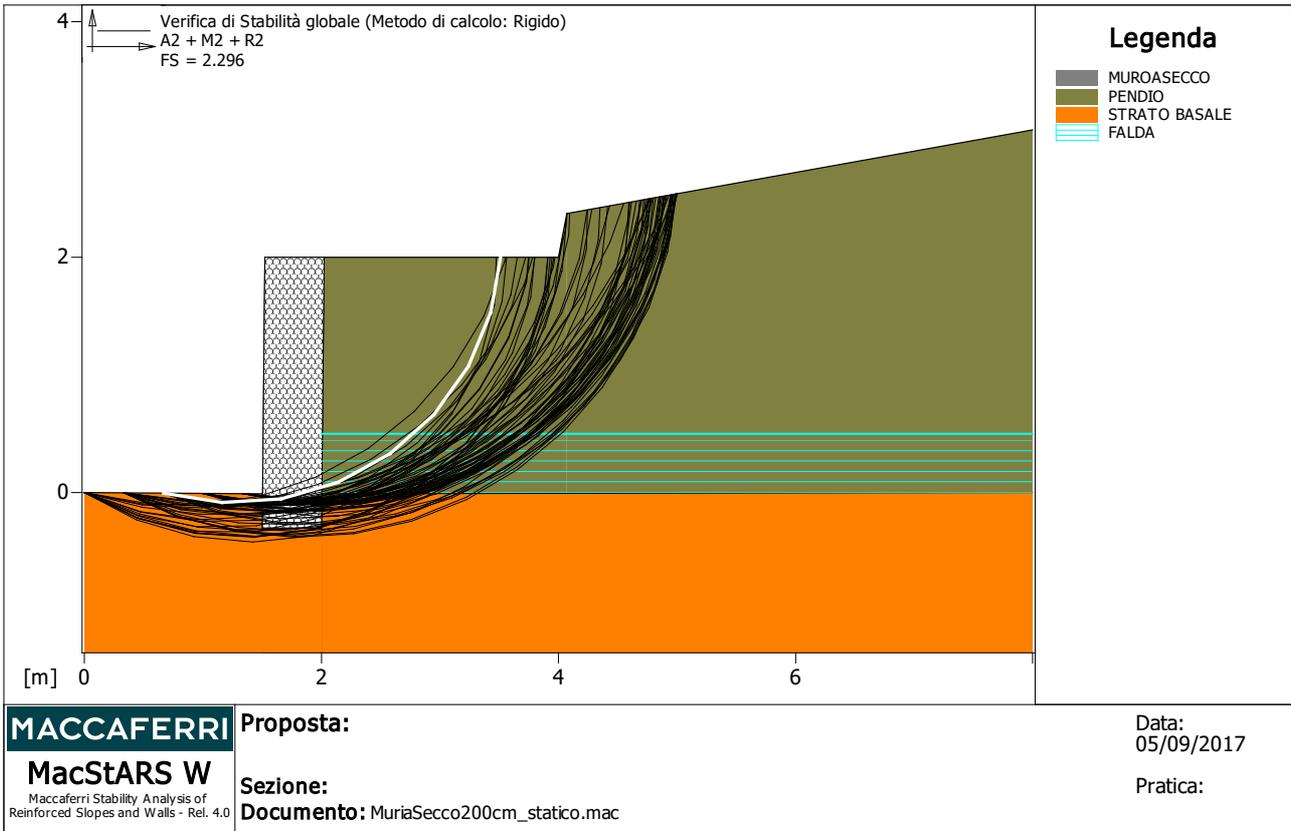
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
1.82	0.00	1.92	2.00	4.00	2.00	4.07	2.37
8.00	3.08						

**Strato: 2**      Descrizione: strato di base  
 Terreno : STRATO BASALE  

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	8.00	0.00				



**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

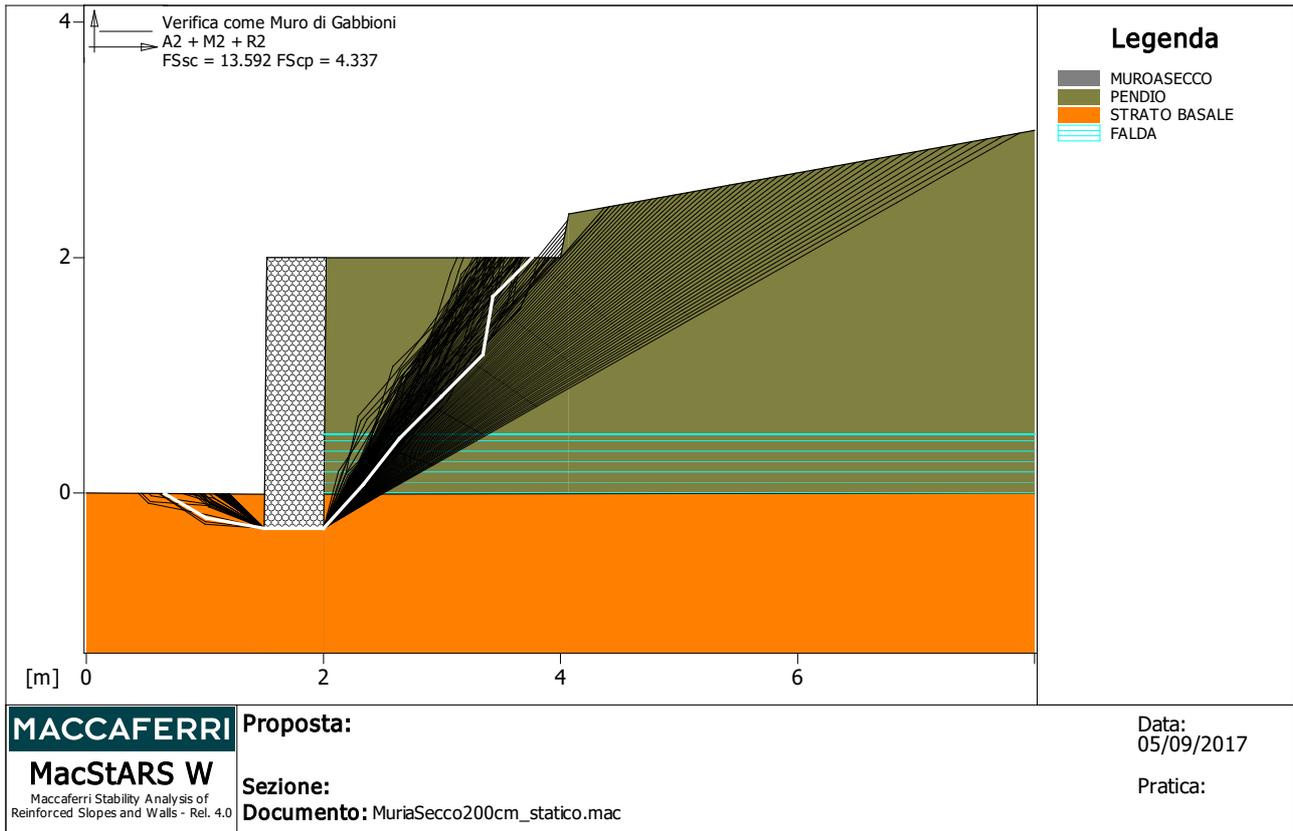
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 2.296

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
2.00	5.00	0.00	2.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		7	
Numero totale superfici di prova.....:		105	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : B1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 17.25

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 1.27

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 13.592

Pressione ultima calcolata con Meyerhof.

Pressione ultima.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 281.45

Pressione media agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 64.89

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 4.337

Fondazione equivalente.....[m].....: 0.35

Eccentricità forza normale.....[m].....: 0.08

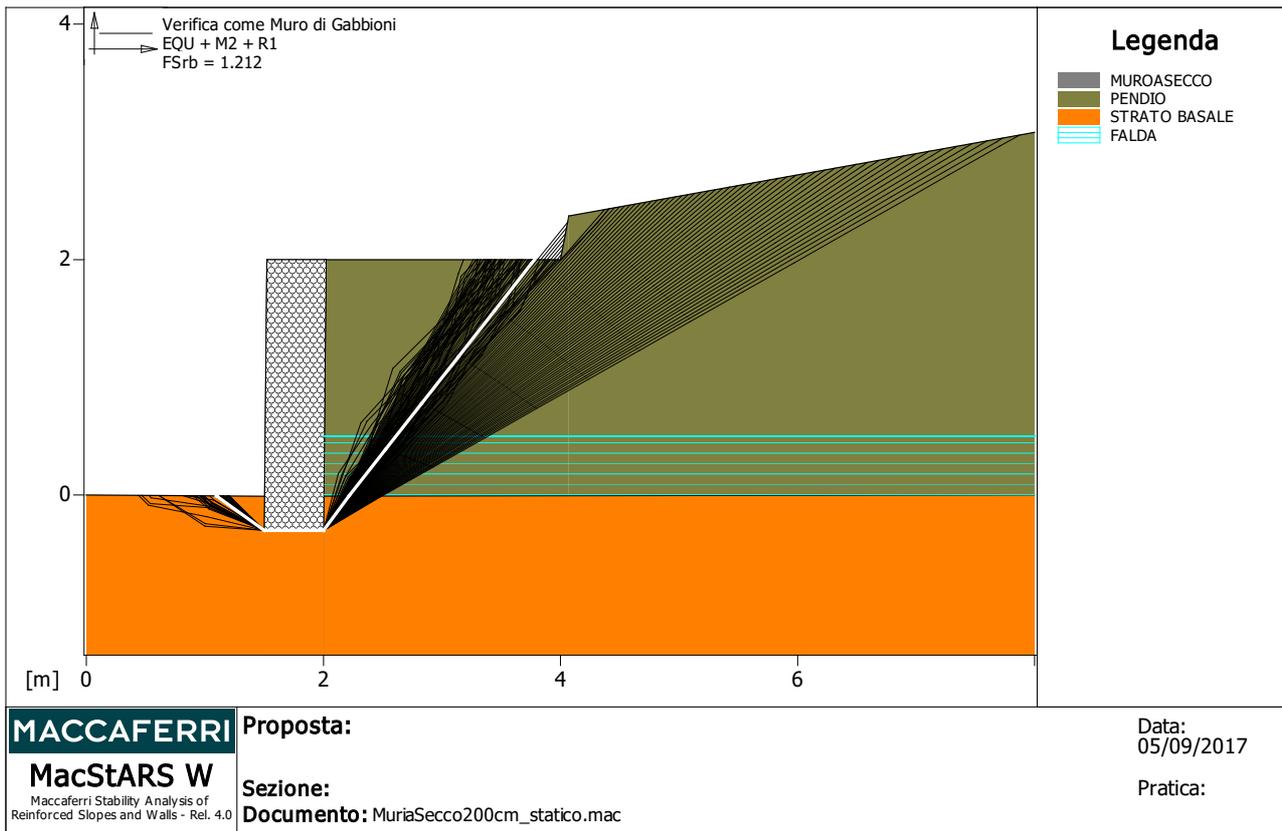
Braccio momento.....[m].....: 3.36

Forza normale.....[kN].....: 22.49

Pressione estremo di valle.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 86.38

Pressione estremo di monte.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 3.58

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : B1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 5.17

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 4.27

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 1.212

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

-----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----

## NOTA TECNICA 10: VALIDAZIONE DI MACSTARS W

Il programma **MACSTARS W** è stato sottoposto a numerosi confronti numerici sia con calcoli manuali che con altri softwares di analisi di stabilità dei pendii, allo scopo di verificare la correttezza dei suoi risultati.

Gli studi hanno visto il confronto tra i risultati del Macstars e:

- calcolo manuale
- software PANGEO-Pendii
- software SLOPE-W
- software TALREN

### 1 - CONFRONTO CON IL CALCOLO MANUALE UTILIZZANDO IL METODO JANBU

Il confronto è stato realizzato utilizzando il metodo di Janbu, prefissando la superficie di scivolamento e studiando, per semplicità, un caso di 2 conci [1].

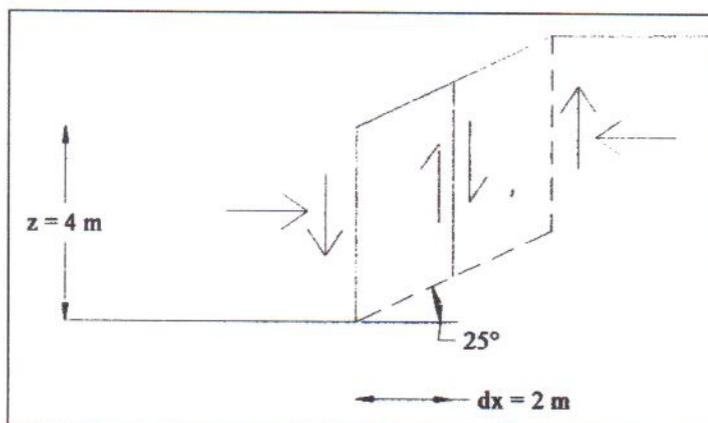


Fig. 1: Schema utilizzato nel calcolo manuale

I risultati, riportati nella tabella seguente sono pressoché coincidenti (scostamento massimo pari al 1.4%), tranne il caso 5 (scostamento pari al 13%), in cui entrano in gioco le diverse ipotesi di diffusione dei carichi all'interno del rilevato tra calcolo manuale (che riporta il carico applicato in sommità alla base del concio interessato) e MACSTARS W (che utilizza un semiangolo di circa 27° dalla direzione del carico).

CASO	SCHEMA DI CALCOLO	FS Macstars	FS Manuale	Differenza %
1	Naturale	1.341	1.34	0
2	Sovraccarico orizzontale uniforme sul pendio	3.918	3.917	0
3	Sovraccarico uniforme ortogonale al pendio	2.339	2.339	0
4	Carichi concentrati ortogonali al pendio nei punti medi dei conci	1.940	1.939	0
5	Carichi concentrati ad inclinazione 25° nei punti medi dei conci	1.150	0.994	+ 13.5
6	Carico concentrato ortogonale al pendio nel punto medio del primo concio	1.640	1.639	0
7	Falda in quiete	0.678	0.664	+ 2
8	Falda in moto	0.706	0.696	+ 1.4
9	Con rinforzo	1.971	1.971	0

Tab. 1: confronto con il calcolo manuale

### 2 - CONFRONTO CON IL PROGRAMMA DI CALCOLO PANGEO - PENDII

Pangeo-Pendii è un programma che consente di determinare il coefficiente di sicurezza lungo possibili superfici di rottura per definite sezioni di un pendio, utilizzando metodi all'equilibrio limite [1]

Il codice considera la presenza di terreni anisotropi omogenei e stratificati, coesivi e incoerenti, in presenza di falda freatica e di eventuali carichi esterni quali azioni sismiche superficiali e tiranti di ancoraggio.

Sono state effettuate verifiche con varie situazioni di falda in quiete e con filtrazione ed in varie condizioni di sovraccarico, utilizzando pendii omogenei infinitamente estesi e con inclinazione 25° in ghiaia, sabbia, limo e argilla, sia senza rinforzi che con forze applicate per simulare i rinforzi.

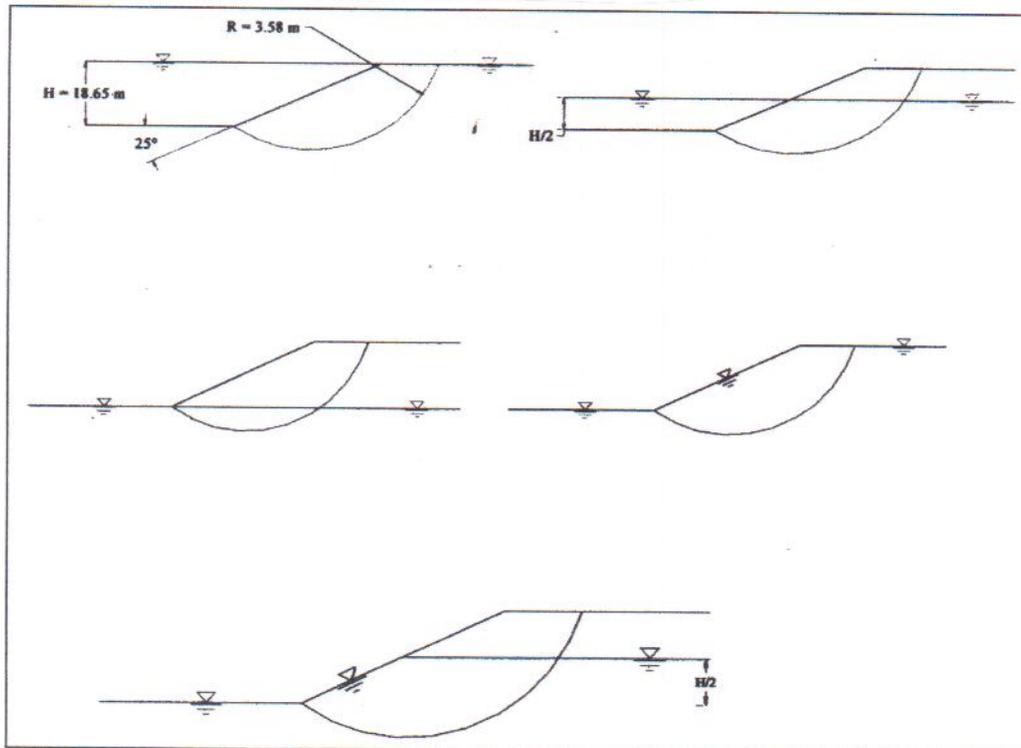


Fig. 2: Schemi utilizzati nel confronto con Pangeo-Pendii

Le verifiche sono state effettuate con i metodi di Bishop e Janbu con superficie assegnata e i risultati sono riportati nella tabella seguente relativamente ai casi con ghiaia e argilla:

Casi con falda (Bishop – Argilla)		FS Macstars	FS Pendii	Δ %
Pendio completamente sommerso – falda in quieta		2.237	2.226	+0.3
Pendio parzialmente sommerso – falda in quieta		1.703	1.678	+0.3
Pendio fuori falda – falda in quieta		1.912	1.902	+0.5
Pendio completamente in filtrazione		0.69	1.026	-48.7
Pendio parzialmente in filtrazione		0.977	1.145	-17
Casi con falda (Bishop – Ghiaia)		FS Macstars	Fs Pendii	Δ %
Pendio completamente sommerso – falda in quieta		2.942	2.93	+0.4
Pendio parzialmente sommerso – falda in quieta		2.306	2.286	+0.9
Pendio fuori falda – falda in quieta		2.549	2.542	+0.3
Pendio completamente in filtrazione		1.037	1.511	-45.7
Pendio parzialmente in filtrazione		1.608	1.876	-16.7
Casi con sovraccarico distribuito (Argilla – Janbu)		FS Macstars	Fs Pendii	Δ %
Q = 0		2.233	2.263	-1.3
Q = 100 kPa		1.897	1.768	+5.8
Q = 500 kPa		1.363	1.127	+17.3
Q = 1000 kPa		1.14	0.891	+21.8
Casi con sovraccarico distribuito (Ghiaia – Janbu)		Fs Macstars	Fs Pendii	Δ %
Q = 0		2.871	2.907	-1.3
Q = 100 kPa		2.442	2.34	+4.2
Q = 500 kPa		1.835	1.531	+16.6
Q = 1000 kPa		1.539	1.214	+21.1

Tab. 2: confronto con il programma Pangeo-Pendii

Gli scostamenti tra i due programmi risultano sensibili solo per pendio in filtrazione (fino al 50% quando la falda è parallela al profilo del pendio), in quanto le ipotesi di calcolo di Pangeo – Pendii non sono in grado di tenere in conto correttamente della componente orizzontale di una falda inclinata. Macstars, invece, considera correttamente le forze idrodinamiche come verificato dal confronto con il calcolo manuale (caso 8).

Per quanto riguarda invece le differenze dei risultati nel caso con carichi distribuiti, essa è dovuta al fatto che in Macstars i carichi distribuiti vengono riportati alla base dei concetti interessati in sommità, senza alcuna diffusione laterale, mentre tale Pangeo–Pendii la considera. In ogni caso tale differenza risulta essere sostanziale solo in caso di presenza di carichi distribuiti molto superiori a quelli realmente presenti.

### 3 - CONFRONTO CON SLOPE/W E MACSTARS W

Slope/W è un programma di stabilità dei pendii realizzato dalla Geo-Slope International, ampiamente utilizzato in geotecnica per le verifiche di stabilità che prevede la possibilità di inserire elementi di rinforzo del tipo geosintetici.

Il confronto è stato realizzato su di una struttura mista costituita da tre bancate sovrapposte, ciascuna di altezza 5 m e composta da 7 elementi Terramesh a 3 geogriglie Paralink 200 M.

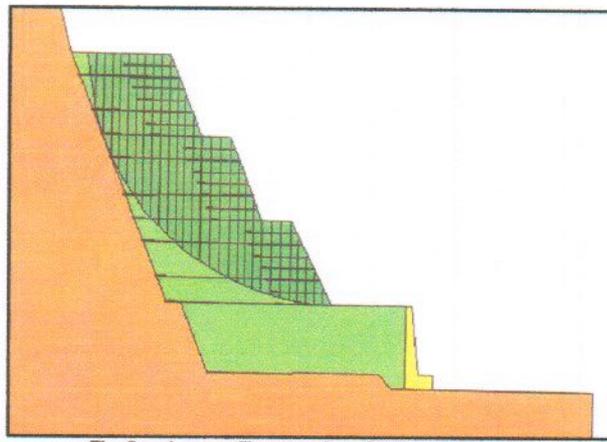


Fig. 3: schema utilizzato nel confronto con Slope/W

I risultati ottenuti sono messi a confronto nei grafici seguenti:

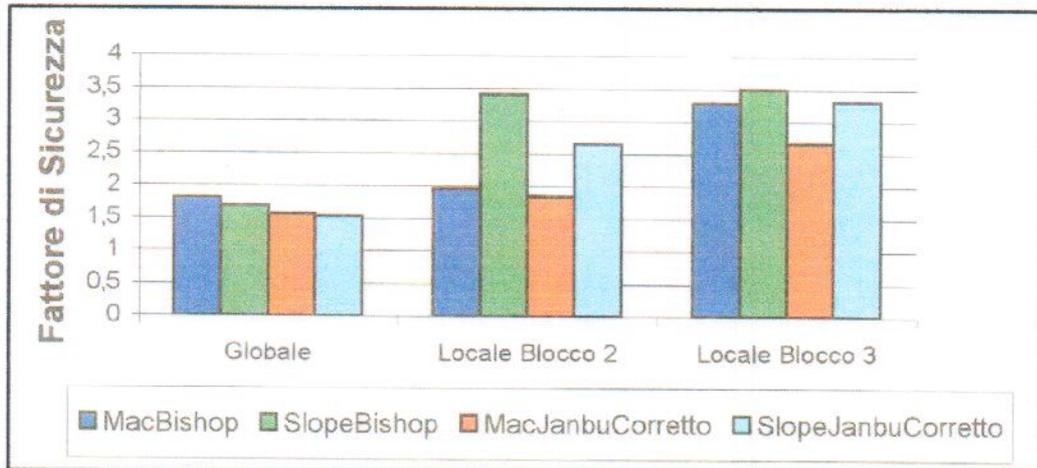


Fig. 4: confronto con il programma Slope/W. Coefficienti di sicurezza minimi ottenuti con i diversi metodi dell'equilibrio limite

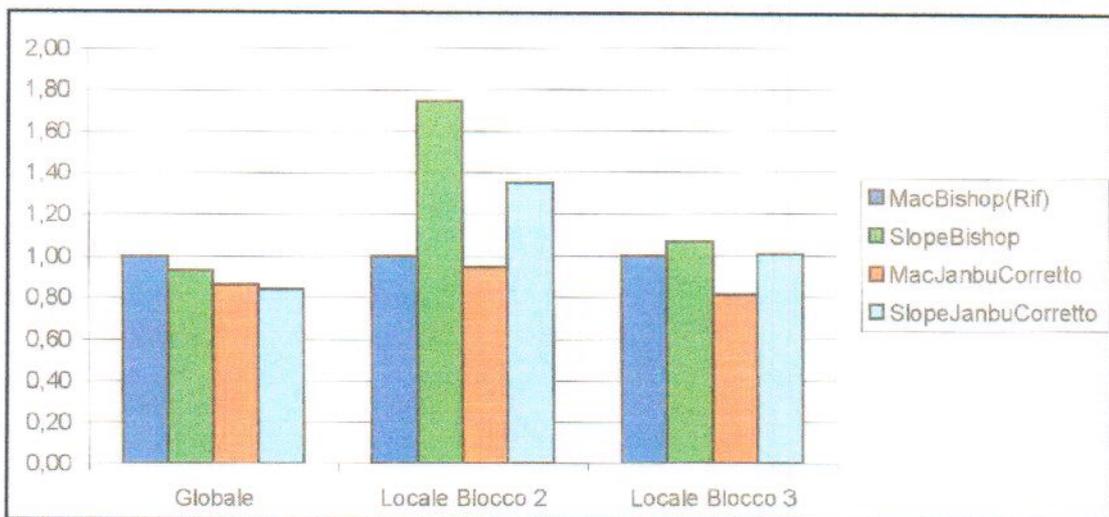


Fig. 5: confronto con il programma Slope/W. Spostamenti percentuali dei coefficienti di sicurezza rispetto al valore di riferimento di Macstars-Bishop

Dai grafici si vede che nelle verifiche globali i valori che si sono ottenuti dai due diversi programmi per i due metodi analizzati (Bishop e Janbu semplificati) portano a valori decisamente confrontabili.

Per quel che riguarda le verifiche locali si hanno scostamenti più importanti tra i due softwares, in particolare per la verifica locale sulla seconda bancata i due programmi danno valori molto differenti per il fatto che, trattando in maniera differente le forze d'interfaccia dovute ai rinforzi, se la superficie di scorrimento va ad intersecare la maggior parte di questi verso la fine del tratto di ancoraggio, la risposta dei software cambia. Ciò è dovuto al fatto che Macstars utilizza un approccio più conservativo dato che non viene considerato come contributo all'ancoraggio quello fornito dagli ultimi 0.15 m di rinforzo, per tenere conto delle possibili tolleranze che si hanno in cantiere sull'effettiva lunghezza dei rinforzi rispetto a quelle teoriche di progetto.

A riprova di ciò, si noti che gli scarti sulla terza bancata, dove è limitato il numero dei rinforzi intersecati, si attenua lo scarto tra i risultati.

#### 4 - CONFRONTO CON IL SOFTWARE TALREN

Il software Talren, realizzato da Terrasol, permette il calcolo di strutture geotecniche con il metodo dell'equilibrio limite, secondo superfici circolari o non-circolari. I rinforzi che possono essere utilizzati dal programma sono: tiranti, pali, micropali e geosintetici. Il confronto tra i risultati di Talren e quelli di Macstars è stato realizzato su di una struttura mista costituita da Terramesh System e geogriglie Paralink 200M

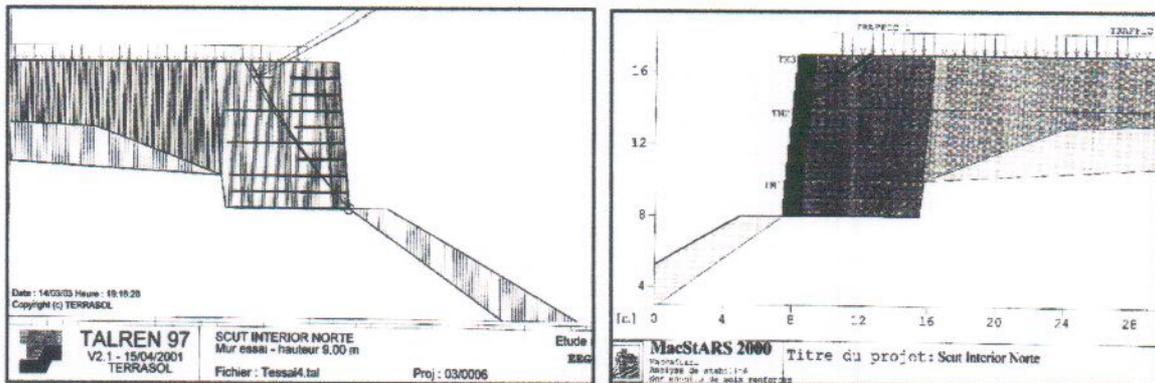


Fig. 6: schemi utilizzati nel confronto con Talren

ed ha portato ai seguenti risultati [3]:

Caso	Superficie critica -- combinazione di carico	FS	FS	$\Delta \%$
		Macstars	Talren	
1	Stabilità interna (combinazione A); rottura circolare al piede	1.02	1.03	0
2	Stabilità interna (combinazione A); rottura circolare a 2/3 dal piede	1.24	1.24	0
3	Stabilità interna (combinazione B); rottura circolare al piede	1.27	1.24	+2
4	Stabilità interna (combinazione B); rottura circolare a 2/3 dal piede	1.75	1.68	+4
5	Stabilità generale (combinazione A);	1.21	1.21	0
6	Stabilità generale (combinazione B);	1.40	1.37	+2

Tab. 3: confronto con il programma Talren

Come si vede le differenze tra i risultati sono pressoché nulle.

#### 5 - CONFRONTO CON LE FORMULE DI LETTERATURA

E' stato analizzato un esempio riportato in letteratura [4] di un pendio inclinato di 12° rispetto all'orizzontale, in condizioni sature e con la falda parallela al pendio, per verificare la congruità del calcolo di Macstars con le formule teoriche nel caso di falda inclinata, ottenendo gli stessi risultati numerici.

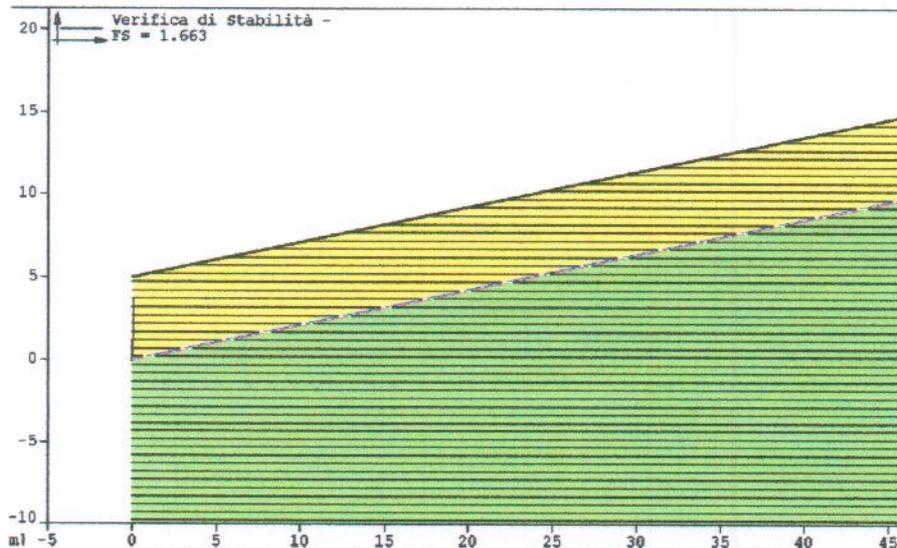


Fig. 7 Caso (a) con i valori di peak strength: FS=1.663 (FS teorico = 1.66)

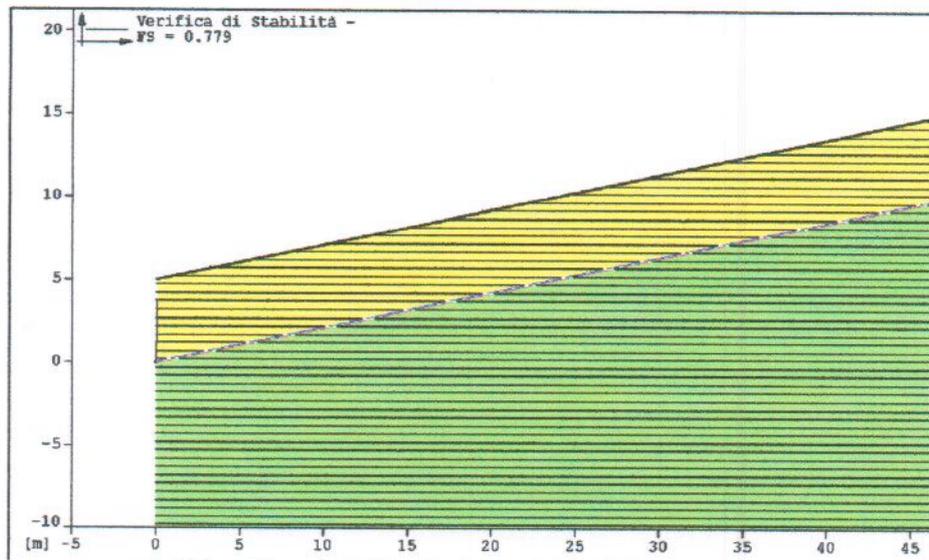


Fig. 8: Caso (b) con i valori di residual strength: FS=0.779 (FS teorico = 0.78)

#### CONCLUSIONI

I risultati che si sono ottenuti evidenziano un pieno accordo quantitativo e qualitativo sulle verifiche di stabilità del pendio condotte con Macstars rispetto agli altri softwares.

#### BIBLIOGRAFIA

[1] GIVANNI I. 2001

*Limiti dei metodi tradizionali nelle verifiche di stabilità di opere in terra rinforzata con geomateriali, Università degli Studi di Ferrara - Tesi di Laurea*

[2] COEN G. 2001

*Analisi di strutture in terra rinforzata; Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Tesi di Laurea*

[3] EEG SIMECSOL 2003

*Norinter - Soutements en remblai renforce, Rapport non pubblicato*

[4] CRAIG R.F 1992.

*Soil Mechanics ; Chapman & Hall, London.*

Roma, 27/10/2011

**TO WHOM IT MAY CONCERN**

**SUBJECT: Validation of Macstars W software**

This is to declare that the comparative checks made with both hand calculations and other commercial softwares (Pangeo, Flac, Plaxis, Geoslope, Slope-W, Tairen: see bibliography) have shown that the software Macstars-W developed by Officine Maccaferri S.p.A. for the design and check of reinforced soil structures is fully reliable and its numerical results are comparable with those of the above referred softwares.

Name: Prof. Eng. Quintilio Napoleoni

Designation: Assistant Professor in Geotechnical Engineering at the Engineering Faculty of the University of Rome "Sapienza"

(Office Stamp)



**BIBLIOGRAFIA**

- [1] GIVANNI I. 2001 - Limiti dei metodi tradizionali nelle verifiche di stabilità di opere in terra rinforzata con geomateriali. Università degli Studi di Ferrara - Tesi di Laurea
- [2] COEN G. 2001 - Analisi di strutture in terra rinforzata. Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Tesi di Laurea
- [3] EEG SIMECSOL 2003 - Norinter - Soutements en remblai renforcé; Rapporto non pubblicato
- [4] VICARI M., DURAN DA SILVA J. - Lessons learned from the numerical modelling of a retaining wall with non-uniform reinforcements. INFOGEO 2005, Belo Horizonte
- 5) NAPOLEONI Q. 2010 - Verifica di terre rinforzate con software all'equilibrio globale e agli elementi finiti. Rapporto non pubblicato