



Città
metropolitana
di Milano

Westfield

WESTFIELD MILAN S.p.a.
C.so Giacomo Matteotti, 10
20121 Milano

ACCORDO DI PROGRAMMA
(APPROVATO CON D.P.G.R. DEL 22.05.2009 N.5095)
PRIMO ATTO INTEGRATIVO
(APPROVATO CON D.P.G.R. DEL 29.03.2010 N.3148)

POTENZIAMENTO DELLA S.P. N.103
"ANTICA DI CASSANO"
1° LOTTO - 2° STRALCIO
TRATTA B

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO elaborato :				Cod. Elaborato:
<u>OPERE D'ARTE MINORI</u> <u>OPERE DI SOSTEGNO</u> Terre armate: Relazione di calcolo				E.01.02
CODICE WM :				Scala:
WM-ERR-TB-00-RP-C-95206				
	Redatto	Controllato	Approvato	Data:
	MUNARO	VISCHIONI	RINALDI	Maggio 2015

Revisioni	Redatto	Controllato	Approvato	DATA:
A	MUNARO	VISCHIONI	RINALDI	VERIFICA - SETT. 2015
B				
C				
D				

Progettazione :



Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Alberto RINALDI

Visto

Visto

WESTFIELD MILAN S.p.a.
C.so Giacomo Matteotti, 10
20121 Milano

.....

.....

INDICE

1	PREMESSE	2
1.1	Criteri di calcolo	5
2	NORMATIVA.....	6
2.1	Normativa tecnica di riferimento	6
2.1.1	Geotecnica.....	6
2.1.2	Materiali	6
2.1.3	Costruzioni in c.a. e acciaio.....	6
2.1.4	Ponti stradali	6
2.1.5	Sismica	6
2.2	Normativa tecnica vigente	7
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
3.1	Premessa.....	8
3.2	Terramesh Verde tipo “Terra”	8
3.3	Terreno di rilevato.....	8
3.4	Modalità di realizzazione	9
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	10
4.1	Stratigrafie di riferimento.....	10
4.2	Stratigrafie di calcolo	12
5	METODI DI CALCOLO	13
5.1	Metodologia di calcolo	13
5.1.1	SLU di tipo geotecnico.....	13
5.1.2	SLU di tipo strutturale	13
5.2	Descrizione metodo di calcolo.....	13
5.2.1	Metodo di Bishop.....	14
5.2.2	Metodo di Bishop semplificato.....	14
5.3	Ipotesi di calcolo	18
6	ANALISI DEI CARICHI	19
6.1	Azioni permanenti strutturali (G_1).....	19
6.1.1	Peso proprio	19
6.2	Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	19
6.2.1	Spinta del terreno statica.....	19
6.3	Azione sismica (E)	19
6.3.1	Stati limite di progetto sismici	19
6.3.2	Spettri di risposta	20
6.3.3	Masse efficaci e variabilità del moto sismico.....	24
6.3.4	Azioni inerziali pesi propri strutturali e permanenti non strutturali.....	24
6.3.5	Sovrappinte dinamiche del terreno.....	25
6.4	Azioni accidentali da traffico veicolare (Q_1)	25
6.5	Combinazioni di carico.....	25
6.5.1	Stati Limite Ultimi.....	25
7	ALLEGATI DI CALCOLO.....	28

1 PREMESSE

La presente relazione è stata redatta con lo scopo di descrivere il dimensionamento delle opere in terra rinforzata realizzate con elementi preassemblati Terramesh Verde “Terra” che saranno costruite lungo la S.P 103 “Cassanese” in Comune di Segrate (MI).

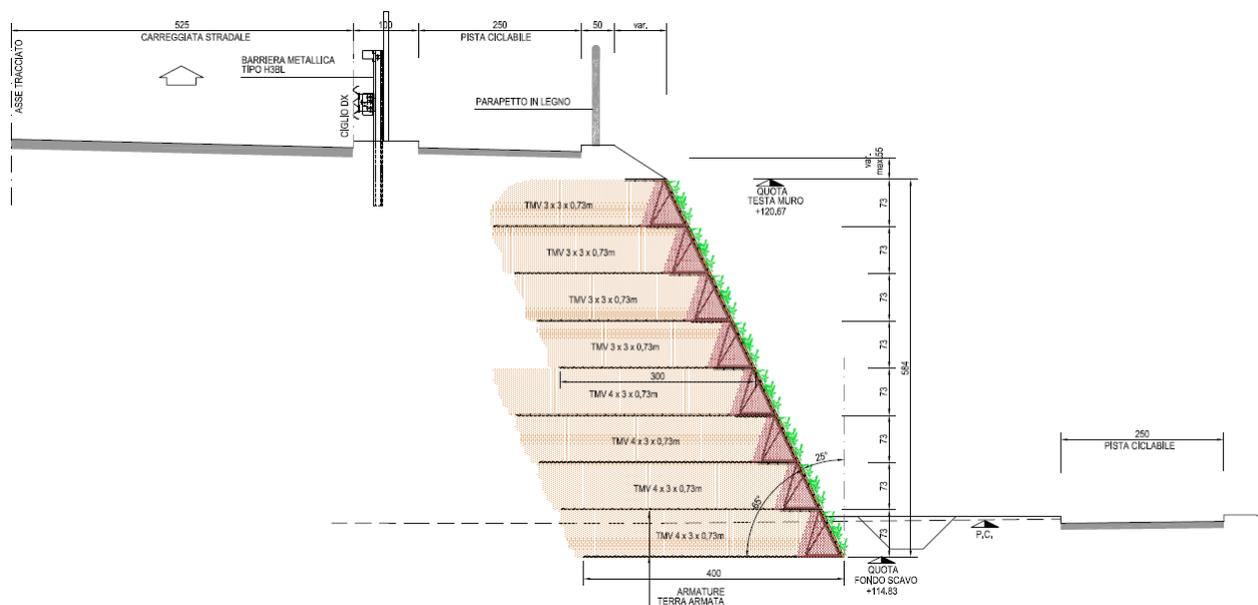
In relazione saranno riportate e descritte le procedure di verifica impiegate ed i loro risultati; esse sono riferite alle sezioni trasversali caratterizzate dalle massime altezze individuate nella sezione 19 e sezione 3.

Le terre rinforzate sono realizzate mediante corsi posti ad interasse verticale di 0,73 m di elementi tipo Terramesh Verde “Terra” con ancoraggio di lunghezza 3,00 m e 4,00 m derivante dalle operazioni di calcolo di verifica, secondo la rappresentazione rilevabile sugli elaborati di progetto.

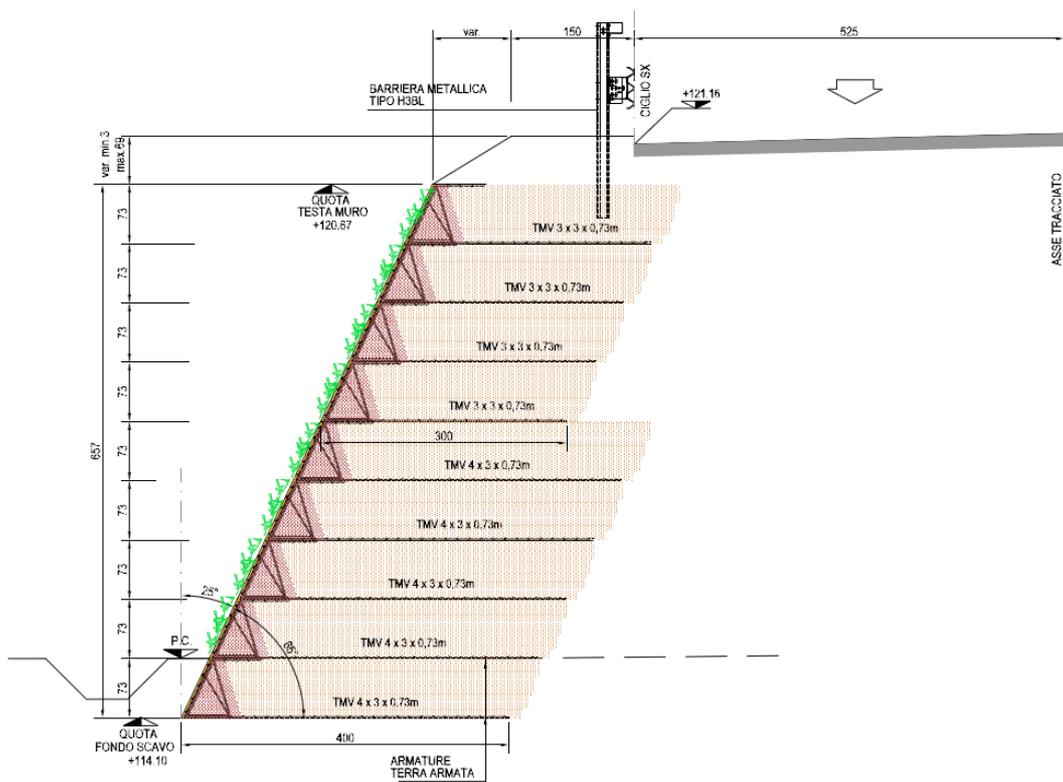
Il paramento esterno inclinato a 65° rispetto all’orizzontale, riempito a tergo con terra vegetale, consente un completo rinverdimento della struttura rendendo piacevole l’impatto visivo dell’opera. E’ chiaro quindi che la componente vegetale svolge una funzione fondamentale ai fini della buona riuscita dell’opera sia in funzione strutturale (paramento previsto a verde) che in chiave estetica.

Molto importante per la buona riuscita dell’intervento risulta essere la buona qualità del terreno strutturale (terreno compreso tra i rinforzi) e soprattutto la sua compattazione che dovrà essere particolarmente curata (vedi modalità di posa).

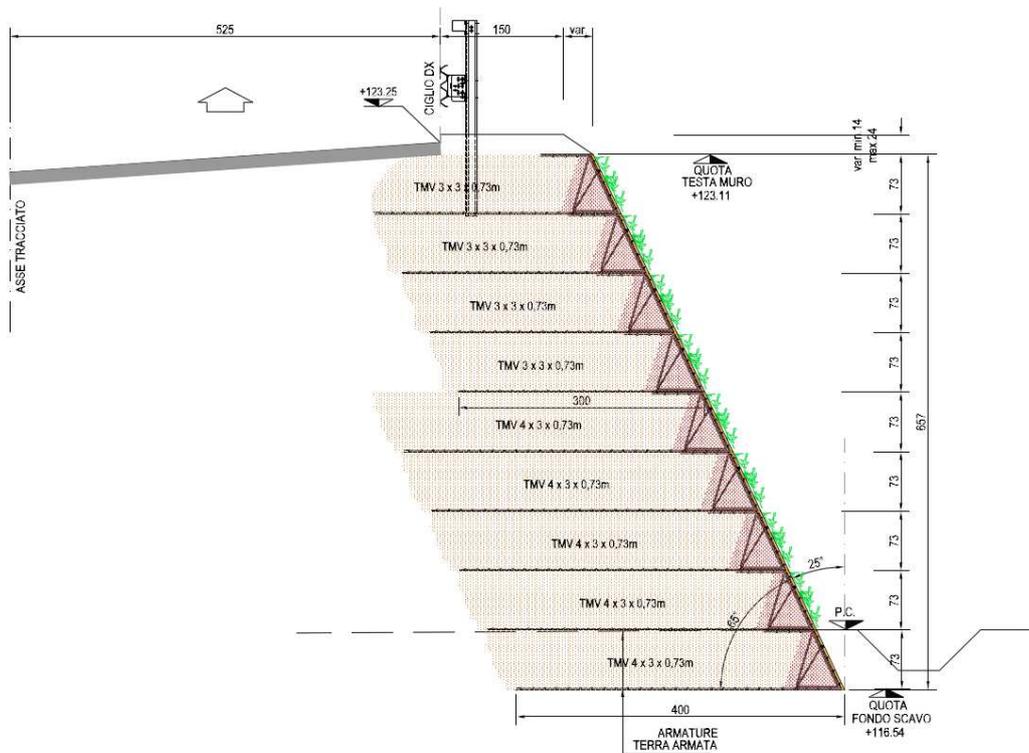
Nella redazione della presente relazione di calcolo si sono esaminate le situazioni di maggiore impegno di tutta corrispondenti alle sezioni 19 e 3 individuate sugli elaborati grafici di progetto come indicato nei report di calcolo di seguito allegati.



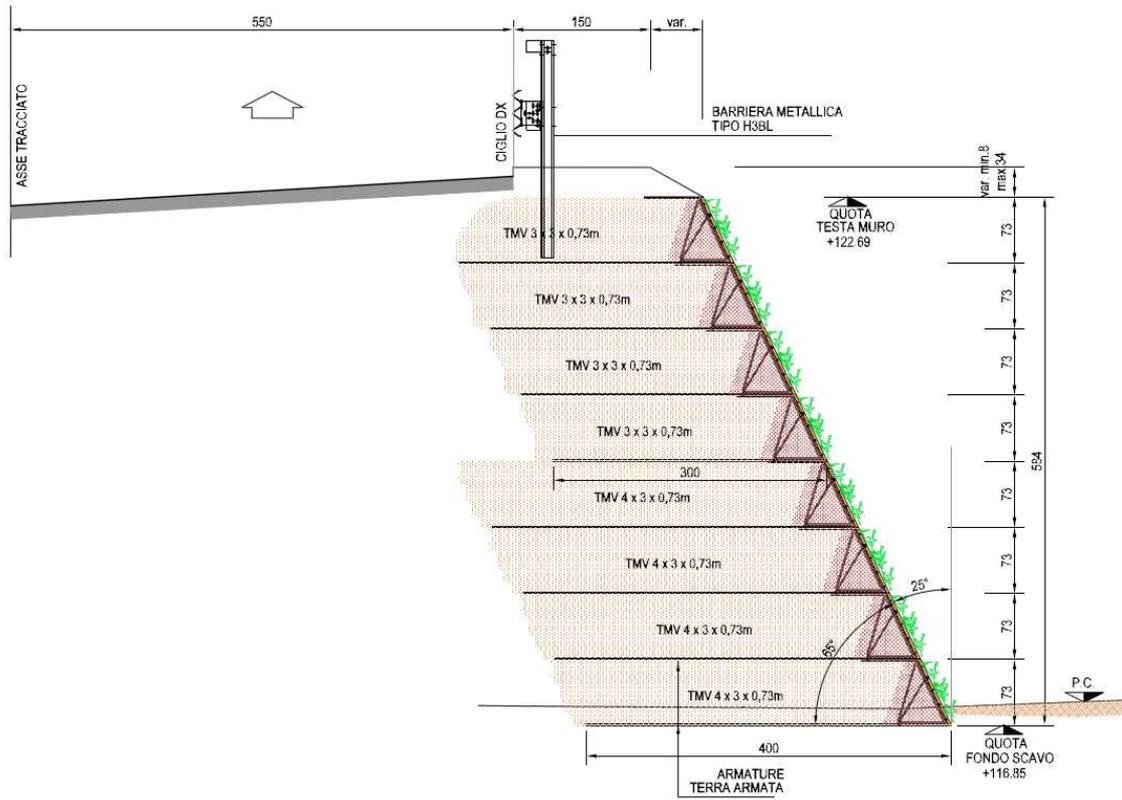
TA01 - Sezione tipologica trasversale



TA02 - Sezione tipologica trasversale



TA03 - Sezione tipologica trasversale



TA04 - Sezione tipologica trasversale

1.1 Criteri di calcolo

Le opere oggetto della presente relazione sono state progettate e calcolate secondo i metodi della scienza delle costruzioni e della geotecnica, adottando per le verifiche il criterio degli stati limite (S.L.).

I criteri generali di sicurezza, le azioni di calcolo e le caratteristiche dei materiali sono stati assunti in conformità con il D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare esplicativa (Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP.).

Con riferimento alle NTC, per le opere in oggetto si considerano i seguenti parametri di calcolo:

Vita nominale	$V_N = 50$ anni (§ 2.4.1 “Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale”)
Classe d'uso	IV (§ 2.4.2, “Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.”)
Coefficiente d'uso	$C_U = 2.0$
Periodo di riferimento	$V_R = V_N * C_U = 100$ anni ≥ 35 anni

2 **NORMATIVA**

Si riportano nel seguito la normativa tecnica adottata per il dimensionamento delle opere strutturali.

2.1 **Normativa tecnica di riferimento**

2.1.1 **Geotecnica**

- 1) Circ. Dir. Centr. Tecn. N°97/81 "Istruzioni relative alle Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegni delle terre e delle opere di fondazione".
- 2) D.M. 11.03.1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- 3) UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: "Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali".

2.1.2 **Materiali**

- 4) UNI EN 197-1 giugno 2001 – "Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- 5) UNI EN 11104 marzo 2004 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità", Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;
- 6) UNI EN 206-1 ottobre 2006 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".

2.1.3 **Costruzioni in c.a. e acciaio**

- 7) Legge 5 Novembre 1971 N° 1086 – "Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- 8) D.M. 3 Dicembre 1987 - "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate";
- 9) D.M. 09.01.1996 - "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- 10) Circolare LL.PP. 4 Luglio 1996 n° 156 AA.GG./S.T.C. – "Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16.01.1996";
- 11) Circolare LL.PP. 10 Aprile, n° 65/AA.GG. – "Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica» di cui al D.M. 16.01.1996";
- 12) D.M. 16.01.1996 - "Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
- 13) UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: "Criteri generali di progettazione strutturale";
- 14) UNI EN 1991 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – "Azioni in generale";
- 15) UNI EN 1992 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo".

2.1.4 **Ponti stradali**

- 16) D.M. 04/05/1990 - "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali";
- 17) Ministero LL.PP. 25/02/1991 - "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali";

2.1.5 **Sismica**

- 18) Legge 2 Febbraio 1974 n.64 - "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche";

- 19) D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 - "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- 20) Ordinanza della protezione civile n.2788 del 12/06/1998 - "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale" GU 146 del 25/06/1998
- 21) Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Consiglio dei ministri – Allegato 1 – “Criteri per l’individuazione delle zone sismiche – Individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone”
- 22) Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Consiglio dei ministri – Allegato 4 – “Norme Tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni”
- 23) Ordinanza n.3316 - Modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.03
- 24) UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- 25) UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”;
- 26) UNI ENV 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

2.2 Normativa tecnica vigente

- 27) D.M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- 28) Circolare LL.PP. n°617 del 02/02/2009 - “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;
- 29) Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale (febbraio 2008) - “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Premessa

Nel campo delle geotecnica è definita come opera in terra rinforzata o pendio rinforzato, una struttura atta al contenimento od alla stabilizzazione di una scarpata costituita, essa stessa, da terreno e da elementi di rinforzo di forma e materiale opportuno, capaci di assorbire sforzi di trazione. Tali elementi vengono di solito disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terra, che avviene per strati successivi. Così facendo, il regime di sollecitazioni che si instaura nel rilevato strutturale con l'aumentare dei carichi, è tale da mobilitare la resistenza a trazione del rinforzo in virtù della propria aderenza per attrito con il terreno. Il terreno che costituisce il rilevato strutturale, invece, offrirà il suo contributo di resistenza alla compressione per effetto dei carichi verticali.

Nella progettazione di queste strutture è pertanto necessario individuare correttamente i meccanismi di rottura potenziali nel terreno al fine di valutare il contributo di stabilità offerto dalla presenza dei rinforzi.

Alla luce di quanto premesso, il corretto dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica una scelta corretta della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi necessari a garantire la stabilità, noti che siano i parametri geotecnici del rilevato strutturale (angolo d'attrito, eventuale coesione, peso specifico) e le caratteristiche meccaniche dei rinforzi (carico rottura, coeff. aderenza terreno).

I meccanismi di scivolamento schematizzati nel calcolo saranno in generale diversi secondo le caratteristiche dei rinforzi e soprattutto della geometria e della stratigrafia della scarpata.

Pertanto, per assicurare la qualità e la coerenza con le ipotesi di calcolo, per il sistema di rinforzo in terra armata previsto si impiegano i seguente tipi di prodotti.

3.2 Terramesh Verde tipo “Terra”

Si tratta di elementi di armatura planari orizzontali, larghi 3.0 m, in rete metallica a doppia torsione, realizzati in accordo con le “Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione” approvate dal Consiglio Superiore LL.PP., (n.69/2013), ed in accordo con la UNI EN 10223-3:2013.

La rete metallica a doppia torsione deve essere realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI-EN 10223-3), tessuta con filo in acciaio trafilato, con caratteristiche meccaniche superiori a quanto prescritto dalle UNI-EN 10223-3 (carico di rottura compreso tra 380 e 550 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%) e tolleranze sui diametri conformi alle UNI-EN 10218, avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con Galmac, lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme all’EN 10244-2 (Classe A) con un quantitativo non inferiore a 245 g/m². Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale di 0.5 mm, portando il diametro esterno al valore nominale di 3.70 mm. La resistenza a trazione nominale della rete dovrà essere pari a 50 kN/m (test eseguiti in accordo alla UNI EN 10223-3:2013).

Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo galvanizzate con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), con un quantitativo non inferiore a 265 g/m² e plasticate, aventi diametro pari a 3.40/4.40 mm e inserite all’interno della doppia torsione delle maglie, in corrispondenza dello spigolo superiore ed inferiore del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldata con diametro non inferiore a 6 mm e da un idoneo ritentore di fini. Il paramento sarà fissato con pendenza variabile, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati galvanizzati con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) classe A secondo la UNI EN 10244-2, con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 MPa.

3.3 Terreno di rilevato

Il rilevato strutturale ed il riempimento a tergo saranno eseguiti con terreni di materiale prevalentemente arido le cui caratteristiche geotecniche, riportate di seguito ed ipotizzate nei calcoli di verifica per il dimensionamento delle opere, dovranno essere accertate prima dell’inizio dei lavori da parte della Direzione Lavori. In ogni caso andranno rispettate le seguenti condizioni minime:

- a) Il terreno di riempimento non dovrà contenere nessun elemento superiore a 100 mm. se non in percentuale massima del 10%
- b) La stesa e la compattazione del rilevato viene effettuata impiegando attrezzature e modalità in accordo a quanto previsto dalle specifiche sulle costruzioni stradali
- c) La compattazione di ogni singolo corso dovrà avvenire per strati di spessore soffice non superiore a 35-40 cm
- d) Il grado di compattazione deve raggiungere in opera il 92% della prova Proctor modificata

3.4 Modalità di realizzazione

La procedura per la posa delle terre rinforzate con gli elementi Terramesh Verde Terra può essere riassunta come di seguito descritto.

Dopo aver bonificato, livellato e compattato il piano di fondazione, si procede al posizionamento ed allineamento degli elementi che successivamente verranno aperti avendo cura di allungare il telo di rinforzo eliminando le linee di piegatura preformate in fase di produzione. L'estremità interna dei rinforzi in rete metallica può essere fissata al terreno con picchetti di ferro sagomati a "U" per mantenerla tesa e in posizione. Si mettono in posizione gli elementi a squadra per dare l'inclinazione al paramento fissando tramite punti di legatura le staffe e i tiranti già inseriti in fase di produzione.

Di seguito si stende il rilevato strutturale di riempimento per tutta la lunghezza del rinforzo con spessore pari a circa la metà dell'interasse dei rinforzi avendo cura di non addossarlo al paramento da cui ci si deve mantenere scostati di almeno 30 ÷ 40 cm. Il rilevato strutturale sarà costituito da terreno avente caratteristiche geotecniche come indicato nei calcoli di progetto e comunque dovrà essere sottoposto ad approvazione della Direzione dei Lavori. La stesa e la compattazione del rilevato viene effettuata impiegando le attrezzature e le modalità in accordo a quanto previsto dalle Norme Tecniche di Appalto per rilevati in terra. Il grado di compattazione deve raggiungere il 95% della prova Proctor modificata. L'ottimale messa in opera di materiale selezionato dalle caratteristiche sopraccitate garantisce la costanza delle proprietà di ancoraggio delle reti anche nel caso di variazioni del contenuto di umidità del terreno. Lungo la facciata dell'opera, a tergo del paramento ed a completamento del riempimento del rilevato strutturale, la compattazione dovrà essere effettuata mediante l'impiego di piastre vibranti o rulli leggeri. Le fasi di stesa e compattazione del terreno strutturale, si devono ripetere fino al raggiungimento dello spessore di progetto del singolo strato di terra rinforzata, in corrispondenza del quale il risvolto dell'elemento sottostante, deve essere steso e picchettato sul terrapieno compattato.

La posa degli elementi sovrastanti si ripete rispettando la successione delle operazioni sopra riportate e gli elementi adiacenti in senso orizzontale e verticale devono essere opportunamente legati tra loro in modo da ottenere una struttura monolitica.

Al fine di evitare accumuli di eventuali acque di infiltrazione nel corpo della struttura in terra rinforzata, possibile causa a loro volta di aumenti delle spinte e del decadimento delle caratteristiche geotecniche dei materiali, durante la formazione del rilevato si dovrà aver cura di esaurire ogni sessione di lavorazione lasciando il rilevato perfettamente compattato e con conformazione a "schiena d'asino" in modo da favorire il naturale deflusso di eventuali depositi di acque di precipitazione meteorica.

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riporta nel seguito la caratterizzazione geotecnica di riferimento dedotta dalle indagini geognostiche e quella utilizzata per il calcolo. Per informazioni di maggior dettaglio vedi direttamente la documentazione geotecnica di progetto.

4.1 Stratigrafie di riferimento

“Al fine di effettuare una suddivisione del sottosuolo, in funzione della profondità, sono state individuate 4 unità:

- TERRENO RIMANEGGIATO: ove individuato presenta spessori variabili da 1,2 m fino a 4,5 m con valori di N_{SPT} altrettanto variabili;
- STRATO “1”: con valori di $N_{SPT} < 30$ colpi/piede presente a profondità variabile che raggiungono anche i 10 m dal p.c.
- STRATO “2”: con valori di N_{SPT} compresi tra 30 e 50 colpi/piede presenta spessori variabili compresi tra 0 e 7 m, si osserva una tendenza alla riduzione degli spessori in direzione Est (Tratta B) indicativamente fino alla profondità di 15-18 m dal p.c.;
- STRATO “3”: con valori di $N_{SPT} > 50$ colpi/piede presente oltre la profondità di 10-15 m dal p.c. fino a fine indagine;

Nella tabella seguente sono indicati per ciascun carotaggio gli spessori delle singole unità, per quanto concerne la prima unità, i valori di N_{SPT} misurati sono da intendersi significativi per il terreno naturale, per il terreno rimaneggiato, vista l'estrema eterogeneità dello stesso e la scarsità dei dati disponibili, non è stato possibile fornire una parametrizzazione attendibile sulla base delle indagini.

	S13-1 HPC	S13-2 HPC	MW13-1 HPC	S1 TC	S2 TC	S3 TC	S4 TC	S5 TC	S6 TC	S14.1 HPC	S14.2 HPC	S14.3 HPC	MW 14.1 HPC	MW 14.2 HPC	1N RCT	2N RCT	3N RCT
TERRENO RIMANEGGIATO	fino a 4,5 m	fino a 3,5 m	fino a 3,5 m	fino a 1,5 m	fino a 4,2 m	fino a 1,2 m	-	-	-	-	-	-	-	fino a 1,0 m	fino a 3,7 m	fino a 1,9 m	-
1° STRATO $N < 30$	da 4,5 m a 7,5 m	da 3,5 m a 6,0 m	da 3,5 a 6,0 m	da 1,5 m a 6,0 m	-	da 1,2 m a 7,5 m	fino a 9,0 m	fino a 6,0 m	fino a 6,0 m	fino a 7,5 m	fino a 6,0 m	fino a 3,0 m	fino a 10,5 m	da 1,0 m a 12,0 m	da 3,7 a 4,5 m	da 1,9 a 3,0 m	fino a 3,0 m
2° STRATO $30 < N < 50$	da 9,0 m a 15 m	da 7,5 m a 18 m	da 7,5 m a 10,5 m	da 7,5 m a 13,5 m	da 4,2 m a 15 m	da 9,0 m a 16,5 m	da 9,0 m a 12,0 m	-	da 6,0 m a 9,0 m	da 7,5 m a 12,0 m	da 6,0 m a 12,0 m	da 3,0 m a 9,0 m	da 10,5 m a 12,0 m	da 12,0 m a 18,0 m	da 6,0 m a 9,0 m	da 4,5 m a 15,0 m	da 3,0 m a 6,0 m
3° STRATO $N > 50$	oltre 18,0 m	oltre 21,0 m	-	oltre 15,0 m	oltre 16,5 m	oltre 18,0 m	oltre 12,0 m	oltre 6,0 m	oltre 9,0 m	oltre 12,0 m	oltre 12,0 m	oltre 9,0 m	oltre 12,0 m	oltre 18,0 m	oltre 12,0 m	oltre 16,5 m	oltre 6,0 m

Tabella 1: spessore delle singole unità

All'interno del primo strato è stato inserito anche l'orizzonte di coltivo e lo strato superficiale più marcatamente limoso, il cui spessore mediamente si esaurisce entro 1 – 1.2 m, di questo strato superficiale tuttavia non sono disponibili valori di SPT.

Di seguito vengono riportati i vari parametri geotecnici corrispondenti alle diverse unità litotecniche identificate.

Strato	Terreno Rimaneggiato	1	2	3
N _{SPT}	-	< 30 (media 20)	30 ÷ 50 (media 38)	>50 (media 63)
N _{30 (60%)}	-	17	36	63
N _{1(60%)}	-	20	30	64
Dr _(k) (%)	20	38	57	85
γ (Kn/m ³)	17	18	19	19
γ' (Kn/m ³)	7	8	9	9
φ _{PC (k)} (°)	30,8	35,87	38,05	41,27
φ _{R (k)} (°)	26,7	34,25	37,95	40,65
c (kg/cm ²)	0	0	0	0
E (kg/cm ²)	40	185	330	630

Tabella 2

- N_{SPT} = resistenza penetrometrica misurata dalle prove SPT in foro di sondaggio (colpi/piede);
- N_(60%) = resistenza penetrometrica dinamica corretta rispetto:
 - al rendimento del sistema di battitura (73% per penetrometro dinamico, invece quello del sistema di battitura dell'SPT a sganciamento automatico è del 60%.);
 - alla profondità;
 - al rapporto N_{SCPT} / N_{SPT} = 0,6 proposto dallo S.G.I. (Cestari 1996);
- N_{1 (60%)} = N_(60%) normalizzato rispetto alla tensione litostatica efficace secondo la formula $N_1 = N_{SPT} \cdot \sqrt{(\sigma_p / \sigma'_{vo})}$ Liao e Whithman (1986);
- Dr = densità relativa (%), ricavata in base al metodo di Skempton per sabbie fini(65) = N_{SPT N} / Dr²;
- γ = peso di volume naturale del terreno (kN/m³), stimato nell'ambito degli usuali intervalli di variazione compatibili con la natura granulometrica ed il grado di addensamento;
- γ' = peso di volume naturale del terreno (kN/m³) γ, in termini di sforzi efficaci;
- φ_{PC} = angolo di attrito di picco è ricavato le correlazioni proposte da Schmertmann (1978) in funzione di Dr e della litologia;
- φ_R = angolo di attrito ridotto che tiene in considerazione del basso grado di addensamento che può far temere l'insorgere di grandi deformazioni prima ancora del raggiungimento della secondo Vesic (1970);
- c = coesione (kg/cm²) parametro difficilmente stimabile con le prove penetrometriche, viene assegnato un valore modesto unicamente sulla base della tipologia di materiale presente;
- E = modulo di elasticità (kg/cm²), calcolato in base alla relazione generica il cui valore numerico dipende dal valore di resistenza penetrometrica e dalla frazione granulometrica dominante (da bowles - fondazioni). Per i valori dei moduli di deformazione E non si applica il 5° percentile, bensì la mediana, poiché non si è in presenza né di azioni A, né di resistenze R;
- x_k = i valori contraddistinti dal pedice k sono da intendersi caratteristici, ovvero determinati secondo la seguente formula

$$= X_k = X_{mean} - (1 + k_n \cdot V_x);$$

dove:

- x_{mean} : valore medio;
- V_x : deviazione standard / media;
- k_n : -1.645;

l'EC7 fissa, per i parametri della resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano.

4.2 Stratigrafie di calcolo

La stratigrafia dei terreni di fondazione adottata nel calcolo è stata ipotizzata secondo le seguenti caratteristiche geotecniche:

Da [m]	A [m]	Formazione	Descrizione
+H rilevato	+0 (*)	R	Rilevato di nuova formazione
+0 (*)	-10.0	1	Riporto superficiale
> -10.0		1	Riporto superficiale

Formazione	γ [kN/m ³]	Valori medi		Valori minimi	
		c' [kPa]	Φ' [°]	c' [kPa]	Φ' [°]
1	18	-	33.0	-	30.0

Stratigrafia di calcolo spalle

(*) La quota di zero coincide con la quota del p.c. esistente

γ = peso di volume naturale

Φ' = angolo di attrito

c' = intercetta di coesione

Per il materiale costituente il nuovo rilevato si considerano i seguenti parametri geotecnici:

Formazione	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	Φ' [°]
Rilevato	19	0	35

Parametri stratigrafici di calcolo del materiale di reinterro

Si ritiene la quota di falda definitiva e provvisoria non interagente con le fondazioni dell'opera di sostegno.

5 METODI DI CALCOLO

Le verifiche strutturali contenute nella presente relazione sono state redatte in accordo a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008. In particolare sono state effettuate le prescritte verifiche agli SLU.

5.1 Metodologia di calcolo

Le analisi delle opere di sostegno di tipo geotecnico (GEO) e di tipo strutturale (STR) potranno essere eseguite secondo l'approccio 1 ovvero la combinazione A1+M1+R1 e A2+M2+R2 o l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3 secondo quanto indicato dal D.M. 14/01/08.

In tutte le verifiche, dovrà risultare soddisfatta la condizione: $E_d \leq R_d$, in cui E_d rappresenta il valore di progetto delle azioni, mentre R_d rappresenta il valore di progetto della resistenza.

La struttura di sostegno dovrà soddisfare le verifiche di sicurezza di stabilità esterna (SLU di tipo geotecnico) e di stabilità interna dell'opera (SLU di tipo strutturale).

5.1.1 SLU di tipo geotecnico

Le verifiche SLU di tipo geotecnico eseguite sono le seguenti:

- verifica di stabilità globale (combinazione A2+M2+R2)
- verifica di stabilità interna (combinazione A2+M2+R2)
- verifica alla traslazione sul piano di imposta (combinazione A2+M2+R2)
- verifica alla rottura del complesso fondazione-terreno (capacità portante) (combinazione A2+M2+R2)
- verifica al ribaltamento (combinazione EQU+M2+R1)
-

5.1.2 SLU di tipo strutturale

Le attuali Norme nazionali non forniscono indicazioni a riguardo. Si è fatto pertanto riferimento alle Norme BS8006, unitamente alle UNI-EN 14475:2006 per gli aspetti generali.

Le verifiche di carattere strutturale riguardano gli elementi di rinforzo ed i complementi strutturali. Le verifiche possono essere sintetizzate in:

- verifica a sfilamento del singolo rinforzo dal terreno (pull-out)
- verifica della resistenza di progetto dell'elemento di rinforzo

5.2 Descrizione metodo di calcolo

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

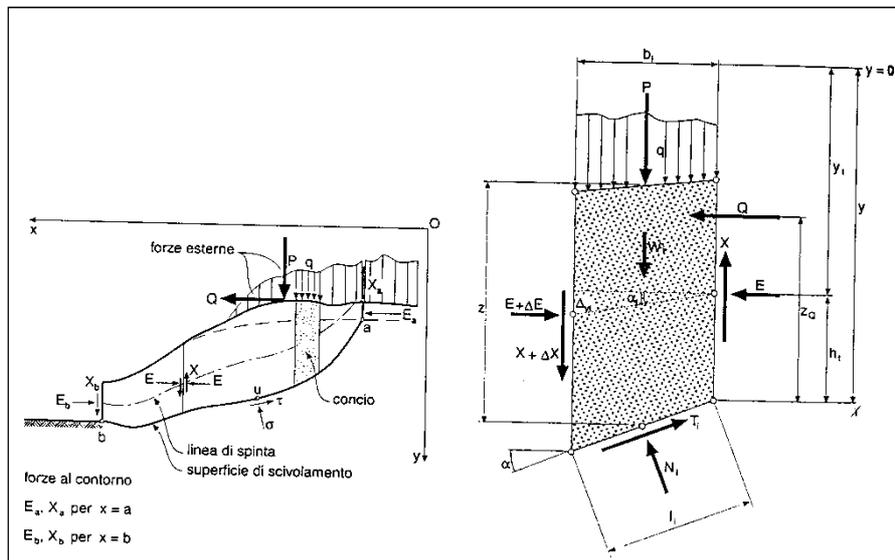
Si precisa infatti che nel codice MACSTARS W utilizzato per il calcolo, i coefficienti di riduzione sulle resistenze (γ_R) sono già automaticamente applicati: ciò implica che il valore del Fattore di Sicurezza - previsto da normativa $\geq 1,1$ (R2) - da cercare nelle verifiche deve essere maggiore di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

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

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

L'analisi di stabilità, che adotta tali metodi, è quella dell'equilibrio limite globale. Tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il

rapporto minimo tra la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio. Scelta quindi una superficie di rottura si suddivide in conci la parte instabile, si studia dapprima l'equilibrio della singola striscia e poi si passa alla stabilità globale.



Schema delle azioni agenti su di un singolo concio

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

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

5.2.1 Metodo di Bishop

Questo metodo adotta come prima semplificazione l'ipotesi di una superficie di rottura circolare; inoltre considera la risultante delle forze perpendicolari alla superficie laterale del concio equilibrate ($X_i + X_{i+1} = 0$). Utilizzando tali ipotesi è possibile ottenere un numero d'incognite uguali al numero d'equazioni (3n equazioni in 3n incognite).

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

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

5.2.2 Metodo di Bishop semplificato

In tale metodo si aggiunge un'ulteriore ipotesi rispetto al precedente, ossia si considerano nulle le forze agenti parallelamente alla superficie laterale del concio. Il sistema sarà così di 2n equazioni in 2n incognite. Le equazioni considerate sono quelle dell'equilibrio alla traslazione verticale e dei momenti, ne segue che non è garantito l'equilibrio complessivo alla traslazione orizzontale.

Il coefficiente di sicurezza risulta essere sempre del tipo:

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

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

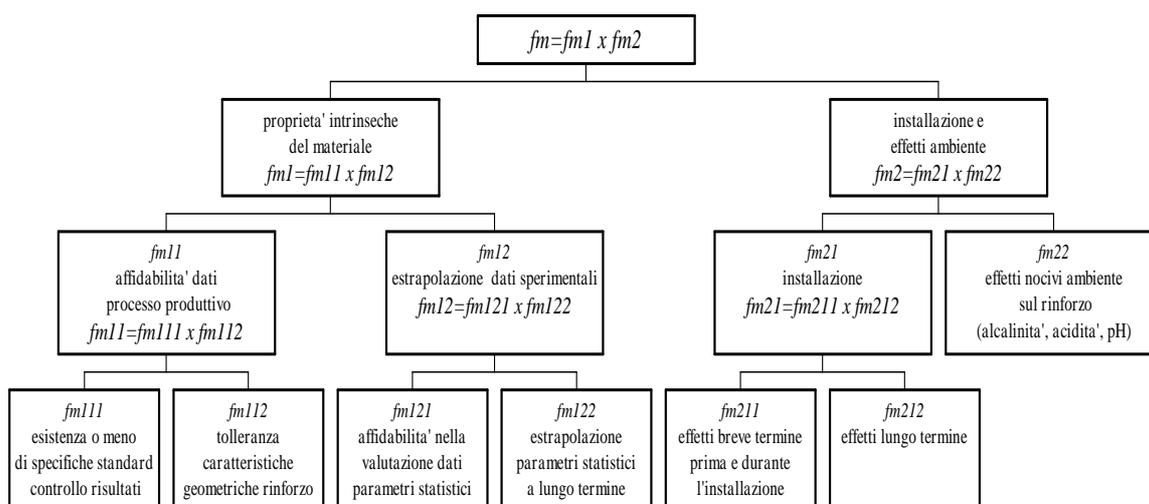
Ai fini del calcolo strutturale si è fatto riferimento alle prestazioni di progetto a lungo termine del materiale; a tale proposito il parametro più complicato da individuare è la resistenza di lavoro, per la quale le diverse

normative possono indicare metodologie differenti per la definizione. Mancando in Italia una qualsiasi indicazione in merito, per la stima della resistenza di lavoro degli elementi di rinforzo si è fatto riferimento allo schema illustrato di seguito che la BS8006 (inglese) prescrive per i rinforzi in genere.

La resistenza di lavoro T_d è tale che:

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

f_m è il fattore di sicurezza complessivo composto dalla moltiplicazioni di svariati sotto fattori, come esplicitato nello schema seguente, che consente di passare dalla resistenza a trazione nominale, T_b a quella di lavoro. T_d è calcolato per una data deformazione massima ammissibile nei rinforzi durante la vita di progetto che, per le opere in terra rinforzata, sono dell'ordine del 5.5-6.5 %.



Definizione del fattore di sicurezza per il calcolo della resistenza di lavoro dei rinforzi secondo la BS 8006

Fattori parziali del Terramesh Verde Terra adottati da Macstars W		
f_{creep}	1,00	I rinforzi in acciaio non sono soggetti a creep
f_{m111}	1.081	Resistenza caratteristica
f_{m112}	1.04	Tolleranze sulla sezione trasversale
f_{m121}	1.00	Certificazione ISO 9002
f_{m122}	1.05	100 anni di dati disponibili
f_{m211}	1.00	Nessun effetto a breve termine per danneggiamento
f_{m212}	1.05	Valore per riempimenti granulari con sabbie
f_{m22}	1.05	Componente ambientale
f_m totale	1.30	

f_{creep} allungamento viscoso nel tempo sotto carico costante (solo per rinforzi polimerici) e comunque non applicabile ad opere provvisoriale

f_{m111} controllo qualità

f_{m112} tolleranze nella produzione

f_{m121} affidabilità dei dati disponibili

f_{m122} affidabilità dell'extrapolazione alla vita utile

f_{m211} effetti a breve termine del danneggiamento

f_{m212} effetti a lungo termine del danneggiamento

f_{m22} degradazione chimica, biologica e di UV

5.2.2.1 Verifiche di stabilità

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

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

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

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

I dati geometrici del problema sono strutturati in modo da identificare le possibili stratificazioni nel terreno e le zone contenenti i rinforzi.

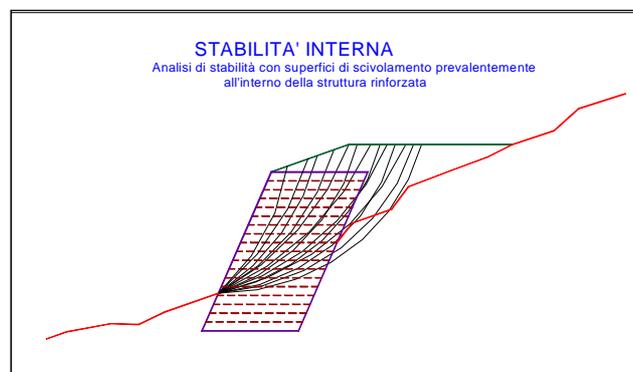
Il contributo degli elementi planari di rinforzo è introdotto nel calcolo solo se essi intersecano la superficie di scivolamento. In tal caso sono assimilate a forze applicate al cuneo di distacco. L'entità di tali forze è determinata scegliendo il minore valore tra la resistenza a rottura della rete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

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

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

5.2.2.2 Verifica di stabilità interna

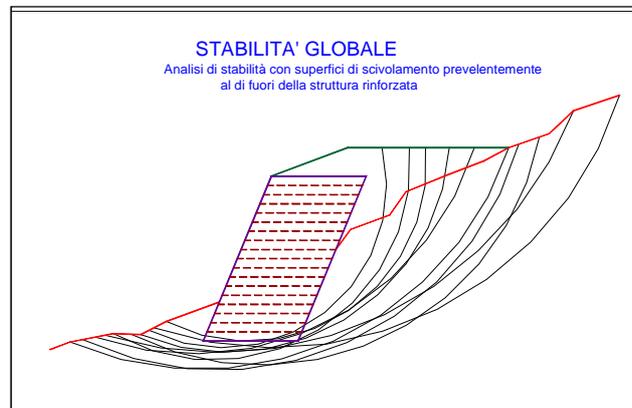
Verifica della lunghezza necessaria e della spaziatura degli elementi di rinforzo tale da garantire che il rilevato rinforzato sia sufficientemente compatto e resistente alle azioni interne provocate dai pesi e dai carichi esterni. Si è assunto in questo caso che le superfici partano dal piede di valle dell'opera e da alcuni punti significativi del paramento e si estendano verso monte fino ad incontrare il profilo del terreno, intersecando totalmente o solo parzialmente l'ammasso rinforzato.



Stabilità interna

5.2.2.3 Verifica di stabilità globale

Verifica delle dimensioni della massa strutturale nei confronti di scivolamenti più esterni, che possano determinare fenomeni di instabilità più profondi negli strati di terreno. In questo caso si è assunto che le superfici partano da un intervallo spaziale più a valle rispetto al piede dell'opera.



Stabilità globale

5.2.2.4 Definizioni

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

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

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

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

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

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

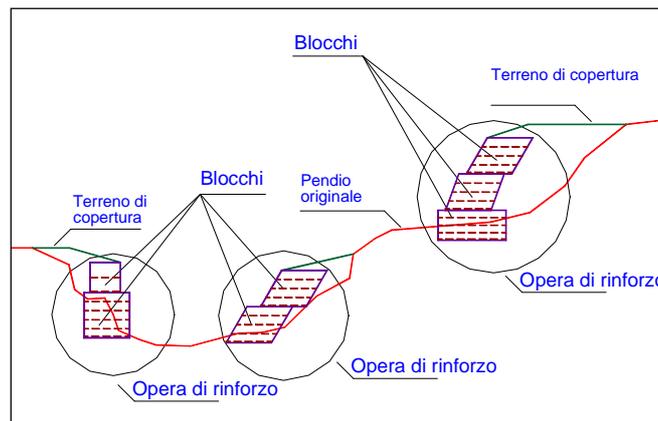
Riempimento a tergo: eventuale terreno posto a riempimento dello spazio tra il blocco ed il pendio originale (se presente);

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

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

Ancoraggio: lunghezza del rinforzo esterna alla superficie di rottura;

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



5.3 Ipotesi di calcolo

Il dimensionamento delle strutture in progetto è stato eseguito con riferimento a quanto riportato nella seguente tabella ed eventualmente integrato e dettagliato nel prosieguo del paragrafo. Per le dimensioni della sezione oggetto di verifica si rimanda ai report di calcolo allegati.

Caratteristiche dei componenti strutturali	Tipo di rinforzi	Elementi Terramesh Verde Terra		
	Inclinazione opera	65° circa		
Dati geotecnici	Rilevato strutturale	$\gamma_1 = 19,0 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_1 = 33^\circ$	$c'_1 = 0,00 \text{ kPa}$
	Terreno in fondazione	$\gamma_2 = 19,00 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_2 = 28,5^\circ$	$c'_2 = 0,00 \text{ kPa}$
	Rilevato a tergo	$\gamma_3 = 19,00 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_3 = 33^\circ$	$c'_3 = 0,00 \text{ kPa}$
	Condizioni statiche	20 KPa		
	Condizioni sismiche	Kh=0,014 kv=±0,007 4 KPa		

Nelle tabelle che seguono sono indicate caratteristiche e dimensioni dei rinforzi impiegati internamente alla struttura. Gli elaborati di calcolo dettagliati, sono riportati negli Allegati in appendice.

SEZIONE TIPO 4 H=2,92 m – Tipologia paramento e distribuzione rinforzi		
Blocco	Tipo Paramento	Tipo Rinforzo
TMV1	Elemento Terramesh Verde Terra con paramento rinverdibile in rete D.T. tipo 8x10 filo Galfan plastificato $\varnothing 2,70/3,70 \text{ mm}$	Rete metallica a doppia torsione filo Galfan plastificato $\varnothing 2,70/3,70 \text{ mm}$ lunghezza 3,00 m
TMV2	Elemento Terramesh Verde Terra con paramento rinverdibile in rete D.T. tipo 8x10 filo Galfan plastificato $\varnothing 2,70/3,70 \text{ mm}$	Rete metallica a doppia torsione filo Galfan plastificato $\varnothing 2,70/3,70 \text{ mm}$ lunghezza 3,00 m

6 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi agenti sulla struttura di sostegno.

6.1 Azioni permanenti strutturali (G_1)

6.1.1 *Peso proprio*

La valutazione del peso proprio degli elementi di rinforzo, dato l'esiguo contributo, è incluso nel valore dei carichi permanenti non strutturali.

6.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2)

6.2.1 Spinta del terreno statica

Si assume che sugli strati di terreno rinforzato agisca la spinta calcolata in condizioni attive. Per ulteriori specifiche di calcolo vedi la documentazione allegata del software impiegato.

6.3 Azione sismica (E)

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica del sito è definita in termini di:

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

L'accelerazione orizzontale massima attesa a_g è riferita in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per ogni stato limite considerato.

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

6.3.1 *Stati limite di progetto sismici*

Nel caso in esame l'opera viene realizzata nel Comune di Segrate (MI), di coordinate geografiche:

Latitudine N: 45.4951°

Longitudine E: 9.3011°

Dato il periodo di riferimento della struttura $V_R = 100$ anni, si possono individuare i seguenti stati limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,029	2,547	0,206
SLD	101	0,035	2,571	0,225
SLV	949	0,070	2,646	0,295
SLC	1950	0,085	2,692	0,307

Parametri sismici per i vari stati limite di progetto

Con riferimento alle caratteristiche dell'opera, si è analizzato il seguente stato limite di progetto:

- Stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la struttura subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali, mentre conserva

invece una parte della esistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Probabilità di superamento $P_{VR} = 10\%$

Tempo di ritorno $T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -100 / \ln(1-0.10) = 949$ anni

6.3.2 Spettri di risposta

Per il sito in esame, in base alle caratteristiche geotecniche di riferimento e dalla morfologia del terreno descritti nei capitoli precedenti, il sottosuolo può essere classificato come:

Categoria sottosuolo	“C” (§ 3.2.2, Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Categoria topografica	“T1” (§ 3.2.2, Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$)

Lo spettro di risposta elastico orizzontale $S_e(T)$ del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

T periodo di vibrazione orizzontale [s]

$S_e(T)$ accelerazione spettrale orizzontale [m/s^2]

$S = S_S \cdot S_T$ coefficiente della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

S_S coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi tabella seguente)

S_T coefficiente di amplificazione topografica (vedi tabella seguente)

$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$ fattore che altera lo spettro elastico per smorzamento viscosi diversi dal 5%

ξ coefficiente di smorzamento viscoso [%]

F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro

C_C coefficiente definito nella tabella seguente

$T_B = T_C/3$ periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante

$T_D = 4 \cdot a_g/g + 1,6$ periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1.00	1.00
B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.0 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Coefficienti di amplificazione stratigrafica orizzontale

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Coefficienti di amplificazione topografica

Lo spettro di risposta elastico verticale S_{ve}(T) del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

T periodo di vibrazione verticale [s]

S_{ve}(T) accelerazione spettrale verticale [m/s²]

F_v = 1,35 · F₀ · (a_g/g)^{0.5} fattore che quantifica l'accelerazione spettrale massima

I parametri S_s, T_B, T_C e T_D per la definizione dello spettro verticale sono indipendenti dalla categoria di suolo e assumono i valori riportati nella tabella seguente.

Categoria sottosuolo	S _s	T _B	T _C	T _D
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

Le capacità dissipative della struttura possono essere considerate nella fase di analisi attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso, lo spettro di progetto S_d(T) da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. Si assume comunque S_d(T) ≥ 0,2a_g.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

q₀ valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_v/α₁ tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione

K_R fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione

Restando a favore di sicurezza, si trascura la capacità dissipativa delle strutture assumendo q = 1.00 sia per la componente orizzontale che verticale dello spettro di progetto.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,070 g
F_o	2,646
T_C^*	0,295 s
S_S	1,500
C_C	1,571
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,155 s
T_C	0,464 s
T_D	1,879 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_o(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,105
$T_B \leftarrow$	0,155	0,277
$T_C \leftarrow$	0,464	0,277
	0,531	0,242
	0,598	0,215
	0,666	0,193
	0,733	0,175
	0,801	0,160
	0,868	0,148
	0,935	0,137
	1,003	0,128
	1,070	0,120
	1,138	0,113
	1,205	0,107
	1,273	0,101
	1,340	0,096
	1,407	0,091
	1,475	0,087
	1,542	0,083
	1,610	0,080
	1,677	0,077
	1,744	0,074
	1,812	0,071
$T_D \leftarrow$	1,879	0,068
	1,980	0,062
	2,081	0,056
	2,182	0,051
	2,283	0,046
	2,384	0,042
	2,485	0,039
	2,586	0,036
	2,687	0,033
	2,788	0,031
	2,889	0,029
	2,990	0,027
	3,091	0,025
	3,192	0,024
	3,293	0,022
	3,394	0,021
	3,495	0,020
	3,596	0,019
	3,697	0,018
	3,798	0,017
	3,899	0,016
	4,000	0,015

Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,025 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,944
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,025
$T_B \leftarrow$	0,050	0,066
$T_C \leftarrow$	0,150	0,066
	0,235	0,042
	0,320	0,031
	0,405	0,024
	0,490	0,020
	0,575	0,017
	0,660	0,015
	0,745	0,013
	0,830	0,012
	0,915	0,011
$T_C \leftarrow$	1,000	0,010
	1,094	0,008
	1,188	0,007
	1,281	0,006
	1,375	0,005
	1,469	0,005
	1,563	0,004
	1,656	0,004
	1,750	0,003
	1,844	0,003
	1,938	0,003
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,002
	2,406	0,002
	2,500	0,002
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

Parametri dello spettro di risposta verticale allo SLV

6.3.3 Masse efficaci e variabilità del moto sismico

La determinazione dell'azione sismica viene calcolata considerando il totale delle masse G associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G = G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

- G_1 masse dei pesi propri strutturali
 G_2 masse dei carichi permanenti non strutturali
 Q_{kj} masse dei carichi accidentali

Con riferimento a § 3.2.4 delle NTC, si ritiene trascurabile in fase sismica il contributo delle azioni accidentali, pertanto vengono considerati i contributi dei soli carichi permanenti.

Si è tenuto conto della variabilità del moto sismico orizzontale considerando le due direzioni principali di oscillazione, in accordo con il §7.3.5 delle NTC, secondo le seguenti relazioni:

$$E_1 = E_x + 0.30 \cdot E_y$$

$$E_2 = 0.30 \cdot E_x + E_y$$

6.3.4 Azioni inerziali pesi propri strutturali e permanenti non strutturali

Con riferimento al § 7.11.6 delle NTC si esegue l'analisi con il metodo pseudostatico, dove l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Le azioni inerziali E_h e E_v sugli strati di terreno sono determinati automaticamente dal software di calcolo incrementando le masse dei pesi propri W con i coefficienti di amplificazione dinamica k_h e k_v secondo le seguenti relazioni:

$$E_h = G \cdot k_h \quad \text{azione inerziale orizzontale}$$

$$E_v = G \cdot k_v \quad \text{azione inerziale verticale}$$

$$k_h = \beta_m \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g \quad \text{coefficiente sismico orizzontale}$$

$$k_v = 0.5 \cdot \beta_m \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g \quad \text{coefficiente sismico verticale}$$

$$\beta_m = 0.18 \quad \text{coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito}$$

$$S_s = 1.50 \quad \text{coefficiente di amplificazione stratigrafica orizzontale}$$

$$S_T = 1.00 \quad \text{coefficiente di amplificazione topografica}$$

$$a_g = 0.070g \quad \text{accelerazione massima attesa al sito per lo Stato Limite considerato}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2 \quad \text{accelerazione di gravità}$$

$$G \quad \text{masse efficaci sismiche}$$

Stato limite	K_h	K_v
SLV	0.0189	0.00945

Coefficienti di amplificazione sismica per gli stati limite considerati

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

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione sismica attesa in sito (NTC 2008)

Le azioni E_h e E_v vengono calcolate in automatico nel software di calcolo.

6.3.5 Sovrappinte dinamiche del terreno

Si assume una sovrappinta calcolata in condizioni attive. Per ulteriori specifiche di calcolo vedi la documentazione allegata del software impiegato.

6.4 Azioni accidentali da traffico veicolare (Q_1)

Si considera sul rilevato a tergo della spalla un carico uniformemente distribuito pari a 20.00 kN/m².

6.5 Combinazioni di carico

Come riportato al § 2.5.3 delle NTC, si sono considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj} \quad \text{Combinazione fondamentale SLU}$$

$$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj} \quad \text{Combinazione sismica SLU}$$

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj} \quad \text{Combinazione eccezionale SLU}$$

G_1	masse dei pesi propri strutturali
G_2	masse dei carichi permanenti non strutturali
P	precompressione e pretensione
Q_{kj}	masse dei carichi accidentali
E	azione sismica
A_d	azione eccezionale

I coefficienti di contemporaneità delle azioni e i coefficienti parziali da adottare per gli SLU sono descritti nel seguito.

6.5.1 Stati Limite Ultimi

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

$$E_d = E(\gamma_F \cdot F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d) \quad \text{valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione}$$

$$R_d = 1 / \gamma_R \cdot R(\gamma_F \cdot F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d) \quad \text{valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico}$$

$$\gamma_F \cdot F_k \quad \text{azioni di progetto}$$

$$X_k / \gamma_M \quad \text{parametri di progetto}$$

$$a_d \quad \text{geometria di progetto}$$

$$\gamma_R \quad \text{coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza di progetto}$$

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A_1 e A_2), per i parametri geotecnici (M_1 e M_2) e per le resistenze (R_1 , R_2 e R_3).

6.5.1.1 Azioni di calcolo

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 ^(*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 ^(**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 ^(***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

^(*) Ponti di 3^a categoria
^(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
^(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Tipologie di combinazioni di calcolo per azioni da traffico di tipo stradale (NTC 2008)

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
	Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Coefficienti parziali di sicurezza allo SLU per azioni da traffico di tipo stradale (NTC 2008)

6.5.1.2 Resistenze di calcolo

Per le verifiche geotecniche si considerano i seguenti coefficienti parziali di sicurezza sulle resistenze del terreno.

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

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

Coefficienti parziali di sicurezza allo SLU per i parametri di resistenza del terreno (NTC 2008)

7 ALLEGATI DI CALCOLO

TA01 – TA02 – MURO DI SOSTEGNO VIA RUGACESIO

Sezione...: SEZ. 19 - SISMICA +Kh -Kv

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

File.....: SEZ. 19 - SISMICA+-

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV4	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV5	4
Blocco : TMV3	4
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	5
VERIFICHE.....	6
Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO.....	6
Verifica di stabilità globale : LATO SINISTRO	7
Verifica di stabilità globale : LATO DESTRO	8
Verifica di stabilità interna : LATO SINISTRO	9
Verifica di stabilità interna : LATO DESTRO	10
Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO.....	11
Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO.....	12
Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO.....	13

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : F Descrizione : FORMAZIONE 1

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 30.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 18.00

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

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : R Descrizione : RILEVATO

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : TS Descrizione : TERRENO STRUTTURALE

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC Descrizione: PIANO CAMPAGNA

Terreno : F

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	12.00	9.04	11.83	11.20	11.83	20.63	11.89
22.00	11.96	22.97	11.40	25.27	11.62	26.24	12.36
34.11	12.38	40.19	12.38	40.89	12.35	43.17	12.16

Strato: R Descrizione: RILEVATO

Terreno : R

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
11.20	11.83	14.83	18.26	16.33	18.16	21.58	18.30
26.83	18.16	30.84	18.20	34.11	12.38	34.27	12.46
37.69	12.46	40.69	12.48	40.89	12.35		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 10.86 Ordinata..... = 11.10
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV4

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.92
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 34.37 Ordinata..... = 11.83
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.19
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV5

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
 Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV4
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TS
 Terreno di riempimento a tergo.....: R
 Terreno di copertura.....: R
 Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
 Interasse.....[m]..... = 0.73
 Risvolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.81	0.53						

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
 Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TS
 Terreno di riempimento a tergo.....: R
 Terreno di copertura.....: R
 Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
 Interasse.....[m]..... = 0.73
 Risvolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.91	0.59						

CARICHI**Pressione : Q1**

Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]... = 4.00 Inclinazione.....[°]... = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 16.35 To = 26.83

Pressione : Q2

Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE 20%

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]... = 4.00 Inclinazione.....[°]... = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 27.80 To = 30.30

Sisma :

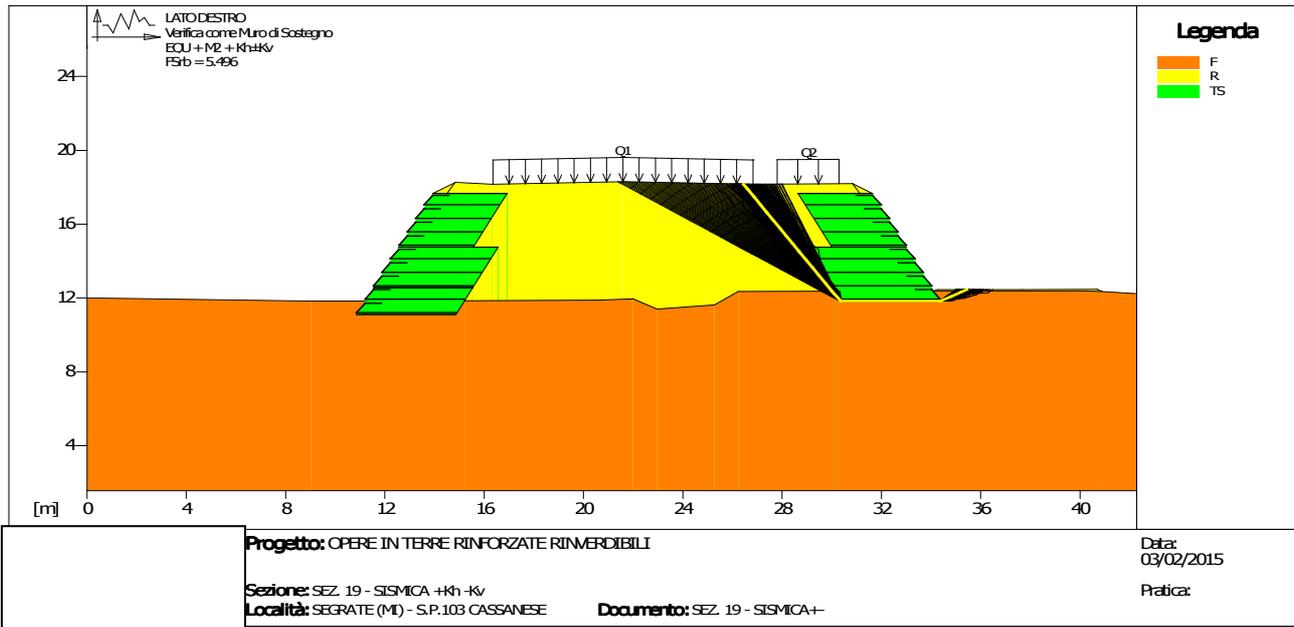
Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.19 Verticale.....= -0.09**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m]..... :	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico..... :	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico..... [m ³ /kN]..... :	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m]..... :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio..... [m]..... :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)..... :	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo..... :	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia..... :	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... :	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... :	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... :	0.30

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV4

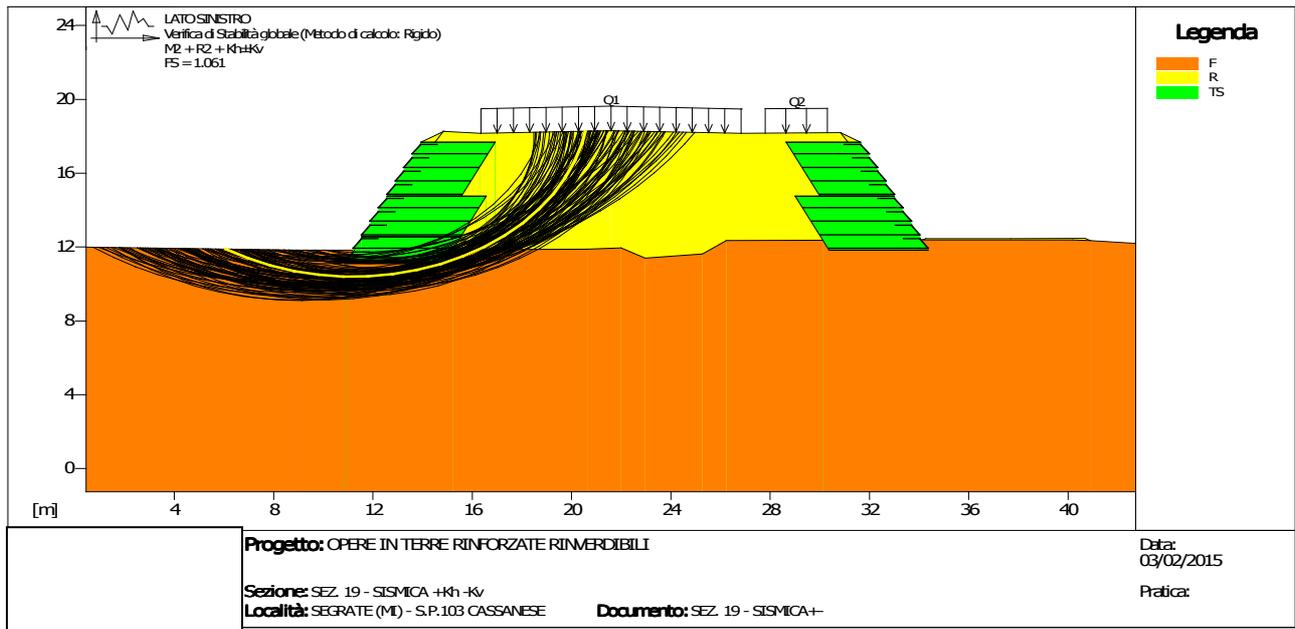
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1422.50

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 258.82

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.496

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità globale : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

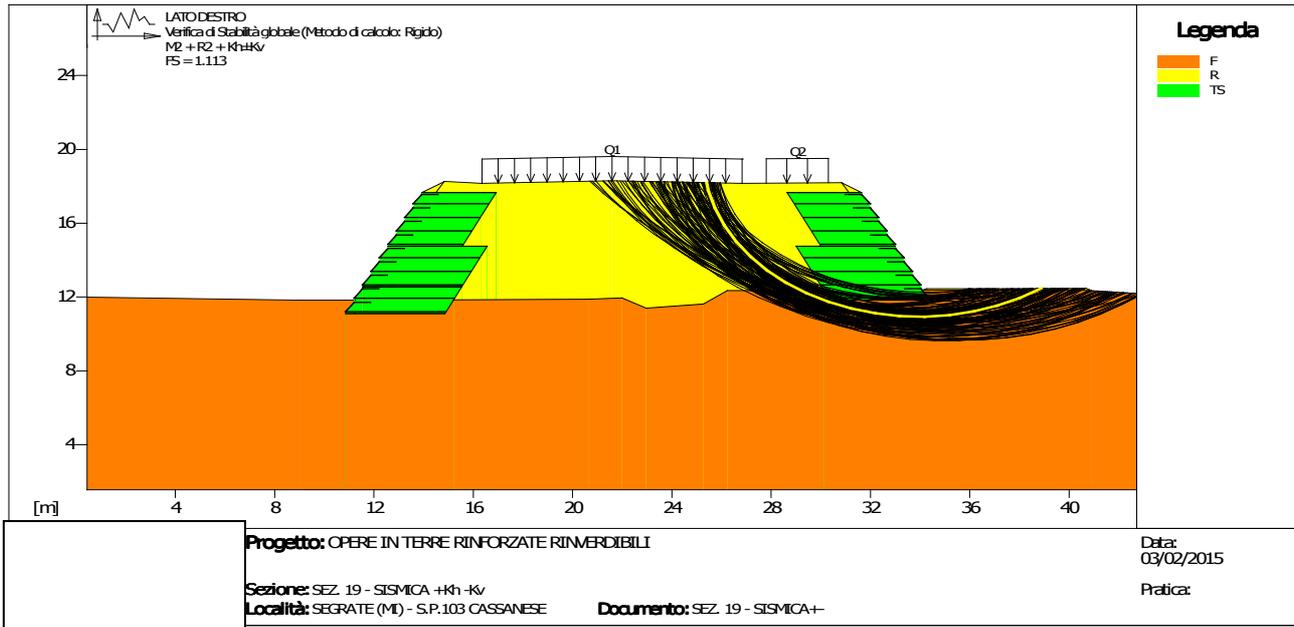
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.061

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.10	10.50	18.00	28.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale : LATO DESTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

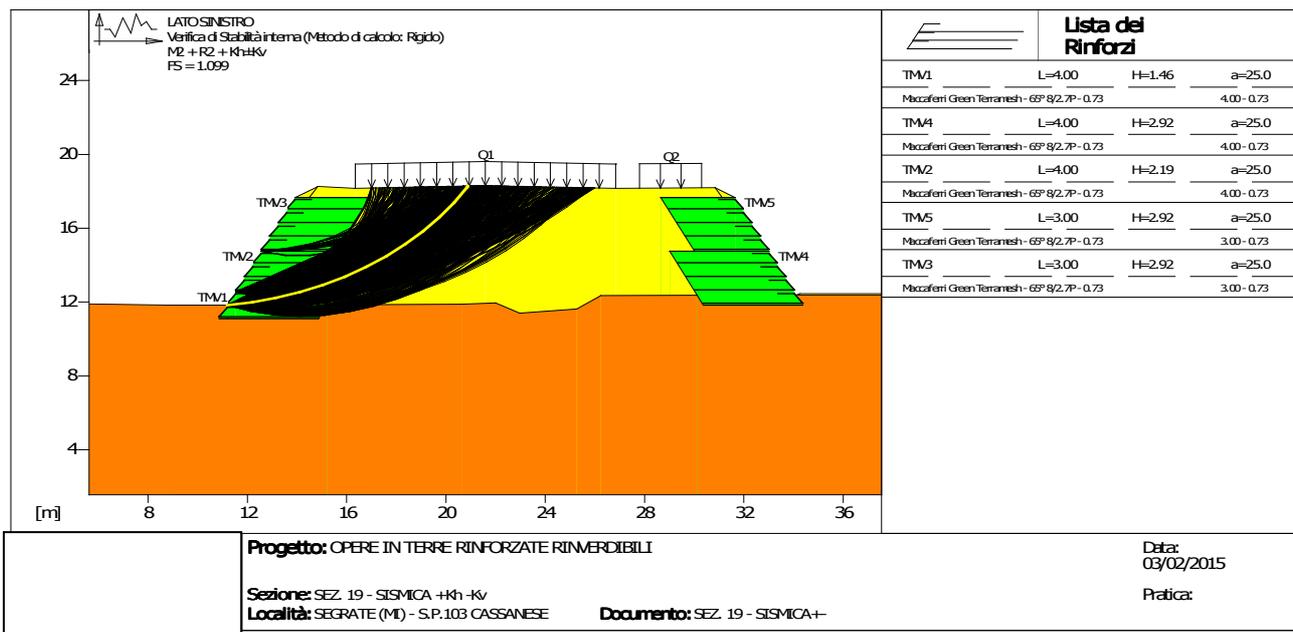
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.113

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
18.00	26.00	35.00	43.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Progetto: OPERE IN TERRE RINFORZATE RINVERDIBILI

Sezione: SEZ. 19 - SISMICA +Kh +Kv
 Località: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

Documento: SEZ. 19 - SISMICA+

Data: 03/02/2015
 Pratica:

Verifica di stabilità interna : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.099

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	15.00	26.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1
Numero totale superfici di prova.....:	1000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]:	1.00
Angolo limite orario..... [°]:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]:	0.00

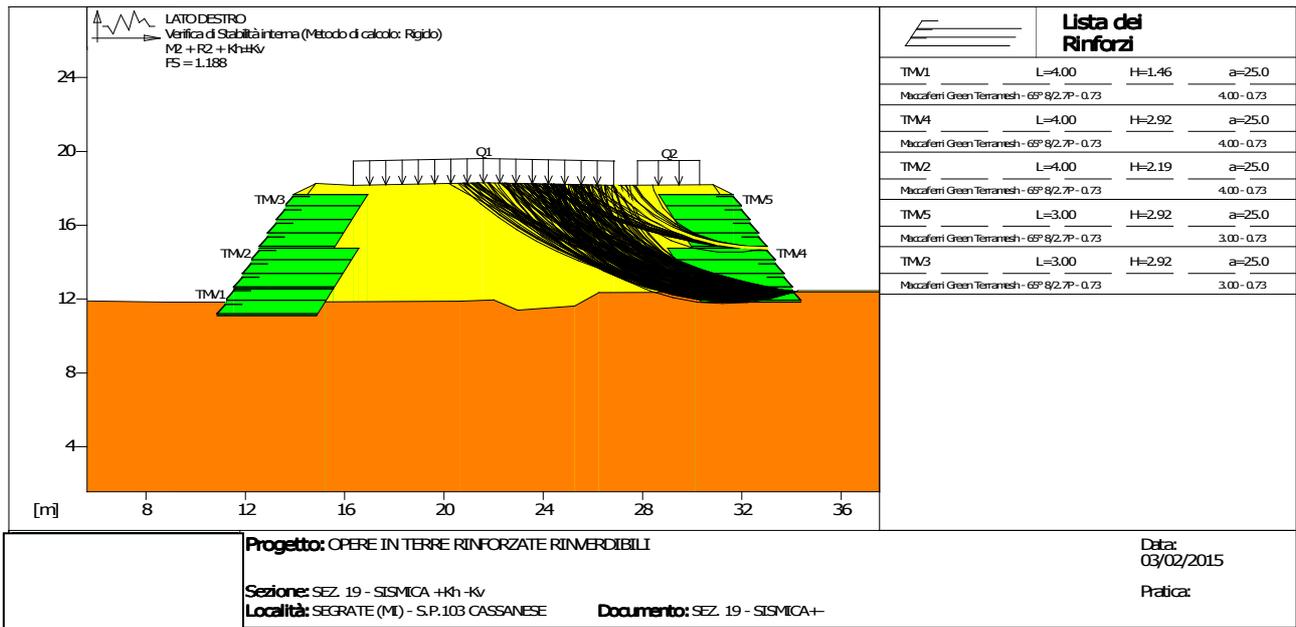
Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.00	0.768

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : LATO DESTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

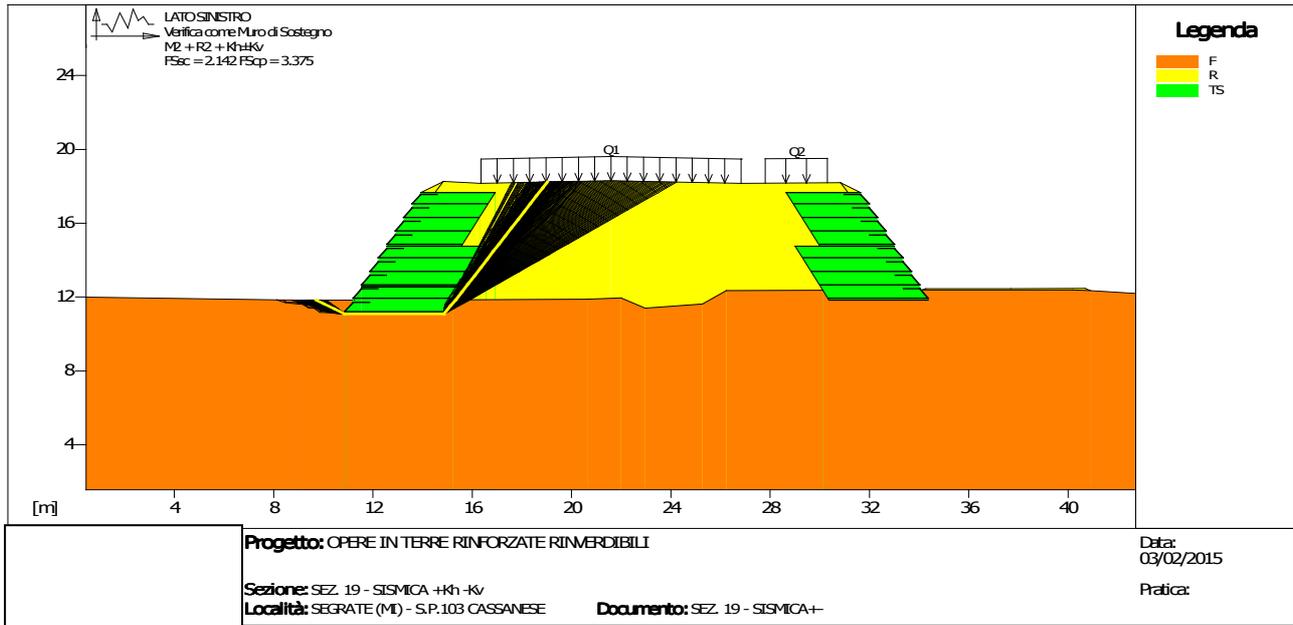
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.188

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV4	30.00	20.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1
Numero totale superfici di prova.....:	1000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]:	1.00
Angolo limite orario..... [°]:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]:	0.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : $M2 + R2 + Kh \pm Kv$

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 234.03

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 109.26

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.142

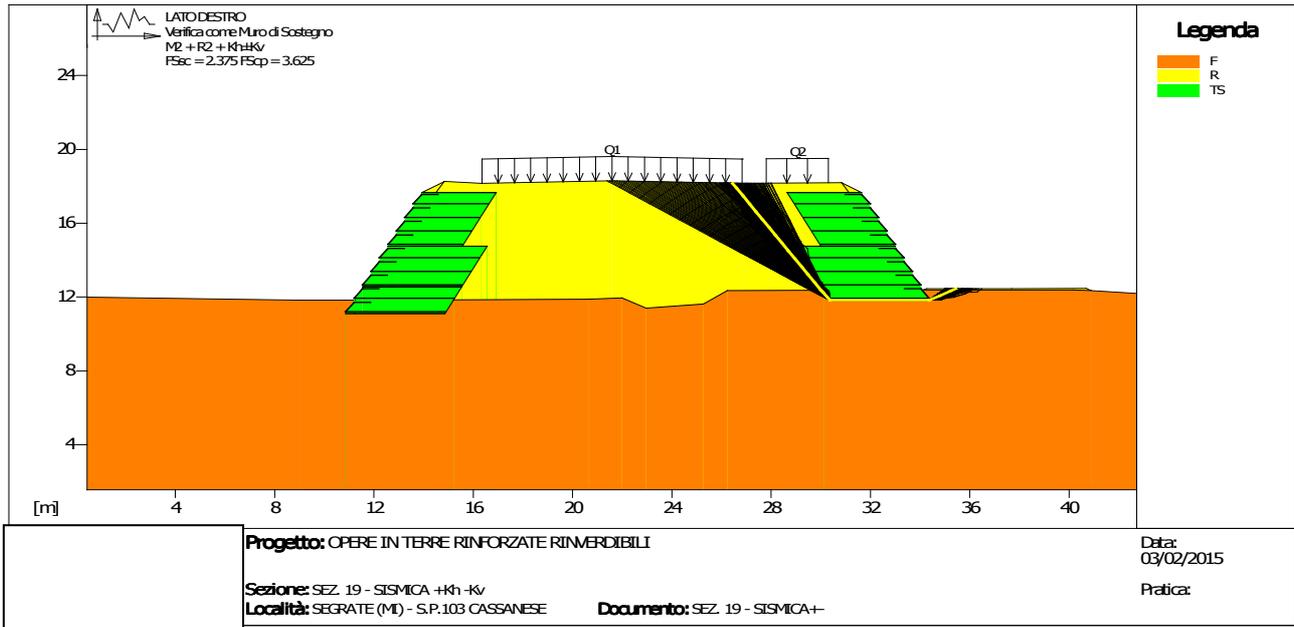
Pressione Limite.....[kN/m²].....: 437.35

Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 129.58

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.375

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



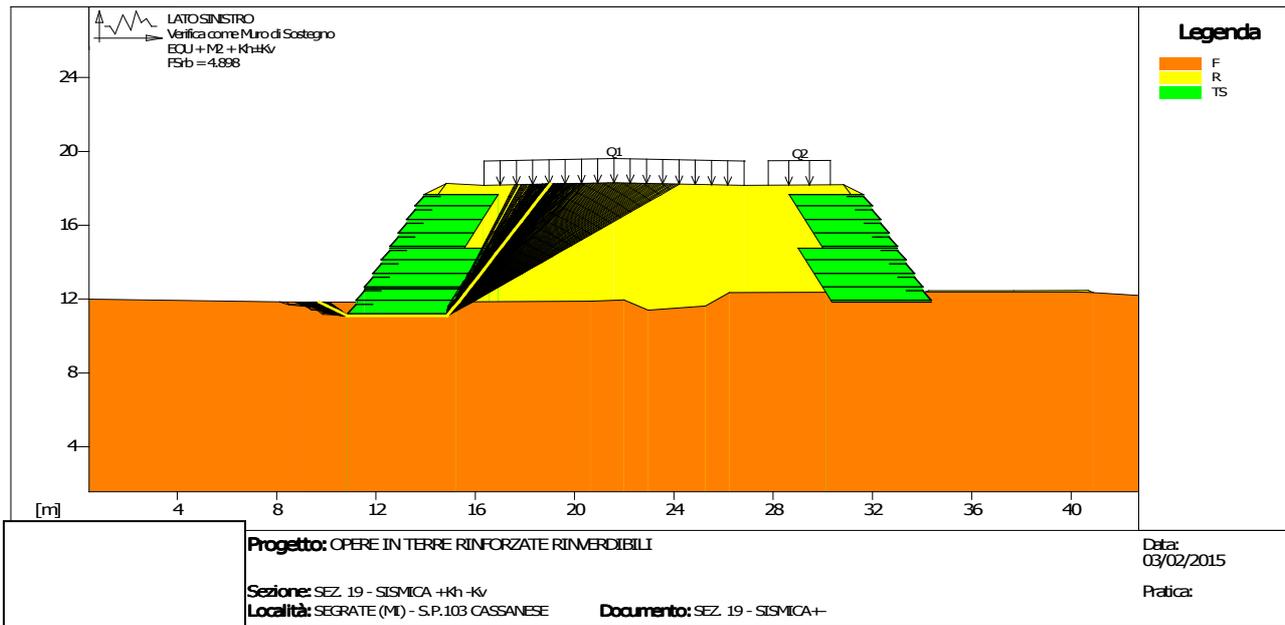
Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV4

Forza Stabilizzante.....	[kN/m].....	209.12
Forza Instabilizzante.....	[kN/m].....	88.05
Classe scorrimento.....	Coeff. parziale R - Scorrimento	
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....		2.375
Pressione Limite.....	[kN/m ²].....	418.00
Pressione massima agente.....	[kN/m ²].....	115.31
Classe pressione.....	Coeff. parziale R - Capacità portante	
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....		3.625

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1721.10

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 351.42

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 4.898

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

TA01 – TA02 – MURO DI SOSTEGNO VIA RUGACESIO

Sezione...: SEZ. 19 - SISMICA +Kh +Kv

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

File.....: SEZ. 19 - SISMICA++

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV4	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV5	4
Blocco : TMV3	4
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	5
VERIFICHE.....	6
Verifica di stabilità globale : LATO SINISTRO	6
Verifica di stabilità globale : LATO DESTRO	7
Verifica di stabilità interna : LATO SINISTRO	8
Verifica di stabilità interna : LATO DESTRO	9
Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO.....	10
Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO.....	11
Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO.....	12
Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO.....	13

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : F	Descrizione : FORMAZIONE 1
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : R	Descrizione : RILEVATO
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : TS	Descrizione : TERRENO STRUTTURALE
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC	Descrizione: PIANO CAMPAGNA							
Terreno : F								
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	0.00	12.00	9.04	11.83	11.20	11.83	20.63	11.89
	22.00	11.96	22.97	11.40	25.27	11.62	26.24	12.36
	34.11	12.38	40.19	12.38	40.89	12.35	43.17	12.16

Strato: R	Descrizione: RILEVATO							
Terreno : R								
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
	11.20	11.83	14.83	18.26	16.33	18.16	21.58	18.30
	26.83	18.16	30.84	18.20	34.11	12.38	34.27	12.46
	37.69	12.46	40.69	12.48	40.89	12.35		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 10.86 Ordinata..... = 11.10
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV4

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.92
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 34.37 Ordinata..... = 11.83
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.19
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV5

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
 Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV4
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TS
 Terreno di riempimento a tergo.....: R
 Terreno di copertura.....: R
 Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
 Interasse.....[m]..... = 0.73
 Risvolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.81	0.53						

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
 Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TS
 Terreno di riempimento a tergo.....: R
 Terreno di copertura.....: R
 Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
 Interasse.....[m]..... = 0.73
 Risvolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.91	0.59						

CARICHI**Pressione : Q1**

Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]... = 4.00 Inclinazione.....[°]... = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 16.35 To = 26.83

Pressione : Q2

Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE 20%

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]... = 4.00 Inclinazione.....[°]... = 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 27.80 To = 30.30

Sisma :

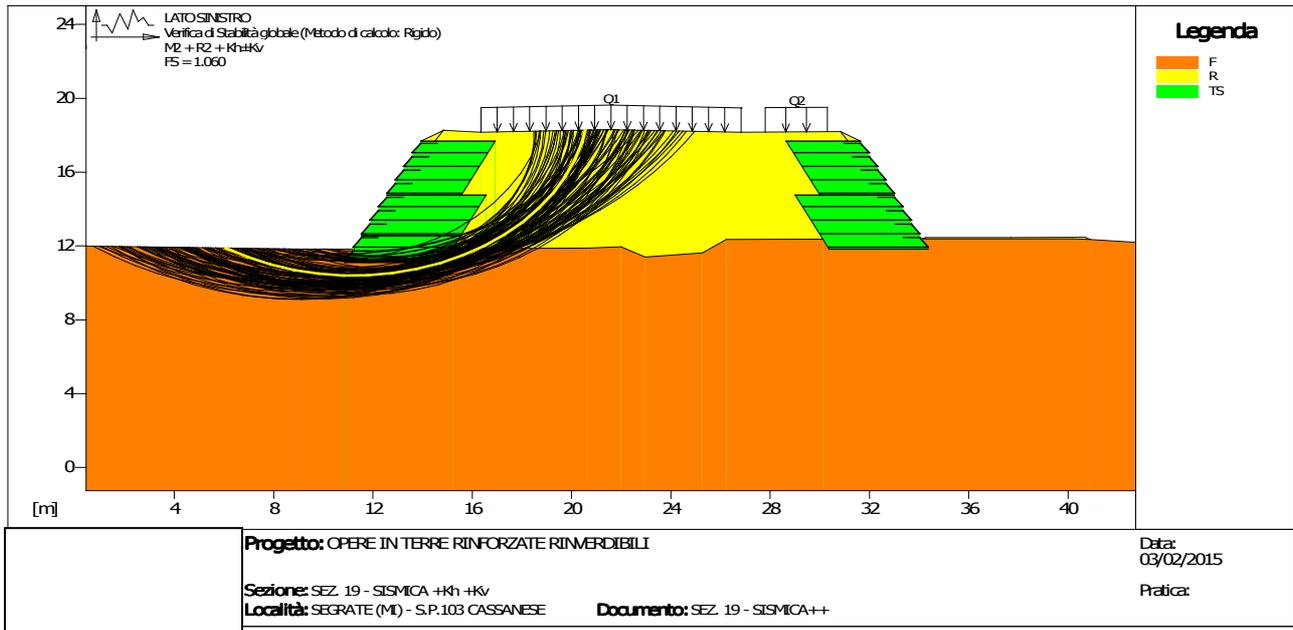
Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.19 Verticale.....= 0.09**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m].....:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico.....:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m ³ /kN].....:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m].....:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....:	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

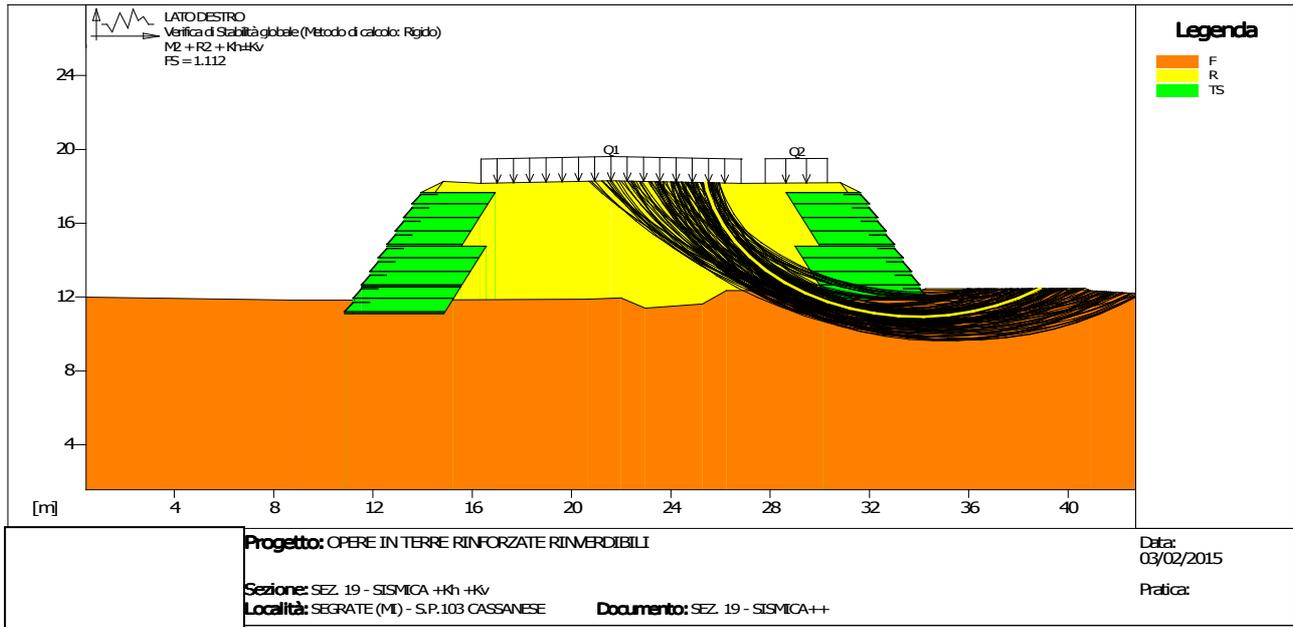
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.060

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.10	10.50	18.00	28.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



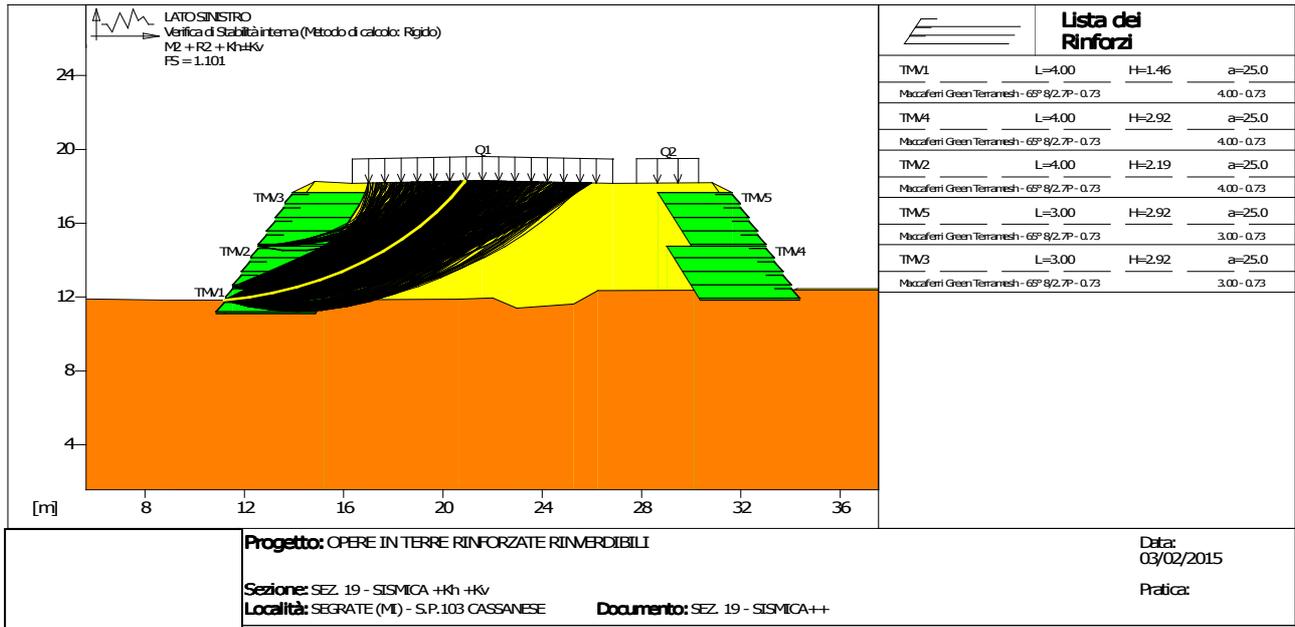
Verifica di stabilità globale : LATO DESTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
 Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.112

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
18.00	26.00	35.00	43.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.101

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	15.00	26.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

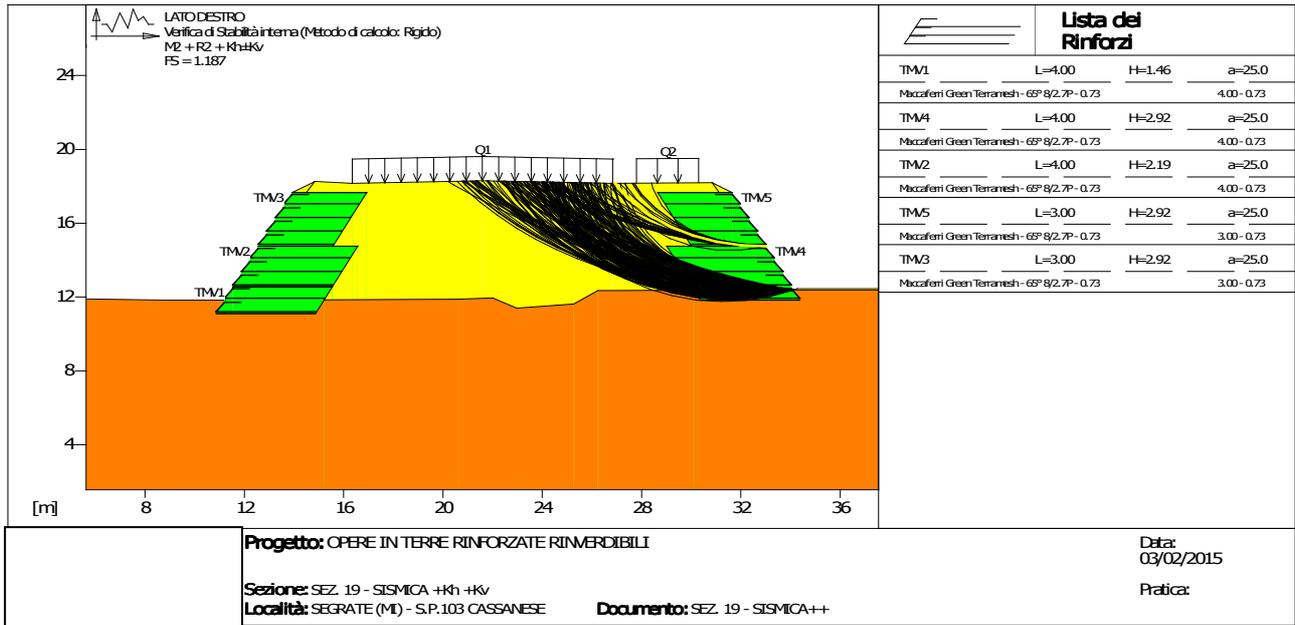
Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.00	0.768

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : LATO DESTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

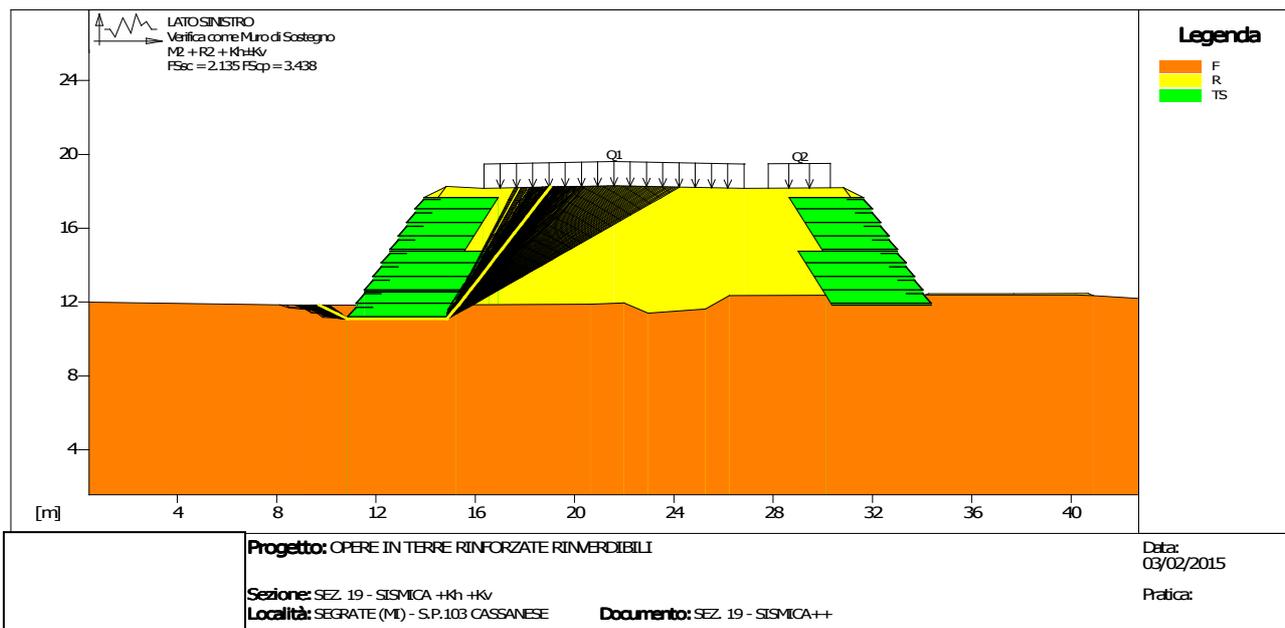
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.187

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV4	30.00	20.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



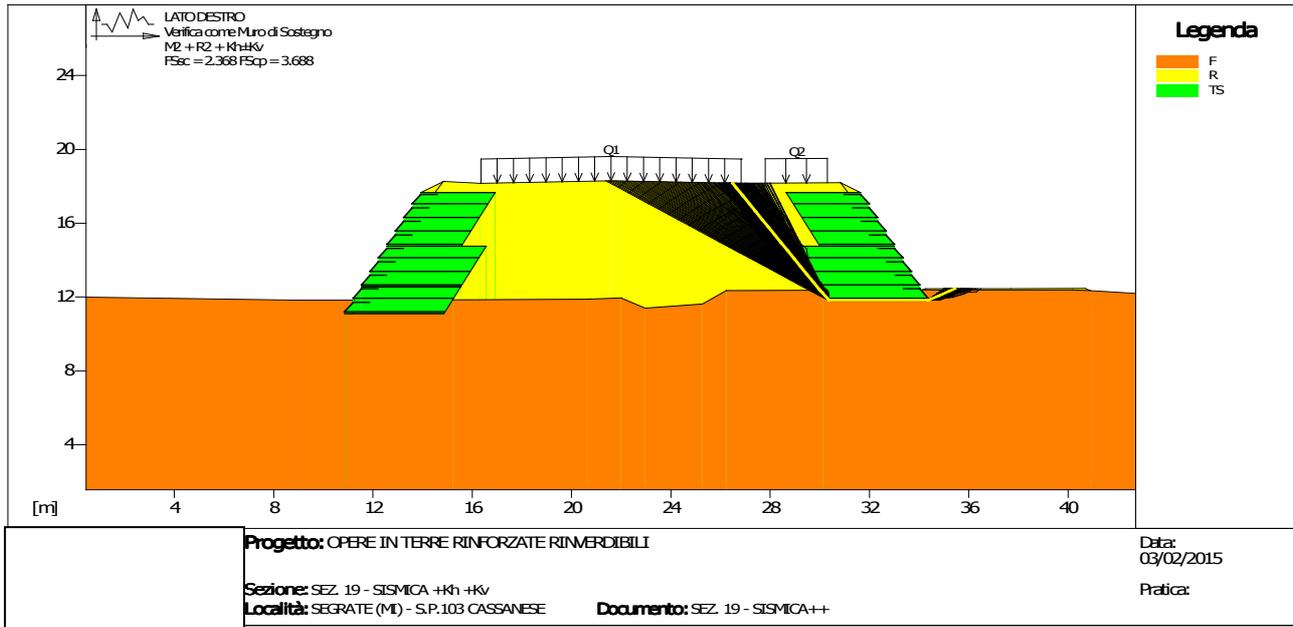
Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....	[kN/m].....	229.87
Forza Instabilizzante.....	[kN/m].....	107.68
Classe scorrimento.....	Coeff. parziale R - Scorrimento	
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....		2.135
Pressione Limite.....	[kN/m ²].....	437.60
Pressione massima agente.....	[kN/m ²].....	127.30
Classe pressione.....	Coeff. parziale R - Capacità portante	
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....		3.438

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV4

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 205.45

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 86.77

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.368

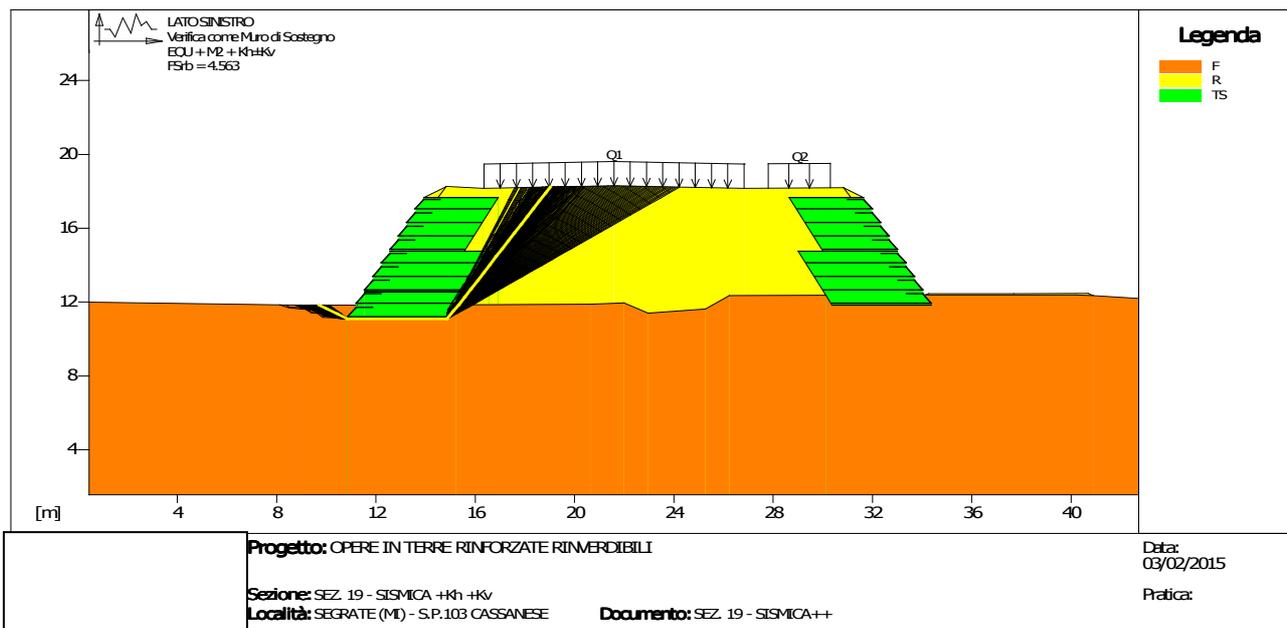
Pressione Limite.....[kN/m²].....: 417.78

Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 113.30

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.688

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

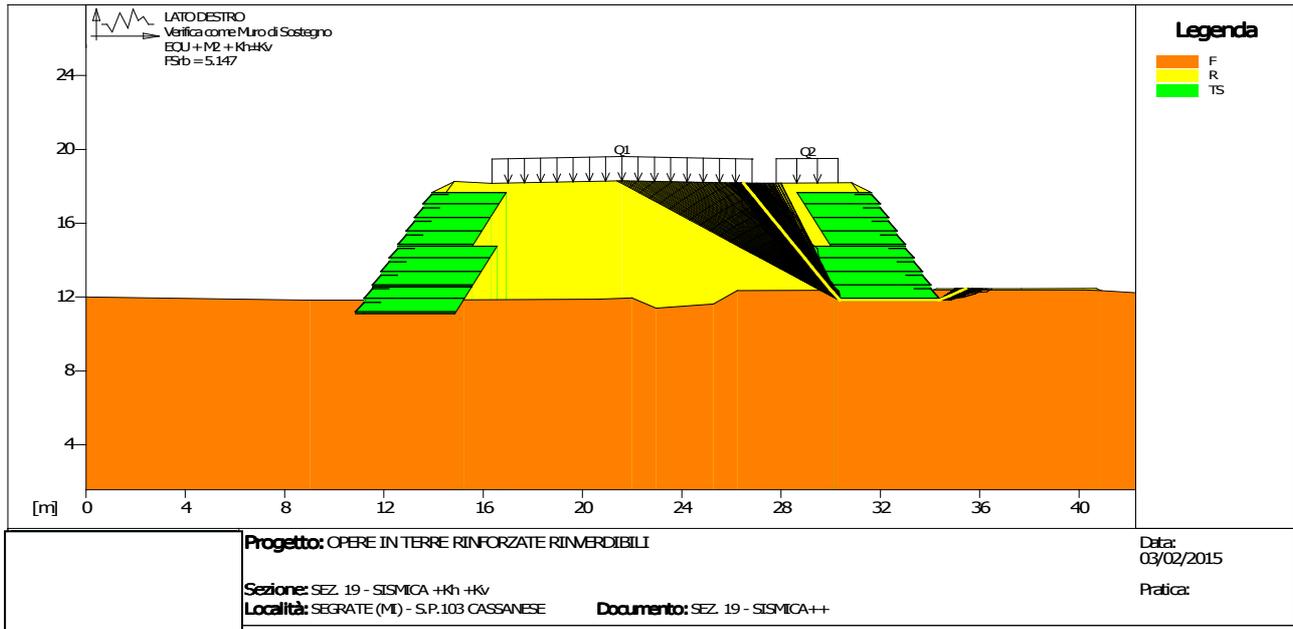
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1721.10

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 377.15

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 4.563

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV4

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1422.50

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 276.37

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

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

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

TA01 – TA02 – MURO DI SOSTEGNO VIA RUGACESIO

Sezione...: SEZ. 19 - STATICA

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

File.....: SEZ. 19 - STATICA

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV4	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV5	4
Blocco : TMV3	4
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	5
VERIFICHE.....	6
Verifica di stabilità globale : LATO SINISTRO	6
Verifica di stabilità globale : LATO DESTRO	7
Verifica di stabilità interna : LATO SINISTRO	8
Verifica di stabilità interna : LATO DESTRO	9
Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO.....	10
Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO.....	11
Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO.....	12
Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO.....	13

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : F Descrizione : FORMAZIONE 1

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 30.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 18.00

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

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : R Descrizione : RILEVATO

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : TS Descrizione : TERRENO STRUTTURALE

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 21.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC Descrizione: PIANO CAMPAGNA

Terreno : F

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	12.00	9.04	11.83	11.20	11.83	20.63	11.89
22.00	11.96	22.97	11.40	25.27	11.62	26.24	12.36
34.11	12.38	40.19	12.38	40.89	12.35	43.17	12.16

Strato: R Descrizione: RILEVATO

Terreno : R

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
11.20	11.83	14.83	18.26	16.33	18.16	21.58	18.30
26.83	18.16	30.84	18.20	34.11	12.38	34.27	12.46
37.69	12.46	40.69	12.48	40.89	12.35		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 10.86 Ordinata..... = 11.10
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV4

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.92
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 34.37 Ordinata..... = 11.83
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.19
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV5

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
 Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV4
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TS
 Terreno di riempimento a tergo.....: R
 Terreno di copertura.....: R
 Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
 Interasse.....[m]..... = 0.73
 Risvolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.81	0.53						

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
 Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
 Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TS
 Terreno di riempimento a tergo.....: R
 Terreno di copertura.....: R
 Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
 Interasse.....[m]..... = 0.73
 Risvolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.91	0.59						

CARICHI**Pressione : Q1**

Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 16.35 To = 26.83

Pressione : Q2

Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 27.80 To = 30.30

Sisma :

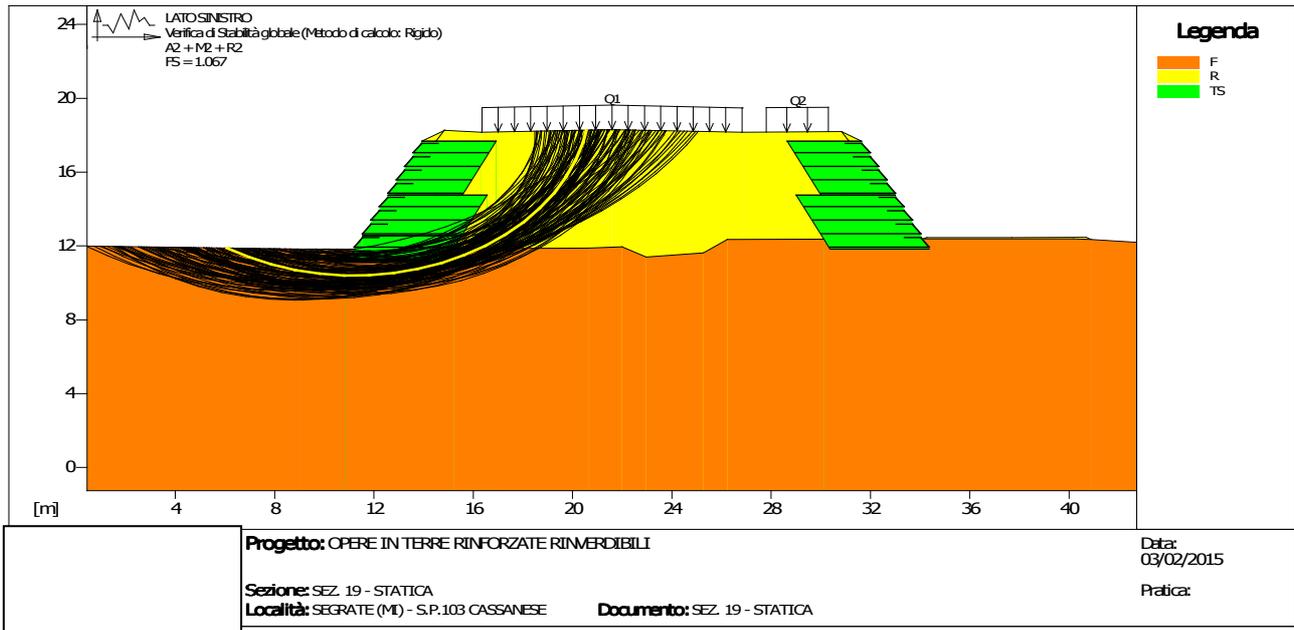
Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.21 Verticale.....= 0.11**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m].....:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico.....:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m ³ /kN].....:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m].....:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....:	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

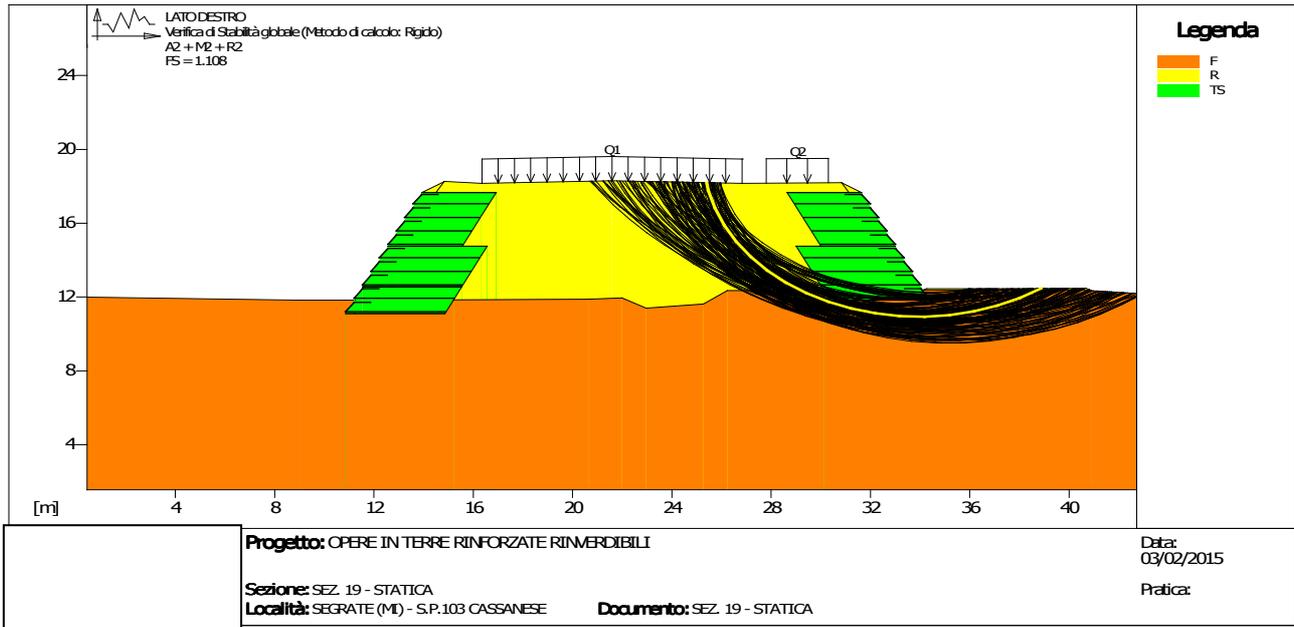
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.067

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.10	10.50	18.00	28.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]:		1.00	
Angolo limite orario..... [°]:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°]:		0.00	

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



Verifica di stabilità globale : LATO DESTRO

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

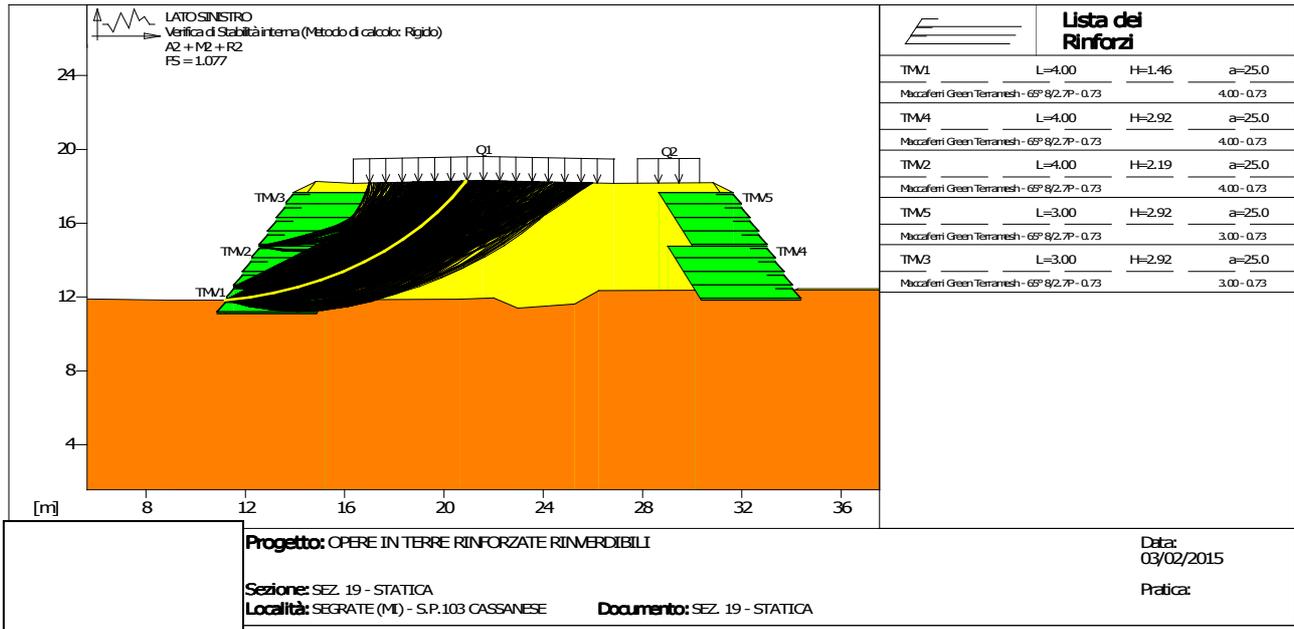
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.108

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
18.00	26.00	35.00	43.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		100	
Numero totale superfici di prova.....:		1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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



Verifica di stabilità interna : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.077

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	15.00	26.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

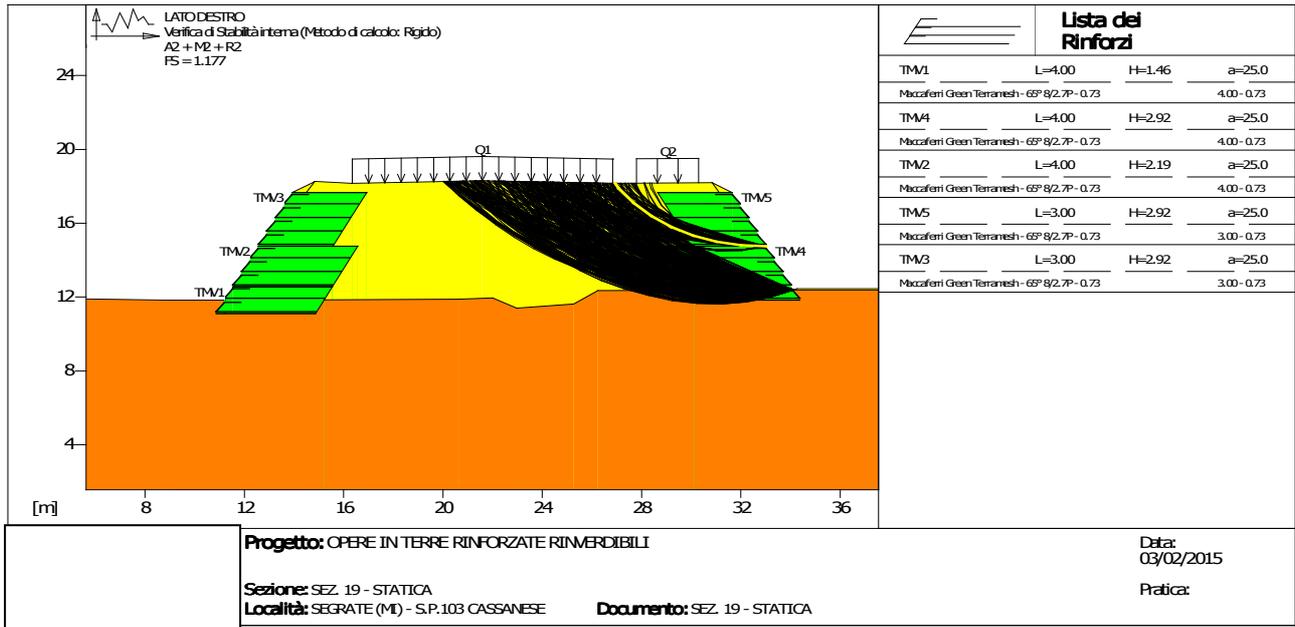
Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.00	0.768

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna : LATO DESTRO

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

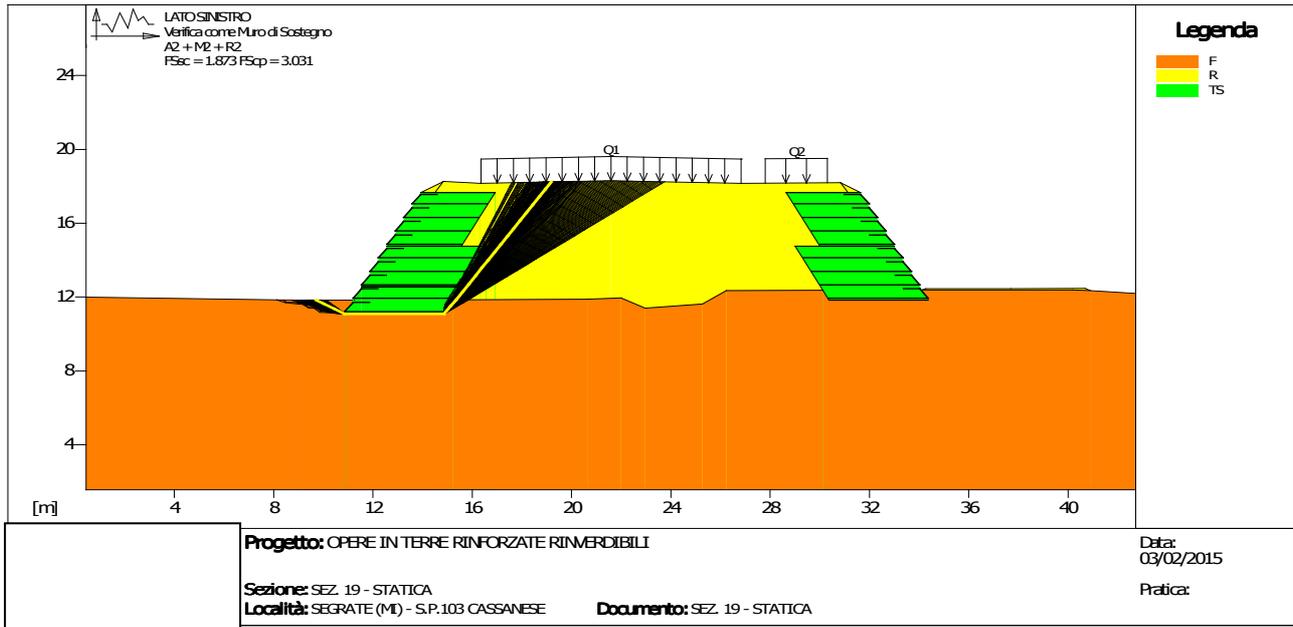
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.177

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV4	30.00	20.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1
 Numero totale superfici di prova.....: 1000
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

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



Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 237.79

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 126.95

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 1.873

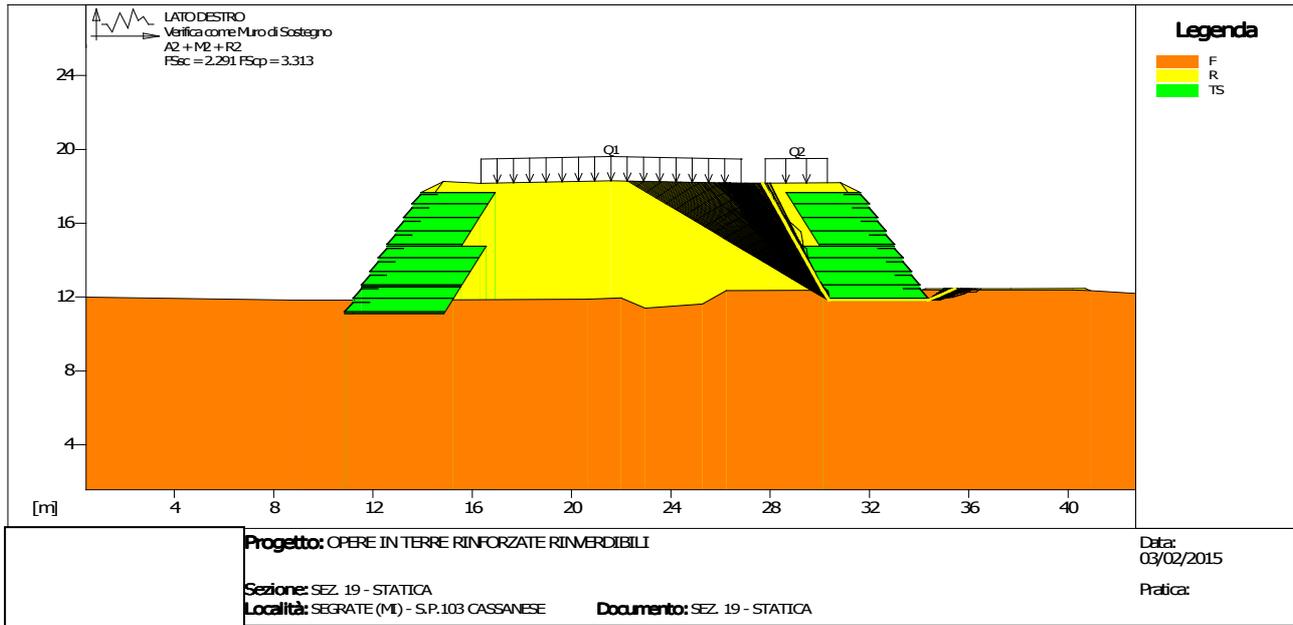
Pressione Limite.....[kN/m²].....: 401.83

Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 132.56

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.031

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Stabilità verificata sul blocco : TMV4

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 224.09

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 97.80

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.291

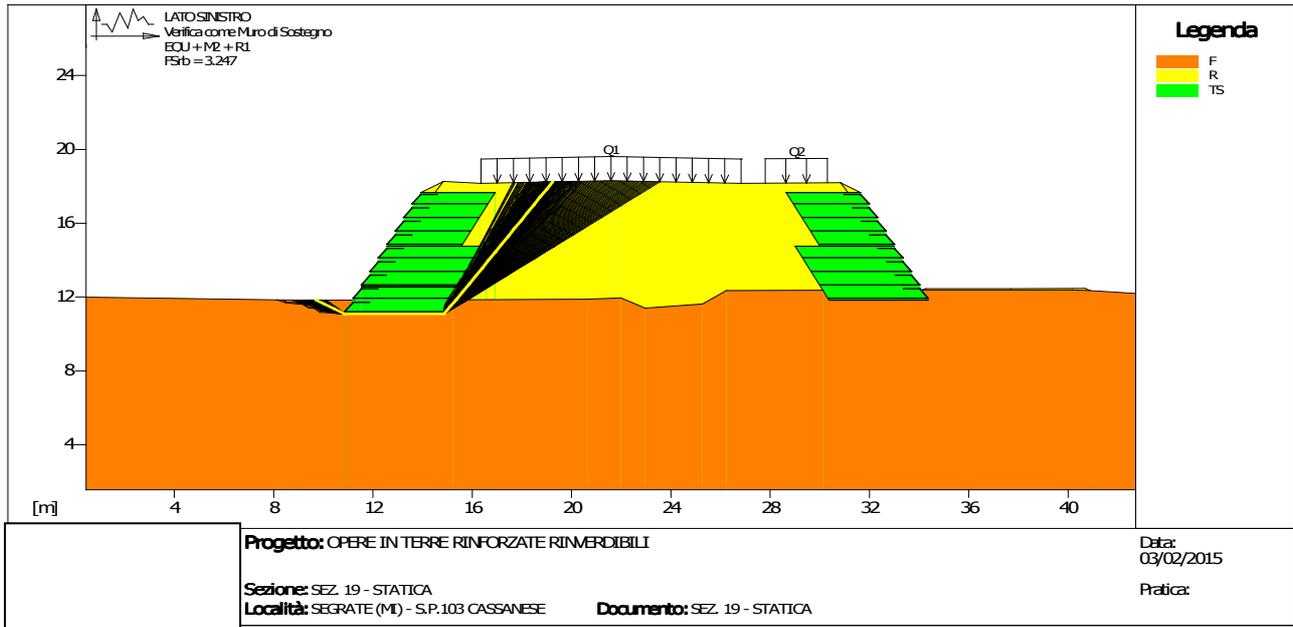
Pressione Limite.....[kN/m²].....: 409.87

Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 123.73

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.313

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



Verifica come muro di sostegno : LATO SINISTRO

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

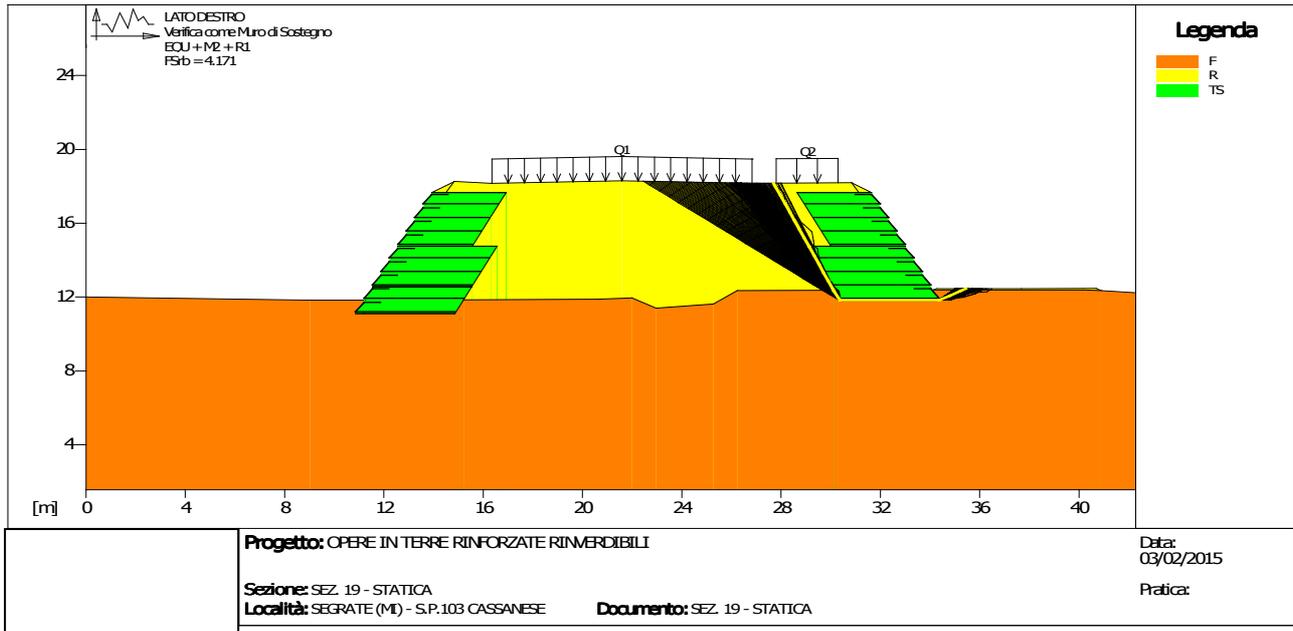
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1691.50

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 520.92

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 3.247

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
0.00	Sisma
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
1.10	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica come muro di sostegno : LATO DESTRO

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : TMV4

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1539.20

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 369.03

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 4.171

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
0.00	Sisma
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
1.10	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

TA03 – MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO MILANO OLTRE

Sezione...: SEZ. 3 - SISMICA +Kh-Kv

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

File.....: SEZ. 3 - SISMICA+-

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV3	3
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE.....	5
Verifica come muro di sostegno :	5
Verifica di stabilità globale :.....	6
Verifica di stabilità interna :	7
Verifica come muro di sostegno :	8

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : F Descrizione : FORMAZIONE 1

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	0.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....[°].....:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....[kN/m ³].....:	18.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : R Descrizione : RILEVATO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	0.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....[°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole	
Peso specifico sopra falda.....[kN/m ³].....:	19.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	21.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

Terreno : TS Descrizione : TERRENO STRUTTURALE

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m ²].....:	0.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....[°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....[kN/m ³].....:	19.00
Peso specifico in falda.....[kN/m ³].....:	21.00
Modulo elastico.....[kN/m ²].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC Descrizione: PIANO CAMPAGNA

Terreno : F

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	12.16	6.76	12.17	31.43	12.21	31.97	12.20
33.03	12.06	34.02	11.56	35.14	11.74	36.31	12.40
36.86	12.30	43.17	12.33				

Strato: R Descrizione: RILEVATO

Terreno : R

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
6.76	12.17	14.83	17.55	16.43	17.45	28.34	18.29
31.43	12.21						

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 31.77 Ordinata..... = 11.48
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.19
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.37	0.24						

CARICHI

Pressione : Q Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE 20%
Classe : Variabile - sfavorevole
Intensità.....[kN/m²]... = 4.00 Inclinazione.....[°]... = 0.00
Ascissa.....[m] : Da = 16.33 To = 26.83

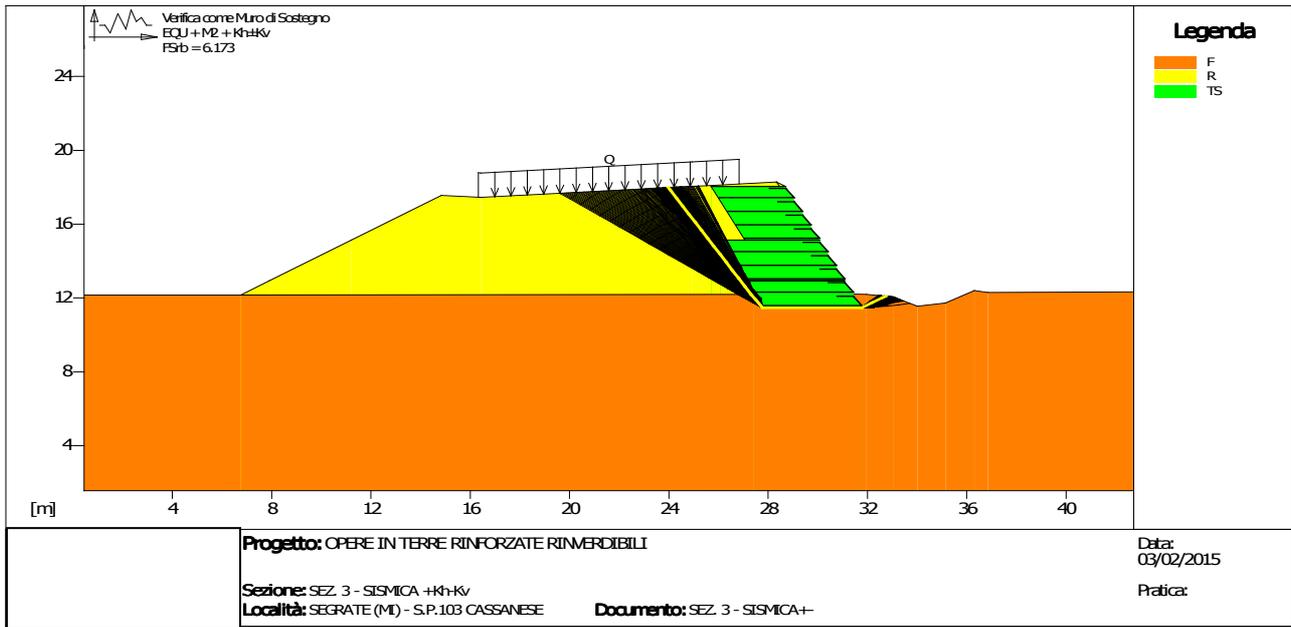
Sisma :
Classe : Sisma
Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale..... = 0.19 Verticale..... = -0.09

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m]..... :	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico..... :	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m ³ /kN]..... :	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m]..... :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m]..... :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)..... :	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo..... :	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia..... :	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... :	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... :	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... :	0.30

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

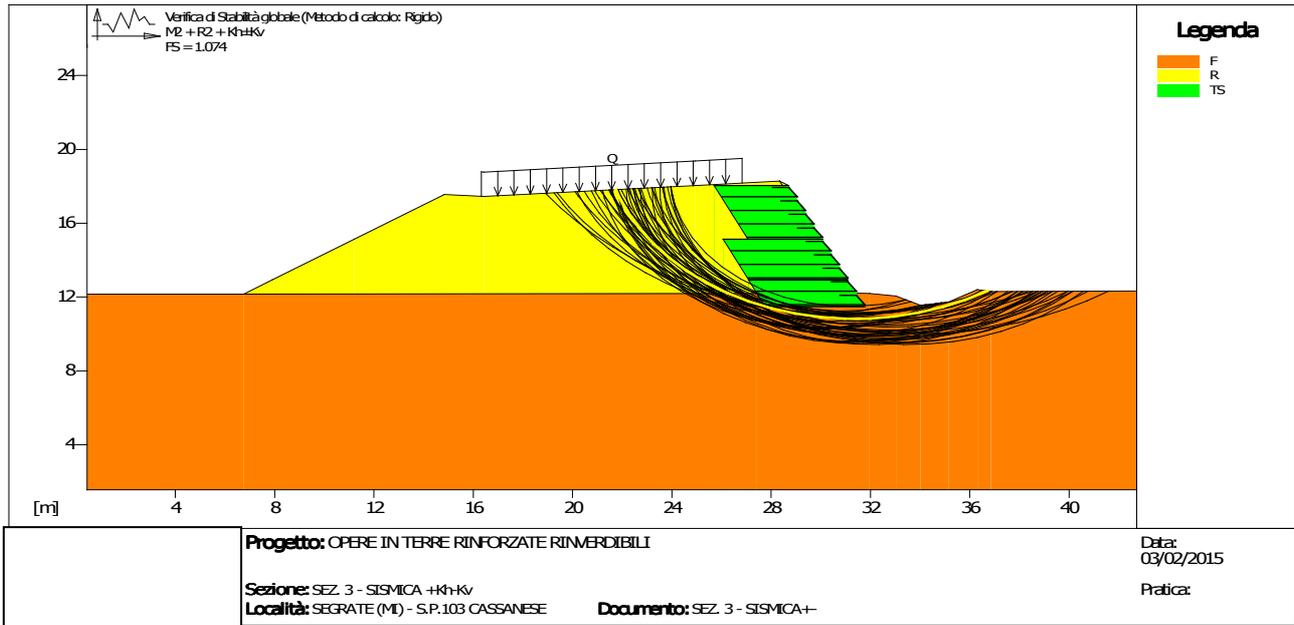
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1643.50

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 266.26

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 6.173

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

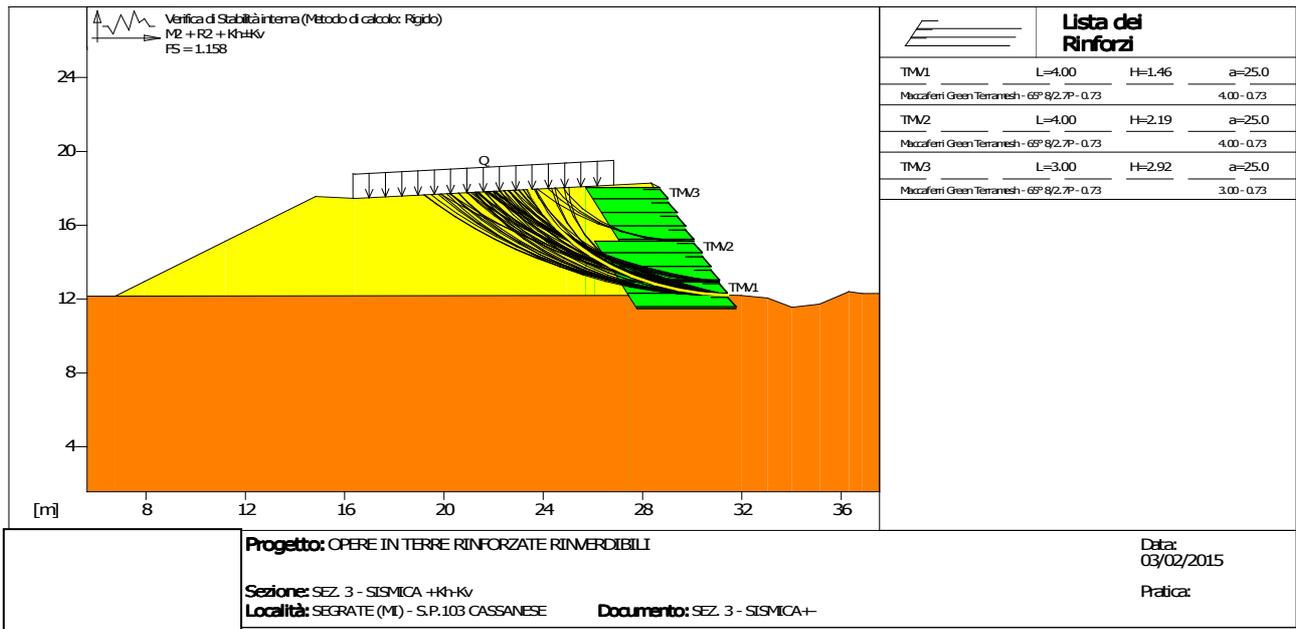
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.074

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
32.00	42.00	16.00	24.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.158

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	27.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

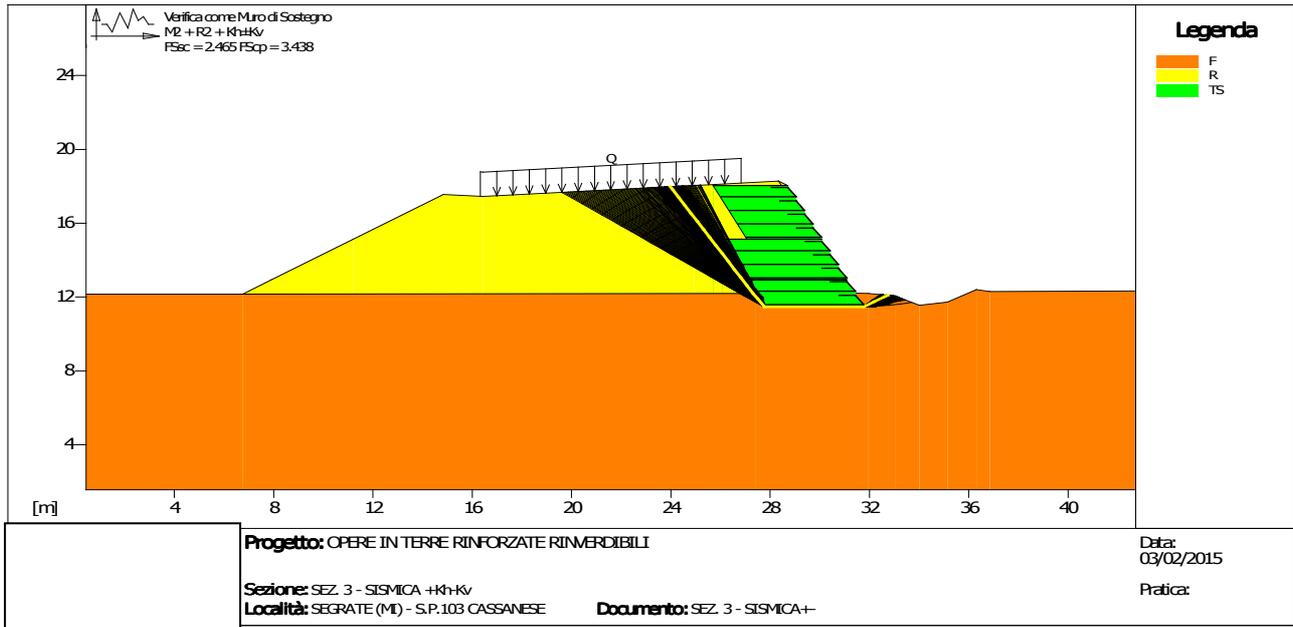
Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.00	0.768

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....	[kN/m].....	226.71
Forza Instabilizzante.....	[kN/m].....	91.98
Classe scorrimento.....	Coeff. parziale R - Scorrimento	
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....	2.465	
Pressione Limite.....	[kN/m ²].....	429.16
Pressione massima agente.....	[kN/m ²].....	124.85
Classe pressione.....	Coeff. parziale R - Capacità portante	
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....	3.438	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

TA03 – MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO MILANO OLTRE

Sezione...: SEZ. 3 - SISMICA +Kh+Kv

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

File.....: SEZ. 3 - SISMICA++

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV3	3
CARICHI	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE	5
Verifica come muro di sostegno :	5
Verifica di stabilità globale :	6
Verifica di stabilità interna :	7
Verifica come muro di sostegno :	8

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : F Descrizione : FORMAZIONE 1
Classe coesione..... : Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione..... [kN/m²]..... : 0.00
Classe d'attrito..... : Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito..... [°]..... : 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00
Classe di peso..... : Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda..... [kN/m³]..... : 18.00
Peso specifico in falda..... [kN/m³]..... : 20.00

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

Terreno : R Descrizione : RILEVATO
Classe coesione..... : Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione..... [kN/m²]..... : 0.00
Classe d'attrito..... : Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito..... [°]..... : 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00
Classe di peso..... : Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda..... [kN/m³]..... : 19.00
Peso specifico in falda..... [kN/m³]..... : 21.00

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

Terreno : TS Descrizione : TERRENO STRUTTURALE
Classe coesione..... : Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione..... [kN/m²]..... : 0.00
Classe d'attrito..... : Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito..... [°]..... : 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru)..... : 0.00
Classe di peso..... : Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda..... [kN/m³]..... : 19.00
Peso specifico in falda..... [kN/m³]..... : 21.00

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

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC Descrizione: PIANO CAMPAGNA
Terreno : F

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
0.00	12.16	6.76	12.17	31.43	12.21	31.97	12.20
33.03	12.06	34.02	11.56	35.14	11.74	36.31	12.40
36.86	12.30	43.17	12.33				

Strato: R Descrizione: RILEVATO
Terreno : R

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]							
6.76	12.17	14.83	17.55	16.43	17.45	28.34	18.29
31.43	12.21						

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 31.77 Ordinata..... = 11.48
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.19
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.37	0.24						

CARICHI

Pressione : Q Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE 20%
Classe : Variabile - sfavorevole
Intensità.....[kN/m²]... = 4.00 Inclinazione.....[°]... = 0.00
Ascissa.....[m] : Da = 16.33 To = 26.83

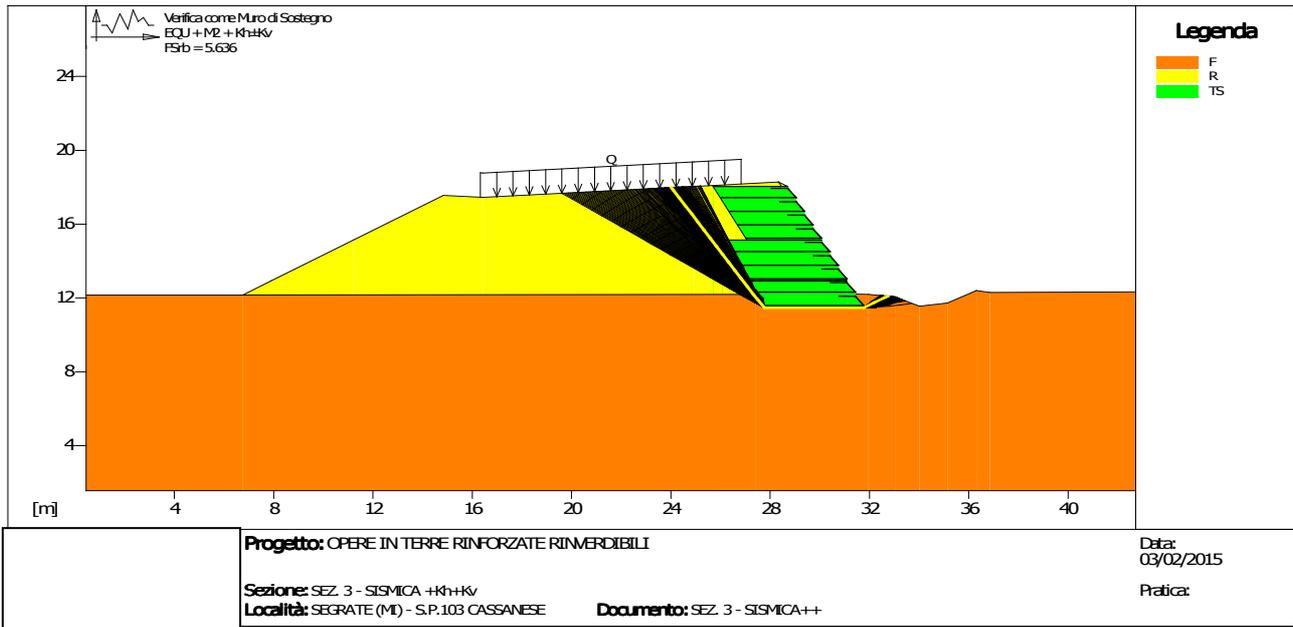
Sisma :
Classe : Sisma
Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale..... = 0.19 Verticale..... = 0.09

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m]..... :	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico..... :	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m ³ /kN]..... :	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m]..... :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m]..... :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)..... :	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo..... :	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia..... :	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... :	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... :	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... :	0.30

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

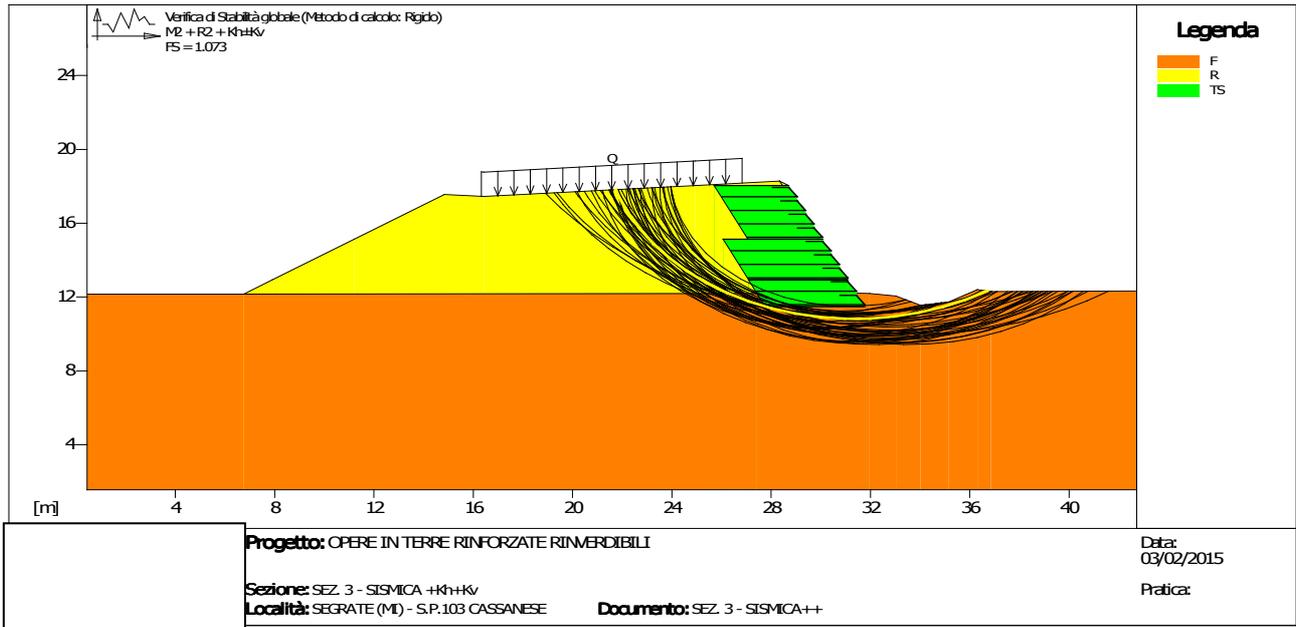
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1643.50

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 291.60

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.636

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

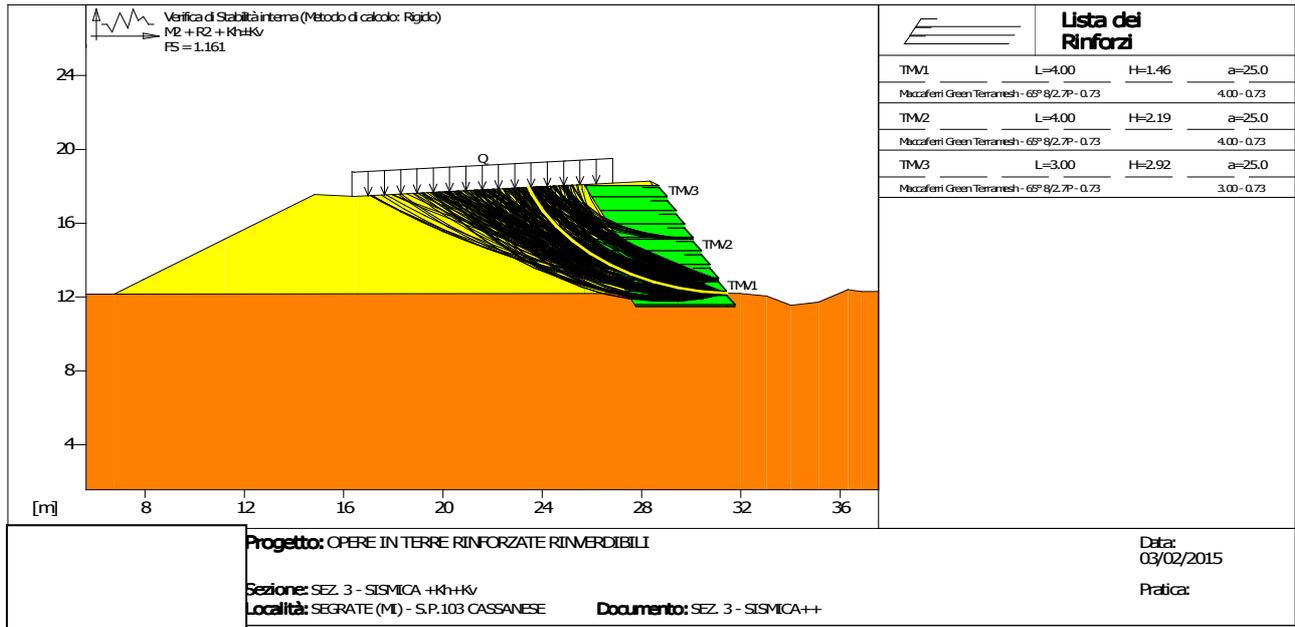
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.073

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
32.00	42.00	16.00	24.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.161

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	27.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1		
Numero totale superfici di prova.....: 1000		
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00		
Angolo limite orario..... [°].....: 0.00		
Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00		

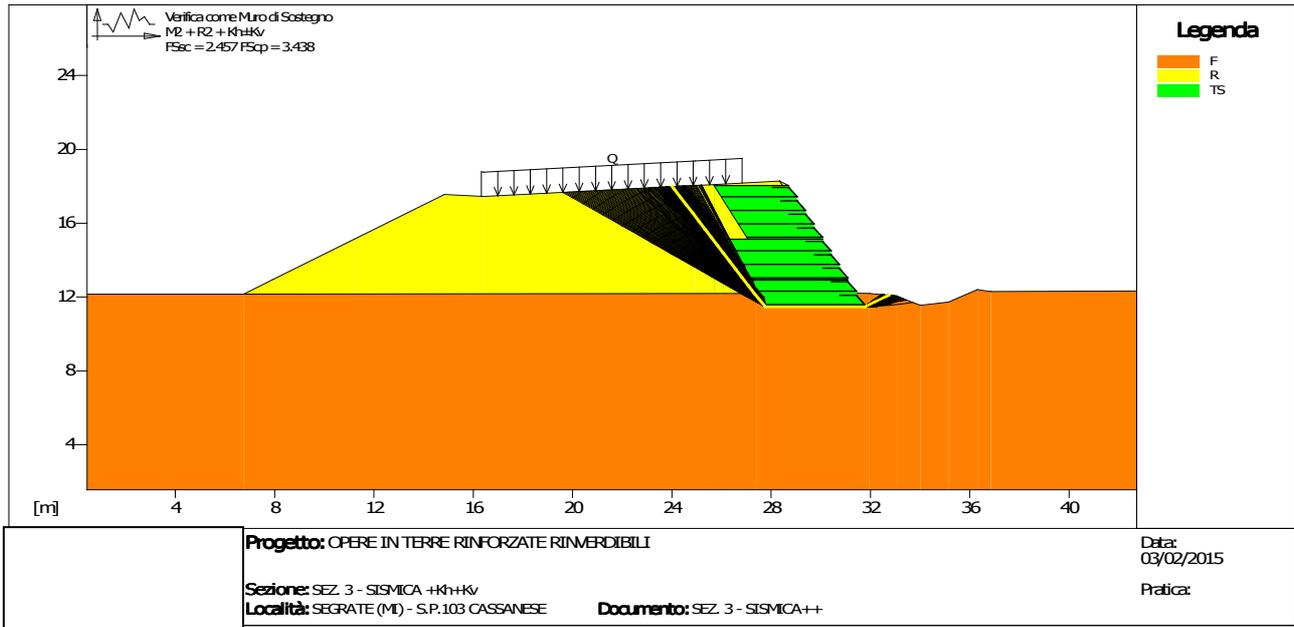
Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.00	0.768

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....	[kN/m].....	222.70
Forza Instabilizzante.....	[kN/m].....	90.65
Classe scorrimento.....	Coeff. parziale R - Scorrimento	
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....	2.457	
Pressione Limite.....	[kN/m ²].....	421.62
Pressione massima agente.....	[kN/m ²].....	122.65
Classe pressione.....	Coeff. parziale R - Capacità portante	
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....	3.438	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

TA03 – MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO MILANO OLTRE

Sezione...: SEZ. 3 - STATICA

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

File.....: SEZ. 3 - STATICA

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV3	3
CARICHI	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE	5
Verifica di stabilità globale :	5
Verifica di stabilità interna :	6
Verifica come muro di sostegno :	7
Verifica come muro di sostegno :	8

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : F	Descrizione : FORMAZIONE 1
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : R	Descrizione : RILEVATO
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : TS	Descrizione : TERRENO STRUTTURALE
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC	Descrizione: PIANO CAMPAGNA						
Terreno : F							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	12.16	6.76	12.17	31.43	12.21	31.97	12.20
33.03	12.06	34.02	11.56	35.14	11.74	36.31	12.40
36.86	12.30	43.17	12.33				

Strato: R	Descrizione: RILEVATO						
Terreno : R							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
6.76	12.17	14.83	17.55	16.43	17.45	28.34	18.29
31.43	12.21						

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 31.77 Ordinata..... = 11.48
Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 2.19
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.37	0.24						

CARICHI

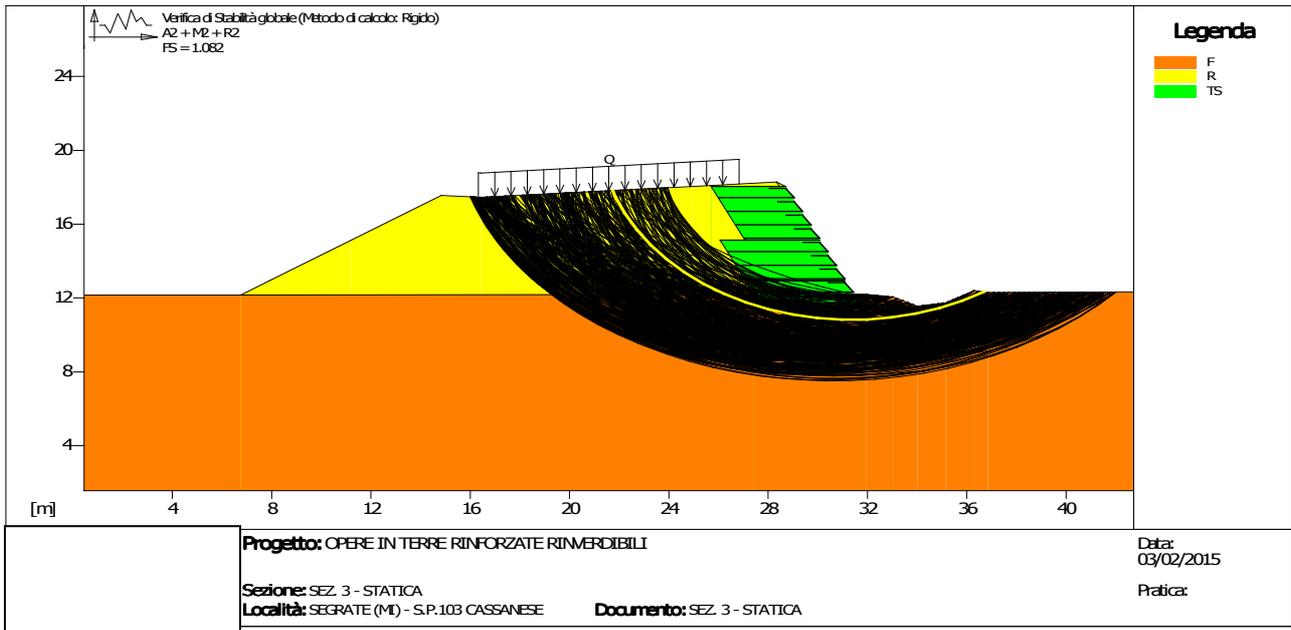
Pressione : Q Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE
Classe : Variabile - sfavorevole
Intensità.....[kN/m²]..= 20.00 Inclinazione.....[°]..= 0.00
Ascissa.....[m] : Da = 16.33 To = 26.83

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....	[kN/m].....	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico.....		2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

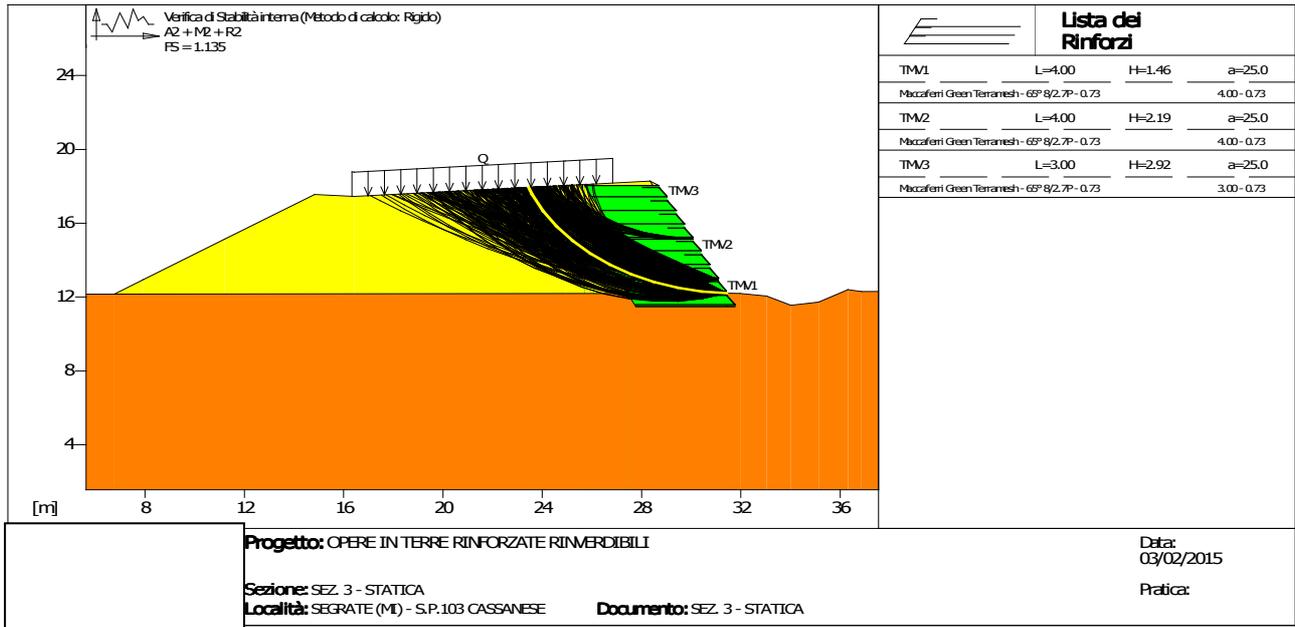
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.082

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
32.00	42.00	16.00	24.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
 Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.135

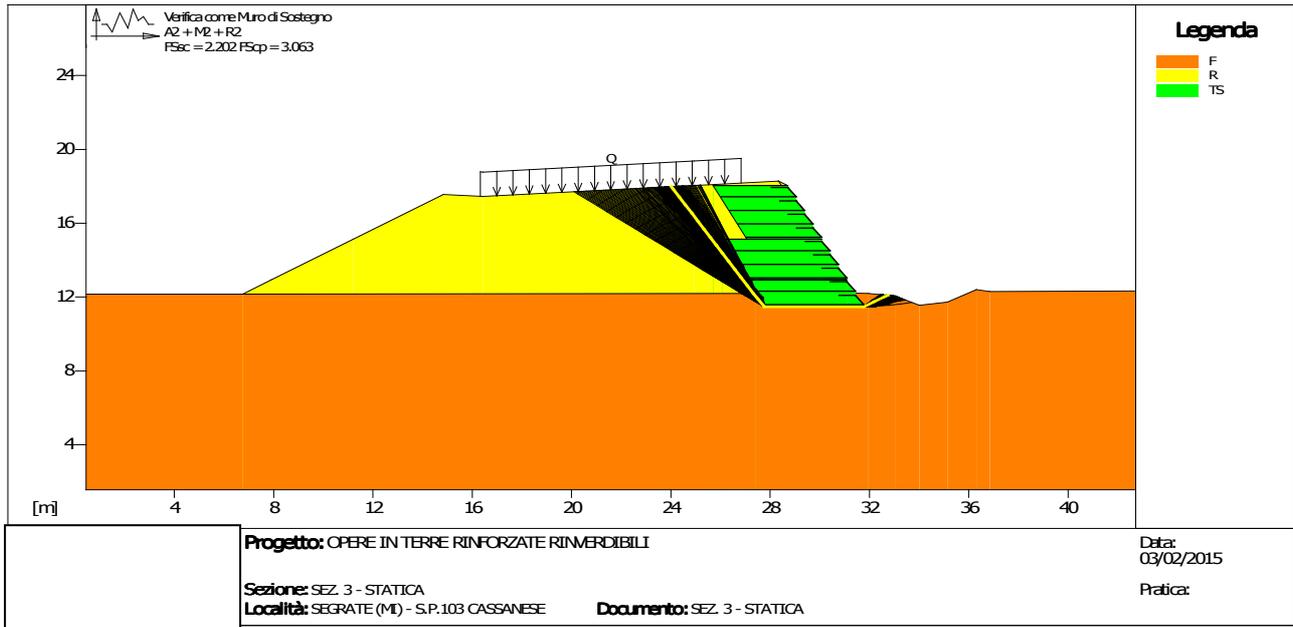
Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	27.00	16.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73
 Rapporto forza/resistenza nei rinforzi
 Y [m] Fmax
 0.00 0.768

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 236.13

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 107.25

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.202

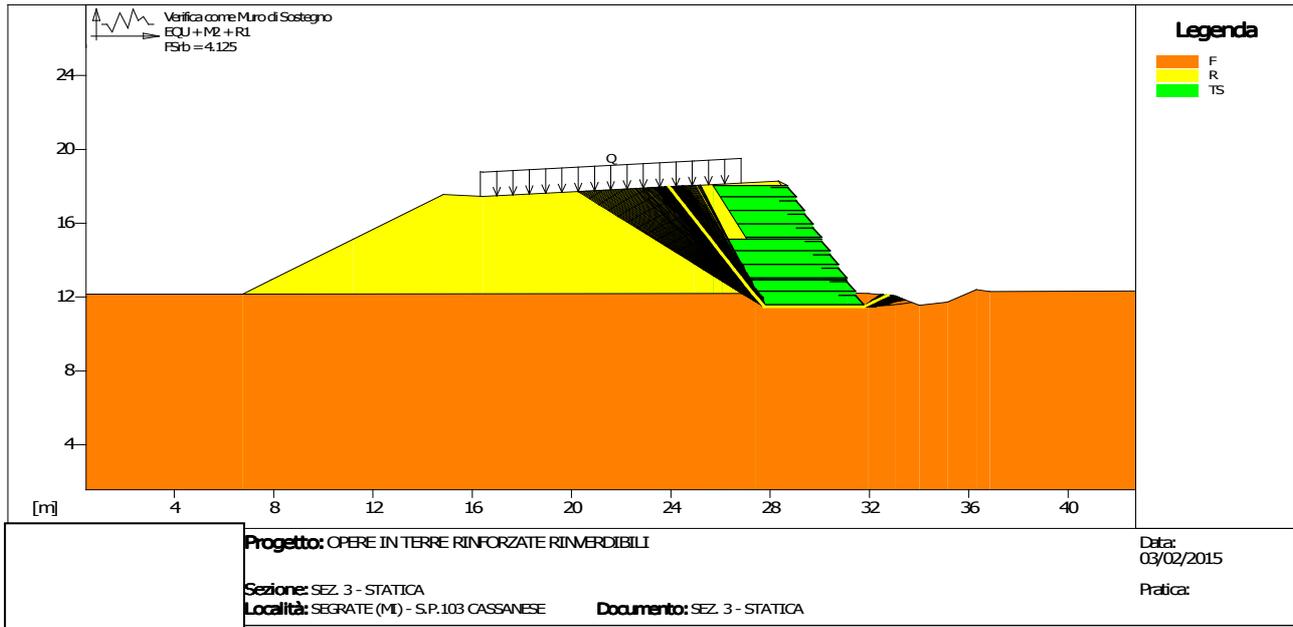
Pressione Limite.....[kN/m²].....: 399.94

Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 130.59

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.063

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
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 : TMV1

Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1679.90

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 407.28

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 4.125

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
0.00	Sisma
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
1.10	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

TA04 – MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO MILANO OLTRE

Sezione...: SEZ. 3 Rampa C - SISMICA +Kh-Kv

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV3	3
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE.....	5
Verifica di stabilità globale :.....	5
Verifica come muro di sostegno :	6
Verifica di stabilità interna :	7
Verifica come muro di sostegno :	8

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : F	Descrizione : FORMAZIONE 1
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : R	Descrizione : RILEVATO
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

Terreno : TS	Descrizione : TERRENO STRUTTURALE
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m ²].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³].....: 21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC	Descrizione: PIANO CAMPAGNA						
Terreno : F							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	14.39	14.18	13.96	18.69	13.96	30.27	13.90
34.40	14.06	40.00	14.32	41.58	14.32		

Strato: R	Descrizione: RILEVATO						
Terreno : R							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
18.69	13.96	18.70	19.36	25.50	19.86	27.00	19.86
30.27	13.90						

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 30.43 Ordinata..... = 13.55
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.71	0.46						

CARICHI

Pressione : Q Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE 20%
Classe : Variabile - sfavorevole
Intensità.....[kN/m²]...= 4.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00
Ascissa.....[m] : Da = 18.70 To = 25.50

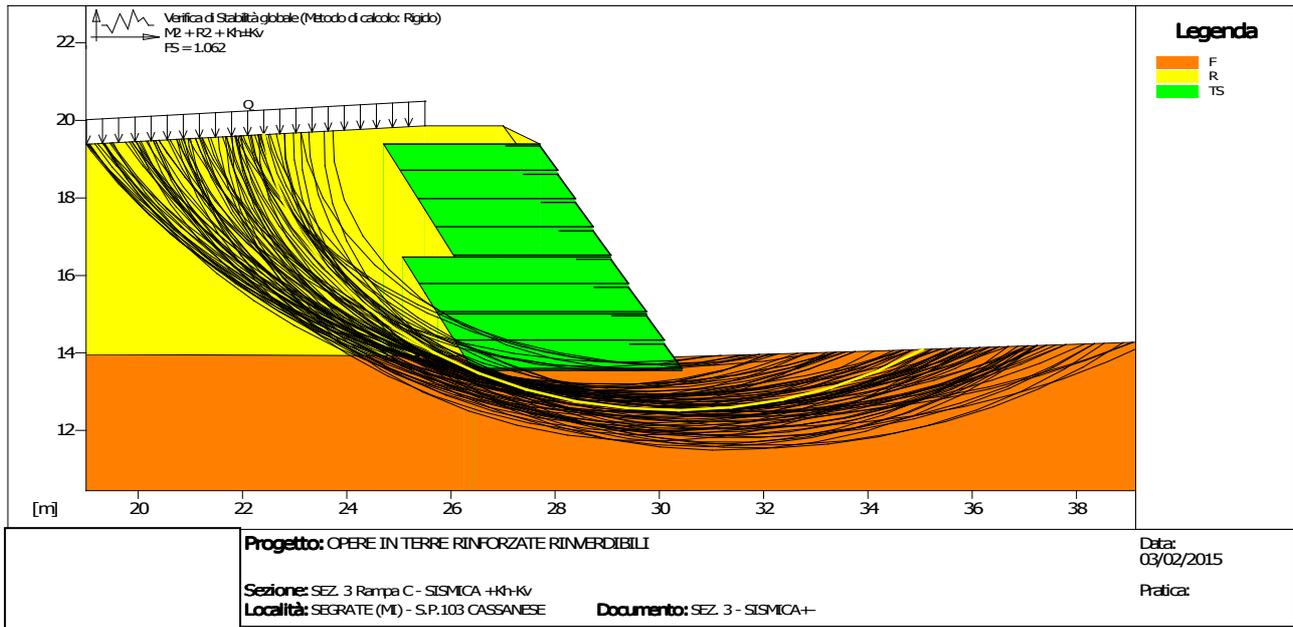
Sisma :
Classe : Sisma
Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.19 Verticale.....= -0.09

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m]..... :	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico..... :	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m ³ /kN]..... :	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m]..... :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m]..... :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)..... :	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo..... :	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia..... :	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... :	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... :	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... :	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

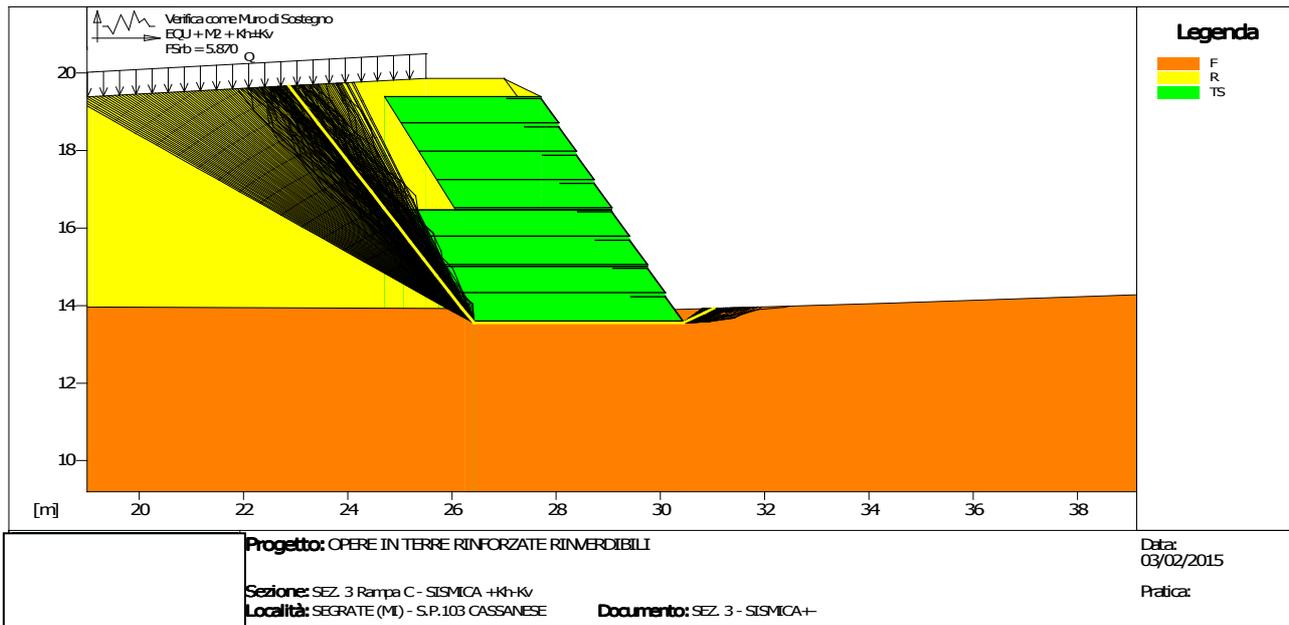
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.062

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
31.00	40.00	19.00	24.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

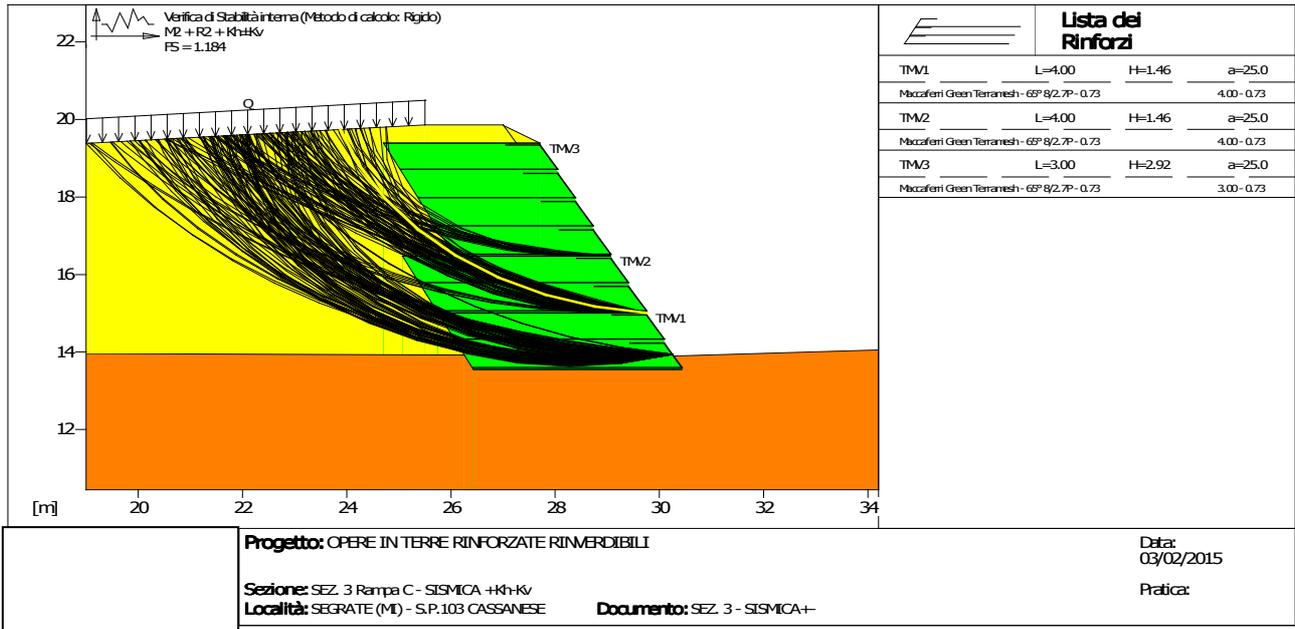
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1369.40

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 233.30

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.870

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.184

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	27.00	19.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	1000	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

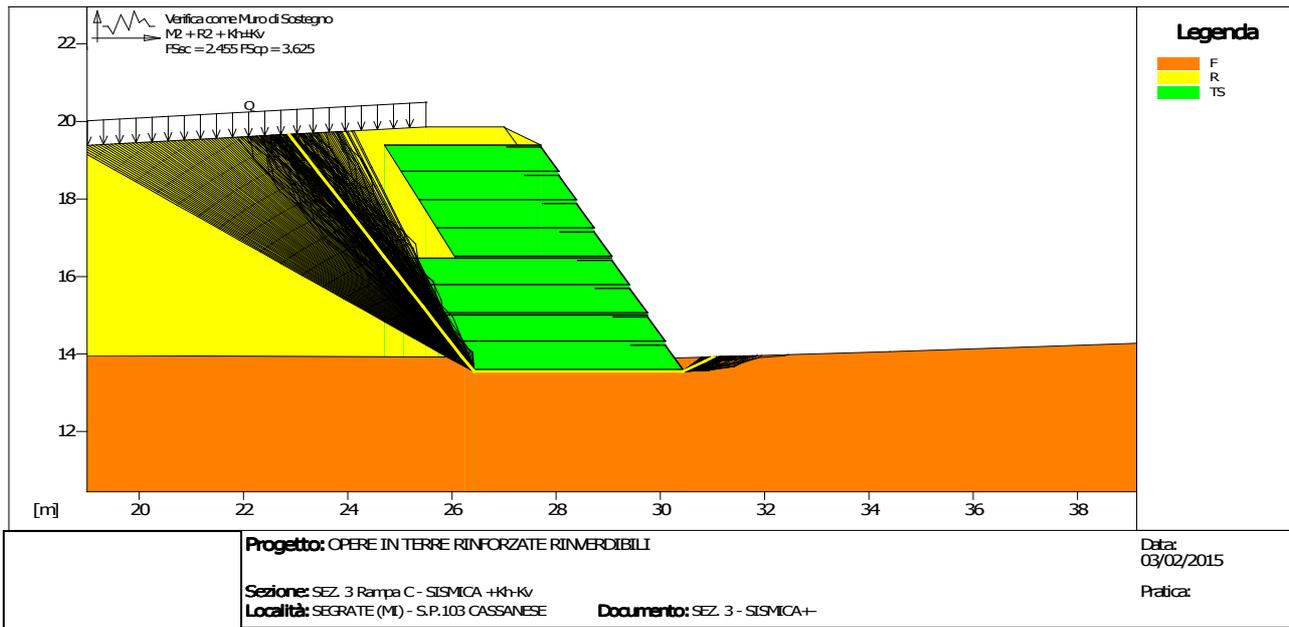
Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.73	0.768

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....	[kN/m].....	205.91
Forza Instabilizzante.....	[kN/m].....	83.88
Classe scorrimento.....	Coeff. parziale R - Scorrimento	
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....	2.455	
Pressione Limite.....	[kN/m ²].....	411.11
Pressione massima agente.....	[kN/m ²].....	113.41
Classe pressione.....	Coeff. parziale R - Capacità portante	
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....	3.625	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

TA04 – MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO MILANO OLTRE

Sezione...: SEZ. 3 Rampa C - SISMICA +Kh+Kv

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV3	3
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE.....	5
Verifica di stabilità globale :	5
Verifica come muro di sostegno :	6
Verifica di stabilità interna :	7
Verifica come muro di sostegno :	8

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : F		Descrizione : FORMAZIONE 1	
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace		
Coesione.....	[kN/m ²]	:	0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]	:	18.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]	:	20.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

Terreno : R		Descrizione : RILEVATO	
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace		
Coesione.....	[kN/m ²]	:	0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

Terreno : TS		Descrizione : TERRENO STRUTTURALE	
Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace		
Coesione.....	[kN/m ²]	:	0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio		
Angolo d'attrito.....	[°]	:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		:	0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole		
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m ³]	:	19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m ³]	:	21.00
Modulo elastico.....	[kN/m ²]	:	0.00
Coefficiente di Poisson.....		:	0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC		Descrizione: PIANO CAMPAGNA					
Terreno : F							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	14.39	14.18	13.96	18.69	13.96	30.27	13.90
34.40	14.06	40.00	14.32	41.58	14.32		
Strato: R		Descrizione: RILEVATO					
Terreno : R							
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
18.69	13.96	18.70	19.36	25.50	19.86	27.00	19.86
30.27	13.90						

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 30.43 Ordinata..... = 13.55
Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento.....[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.71	0.46						

CARICHI

Pressione : Q Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE 20%
Classe : Variabile - sfavorevole
Intensità.....[kN/m²]...= 4.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00
Ascissa.....[m] : Da = 18.70 To = 25.50

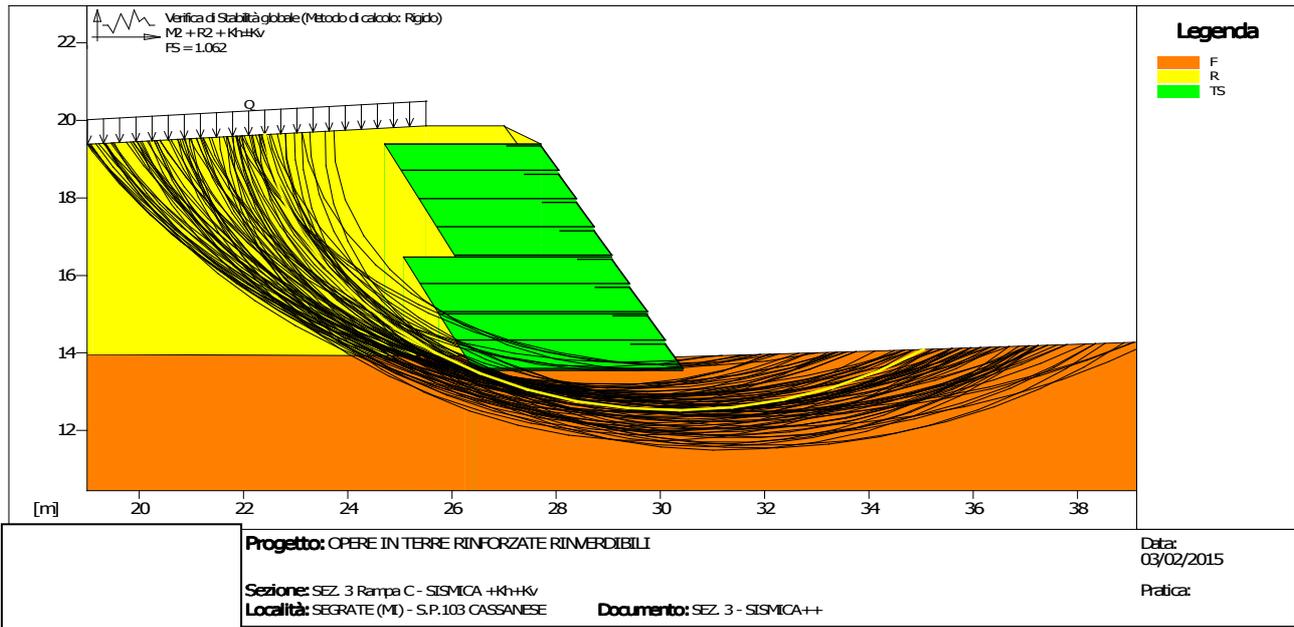
Sisma :
Classe : Sisma
Accelerazione.....[m/s²]....: Orizzontale.....= 0.19 Verticale.....= 0.09

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m]..... :	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico..... :	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m ³ /kN]..... :	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m]..... :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m]..... :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)..... :	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo..... :	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia..... :	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... :	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... :	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... :	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

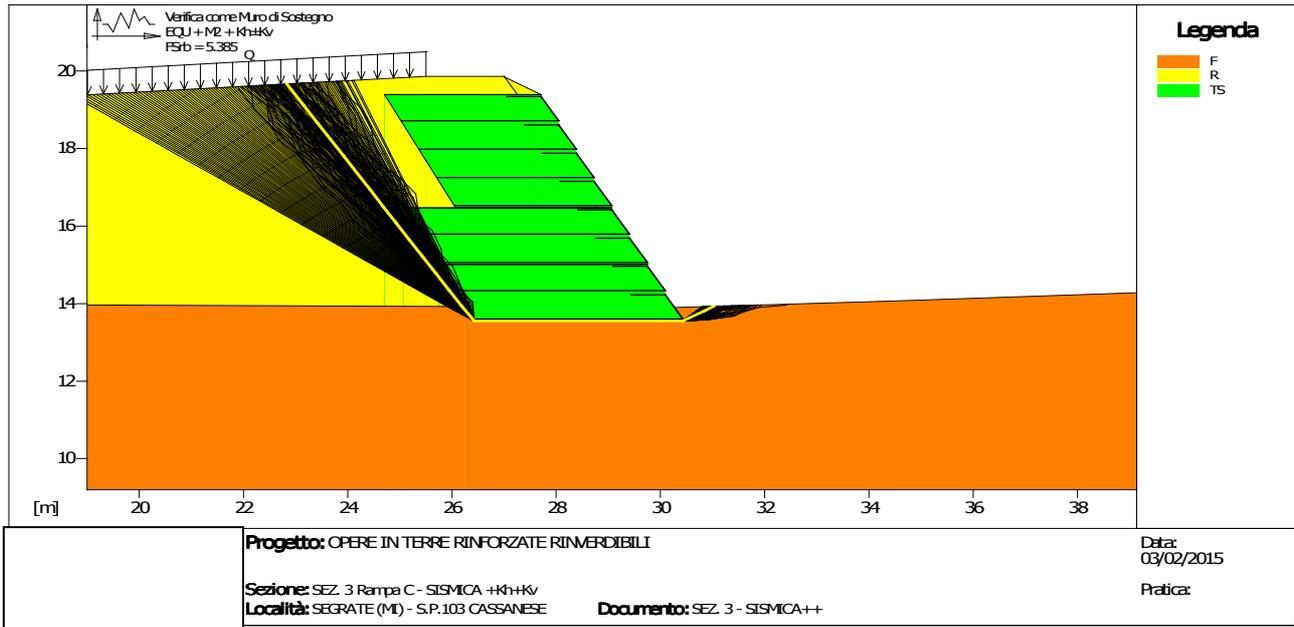
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.062

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
31.00	40.00	19.00	24.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

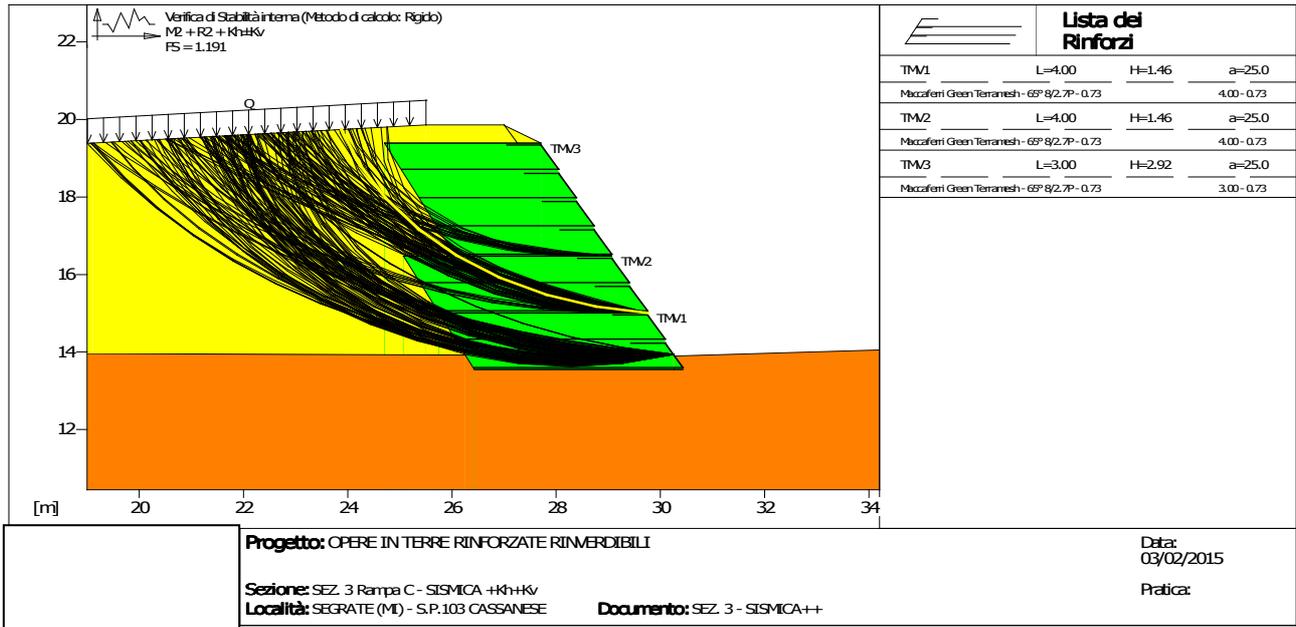
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1369.40

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 254.29

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.385

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.191

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	27.00	19.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1		
Numero totale superfici di prova.....: 1000		
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00		
Angolo limite orario..... [°].....: 0.00		
Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00		

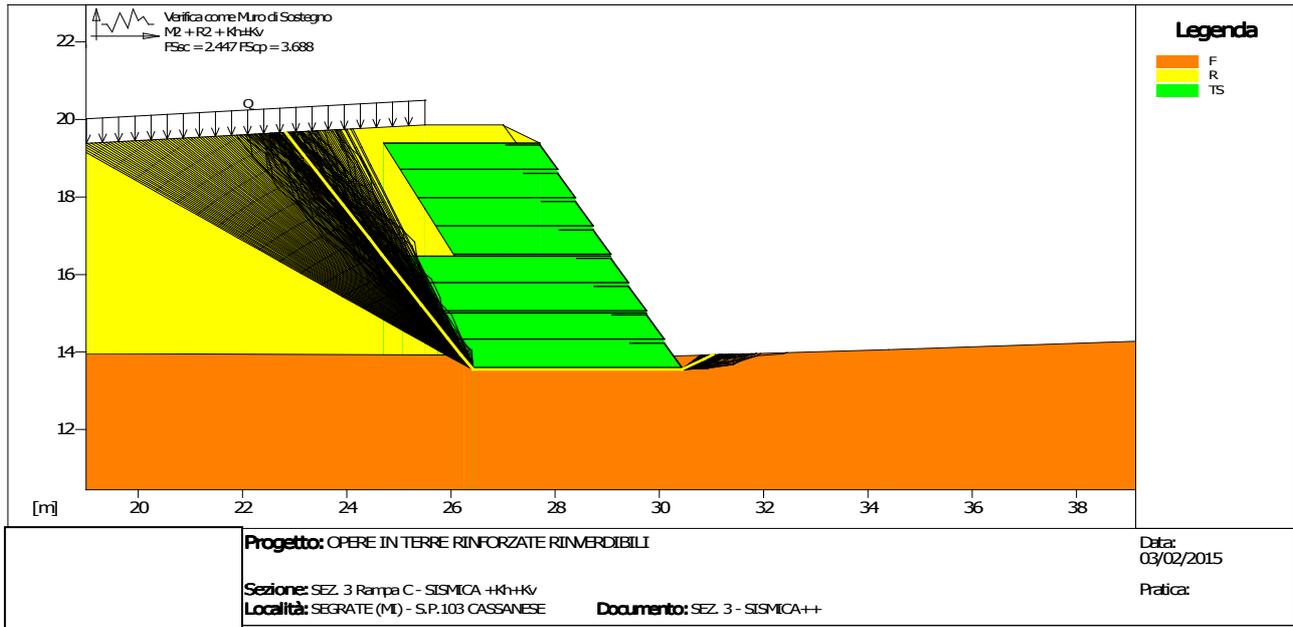
Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.73	0.768

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....	[kN/m].....	202.27
Forza Instabilizzante.....	[kN/m].....	82.67
Classe scorrimento.....	Coeff. parziale R - Scorrimento	
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....		2.447
Pressione Limite.....	[kN/m ²].....	410.84
Pressione massima agente.....	[kN/m ²].....	111.41
Classe pressione.....	Coeff. parziale R - Capacità portante	
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....		3.688

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante

TA04 – MURO DI SOSTEGNO SVINCOLO MILANO OLTRE

Sezione...: SEZ. 3 Rampa C - STATICA

Località...: SEGRATE (MI) - S.P.103 CASSANESE

Data.....: 03/02/2015

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	2
PROFILI STRATIGRAFICI	2
BLOCCHI RINFORZATI	3
Blocco : TMV1	3
Blocco : TMV2	3
Blocco : TMV3	3
CARICHI.....	4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI	4
VERIFICHE.....	5
Verifica di stabilità globale :.....	5
Verifica come muro di sostegno :	6
Verifica di stabilità interna :	7
Verifica come muro di sostegno :	8

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV1

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa..... = 30.43 Ordinata..... = 13.55
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV2

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 1.46
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 4.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Blocco : TMV3

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 3.00 Altezza..... = 2.92
Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV2
Inclinazione paramento...[°].....: 25.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
Rilevato strutturale.....: TS
Terreno di riempimento a tergo.....: R
Terreno di copertura.....: R
Terreno di fondazione.....: F

Rinforzi :

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Lunghezza.....[m]..... = 3.00
Interasse.....[m]..... = 0.73
Risolto.....[m]..... = 0.65

Profilo di ricopertura:

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.71	0.46						

CARICHI

Pressione : Q

Descrizione : SOVRACCARICO STRADALE

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa.....[m] : Da = 18.70 To = 25.50

Sisma :

Classe : Sisma

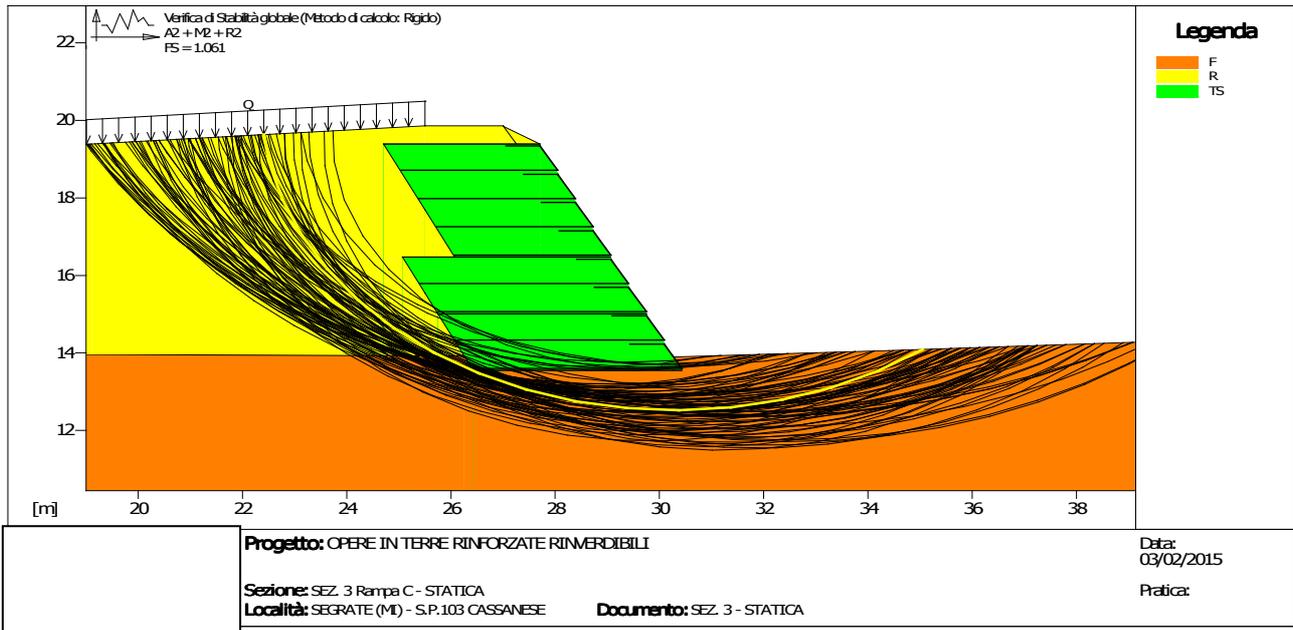
Accelerazione.....[m/s²]....: Orizzontale.....= 0.19 Verticale.....= 0.09

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Carico di rottura Nominale.....[kN/m]..... :	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico..... :	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m ³ /kN]..... :	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m]..... :	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m]..... :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)..... :	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)..... :	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out..... :	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo..... :	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia..... :	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... :	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... :	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... :	0.30

VERIFICHE



Verifica di stabilità globale :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

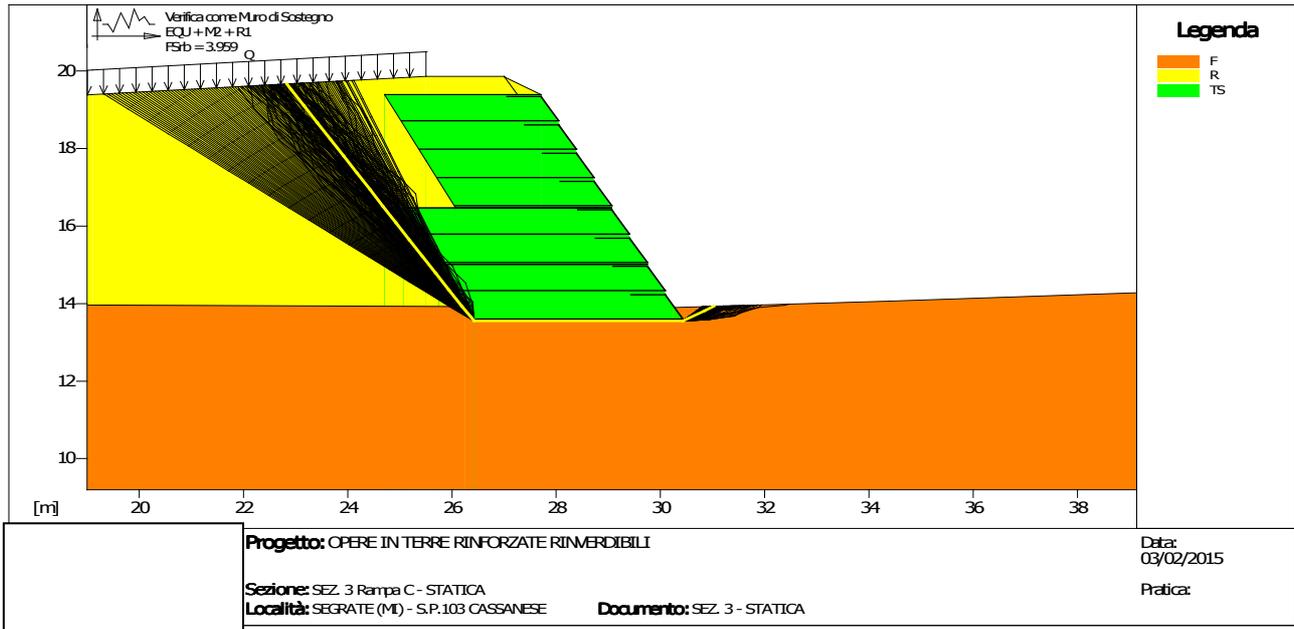
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.061

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
31.00	40.00	19.00	24.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		1.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

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



Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

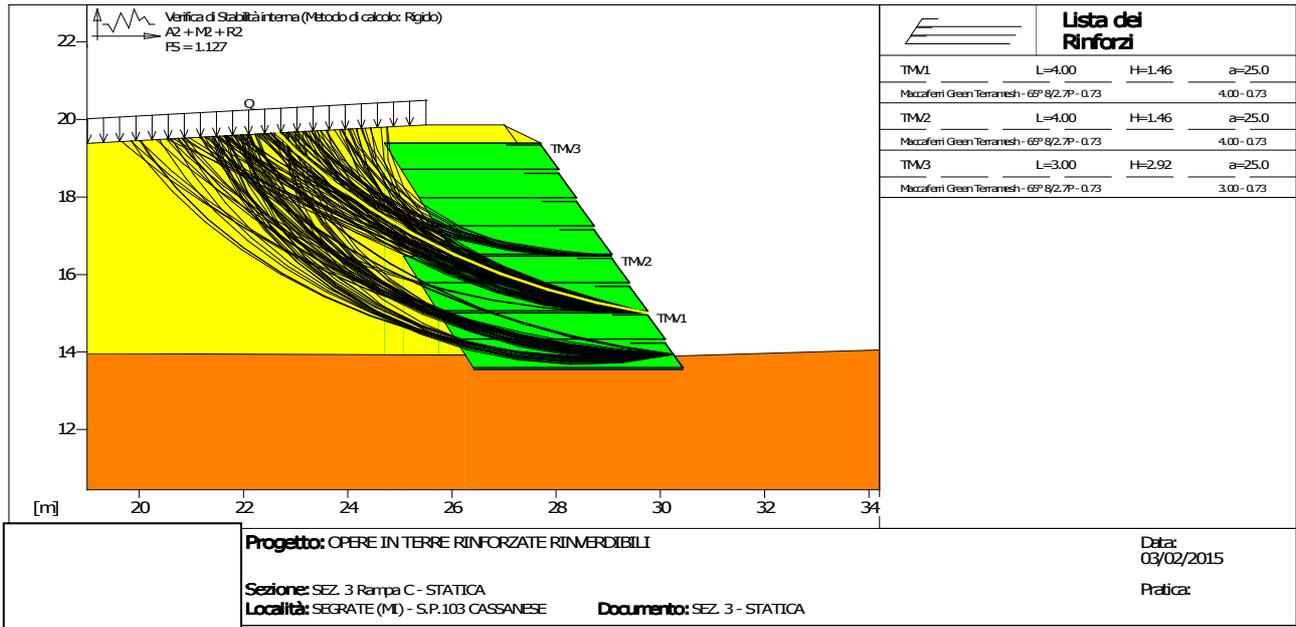
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m].....: 1387.90

Momento Instabilizzante.....[kN*m/m].....: 350.57

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

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 3.959

Fattore	Classe
1.50	Variabile - sfavorevole
0.00	Sisma
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
1.10	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.127

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	27.00	19.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1		
Numero totale superfici di prova.....: 1000		
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00		
Angolo limite orario..... [°].....: 0.00		
Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00		

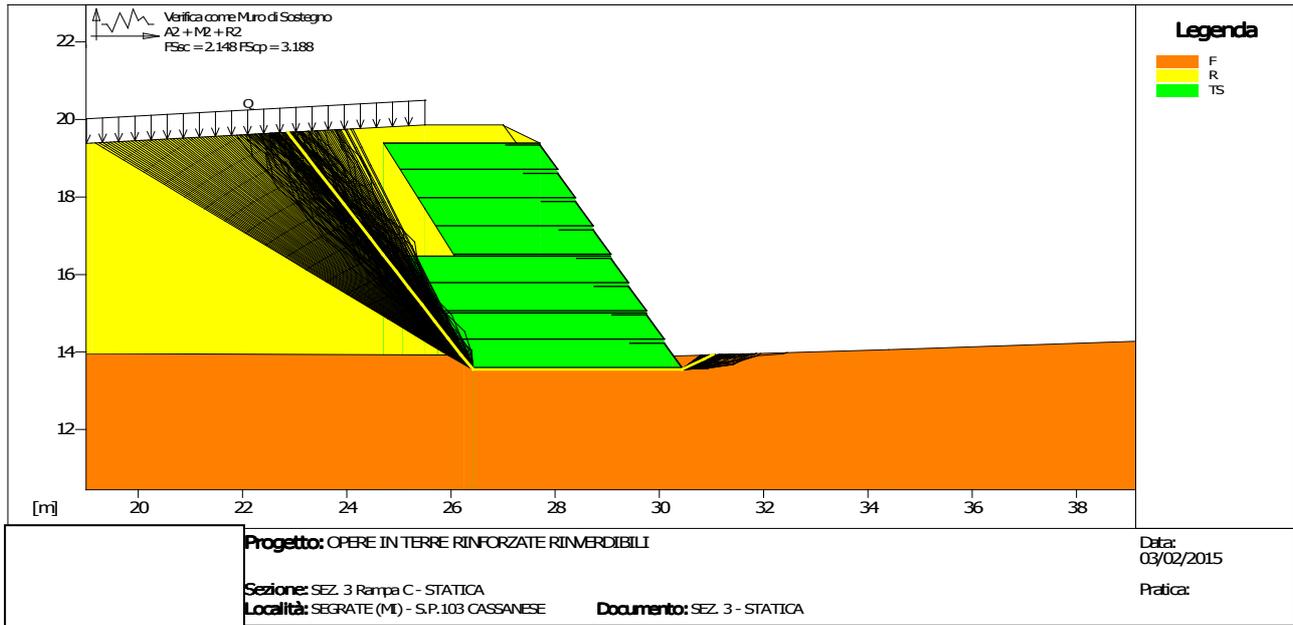
Blocco : TMV2

Maccaferri - Green Terramesh - 65° - 8/2.7P - 0.73

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
0.73	0.768

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
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 : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 212.16

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 98.77

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.148

Pressione Limite.....[kN/m²].....: 374.40

Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 117.46

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

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 3.188

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
0.00	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 - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante