

COMUNI DI MONTIGNOSO E PIETRASANTA

PROVINCE DI MASSA CARRARA E LUCCA

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PROGETTO DI COMPLETAMENTO DELLA DISCARICA PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI SITA IN LOC. PORTA

Variante al progetto approvato con D.D. 8576 della
Provincia di Massa e D.D. 88 della Provincia di Lucca

Integrazioni verbale conferenza dei Servizi del 14.11.2008

ESERCENTE:

Programma Ambiente Apuane S.p.A.

TITOLO:

STUDIO GEOMECCANICO E
VERIFICHE DI STABILITA'
INTEGRAZIONI

B			
A	MARZO 2009	Rilascio documentazione tecnica	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	DIS.

IL TECNICO:

Dott. Ing. MASSIMO GARDENATO

ROCDATA®

STABILITY & QUARRYING SERVICES

via Don Minzoni, 175 55046 Querceta (LU)

Tel. 0584 742803 fax 0584 742854

e-mail: gardenato@roccdata.it

RELAZIONE TECNICA – VERIFICHE DI STABILITA’ AGGIORNAMENTO

1 Premessa

Sulla scorta delle indicazioni della Conferenza dei Servizi del 14.11.08 è stato modificato il layout della discarica secondo i seguenti criteri:

- a. diminuzione dell'altezza massima
- b. diminuzione dell'inclinazione
- c. modifica della configurazione di piede
- d. introduzione di un nuovo fondo a quota 25/26m.

Le sezioni progettuali sono state così modificate come descritto nella relazione integrativa SIA, anche sulla base delle nuove valutazioni complessive di stabilità che di seguito si illustreranno.

2 Verifica di stabilità globale e locale del corpo di rifiuti in riferimento al nuovo fondo di impermeabilizzazione

Sulla scorta delle analisi, dei principi e delle considerazioni di carattere generale, sviluppate nello studio allegato al progetto originario cui si rimanda, nel seguente paragrafo verrà studiata la stabilità globale del corpo di discarica nelle tre nuove configurazioni di progetto, Fase 1 , Fase 2 e Fase finale nonché nella configurazione locale di un singolo gradone.

In passato le verifiche sono state eseguite lungo le sezioni B – B e la sezione D – D in quanto transitanti per la linea di massima pendenza del corpo di discarica. Nella nuova configurazione di progetto, la sezione D – D non attraversa il lotto A1bis la cui forma è stata modificata e quindi si è ritenuto di analizzare, oltre che la sezione B – B, anche una nuova sezione, identificata come E – E. Tale sezione è infatti ritenuta più gravosa in quanto comprendente per intero la cella A1 bis contenente amianto. Per la costruzione della sezione di calcolo è stato utilizzato l'involuppo medio della superficie esterna del rifiuto nelle tre fasi di conferimento progettuali fase 1, fase 2 e fase finale. La sezione E – E è stata analizzata sia nella configurazione complessiva che nella sola configurazione della cella superiore di amianto (lotto A1bis).

E' stato poi successivamente verificato anche il singolo gradone di altezza 5 m così come da particolare costruttivo D1 riportato nella Tav. P12.1i inserendo cioè i vari strati di materiale con le

proprie caratteristiche di resistenza. Ovviamente, in via altamente cautelativa, è stato analizzato il gradone più rappresentativo e cioè quello comprendente il nuovo fondo che rappresenta una superficie di debolezza, in quanto avente caratteristiche di resistenza inferiori al corpo di rifiuti misti.

2.1 Caratterizzazione geotecnica del materiale di conferimento e del nuovo fondo

Le osservazioni emerse durante la Conferenza dei Servizi erano tese a far sì che le nuove verifiche di stabilità tenessero conto sia del nuovo fondo che di possibili disomogeneità nel conferimento dei rifiuti. Il secondo punto è stato affrontato realizzando un campo sperimentale miscelando e posando, secondo le tipiche metodiche operative già descritte nel progetto, le principali tipologie di rifiuti per i quali si prevede il conferimento di progetto. In particolare sono state predisposte due miscele secondo diverse percentuali di classi di rifiuto così da avere una gamma di possibili combinazioni di assortimento rifiuti in grado di simulare con efficacia il futuro corpo di discarica e valutarne con maggior precisione e pertinenza le caratteristiche di resistenza e, quindi, di stabilità. Le miscele sono state prodotte artificialmente in discarica, quindi, la loro composizione è nota a priori e corrisponde alle seguenti percentuali:

Miscela 1

Marmettola	50%
Fanghi dragaggio	5%
Scorie di caldaia e inceneritori	10%
Terra e rocce da bonifica	30%
Baritina	5%

Miscela 2

Marmettola	30%
Fanghi dragaggio	10%
Scorie di caldaia e inceneritori	10%
Terra e rocce da bonifica	45%
Baritina	5%

Allegato alla presente integrazione progettuale è riportato lo specifico studio redatto dal Dott. Geol. Carlo Alberto Turba cui si rimanda per tutti i necessari ulteriori dettagli.

Per quel che concerne la caratteristiche di resistenza utilizzate nelle successive verifiche si è fatto riferimento a quanto contenuto nella relazione di cui sopra che indica, a seguito di prove di laboratorio, come i valori di resistenza al taglio caratteristici della miscela di rifiuto, con ampia cautela, siano pari a 35° per l'angolo di attrito e a 23 kPa per la coesione.

In merito al nuovo strato di fondo si è fatto riferimento a recenti studi, di cui si darà sunto a seguire. Nelle Tabelle seguenti sono riportati alcuni valori dei parametri di resistenza all'interfaccia tra differenti tipi di materiali utilizzati per la realizzazione dei rivestimenti compositi delle discariche.

I risultati, ricavati da prove in laboratorio o in vera grandezza, sono stati ottenuti da differenti autori (Mitchell, 1991; Pasqualini et al., 1993; Manassero et al., 1996; Pasqualini et al., 2003).

Tabella 1. Caratteristiche di resistenza al taglio all'interfaccia terreno - geosintetico.

Interfaccia	Angolo di attrito [°]
geomembrana HDPE - sabbia	15÷28
geomembrana HDPE - argilla	5÷29
geotessile - sabbia	22÷44
geocomposito bentonitico - sabbia	20÷25
geocomposito bentonitico - argilla	14÷16
geomembrana HDPE A.M. - ghiaia	20÷25
geomembrana HDPE A.M. - sabbia	30÷43
geomembrana HDPE A.M. - argilla compattata	7÷35 (c= 20-30 kPa)
geotessile - argilla	15÷33

(A.M. = *aderenza migliorata*)

Tabella 2. Caratteristiche di resistenza al taglio all'interfaccia geosintetico - geosintetico.

Interfaccia	Angolo di attrito [°]
georete - geomembrana HDPE	6÷10
geomembrana HDPE - geotessile	8÷18
geotessile - georete	10÷27
geocomposito bentonitico - geomembrana HDPE A.M.	10÷25
geocomposito bentonitico - geomembrana HDPE	8÷16
georete - geomembrana HDPE A.M.	10÷25
geotessile - geomembrana HDPE	14÷52
geocomposito bentonitico*	8÷25 (c= 8-50 kPa)

* *geotessili non collegati tra di loro e agugliati/cuciti*

Le variazioni dipendono dai vari tipi di materiali in commercio, dalle condizioni all'interfaccia (pulita, parzialmente pulita, sporca) e dalle condizioni di prova (temperatura e pressioni verticali).

Un metodo pratico per aumentare la resistenza all'interfaccia tra argilla e geomembrana, ad esempio, consiste nello spargere un modesto quantitativo di polvere di cemento ($100-200 \text{ g/m}^2$) sulla superficie dell'argilla compattata (Pasqualini et al., 1996).

Per questi motivi all'intero strato di 1 metro di spessore rappresentante il nuovo fondo, costituito dallo strato minerale compattato, dal Tessuto Non Tessuto e dal Telo HDPE, sono stati assegnati i valori cautelativi di coesione nulla ed angolo di attrito pari a 10° .

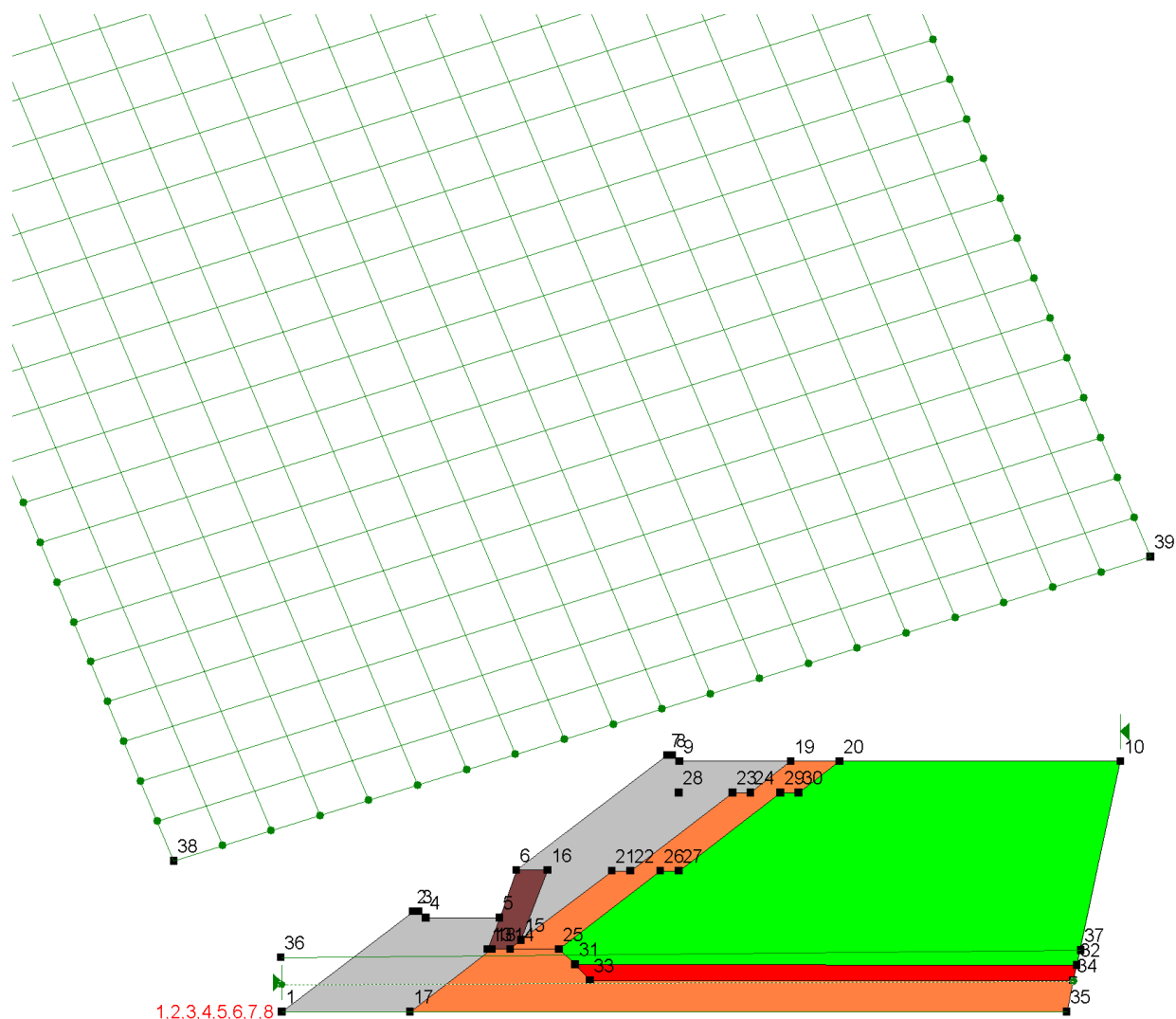
Per quel che riguarda la cella di amianto, vedasi dettaglio costruttivo D6 nella tavola P12.4 I e relazione del progetto, essa verrà costruita per strati includendo l'amianto, conferito in forma di big bags preconfezionate, entro strati di marmettola che suddividono sia i piani di successivo conferimento che le file di materiale. Pertanto il complesso della cella d'amianto può, cautelativamente, essere considerata come un insieme di corpi discreti compresi all'interno della matrice marmettola. La rottura potrà pertanto avvenire lungo un involuppo di micro piani compresi all'interno della matrice marmettola. In via altamente cautelativa la cella d'amianto verrà, quindi, analizzata considerando le caratteristiche di resistenza minime della marmettola provenienti dalle analisi di laboratorio sui campioni prelevati nei lotti B e C, e cioè quelle derivanti dal lotto C ed aventi coesione pari a 0.21 Kg/cm^2 ed un angolo di attrito interno di 26° (vedasi studio allegato).

2.2 Stabilità del gradone di progetto

Dalla sezione di progetto è stato quindi costruito il nuovo modello con il software già utilizzato in passato, distinguendo i diversi materiali utilizzati nella costruzione reale (vedasi tavola P12.4i) ed assegnando ad essi le rispettive caratteristiche tecniche.

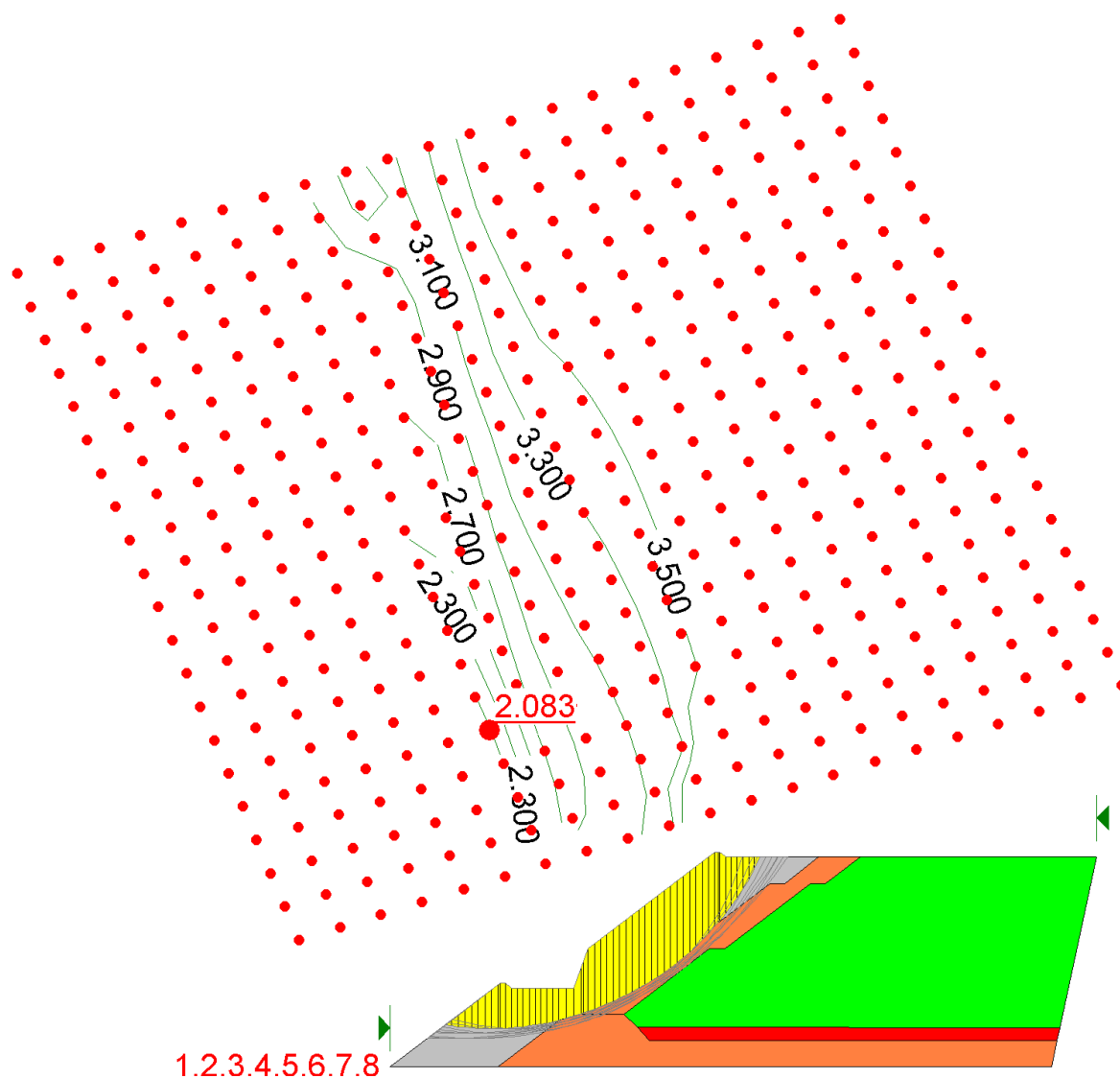
Ovviamente è stato analizzato il primo gradone di progetto da realizzarsi sopra il nuovo fondo in quanto, come visto in precedenza, lo strato di fondo comprendente il telo HDPE presenta valori di resistenza minori rispetto al corpo dei rifiuti e, quindi, un'ideale ipotetica superficie di debolezza per le rotture di taglio ($c = 0$ e angolo di attrito $\phi = 10^\circ$ come da paragrafo precedente strato indicato in rosso nell'immagine successiva). Per lo strato minerale compattato, costituente il paramento esterno (rappresentato in arancione nell'immagine successiva), è stato prudenzialmente utilizzato un valore di coesione non drenata pari a 20 kPa ed un valore di angolo di attrito pari a

30°, così come reperito in bibliografia e tra l'altro già utilizzato nella precedente relazione di stabilità. Per lo strato vegetale di copertura (rappresentato in grigio nell'immagine successiva), necessario alla rinaturazione, è stato invece utilizzato un minore valore di coesione, in quanto materiale leggermente più grossolano e non compattato rispetto al materiale costituente il paramento esterno (1 kPa) ed un angolo di attrito leggermente maggiore, proprio per la natura più granulare del materiale. Per la parte basale del gradone (rappresentata in marrone) ove si realizza una sorta di terra rinforzata con utilizzo di una cassetta in acciaio e materiale di riempimento grossolano, dove quindi l'acciaio fornisce una elevata resistenza di taglio si è ipotizzato, sempre in via prudenziale, un materiale fittizio equivalente cui è stato assegnato un valore di coesione pari a 100 kPa, ed un valore di angolo di attrito pari a 45°. Per il rifiuto misto (area rappresentata in verde) si sono utilizzati invece i parametri già discussi in precedenza e vale a dire un angolo di attrito di 35° ed una coesione di 23 kPa.

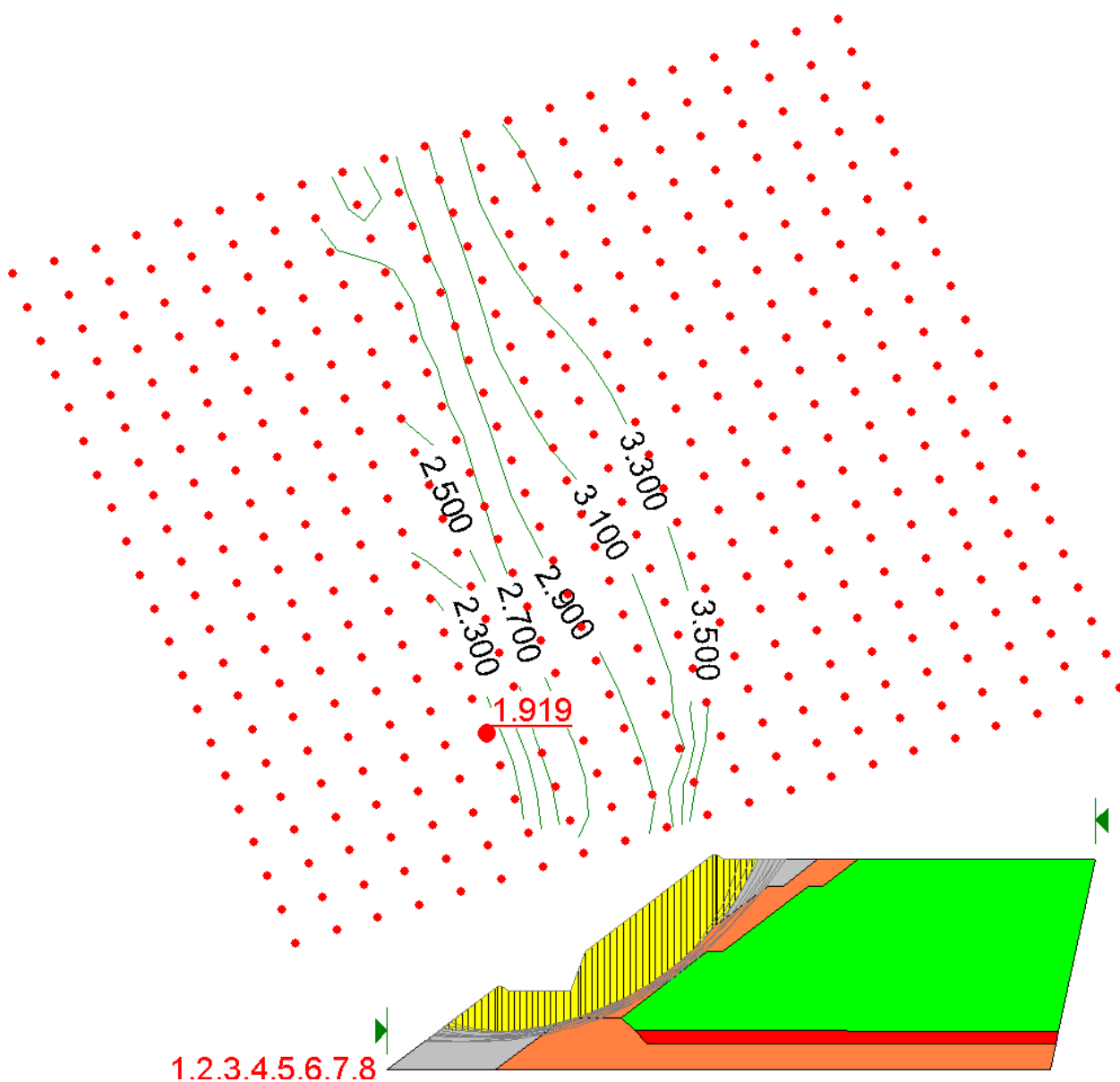


Gradone di progetto

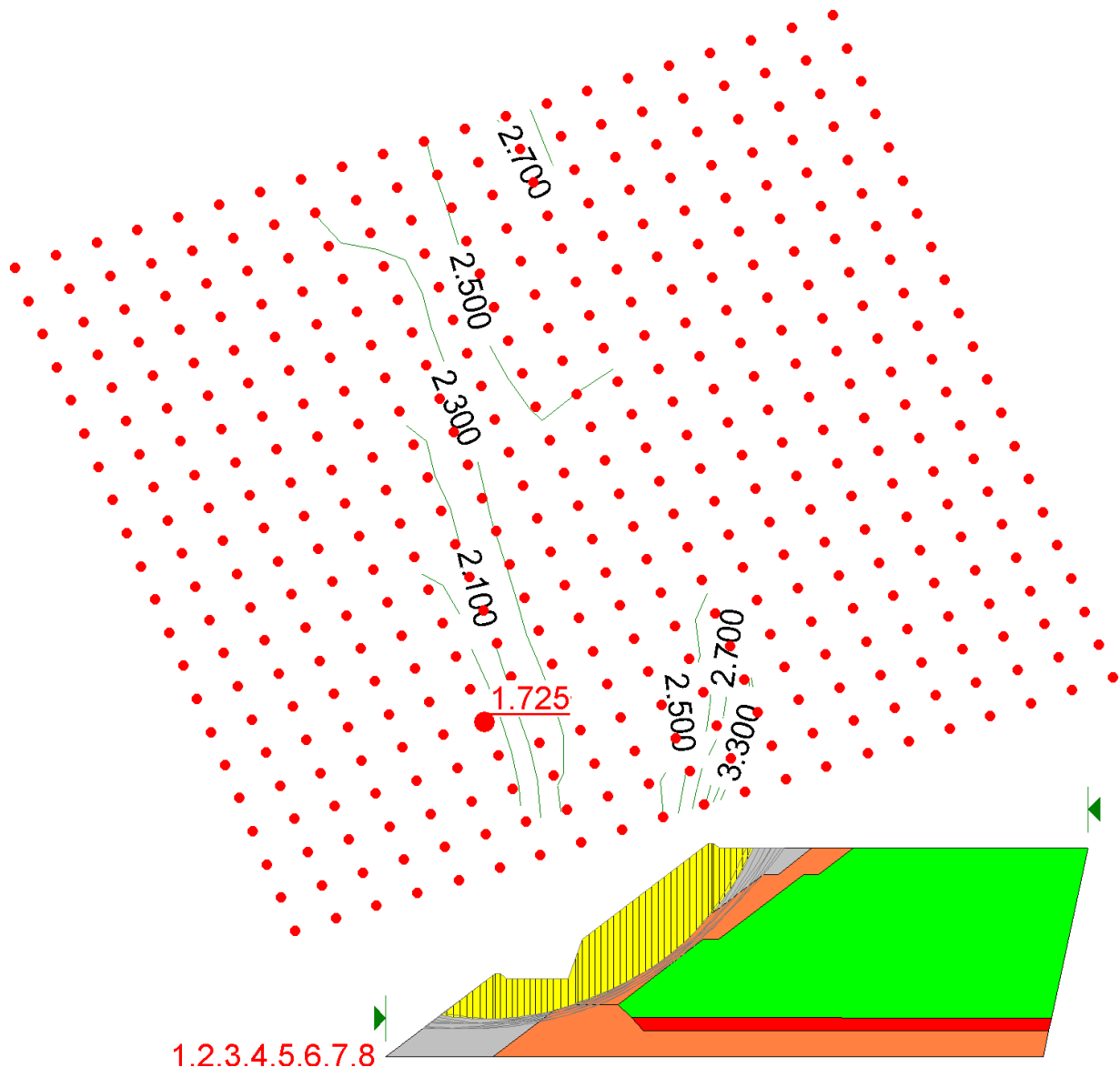
L'analisi è stata compiuta sia in condizioni drenate che introducendo la presenza di acqua nei pori. La pressione d'acqua viene stabilita introducendo un parametro chiamato generalmente R_u che individua la pressione nei pori come aliquota percentuale del peso del materiale roccioso valutato concio per concio. Ai fini della verifica è stato impostato un valore pari al 10% ritenuto più che sufficiente a rappresentare il corpo di discarica che, come da progetto, sarà dotato di notevole permeabilità grazie al sistema di drenaggio superficiale esterno che interno. L'analisi è stata infine compiuta sovrapponendo alle condizioni non drenate la presenza di un evento sismico mediante l'utilizzo dei coefficienti sismici individuati sulla base della vigente normativa nella allegata relazione di valutazioni geotecniche ed idrauliche, pari a $K_h = 0.106$ e $K_v = 0.053$.



Analisi gradone singolo altezza 5 m in condizioni drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore



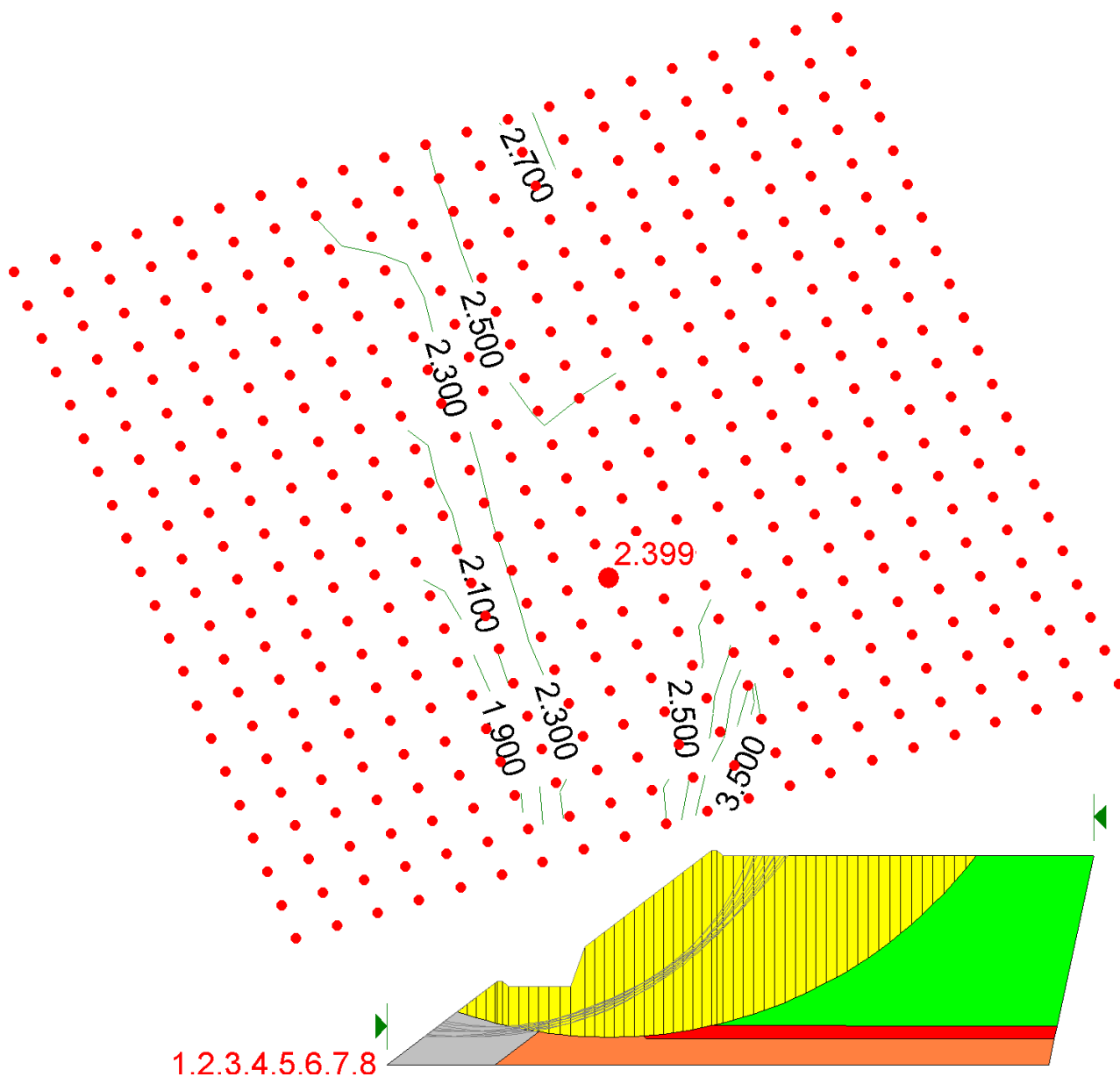
Analisi gradone singolo altezza 5 m in condizioni non drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore



Analisi gradone singolo altezza 5 m in condizioni sismiche. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore

Come si evince dalle immagini di cui sopra, che rappresentano graficamente l'esito dei calcoli, il coefficiente di sicurezza del singolo gradone (adiacente al nuovo fondo) risulta di gran lunga superiore a quello minimo richiesto ed i cerchi di scivolamento con fattore di sicurezza minore sono quelli che interessano solo la parte del paramento esterno. I cerchi di scivolamento che interessano tutto il gradone, e quindi il corpo rifiuti sino al nuovo fondo, hanno invece, come si osserva per esempio nell'immagine successiva, sempre condotta in condizioni sismiche, fattori di sicurezza più elevati. Si ricorda inoltre che la stabilità superficiale del paramento esterno è garantita

anche dal rivestimento con biostuoia che impedisce il dilavamento e da una certa stabilità di forma superficiale.



Analisi gradone singolo altezza 5 m in condizioni sismiche. Indicato un cerchio di scivolamento interessante il corpo dei rifiuti ed il nuovo fondo.

2.3 Stabilità complessiva del corpo di discarica

Come accennato in precedenza, tanto per la sezione B – B che per la sezione E – E è stato analizzato l'involuppo del profilo esterno del rifiuto. Nella sezione B – B il rifiuto è stato considerato con le caratteristiche di resistenza del rifiuto misto emerse dalle analisi condotte nel campo sperimentale, mentre nella sezione E – E, il corpo di discarica è stato suddiviso in zone aventi diverse caratteristiche in quanto tale sezione comprende anche la nuova cella di amianto. Nella sezione E – E la verifica è stata effettuata sia per la cella di amianto che, unicamente per la condizione più gravosa (condizione sismica), per la sezione globale complessiva. Come già effettuato in passato non è stato considerato il paramento esterno che nella realtà è costituito da materiali che, anche in virtù della lavorazione, assumono caratteristiche di resistenza maggiori rispetto a quelle del rifiuto (tra l'altro considerato invece nell'analisi del singolo gradone). In altri termini al paramento è stato affidato il compito di garantire nel tempo la stabilità di forma della superficie del pendio e non quello di fornire un contributo al sostegno del rifiuto.

Sempre in favore di sicurezza non si è tenuto conto del miglioramento delle caratteristiche di resistenza del materiale depositato che sarà determinato dal progressivo costipamento e drenaggio durante la crescita del deposito, così come evidenziano tutte le prove descritte nelle allegate relazioni del Dott. Geol. C.A. Turba. Di questo potrà esserne dato conto in future prove su campioni reali di rifiuto stagionato al momento dell'aggiornamento periodico delle autorizzazioni.

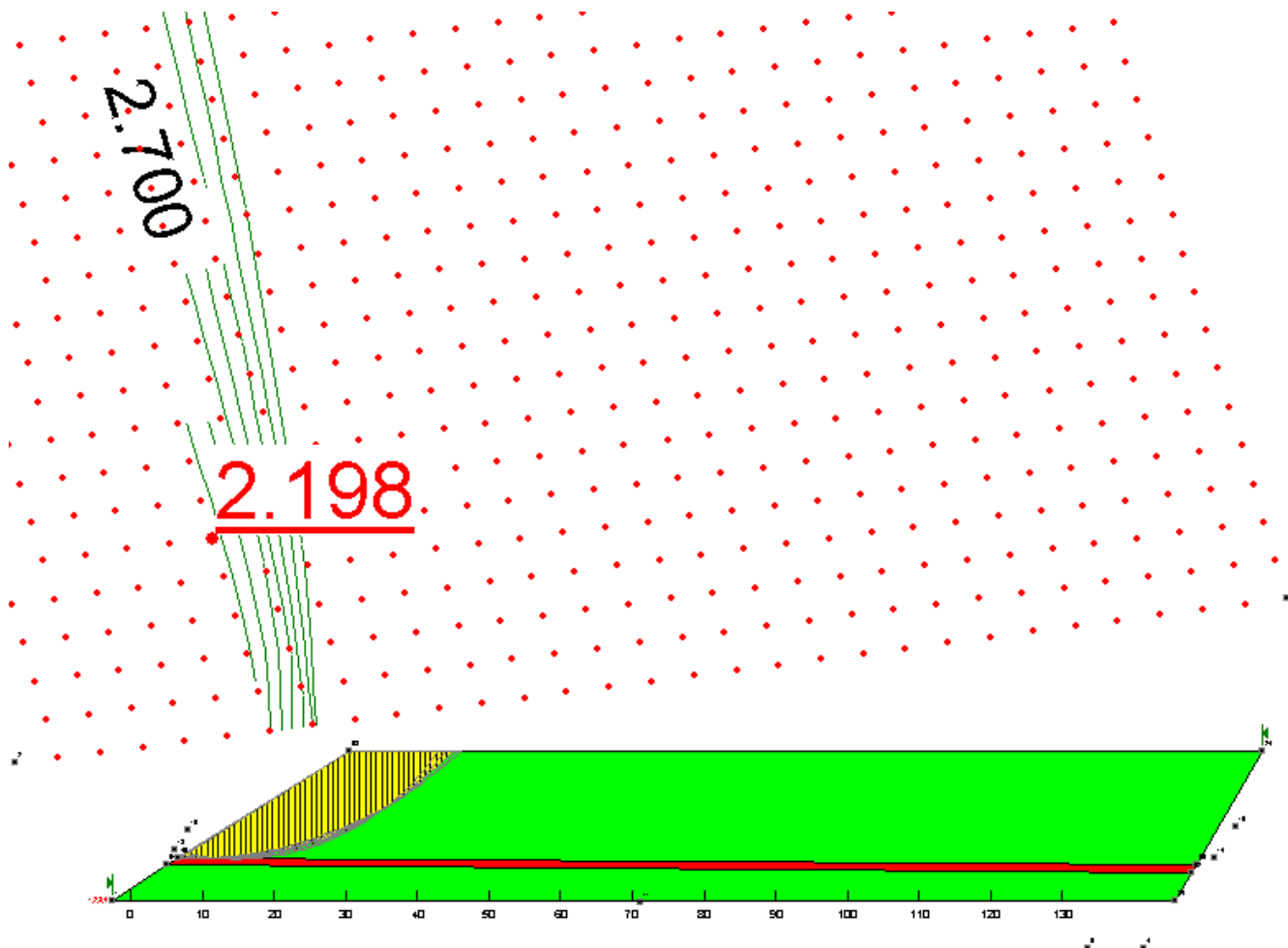
Alle pagine che seguono si hanno gli output di calcolo del software relativi alle sezioni B – B e E – E nelle varie configurazioni di progetto e nelle tre diverse condizioni di analisi (condizioni drenate, condizioni non drenate e condizioni drenate + sisma).

Come si può osservare nei grafici successivi, nonostante le ipotesi altamente cautelative utilizzate, i risultati sono soddisfacenti in tutte le configurazioni di progetto ed in tutte le condizioni di analisi.

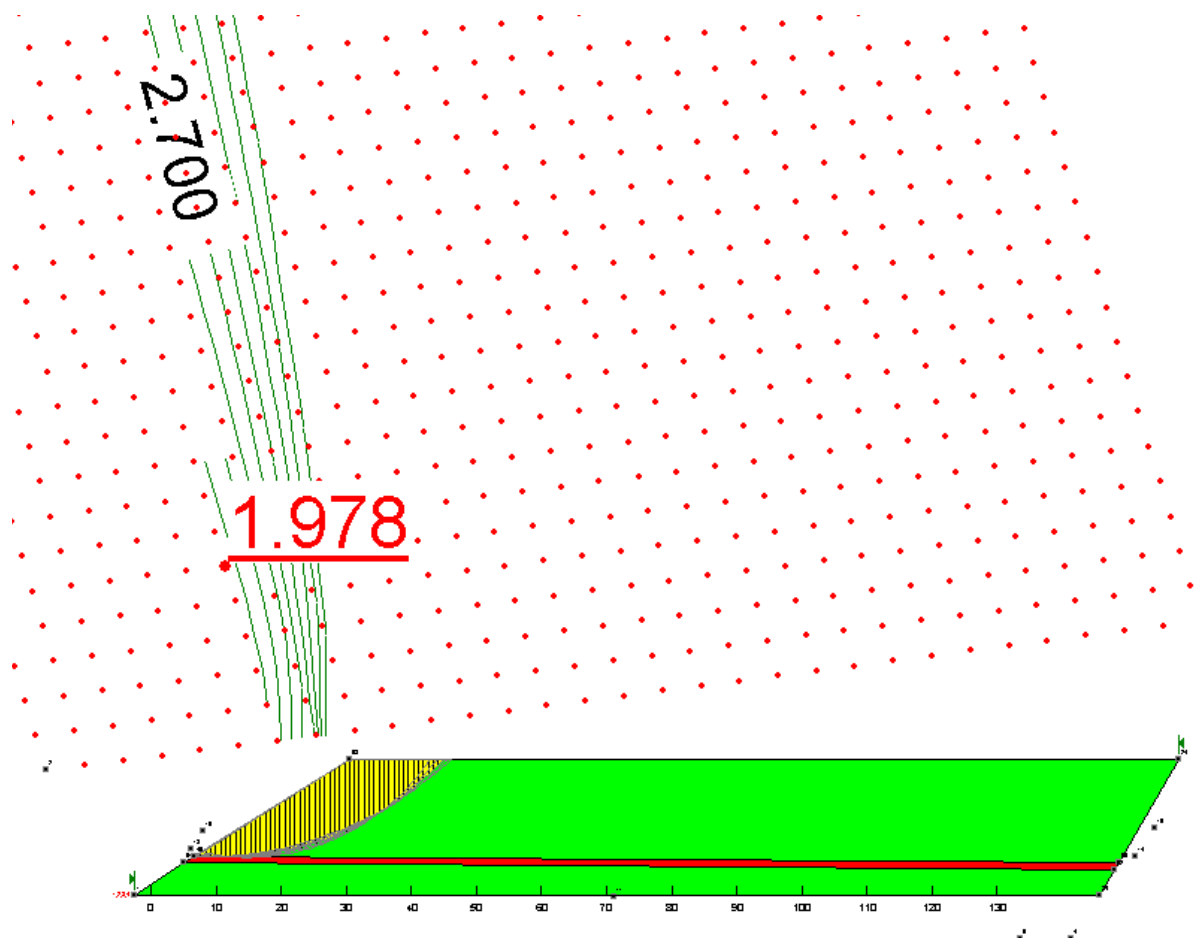
I fattori di sicurezza maggiori si hanno ovviamente nella prima fase progettuale, mentre vanno diminuendo in seconda fase per raggiungere il minimo fattore di sicurezza nella fase finale ed in condizione di evento sismico che è stato il valore preso come riferimento nel disegno del nuovo layout progettuale.

Le analisi di stabilità potranno e dovranno comunque essere nel tempo aggiornate, in occasione dei rinnovi quinquennali delle autorizzazioni, anche in ragione di ulteriori analisi delle caratteristiche geotecniche da eseguire sui rifiuti conferiti, che potranno modificare le ipotesi progettuali sul profilo morfologico finale della discarica. In questa fase, come detto precedentemente, è stata fatta

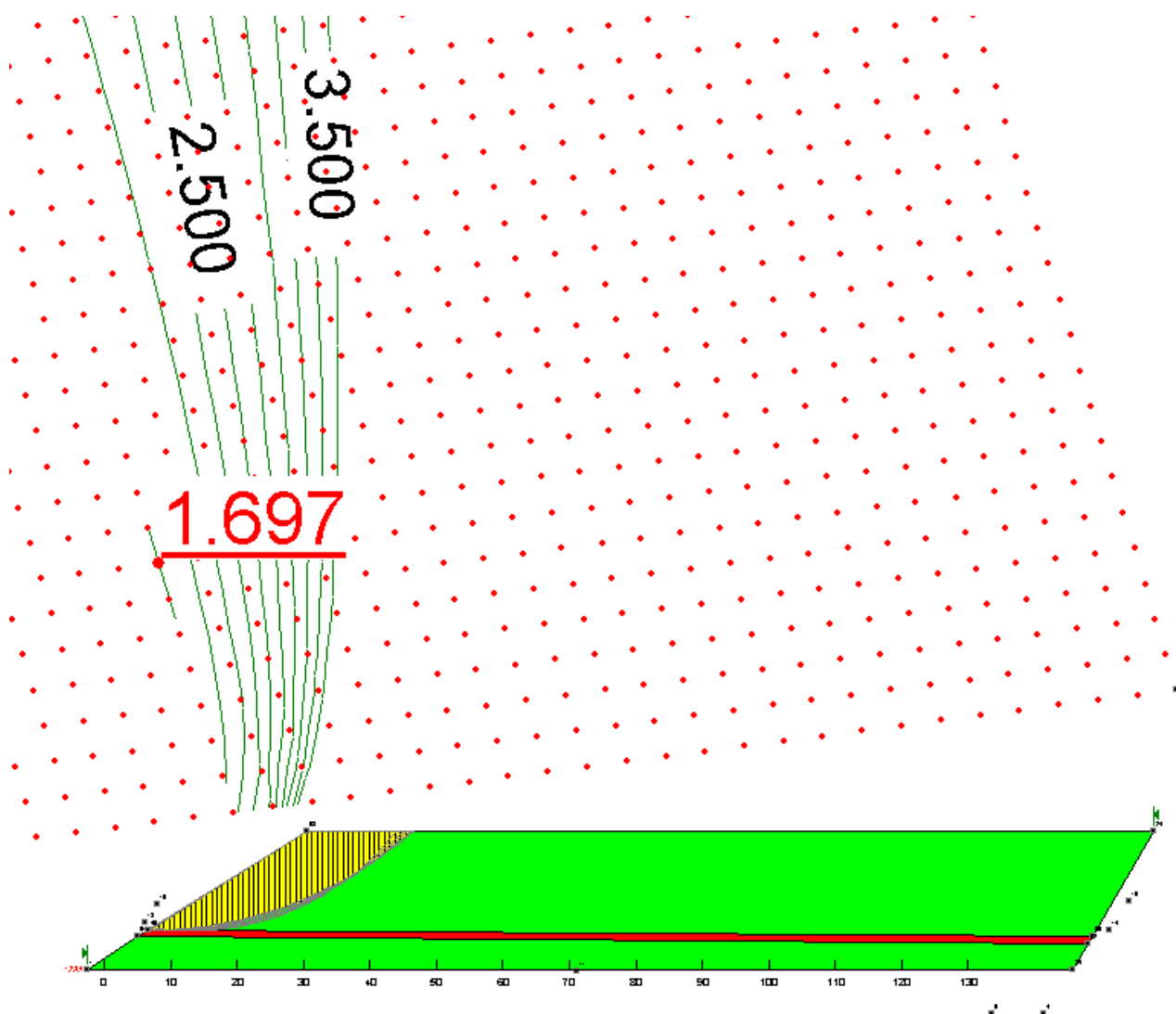
una scelta conservativa, utilizzando il limite inferiore dei parametri di resistenza emersi nei diversi tipo di prove sin qui eseguite.



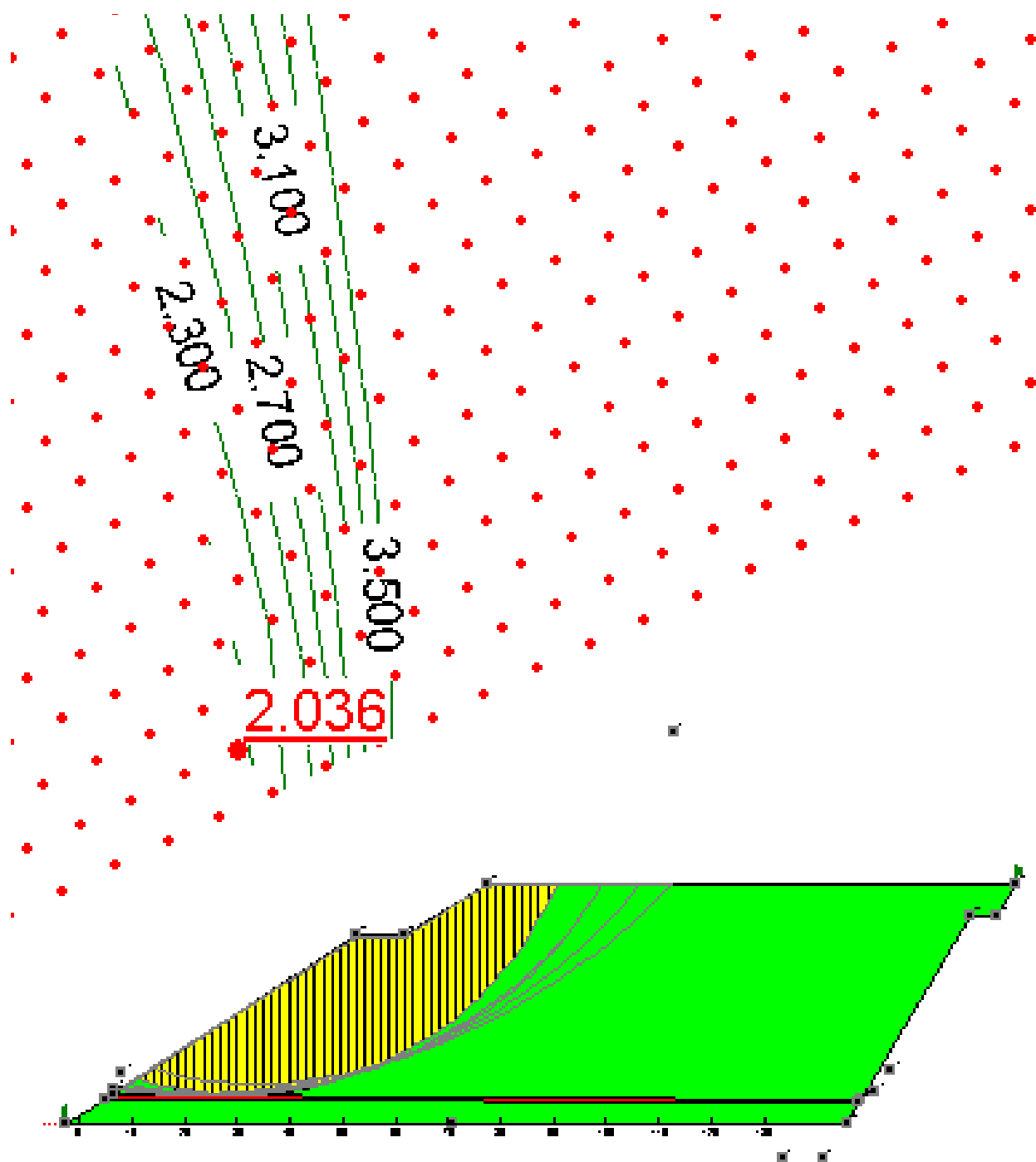
Sezione B – B – Analisi fase 1 in condizioni drenate.



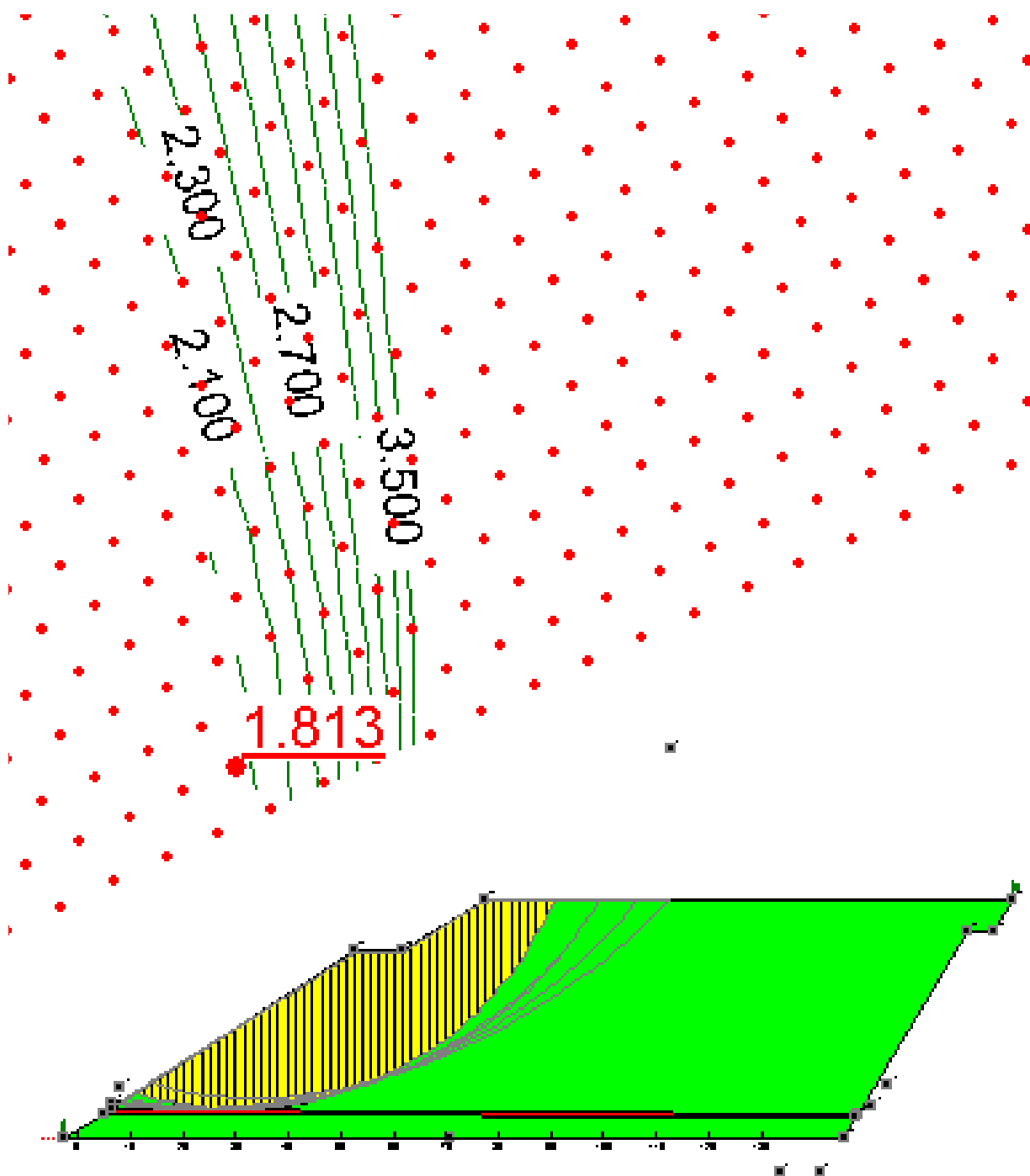
Sezione B – B – Analisi fase 1 in condizioni non drenate.



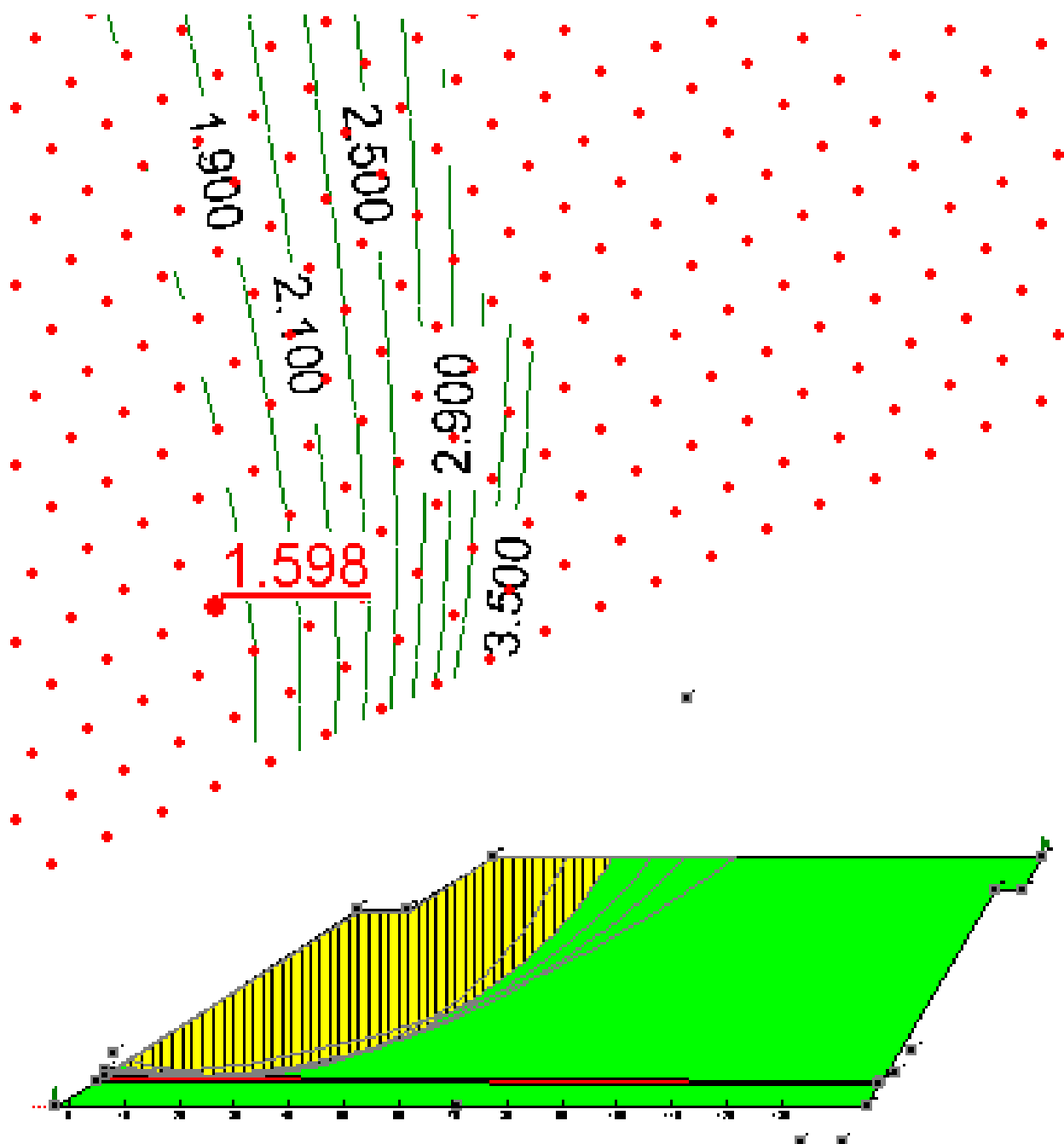
Sezione B – B – Analisi fase 1 in condizioni sismiche



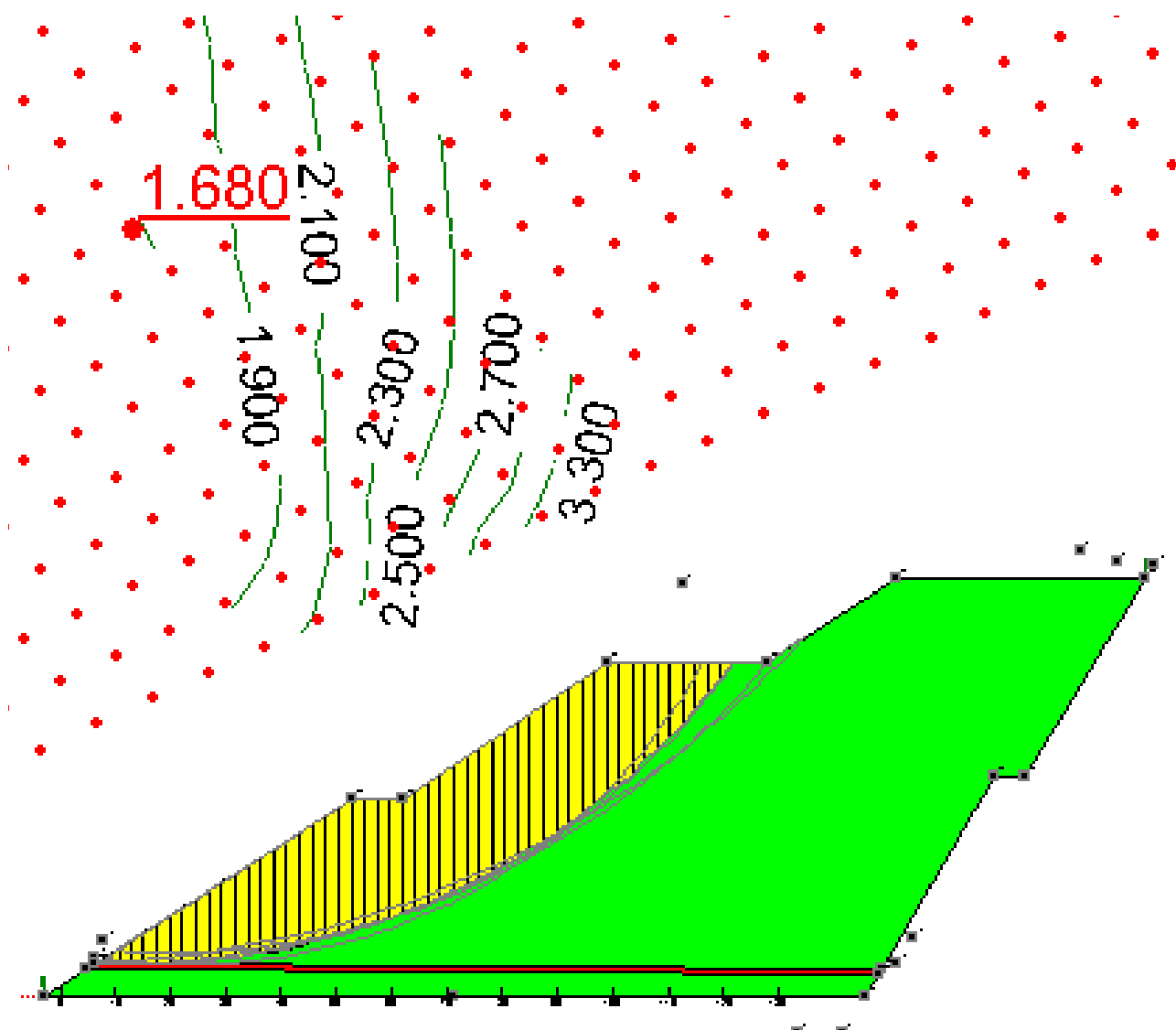
Sezione B – B – Analisi fase 2 in condizioni drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore



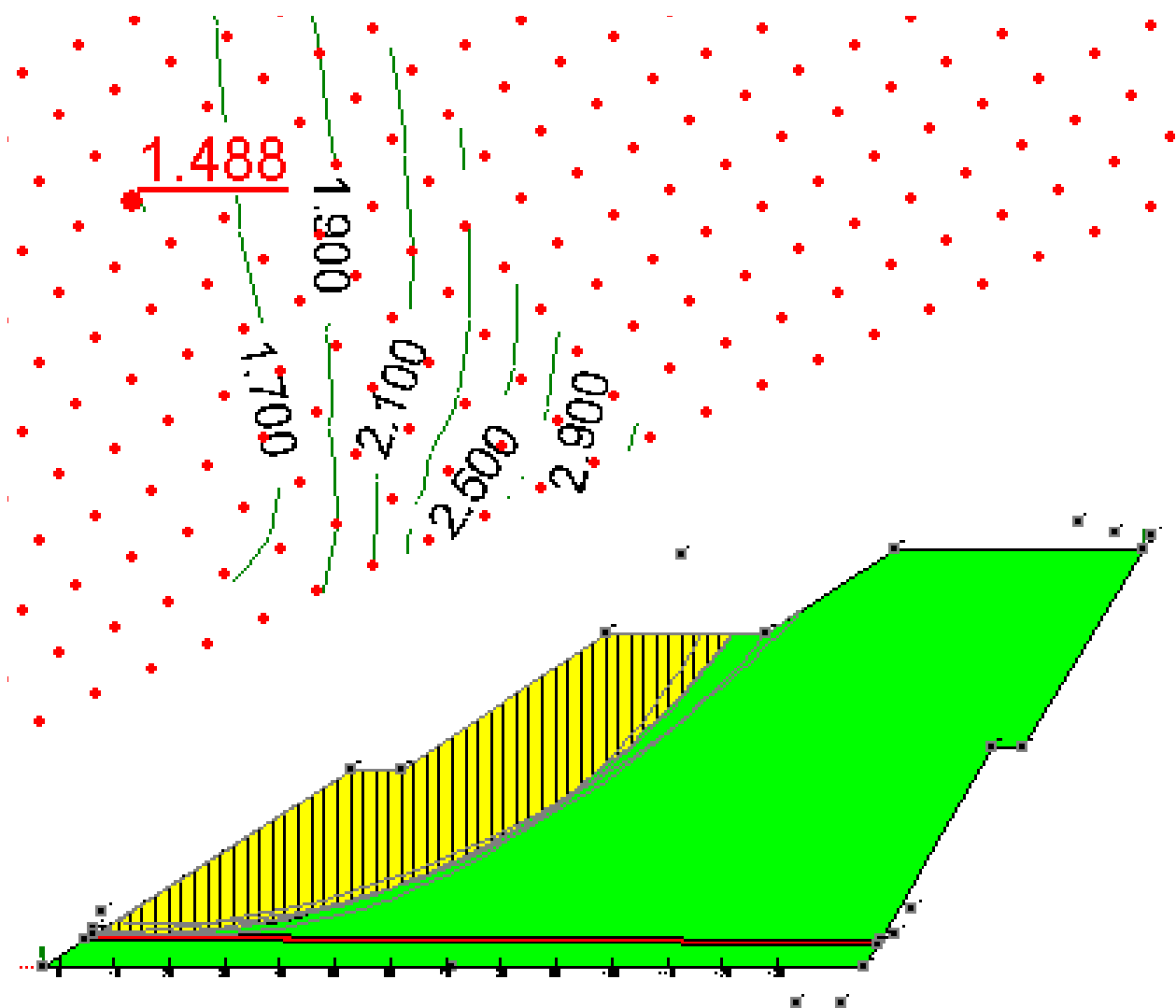
Sezione B – B – Analisi fase 2 in condizioni non drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore



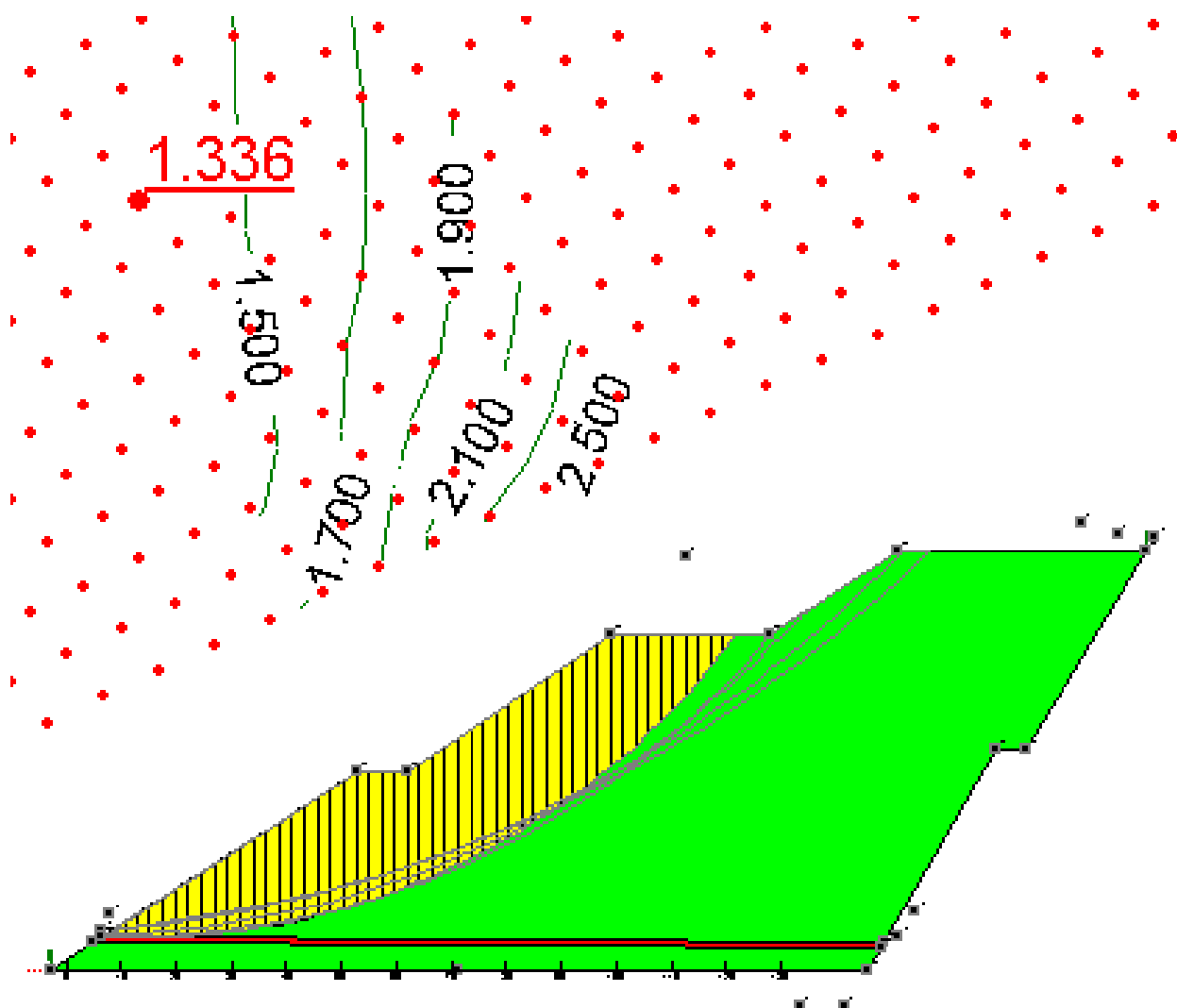
Sezione B – B – Analisi fase 2 in condizioni sismiche. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore



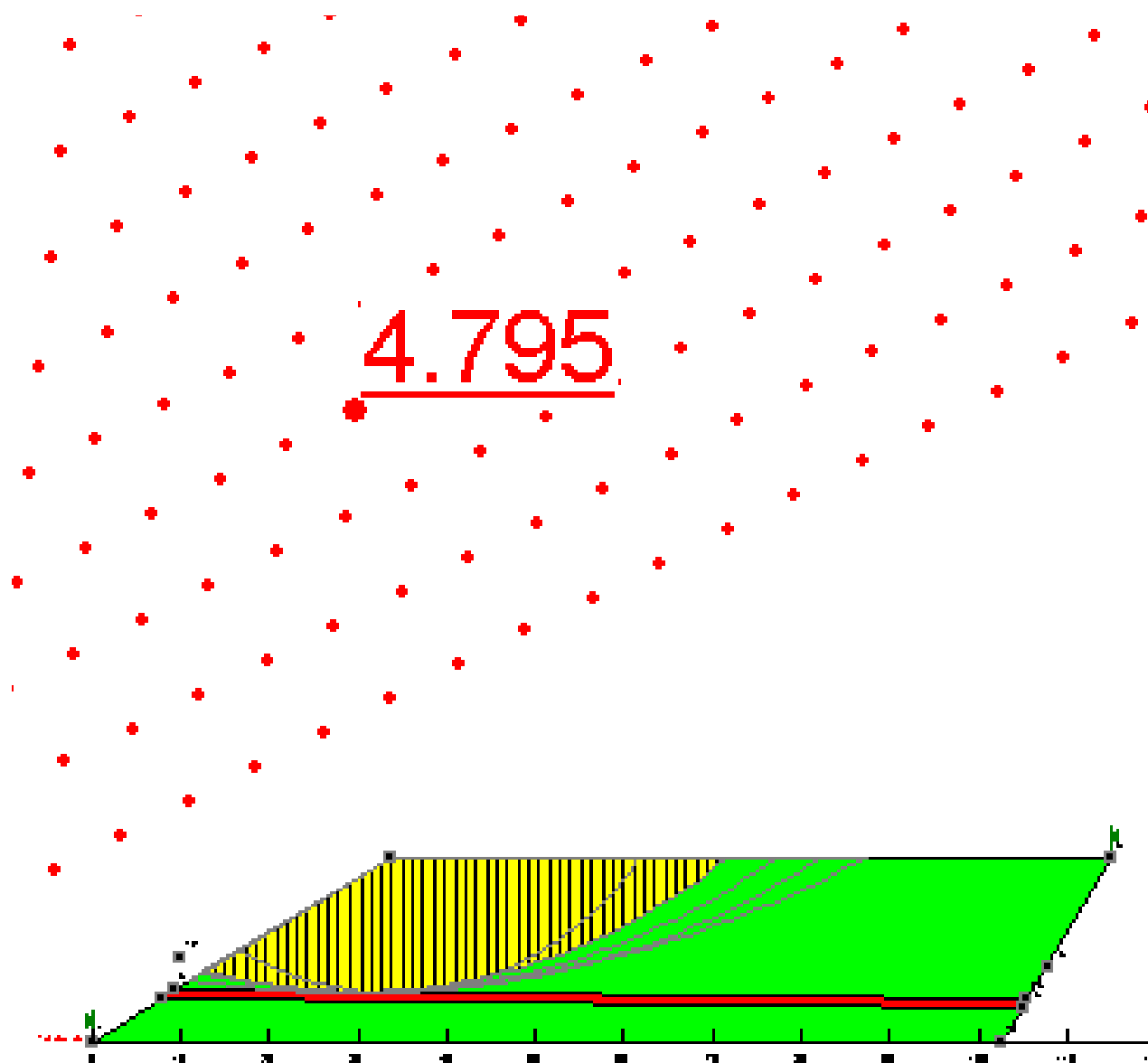
Sezione B – B – Analisi fase finale in condizioni drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore



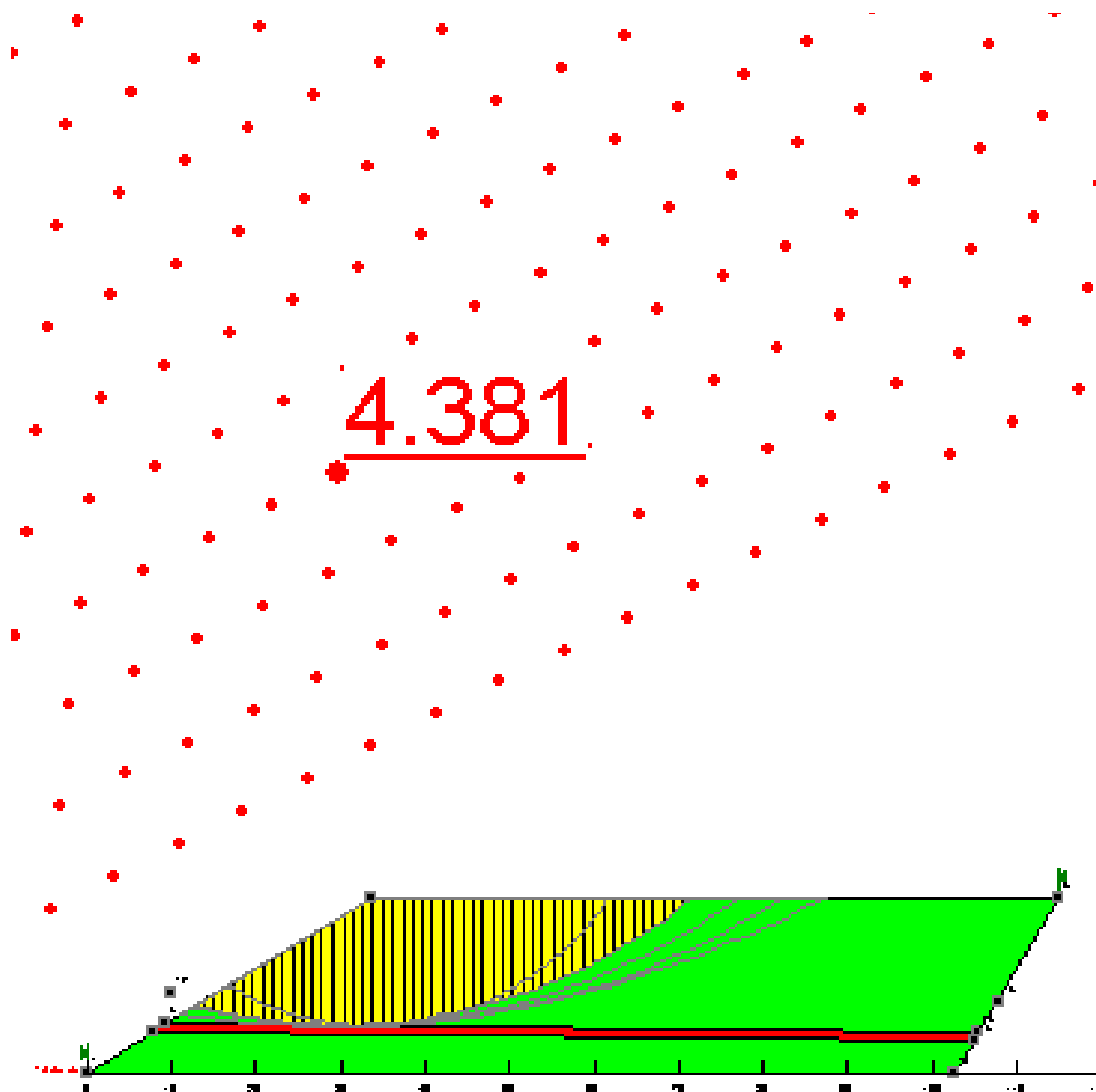
Sezione B – B – Analisi fase finale in condizioni non drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore



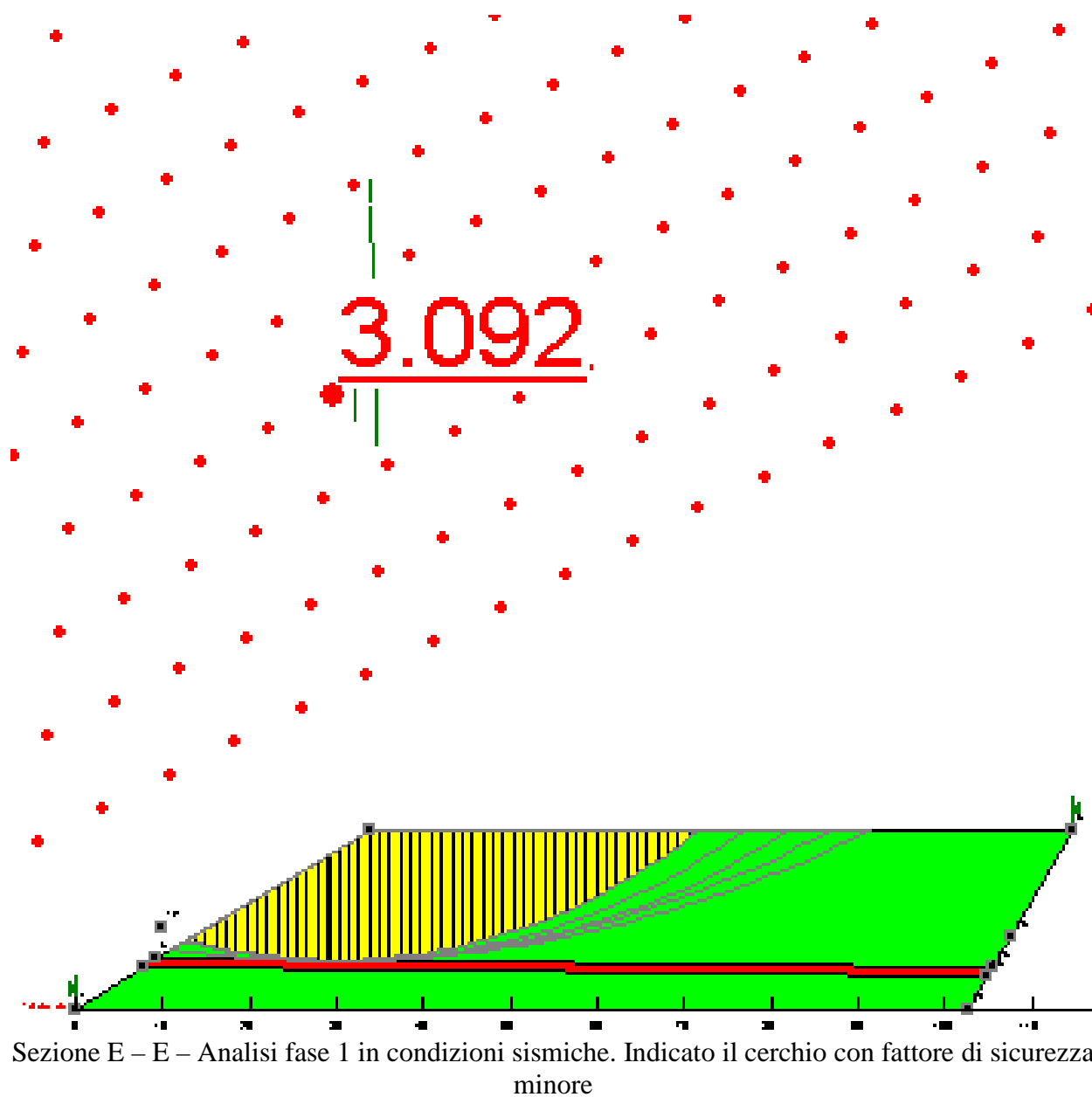
Sezione B – B – Analisi fase finale in condizioni sismiche. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore

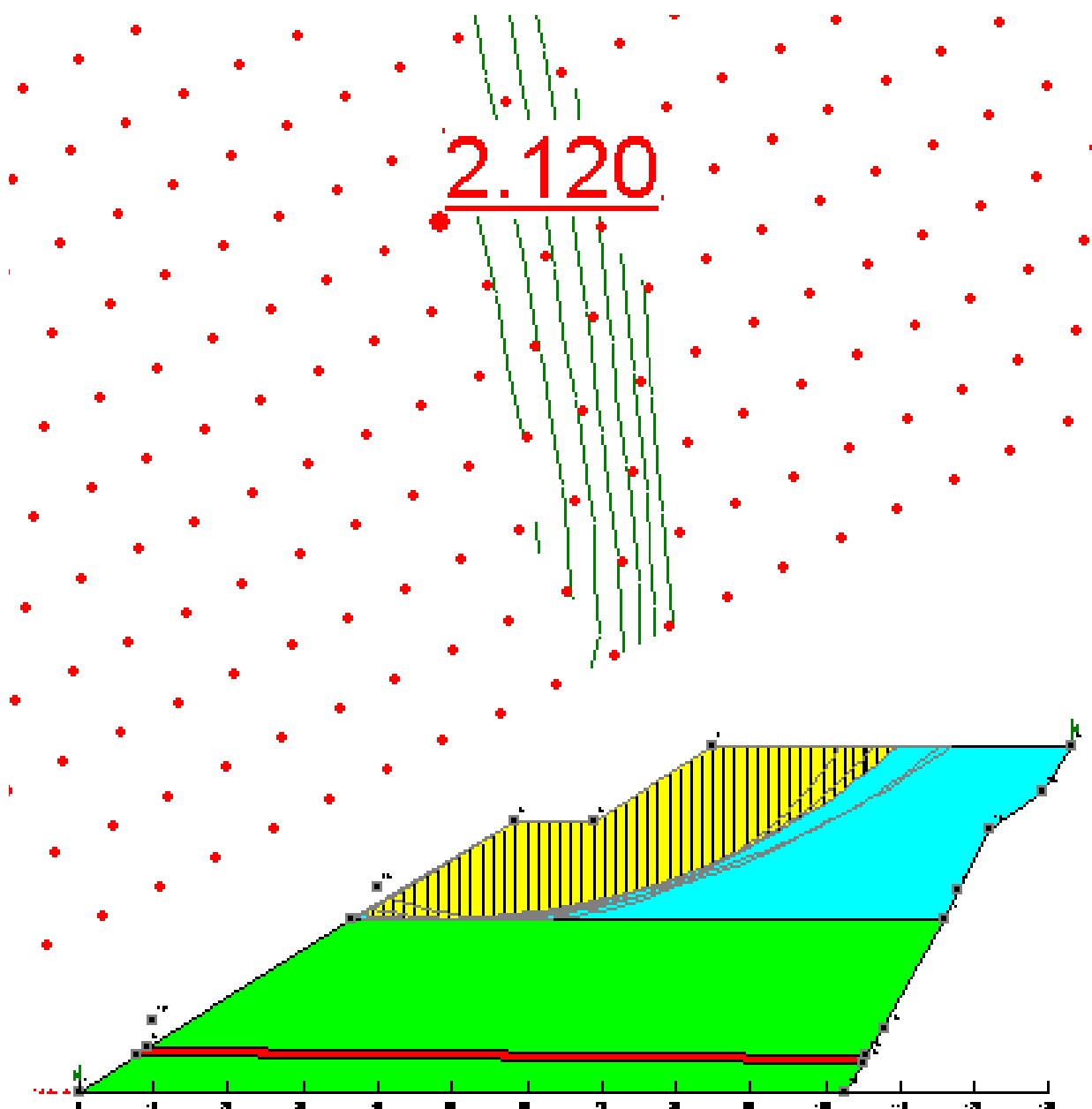


Sezione E – E – Analisi fase 1 in condizioni drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore

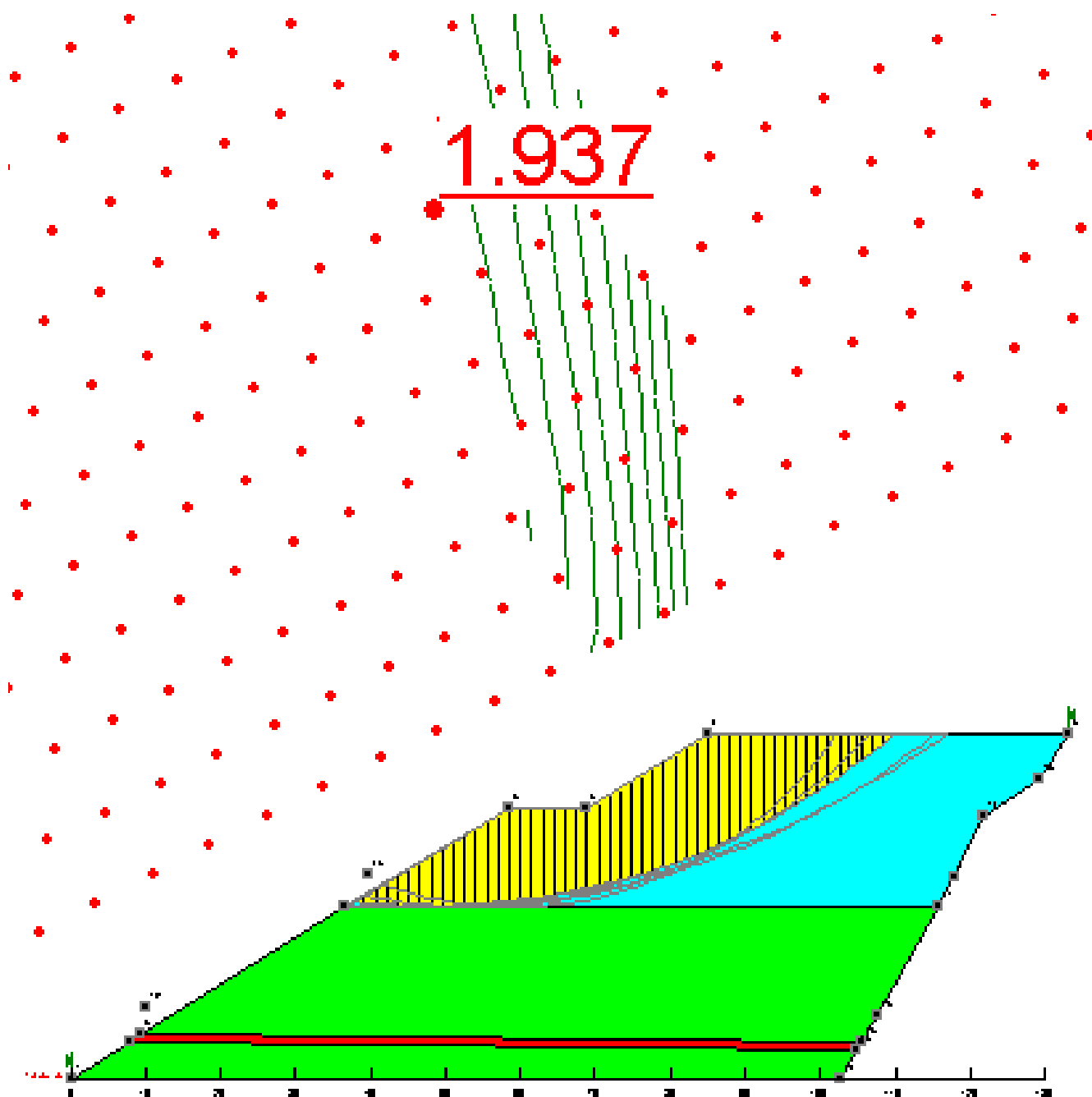


Sezione E – E – Analisi fase 1 in condizioni non drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore

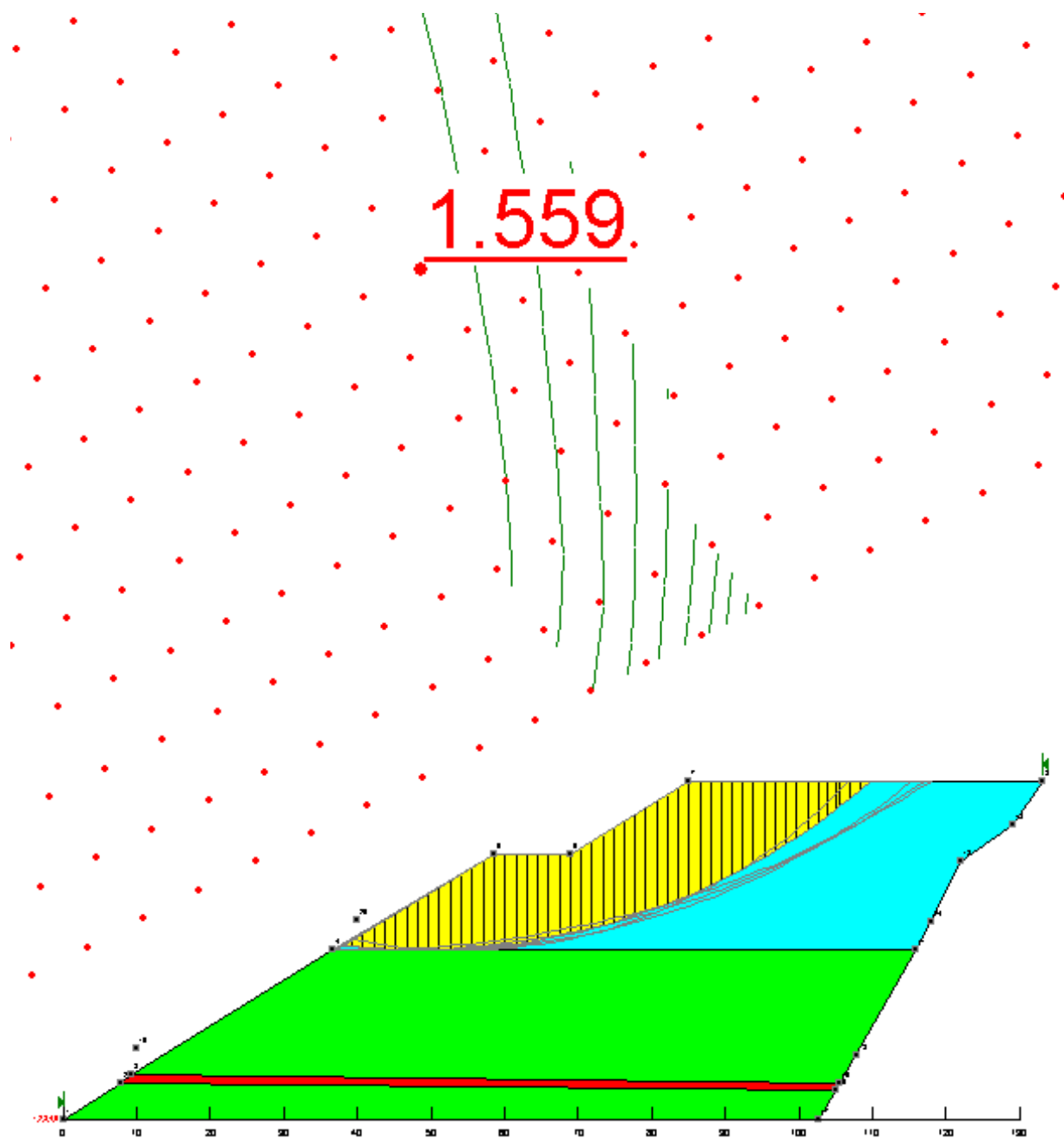




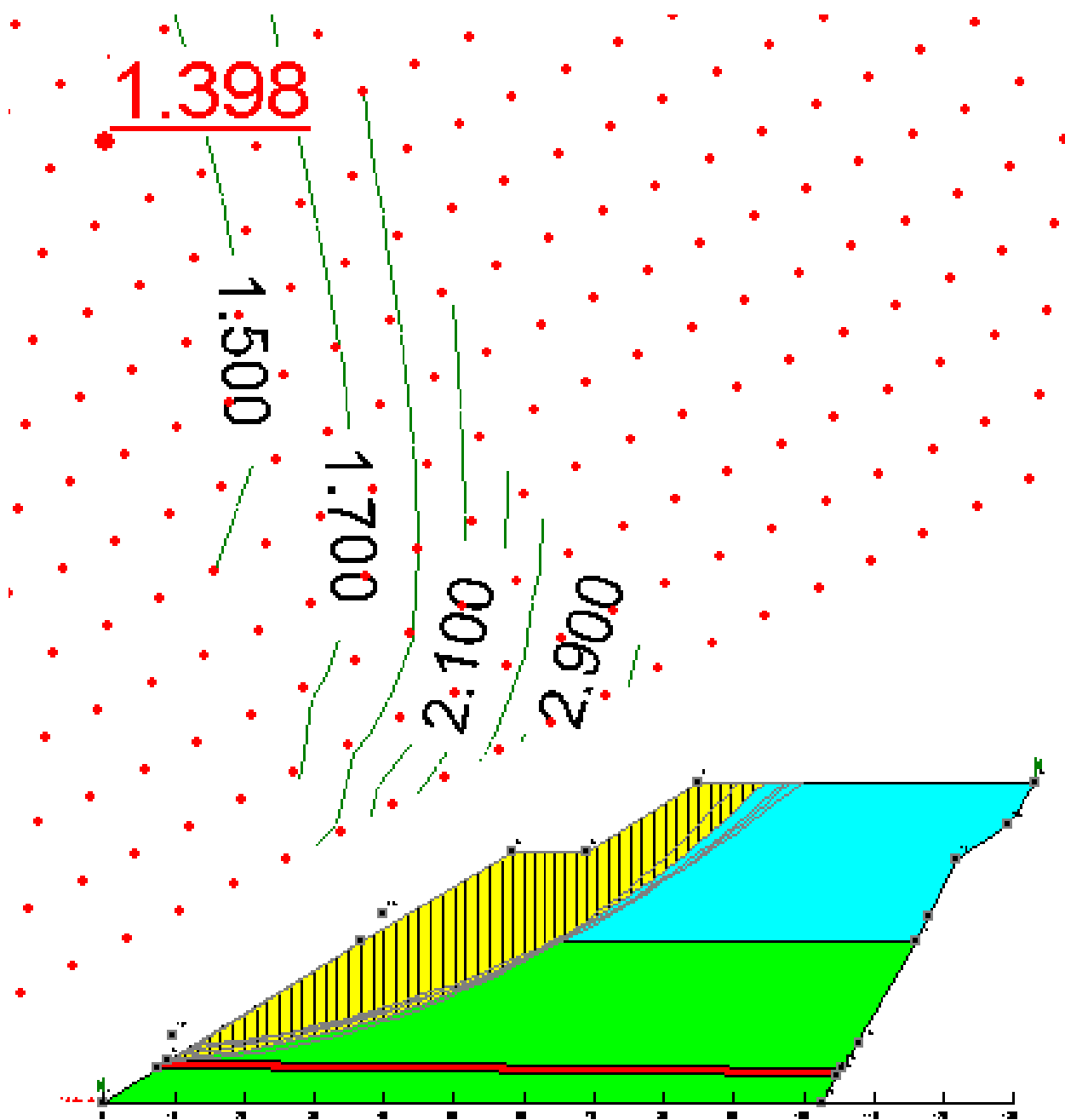
Sezione E – E – Analisi fase 2 in condizioni drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore che interessa la cella di amianto (lotto A1bis)



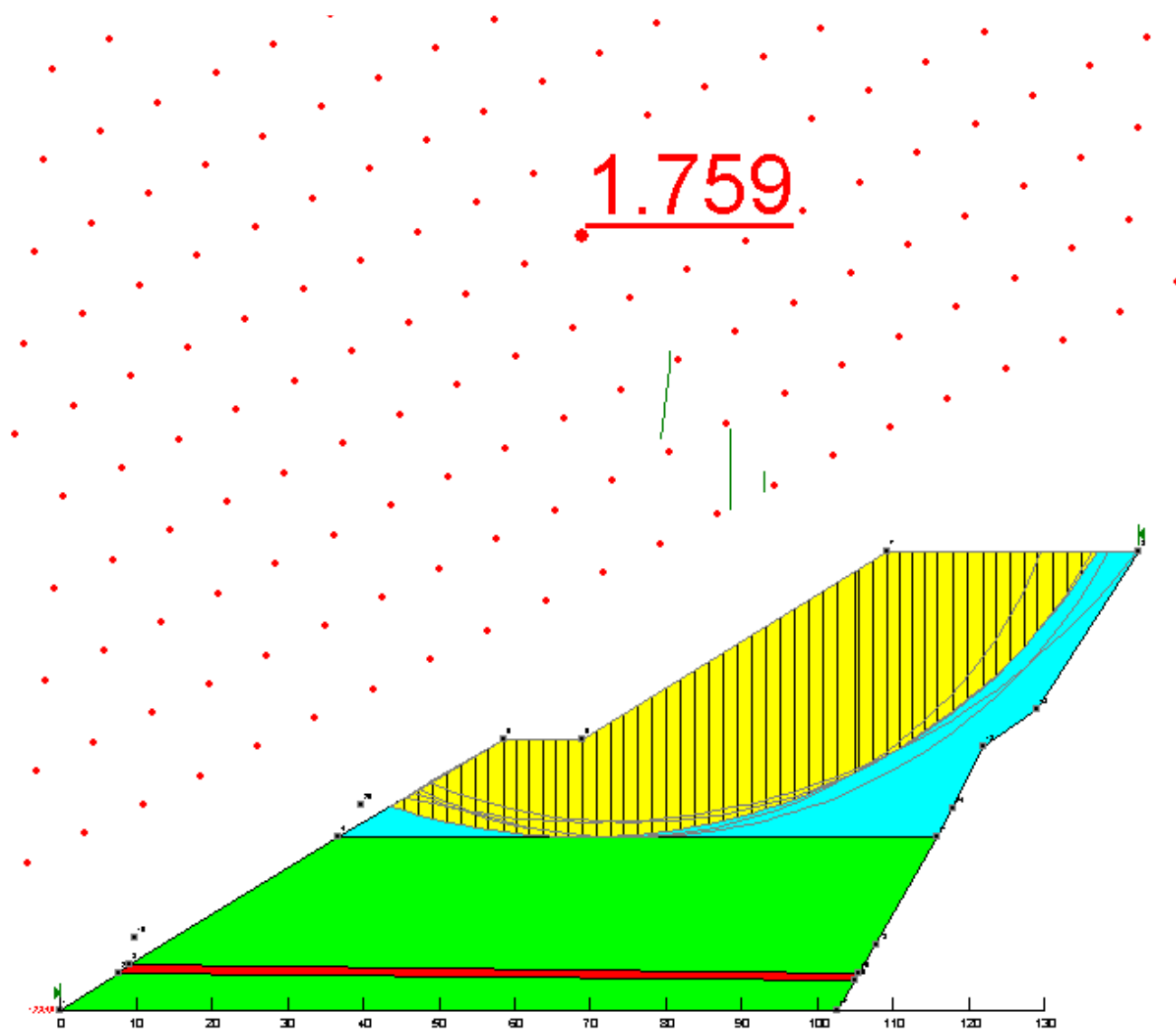
Sezione E – E – Analisi fase 2 in condizioni non drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore che interessa la cella di amianto (lotto A1bis)



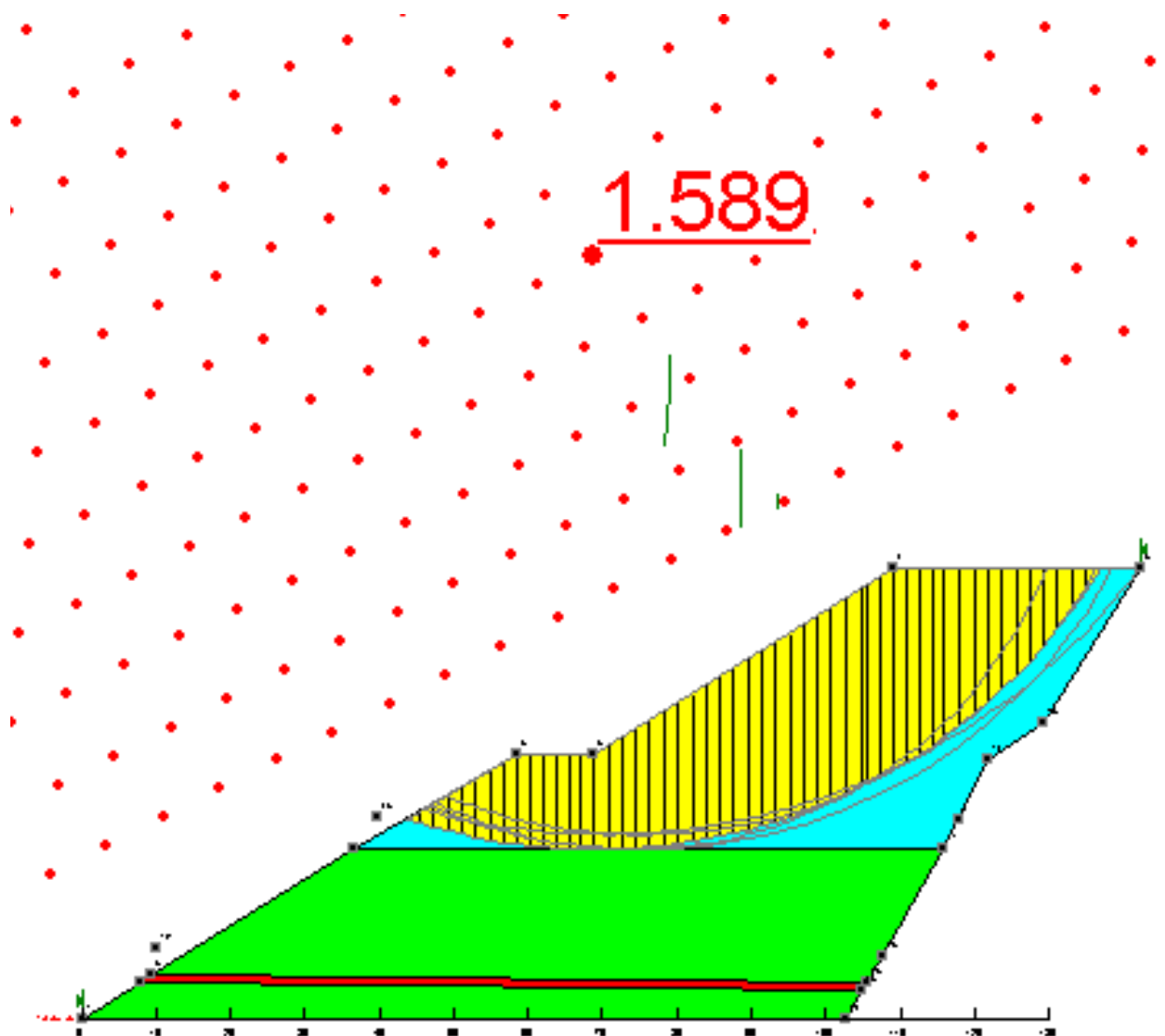
Sezione E – E – Analisi fase 2 in condizioni sismiche. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore che interessa la cella di amianto (lotto A1bis).



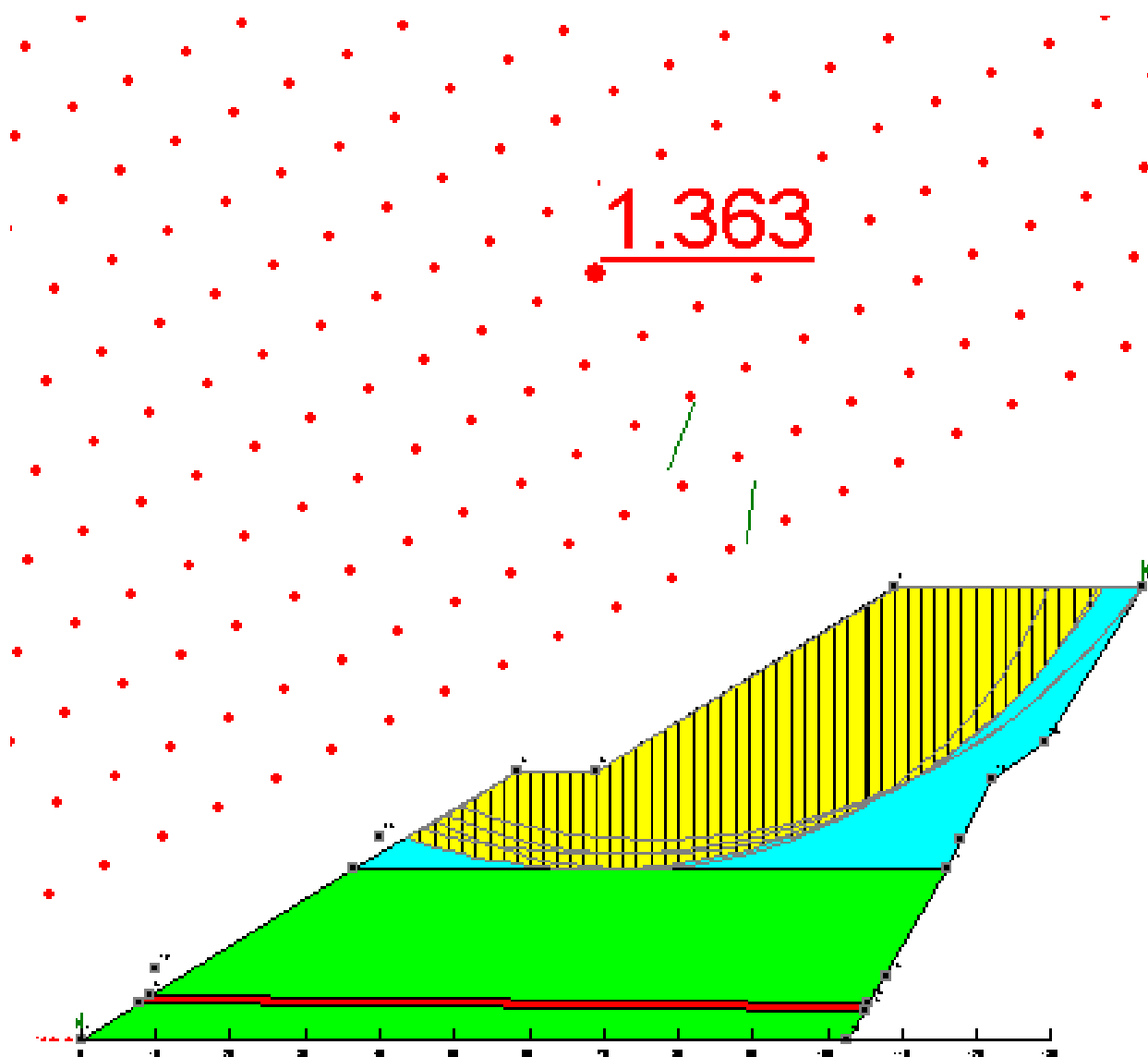
Sezione E – E – Analisi fase 2 in condizioni sismiche. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore che interessa l'intero corpo di discarica



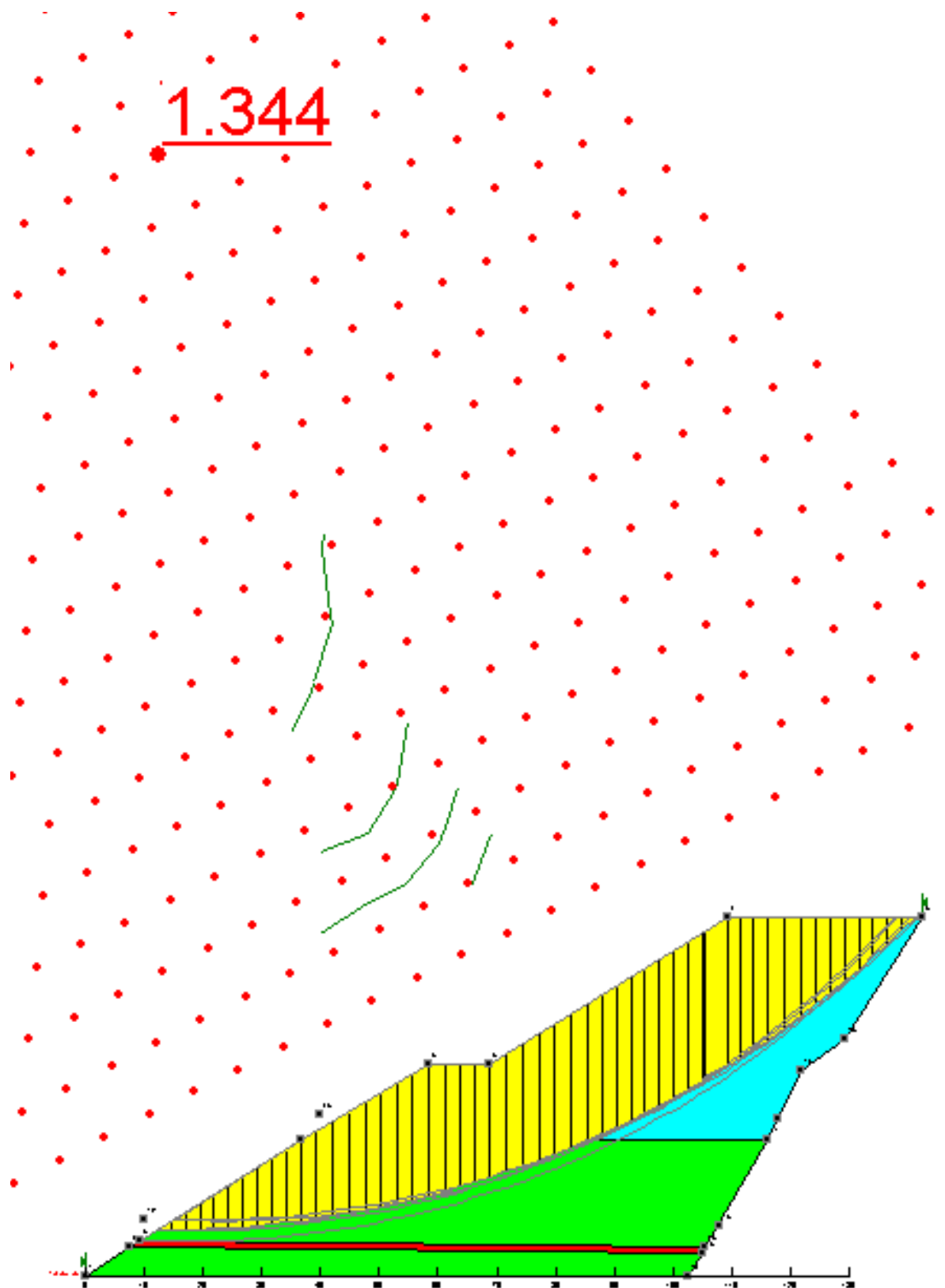
Sezione E – E – Analisi fase finale in condizioni drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore che interessa la cella di amianto (lotto A1bis)



Sezione E – E – Analisi fase finale in condizioni non drenate. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore che interessa la cella di amianto (lotto A1bis)



Sezione E – E – Analisi fase finale in condizioni sismiche. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore che interessa la cella di amianto (lotto A1bis)



Sezione E – E – Analisi fase finale in condizioni sismiche. Indicato il cerchio con fattore di sicurezza minore che interessa l'intero corpo di discarica

Sulla scorta di quanto emerso dalle verifiche sono state quindi elaborate le previsioni progettuali con il fine di garantire nel tempo un'elevata sicurezza della discarica, anche in fase post operativa. Si sottolinea ancora come il sistema costruttivo porterà nel tempo ad un aumento dei fattori di sicurezza in relazione al miglioramento delle caratteristiche geotecniche del deposito, conseguenza del costipamento e del drenaggio. Il sistema di copertura, nella fase post operam, consentirà poi di evitare l'infiltrazione di acque nel corpo dei rifiuti e, quindi, di mantenere nel tempo le buone condizioni di stabilità acquisite.

3 Portanza di base e assestamenti del corpo di discarica

L'argomento è stato trattato nelle sue linee essenziali già nello studio allegato del Dott. Geol. Turba, cui si rimanda. In questa sede preme osservare come tutte le analisi condotte, sia nei rifiuti già abbancati che per le miscele sul campo sperimentale, abbiano dato indicazioni concordanti su un comportamento che tende ad esaurire l'assestamento principale entro breve tempo (elevati valori dei coefficienti di consolidazione), certamente entro il periodo di conferimento del gradone successivo, pari a 1-1.5 anni, e che quindi può essere recuperato, in termini di quota progettuale, integralmente nel corso dell'esecuzione del successivo gradone. Al fine di favorire tale assestamento è stato altresì modificato l'intervallo in altezza dei successivi strati drenanti, abbassato a 5 m, così da aumentare l'efficacia dell'espulsione d'acqua dallo strato dei rifiuti quale principale elemento di realizzazione dell'assestamento.

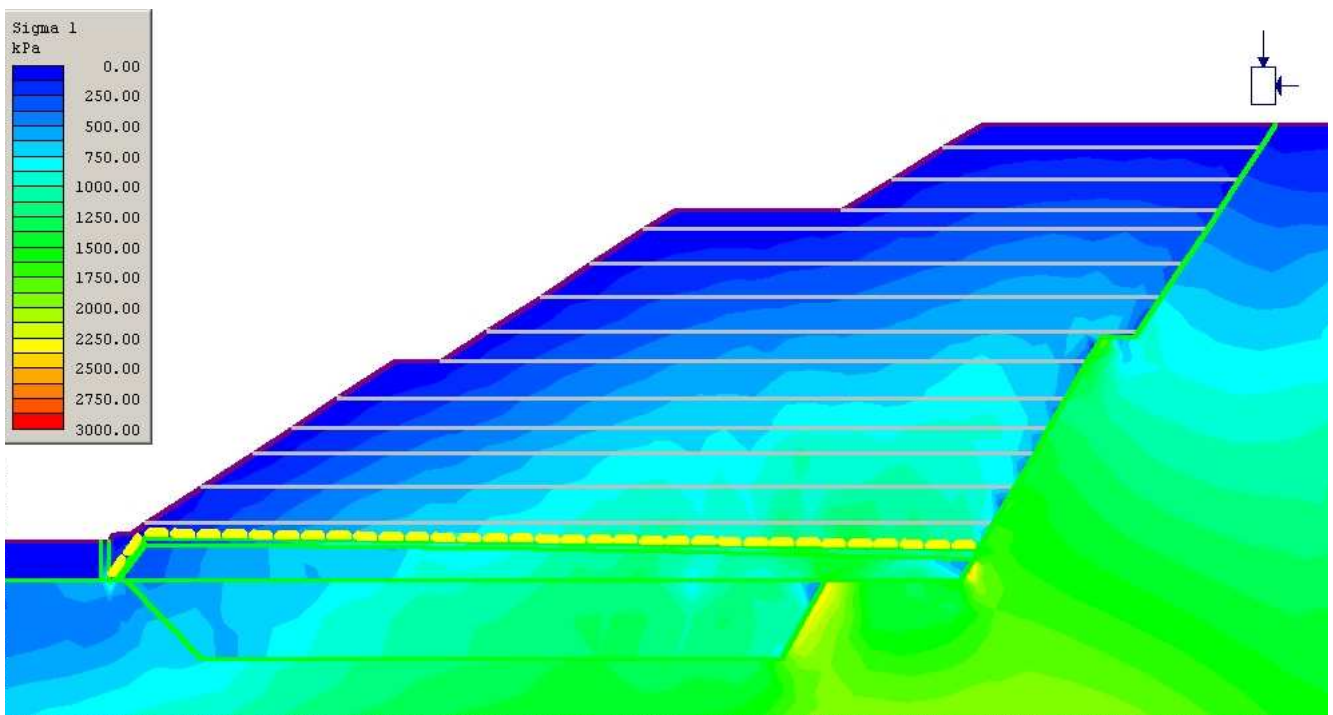
L'assestamento ipotizzabile nel periodo di costruzione di un gradone, pur teorico, non supera i 13 cm e, anche considerando l'ultimo strato che si chiuderà a quota 25 m, ovvero quello a contatto con il nuovo fondo, tale valore non è in grado di compromettere in alcun modo la continuità del fondo medesimo, anche in considerazione delle elevate caratteristiche di portanza sia dei rifiuti abbancati attualmente che del nuovo fondo. I dati ricavati in laboratorio e le verifiche riportate nella citata relazione allegata confermano infatti come le capacità portanti, ovvero la resistenza a rottura del fondo e del materiale abbancato, siano significativamente più elevati dei carichi trasmessi dal materiale che verrà ad essere accumulato al termine della fase 3.

Allo scopo è stata eseguita anche una modellazione fem della discarica nella sua configurazione finale, introducendo tutti gli strati di progetto ed i materiali costruttivi con le loro caratteristiche fisiche e di resistenza già note e discusse. Nelle figure a seguire si riportano quindi le sollecitazioni

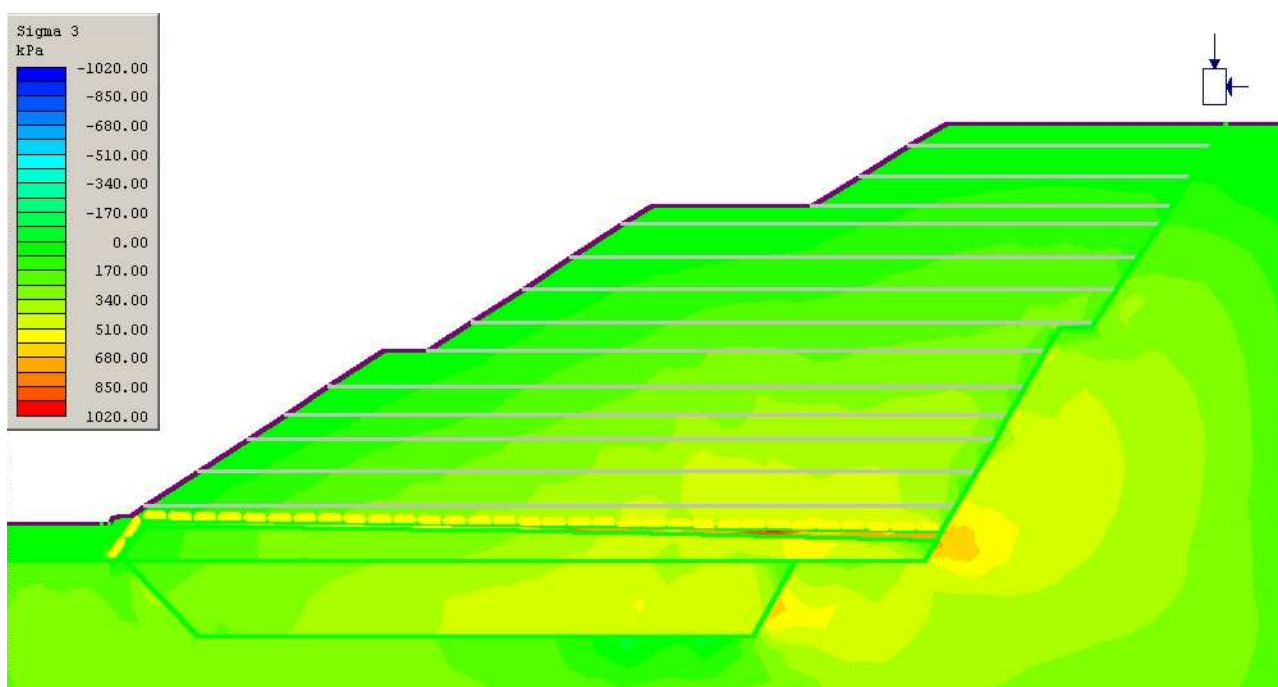
principali, medie e verticali conseguenti, comprese tre sezioni orizzontali che evidenziano tali variazioni nei tre piani più significativi costituiti dal nuovo strato di fondo (sezione orizzontale 1 – 1), dal piano mediano del materiale che verrà abbancato tra quota 20 e 25 (sezione orizzontale 2 – 2) e dal piano mediano del materiale abbancato ad oggi (Sezione orizzontale 3 – 3).

Come si osserva dal complesso delle figure riportate in nessun caso e in nessun punto si raggiungono sollecitazioni che si avvicinano in modo significativo a quelle ammissibili determinate nello studio allegato del dott. C.A. Turba. Ovviamente avvicinandosi al piede esterno della discarica, punto in realtà più sensibile, il valore decrementa sino praticamente ad azzerarsi.

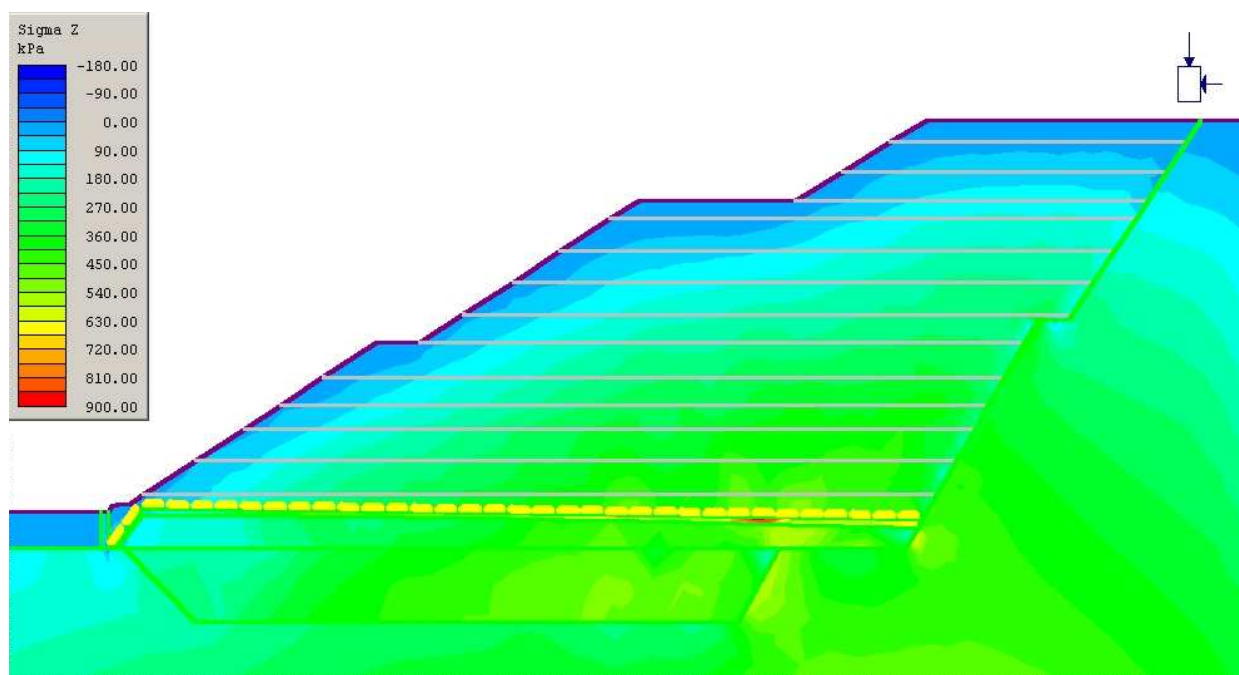
Forma ed entità della sopraelevazione del corpo di discarica consentono quindi di escludere ogni rischio di rottura degli strati abbancati sottostanti il nuovo fondo e nel nuovo fondo medesimo, limitando così il possibile campo di analisi della stabilità alla verifica delle sezioni di costruzione della discarica riportate nel precedente paragrafo.



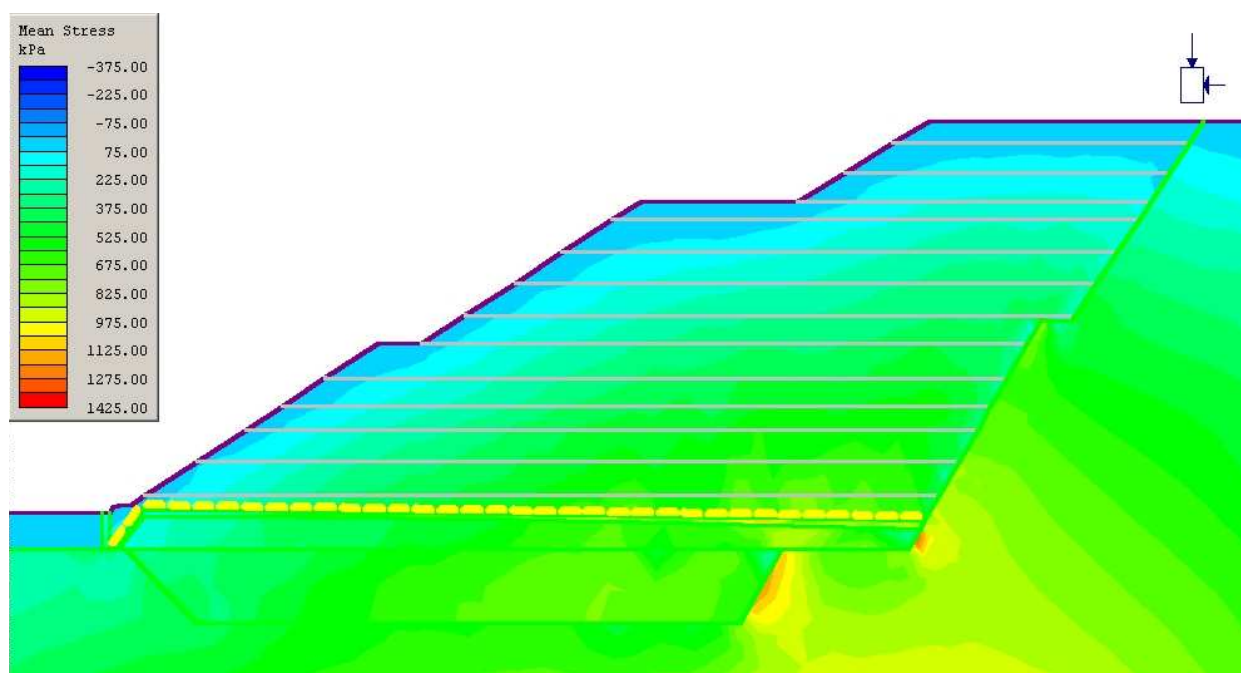
Andamento della tensione principale Sigma 1 nella sezione di progetto B – B.



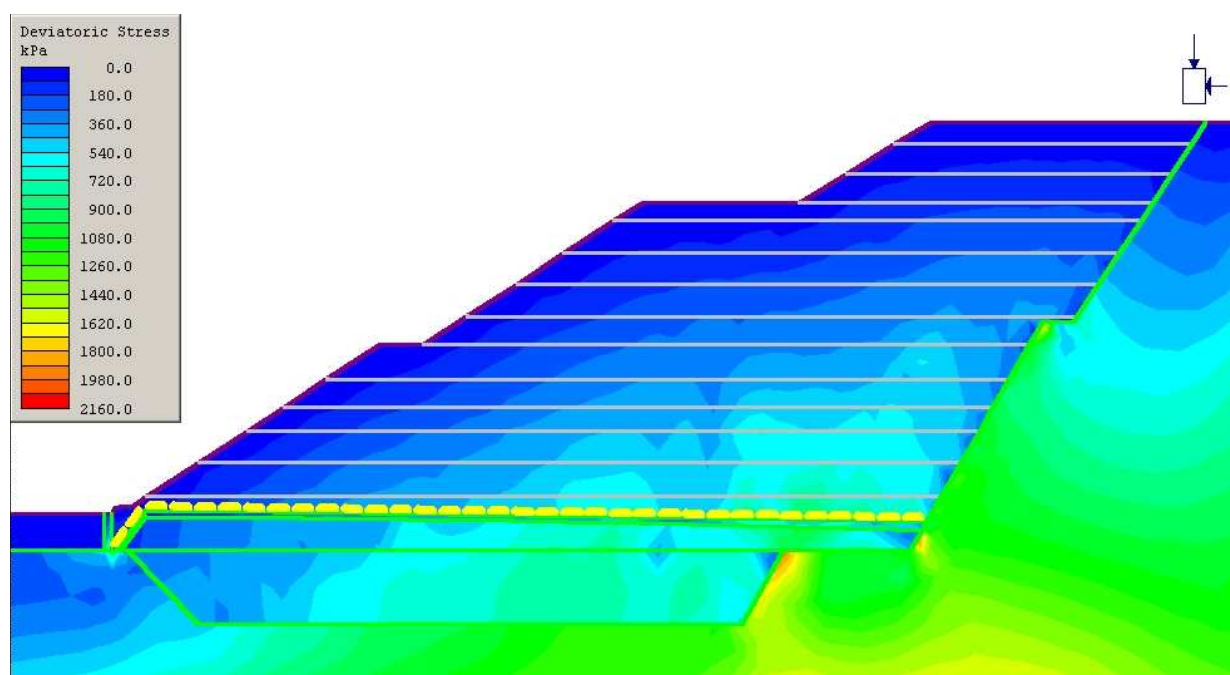
Andamento della tensione principale Σ_3 nella sezione di progetto B – B.



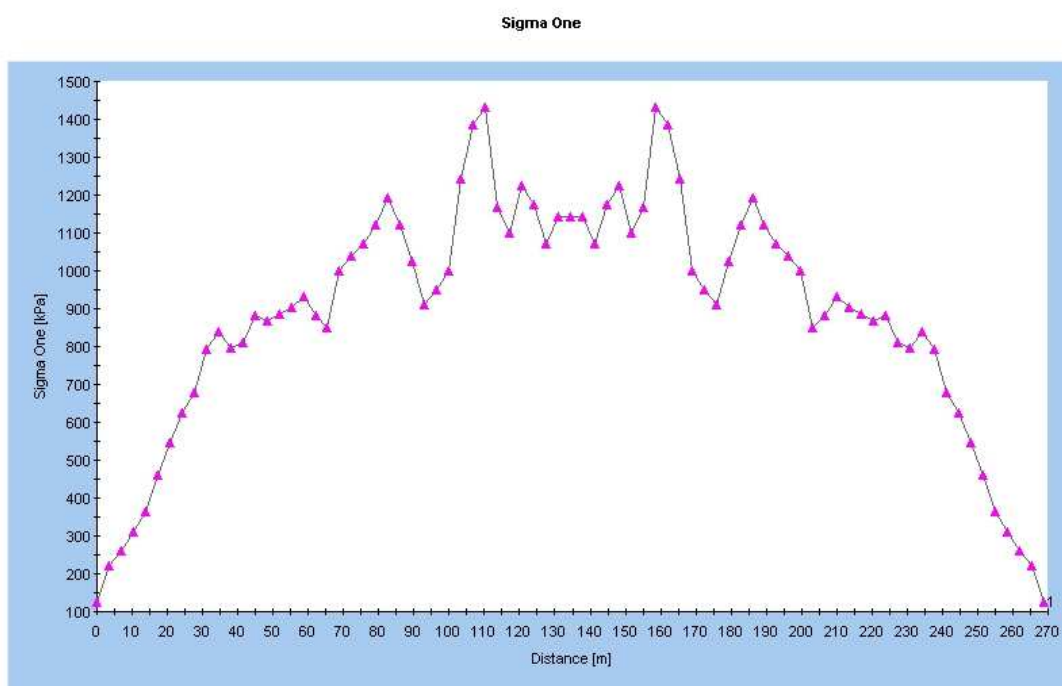
Andamento della tensione verticale Σ_Z nella sezione di progetto B – B.



Andamento della tensione media (mean stress) nella sezione di progetto B – B.



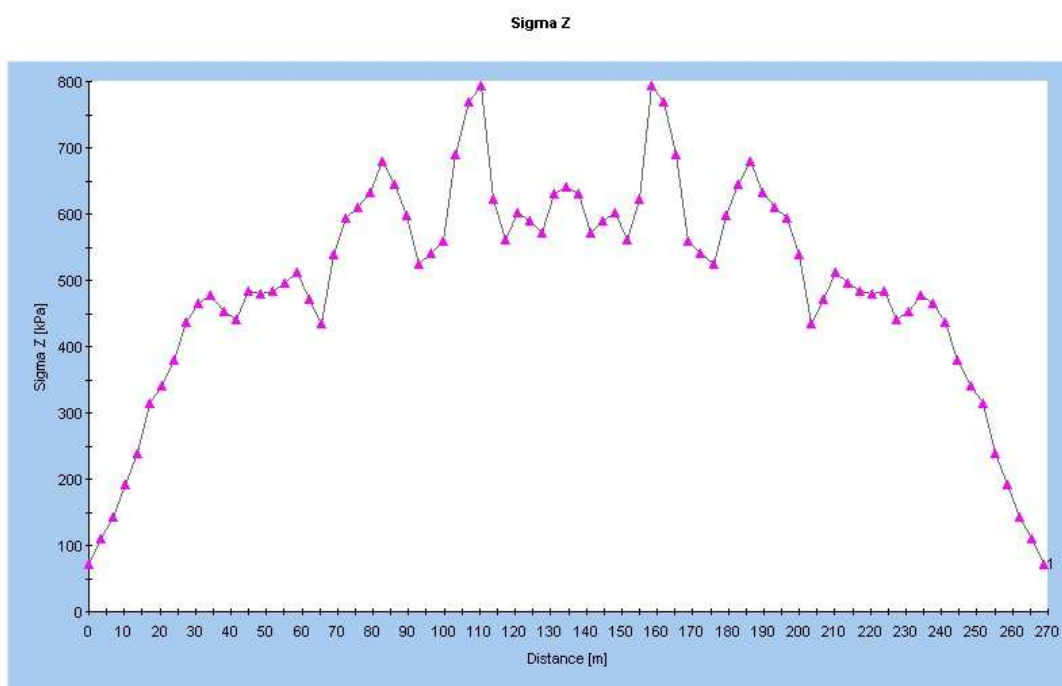
Andamento dello sforzo deviatorico (deviatoric stress) nella sezione di progetto B – B.



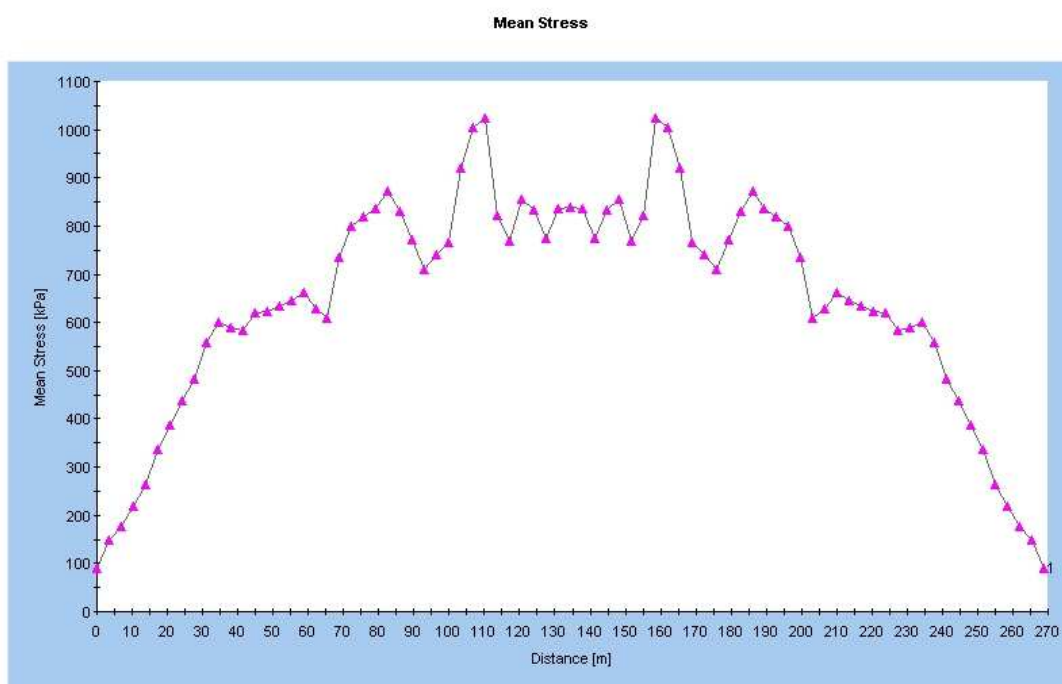
Andamento della tensione principale Sigma 1 nel piano dello strato di fondo (sezione 1 – 1)



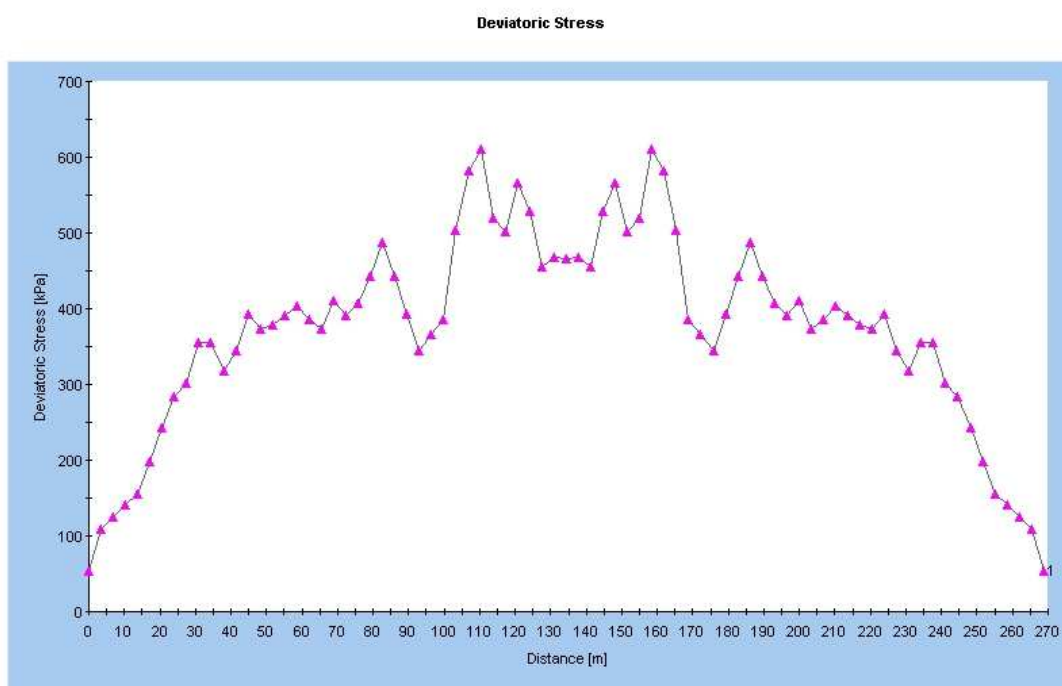
Andamento della tensione principale Sigma 3 nel piano dello strato di fondo (sezione 1 – 1)



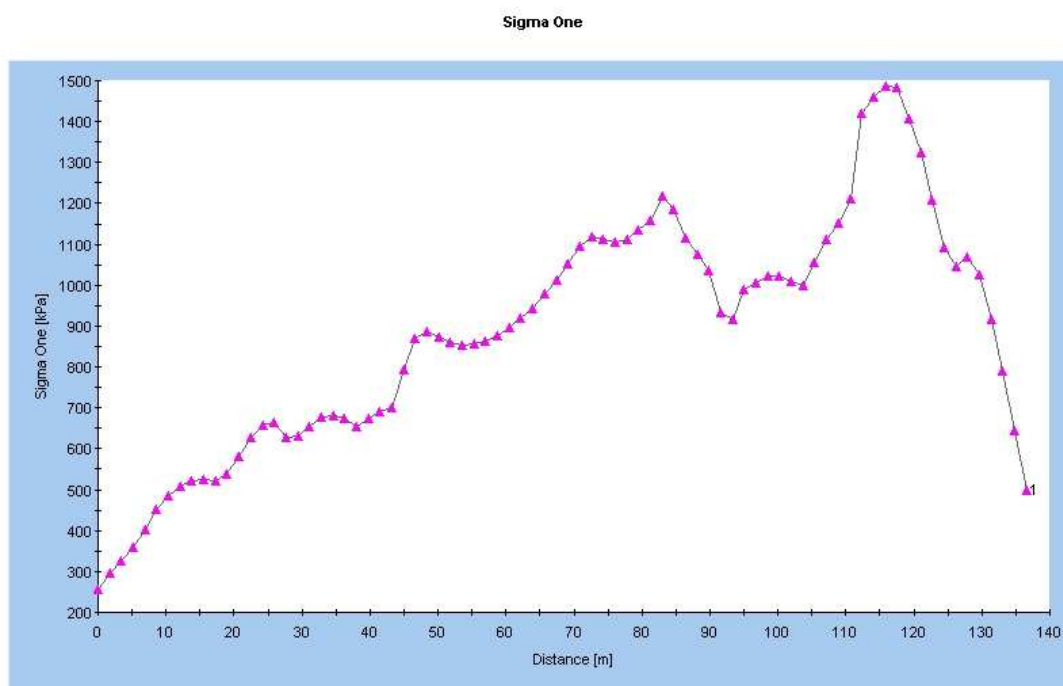
Andamento della tensione verticale Sigma Z nel piano dello strato di fondo (sezione 1 – 1)



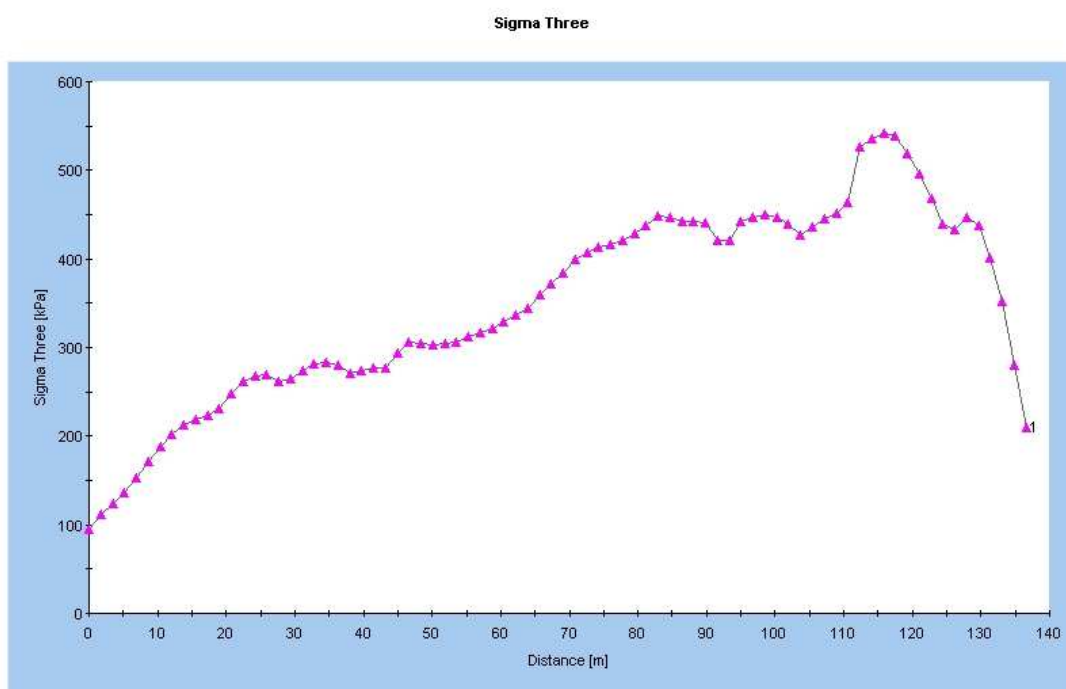
Andamento della tensione media (mean stress) nel piano dello strato di fondo (sezione 1 – 1)



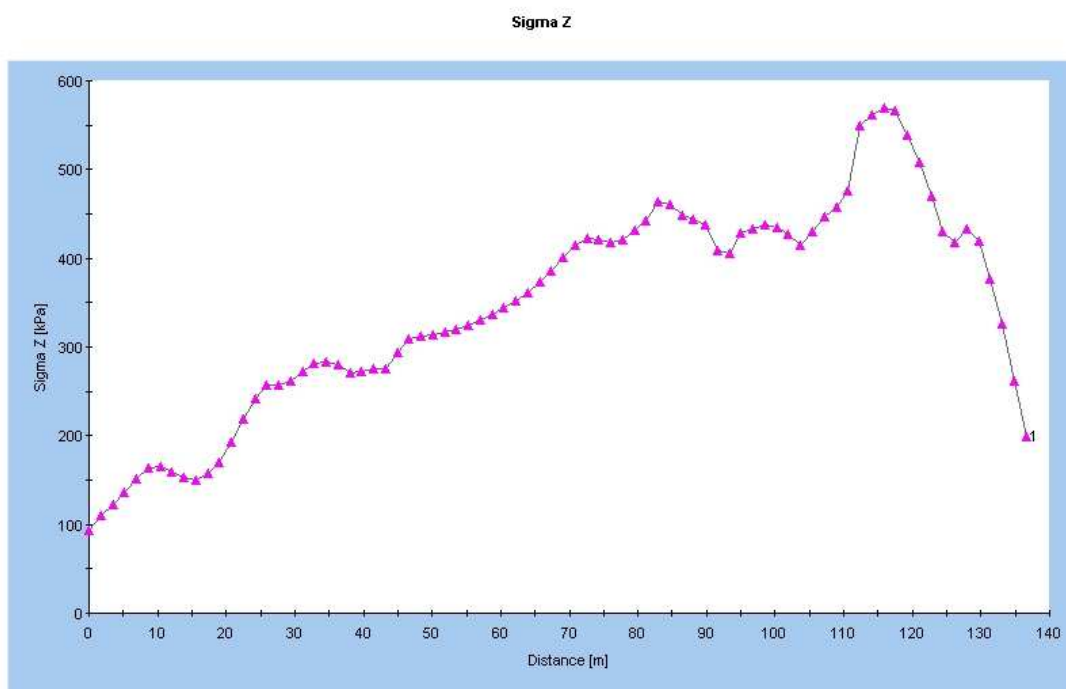
Andamento dello sforzo deviatorico (deviatoric stress) nel piano dello strato di fondo (sezione 1–1)



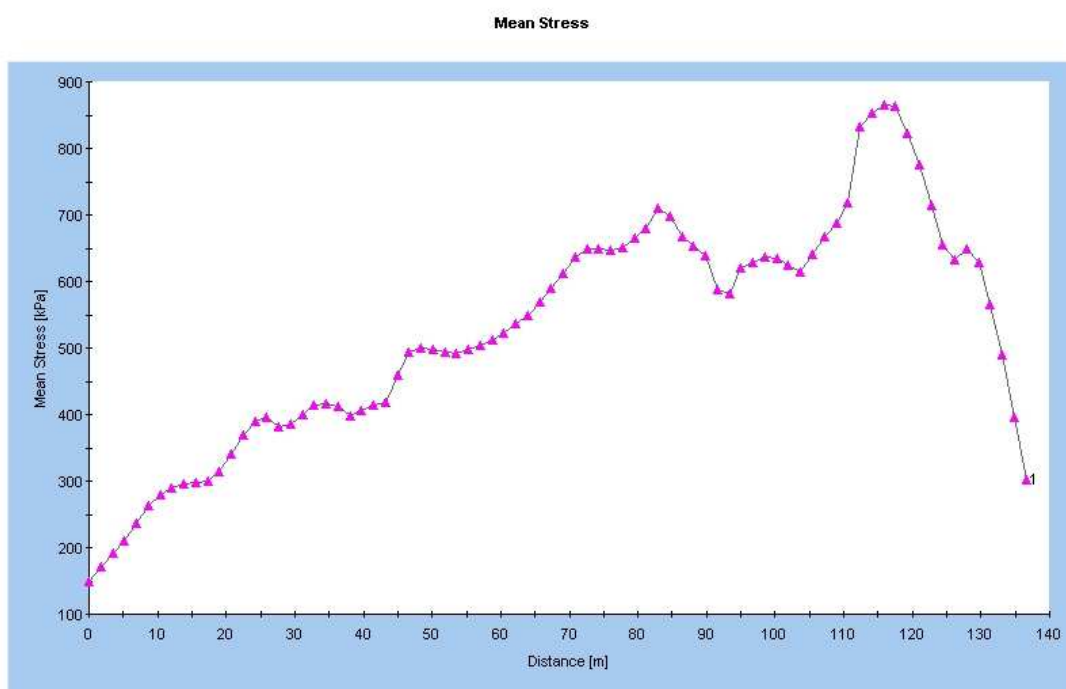
Andamento della tensione principale Sigma 1 nel piano dello strato di fondo (sezione 2 – 2)



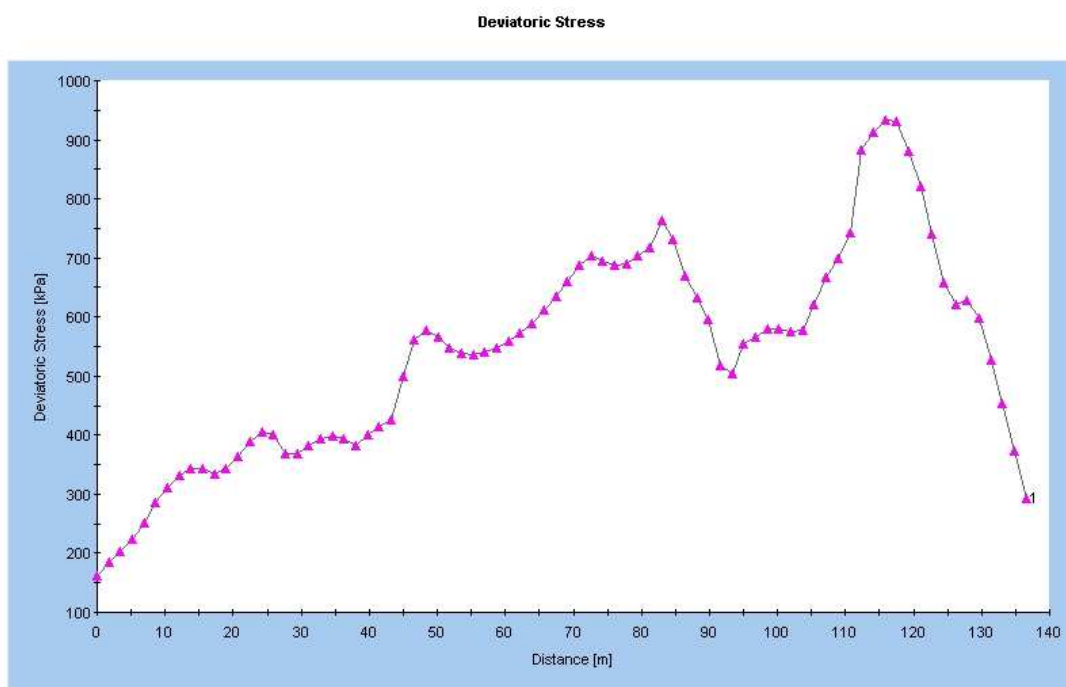
Andamento della tensione principale Sigma 3 nel piano dello strato di fondo (sezione 2 – 2)



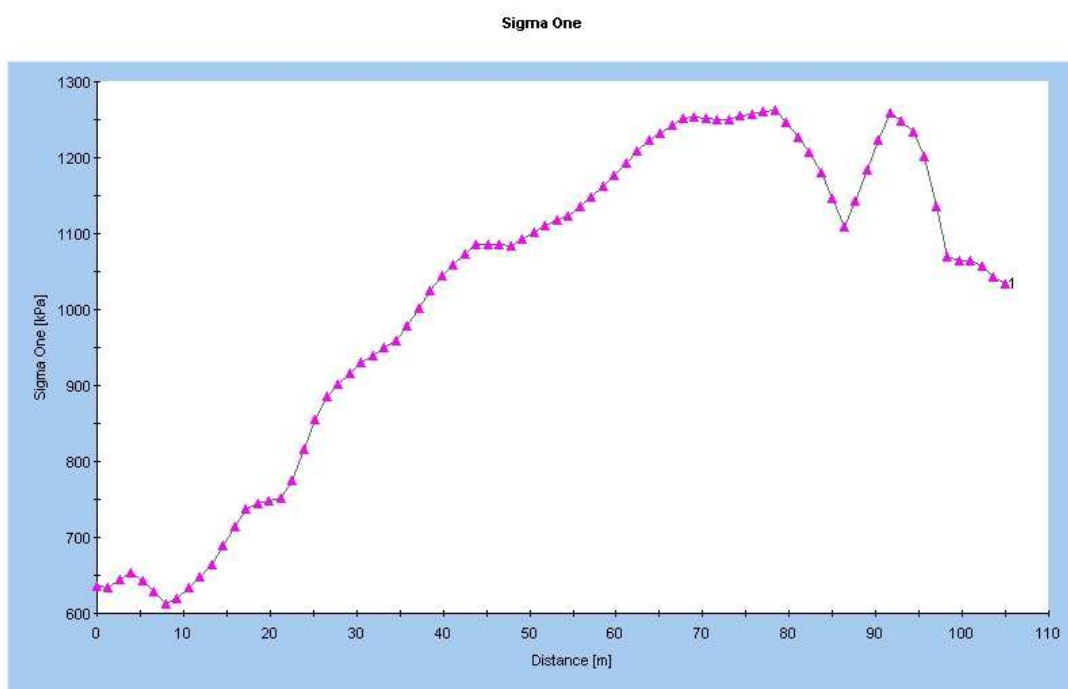
Andamento della tensione verticale Sigma Z nel piano dello strato di fondo (sezione 2 – 2)



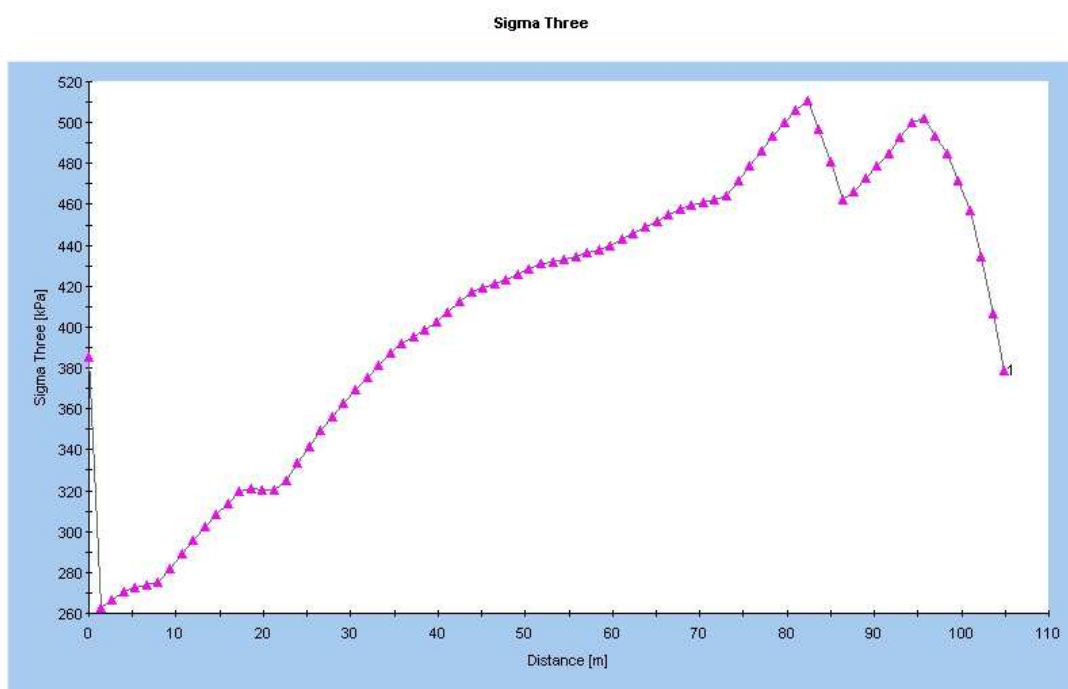
Andamento della tensione media (mean stress) nel piano dello strato di fondo (sezione 2 – 2)



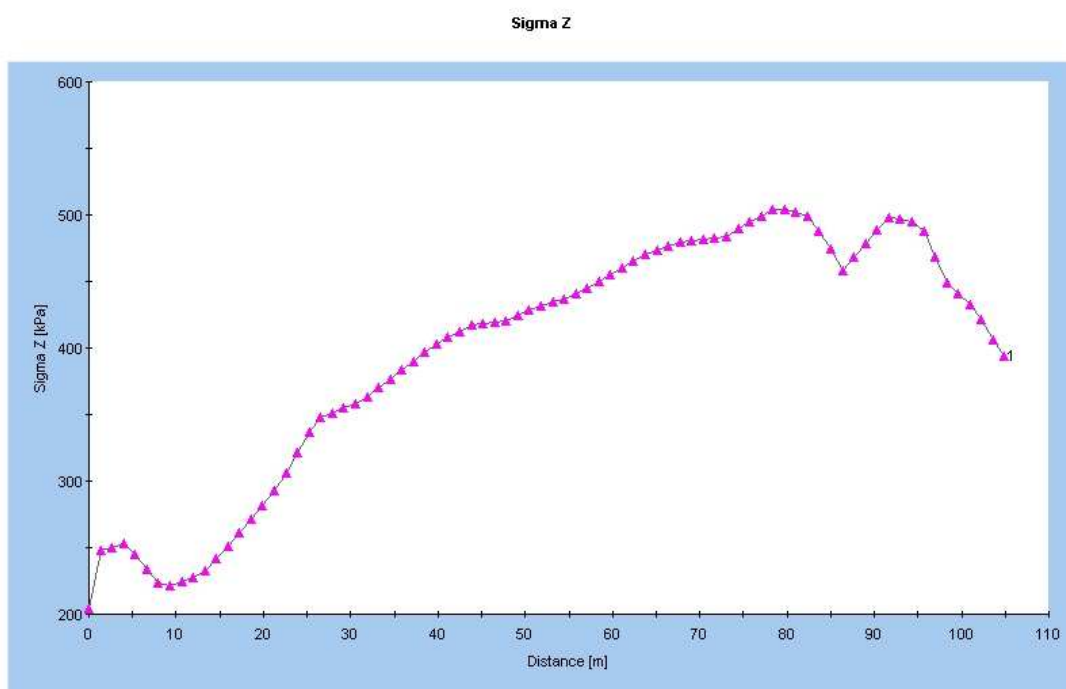
Andamento dello sforzo deviatorico (deviatoric stress) nel piano dello strato di fondo (sezione 2–2)



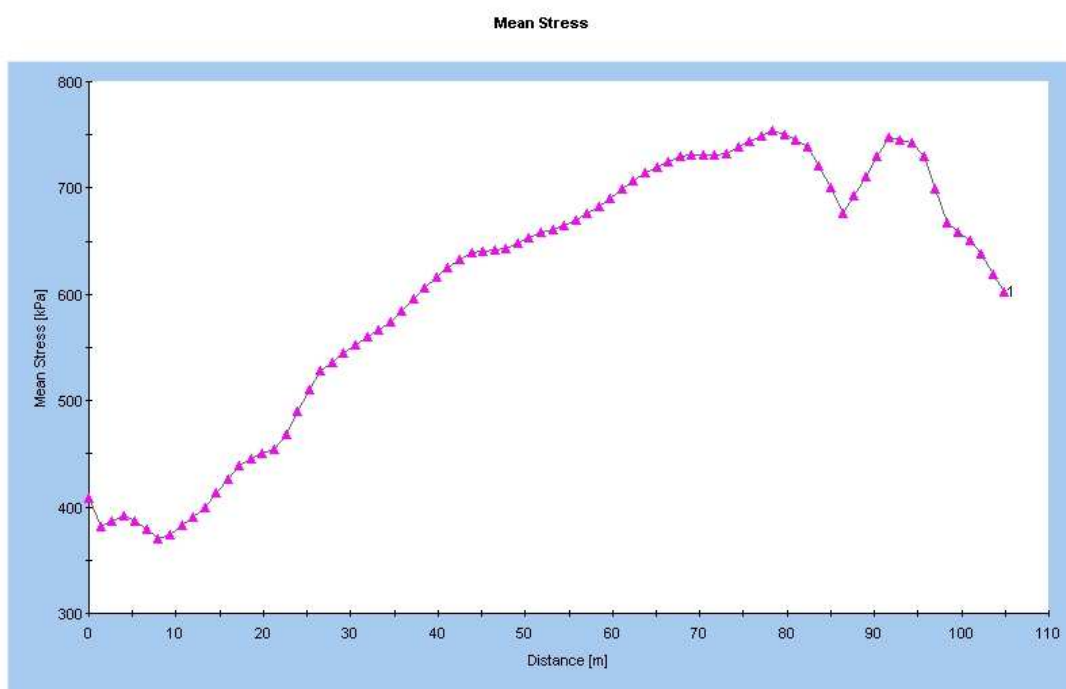
Andamento della tensione principale Sigma 1 nel piano dello strato di fondo (sezione 3 – 3)



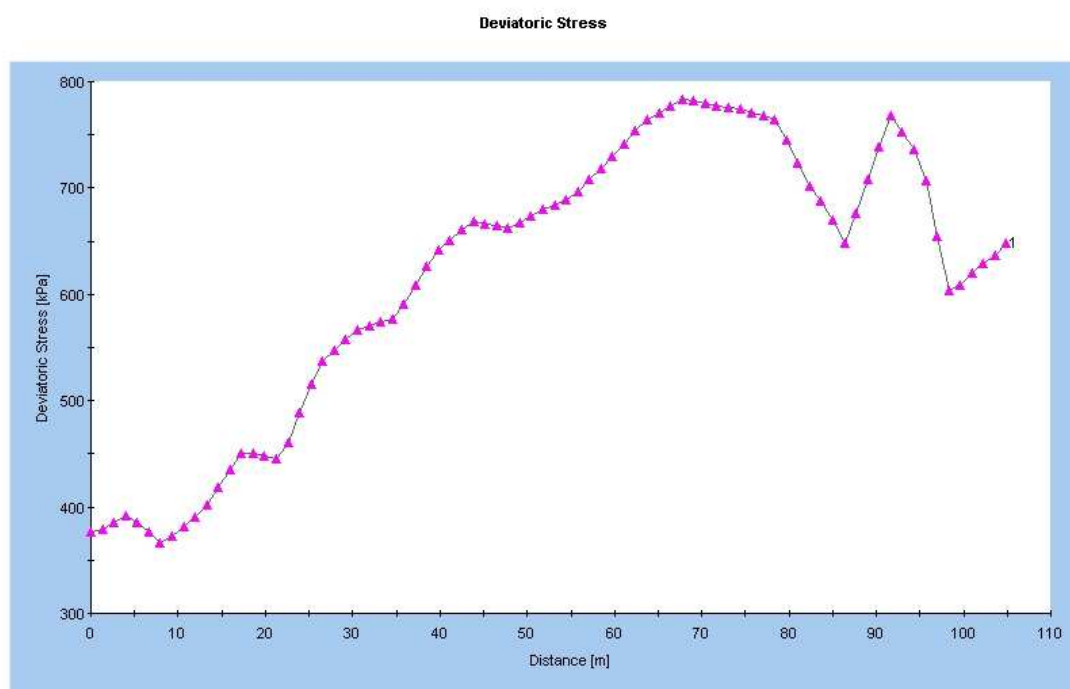
Andamento della tensione principale Sigma 3 nel piano dello strato di fondo (sezione 3 – 3)



Andamento della tensione verticale Sigma Z nel piano dello strato di fondo (sezione 3 – 3)



Andamento della tensione media (mean stress) nel piano dello strato di fondo (sezione 3 – 3)



Andamento dello sforzo deviatorico (deviatoric stress) nel piano dello strato di fondo (sezione 3-3)

4 Assestamento dei rifiuti contenenti amianto

Per quanto concerne la valutazione dei cedimenti dei rifiuti contenenti amianto occorre fare alcune considerazioni preliminari in merito alle caratteristiche del rifiuto conferito in discarica ed alle modalità di conferimento e gestione.

La cella destinata allo smaltimento dell'amianto sarà riempita con big bags, contenenti rifiuti provenienti da attività di dismissione e bonifica da amianto, conferiti in discarica su palletts.

Lo stoccaggio all'interno della cella sarà effettuato per strati ed al termine di ciascuno strato si provvederà alla copertura con materiale inerte opportunamente selezionato costituito da terreni non contaminati a granulometria medio fine (sabbia-marmettola). Gli strati di materiale inerte avranno spessore di 15-20 cm e si procederà alla compattazione del rifiuto solamente al termine della posa dello strato di materiale inerte e comunque solo quando lo strato di rifiuto contenente amianto risulterà completamente coperto da tale copertura intermedia.

Tale procedura di stoccaggio delle big bags permette di controllare due importanti aspetti nella gestione della cella:

- 1) lo strato di materiale inerte intermedio impedisce la dispersione in aria di eventuali frammenti di rifiuto contenente amianto creando strati di rifiuto isolati e permettendo così di effettuare le operazioni di conferimento in sicurezza;
- 2) durante le operazioni di riempimento con il materiale inerte si procederà preliminarmente al riempimento degli eventuali vuoti presenti tra big bags adiacenti in maniera tale da creare una struttura quanto più rigida e confinata al fine di limitare gli spostamenti delle big bags;
- 3) il riempimento della cella destinata allo smaltimento dell'amianto sarà effettuato per livelli successivi: Le operazioni di compattazione saranno effettuate solamente al termine del completamento di uno strato di rifiuti e dopo che la copertura con il materiale inerte è stata ultimata. Pertanto, operando in questo modo si può ritenere che al momento del conferimento del rifiuto nel livello successivo i cedimenti e gli assestamenti dei livelli sottostanti si siano completamente esauriti: gli strati sottostanti si comporteranno in modo pressoché rigido dando origine solamente a cedimenti secondari.

Inoltre, tale tipologia di rifiuti, a differenza dei rifiuti con elevato contenuto organico (per es. RSU) soggetti a degradazione e quindi caratterizzati da elevati intrinseci assestamenti nel tempo, produrrà deformazioni legate solamente alla compattazione del rifiuto traducibili in spostamenti

pressoché immediati dovuti all'applicazione dei carichi. La percentuale di materiale organico eventualmente degradabile è infatti irrisoria rispetto al volume complessivo del rifiuto stesso.

Per quanto concerne i cedimenti a lungo termine si può ritenere che saranno trascurabili vista la non biodegradabilità del rifiuto e l'assenza di sovraccarico della cella stessa con altro materiale. Allo scopo la posizione e dimensione delle celle è stata scelta proprio in virtù di questa previsione progettuale che non prevede di conferire rifiuti al di sopra delle celle per amianto.

Le caratteristiche di deformabilità del rifiuto potranno variare in funzione dell'origine dell'rifiuto stesso, pertanto si potranno verificare cedimenti differenziali degli strati. Qualora si dovessero verificare cedimenti non omogenei degli strati si provvederà, prima dell'avvio del conferimento di rifiuto nello strato successivo, alla regolarizzazione della superficie mediante la messa in posa di quantitativi aggiuntivi di materiale inerte compattato al fine di garantire che il nuovo strato di rifiuti poggi su una superficie regolare e priva di avvallamenti. In altri termini la compensazione della deformazione avviene già nelle immediate successive fasi di elevazione dello strato.

Querceta 15 Aprile 2009

Il Tecnico
Dott. Ing. Massimo Gardenato