REMNA Srl
Sviluppo impianti di produzione energia da fonti rinnovabili
Via De Amicis 26, 20123 Milano (MI)
Partita IVA e Cod. Fiscale 07405480968
Tel - 3496535114 - 3402570771 - 3288175300
Tel – 02 83986400; Fax – 02 83986401
Pec – remna@legalmail.it

Regione Liguria	*Comuni di Montalto Carpasio e Molini di Triora*

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE ARGENTINA A MONTALTO CARPASIO

AUTORIZZAZIONE UNICA
ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE AD USO IDROELETTRICO
ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai Sensi del dlgs 152/2006

R5.1 – RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRATIVA

Gruppo di lavoro

Progettazione - Coordinamento dello SIA:
REMNA SRL
Dott. Ing. Camilla Castoldi

Comparto Ambientale:
FLUME SRL
Dott. Ing. Paolo Vezza
Dr. Michele Spairani
Dr. Nicola Polisciano
Dr. Alessandro Balestrieri
Dott. Ing, Andrea Zanin

Comparto Geologia:
GEOTECAM
Dott.Geol. Andrea Robbiano
Dott.Geol. Giacomo Canepa

	MAGGIO 2019	Revisione:	01

Studio Associato di Geologia tecnica & ambientale
Via Nino Bixio 22D/4 - 16043 Chiavari (GE)
Telefono 0185313910 - E_mail: geotecam@libero.it
Dott. Geol. Giacomo Canepa & Dott. Geol. Andrea Robbiano
ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE - C.F. e P.IV.A. N° 01046100994

Spett.le
Remna s.r.l.
Via de Amicis, 26
20123 Milano

Oggetto: progetto per la realizzazione di un impianto miniidroelettrico ad asta sottesa sul T.Argentina nei Comuni di Montalto Carpasio e Molini di Triora: integrazioni di carattere geologico

Le presenti integrazioni fanno seguito alla nota della Regione Liguria - *Settore Valutazione Impatto Ambientale e sviluppo sostenibile* del 22.01.2019 (prot.n. PG/2019/0018500) e alla *Relazione geologica progettuale* redatta dallo scrivente Studio professionale in data 20.11.2015.

Con riferimento ai contenuti della citata nota regionale e in particolare per quanto richiesto alla matrice geologia in rapporto alla localizzazione dell'intervento, si specifica quanto segue.

A - L'impianto in progetto prevede l'utilizzo di una briglia esistente, attualmente a servizio dell'acquedotto irriguo di Montalto Carpasio, la realizzazione di una condotta in pressione per lo sfruttamento del salto geodetico e l'edificazione di una centrale adibita alla trasformazione dell'energia, alla restituzione delle acque e alla connessione alla rete elettrica.
Tutto l'impianto ricade in Comune di Montalto Carpasio, mentre la sponda destra della traversa esistente ricade nel Comune di Molini di Triora: pertanto, la derivazione dell'acqua è in ogni caso da considerarsi su entrambi i territori comunali.
L'impianto prende quindi avvio da una struttura esistente e, per la parte preponderante, il collettore si sviluppa lungo il sedime della strada provinciale n. 21bis. Fanno eccezione il primo tratto di condotta fra l'opera di presa e la sezione a quota 267.4 m s.l.m., la zona di attraversamento del ponte sul T. Argentina a quota 226.8 m s.l.m. e il settore terminale di accesso all'edificio centrale a quota 212.8 m s.l.m.
Durante il percorso indicato a progetto la condotta interseca una zona classificata nella carta della suscettività al dissesto nel Piano di Bacino del T. Argentina come Pg3A e in successione un'area classificata Pg3B (entrambe pericolosità e suscettività alta).
In relazione a quanto sopra si evince che:

- l'opera di presa, che ricade in zona Pg1, è già esistente e attiva da tempo, versa in buone condizioni di conservazione e sarebbe oneroso e inutile localizzarne una nuova in altro sito;
- la condotta che si sviluppa dalla traversa esistente può insistere solo sul tracciato indicato; la strada alternativa presente in sponda sinistra (S.P. n.548), pur convergendo sulla S.P. 21bis a quota 221.9 m s.l.m., in corrispondenza della sezione di presa si sviluppa ad una quota più elevata di circa 40 m, rendendo di fatto improponibile un suo utilizzo, se non attraverso una immissione di acqua per mezzo di pompaggio anziché per gravità, come invece è previsto sulla S.P. 21 bis;
- peraltro l'utilizzo della canalizzazione esistente in sinistra idrografica, a quota inferiore rispetto alla strada provinciale, avrebbe comportato una cantierizzazione molto difficoltosa, al limite della fattibilità in alcuni tratti, in quanto il tracciato del beudo in alcuni settori risulta formato da una fascia di 1 m di larghezza, con strapiombi di decine di metri a valle; risulta quindi evidente come la posa di una condotta di 1,3 m di diametro, con verghe di 6 m di lunghezza, determinerebbe un'estrema difficoltà di realizzazione.

Tutto ciò considerato, si può affermare che il tracciato prescelto sia l'unico possibile ai fini dell'effettiva fattibilità dell'opera.

B – Relativamente alle interferenze tra le opere in progetto e le zone Pg3A e Pg3B, nella *Relazione geologica progettuale* del 20.11.2015 sono state evidenziate le problematiche emerse e gli interventi da effettuare per la messa in sicurezza del tracciato stradale che sarà sede della condotta.

Dall'esame delle note illustrative del Piano di Bacino del T. Argentina emerge che "*il rilevamento geomorfologico ha riscontrato come gran parte delle criticità sia localizzata in corrispondenza delle linee di scorrimento preferenziali delle acque superficiali, con scarsa copertura vegetale e fenomeni di erosione sia diffusa sia concentrata, e soprattutto laddove forme di utilizzo del suolo, che prevedevano il drenaggio e la raccolta e l'allontanamento delle acque di corrivazione superficiale, sono state trascurate o abbandonate. I dati acquisiti portano a ritenere che il T. Argentina sia attualmente in una fase di ringiovanimento, soprattutto a seguito dell'evento alluvionale del novembre – dicembre 2000 , caratterizzato dalla forte erosione delle aste fluviali di qualsiasi ordine gerarchico. Da questo dato ne deriva come le problematiche geomorfologiche più diffuse all'interno del bacino si manifestino sia attraverso debris flow, sia come frane di crollo localizzate, sia come ruscellamento diffuso e incanalato.*

Dal punto di vista geomorfologico, gli elementi che concorrono a produrre le situazioni di rischio più evidenti e significativi con la sovrapposizione della pericolosità e con l'uso del suolo sono : 1) perdita di suolo: i fenomeni erosivi sono causa della degradazione dei suoli e della relativa perdita di fertilità; 2) scarpate rocciose in corrispondenza della rete viaria che,

in concomitanza di piogge intense, scaricano materiale rappresentando un pericolo per l'incolumità pubblica, tagli stradali in litologie instabili, soprattutto in caso di sbancamenti di rilevante altezza, possono causare fenomeni franosi (cfr. Strada Provinciale della Valle Argentina, nel tratto a valle della confluenza con il T. Oxentina).

Le notazioni riprese dal Piano di Bacino corrispondono in larga parte alle osservazioni effettuate nel corso del rilevamento geologico nei settori Pg3A e Pg3B.

In corrispondenza grossomodo dell'innesto dell'opera su strada (sezione di progetto MN 15) sono state riscontrate alcune criticità che interessano una consistente porzione della ripa ubicata a monte della strada provinciale n.21bis.

Vaste porzioni del basamento lapideo, affiorante ed esposto agli atmosferili in quanto privo di copertura terrigena e di manto vegetale, evidenzia uno stato fessurativo significativo e locali sacche di alterazione che predispongono a potenziali fenomeni di crollo.

Conformemente a quanto osservato, il Piano di Bacino classifica questo settore in zona Pg3A: non si tratta pertanto di un'area soggetta a frana quiescente, ma di una zona interessata da potenziali frane di crollo localizzate.

Per quanto concerne le possibili interferenze delle opere in progetto con la zona Pg3A, occorre sottolineare che tra le sezioni 15 e 16 di progetto la condotta sarà interrata lungo la sede viaria e il reinterro dello scavo in trincea offrirà una sufficiente protezione nei confronti di possibili crolli di massi. Peraltro, occorre sottolineare che i lavori di scavo, non comportando alcun movimento di terra sulle ripe a monte della strada, non interferiscono con i fronti rocciosi in questione.

La situazione di criticità in atto è già stata affrontata dagli Enti competenti rivestendo le pareti lapidee a contatto della strada con reti armate ancorate in aderenza alla roccia.

Inoltre, è stata predisposta e messa in opera una barriera paramassi in grado di intercettare eventuali materiali di crollo provenienti dalle porzioni di versante più elevate.

Al fine di ridurre ulteriormente il rischio per la pubblica incolumità, nella *Relazione geologica progettuale* del 2015 è stata indicata, a titolo prescrittivo, la necessità di estendere verso E lo sviluppo della barriera paramassi esistente lungo la porzione di versante a monte del tratto più settentrionale della condotta a progetto. E' opportuno altresì che l'intervento di consolidamento diretto in parete tramite rete metallica sia integrato con pannelli in funi d'acciaio in modo da garantire una più efficace azione di contrasto nei confronti dei blocchi rocciosi disarticolati che caratterizzano questo ambito di territorio.

Infine, in corrispondenza del tributario più settentrionale in destra idrografica del T. Argentina, che è contraddistinto da fenomeni di erosione lungo il suo corso, testimoniati dalla presenza di materiale lapideo sul manto stradale, si suggerisce la realizzazione di un muro di protezione in pietra e malta, di altezza pari a 2 m, lungo il margine di monte della strada.

Procedendo verso valle, oltre la sezione di progetto MN 15, è presente un'area classificata Pg3B nel Piano di Bacino: lungo lo sviluppo della strada provinciale interessata dalla posa della condotta sono presenti infatti alcuni ulteriori settori dove le condizioni di fratturazione

dell'ammasso roccioso comportano un precario equilibrio geomorfologico dei fronti lapidei a monte della viabilità.
Dal punto di vista strettamente normativo non è possibile definire i criteri che hanno indotto la classificazione in area Pg3B, non essendo disponibili alcune carte di base (geomorfologica, acclività, uso del suolo) che consentano la definizione dei "pesi" così come definiti nell'allegato 1 del Piano di Bacino. Tuttavia, hanno certamente concorso a tale definizione lo scadente stato di conservazione della roccia e l'elevata acclività dei versanti che sono i fattori predisponenti a eventuali fenomeni di crollo.
Pur presentando queste zone un grado di pericolosità inferiore rispetto a quelle precedentemente descritte, nel *Relazione geologica progettuale* del 2015 è stata indicata l'opportunità di intervenire per consentire la mitigazione del rischio connesso alle lavorazioni in progetto. In particolare, si fa riferimento ad alcune pareti rocciose subverticali in corrispondenza delle quali si suggerisce, previo leggero disgaggio, di porre in opera in generale reti metalliche di protezione e nei casi più critici pannelli in fune d'acciaio.
Occorre sottolineare anche in questo caso che le condizioni di potenziale rischio non determinano alcuna ripercussione con le opere in progetto che, in tutto il tratto classificato come zona Pg3B, risultano completamente interrate e protette da un consistente strato di reinterro. Peraltro, anche per questo tratto la realizzazione degli sterri non interferisce con le pareti rocciose.

C – Per quanto attiene alle analisi di stabilità lungo tutte le sezioni di progetto ricadenti in zone Pg3A e Pg3B oltre a quelle dove sarà posta in opera una scogliera di protezione della condotta, sono state elaborate le sezioni stratigrafiche interpretative lungo le sezioni di progetto nn. 11, 12, 13, 14, 15, 15.5, 16, 16.5, tenendo conto della modellazione geologica del sito ricostruita nella *Relazione geologica progettuale* del 2015, definendo i parametri geotecnici caratteristici e di progetto degli orizzonti stratigrafici e sulla base dei fattori di amplificazione sismica che tendono a modificare le caratteristiche del segnale sismico rispetto a un sito di riferimento rigido.
L'assetto stratigrafico di riferimento è rappresentato dalla sovrapposizione di un sottile livello di terreni sciolti, eterogenei ed eterometrici, al substrato roccioso alterato e fratturato in superficie, passante a migliori condizioni di conservazione al crescere della tensione litostatica compatibile con le analisi di stabilità del versante.
<u>Materiali sciolti naturali e riporti</u>
Nell'ambito di intervento i terreni sciolti assumono spessori in genere inferiori ad 1 m e sono costituiti da una frazione grossolana prevalente. Relativamente al comportamento geotecnico, può quindi essere assunto quello tipico dei terreni a grana grossa, aventi grado di addensamento medio-basso e progressivamente crescente in profondità. La definizione dei principali parametri costitutivi dei materiali è stata ottenuta dai risultati di prove geoteniche in sito, dalla bibliografia esistente, unitamente all'esperienza personale e al confronto con analisi

di laboratorio condotte su materiali simili. La sintesi di quanto ottenuto è riportata in tabella:

	Peso di volume (kN/m^3)	**Coesione efficace (kPa)**	**Angolo di attrito efficace (°)**
Valore	19	0	32
	19,5	0	33
	20	0	34
Valori medi	**19,5**	**0**	**33**

Substrato roccioso

La caratterizzazione del substrato roccioso è stata ricavata attraverso l'esecuzione di un rilevamento strutturale e geomeccanico e di test sclerometrici sugli affioramenti lapidei disponibili nell'area di interesse che hanno consentito di definirne la qualità adottando la metodologia proposta da Marinos & Hoek (2000) che prevede l'utilizzo del Geological Strenght Index (G.S.I.).

Da quanto rilevato sul terreno, si è constatato che il substrato lapideo presenta, almeno negli negli orizzonti superficiali, una struttura molto fratturata (ammasso disturbato, con almeno tre sistemi di famiglie di giunto che isolano blocchi a forma prevalentemente cubica) e condizioni dei giunti mediocri (giunti da lisci a leggermente rugosi e superficie moderatamente alterata), che hanno reso necessaria la realizzazione di interventi di consolidamento del versante mediante reti armate, consentendo la mitigazione del rischio da caduta massi.

Per quanto riguarda alla stabilità globale della porzione di pendio di interesse, si ritiene comunque di fare riferimento alle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso negli orizzonti più profondi, che presentano grado di fratturazione più contenuto, con valori del GSI compresi tra 40-50, in coerenza con quanto riportato dagli Autori per le formazioni flyschoidi di tipo B - *strati tenaci con sottili strati fragili e duttili*.

Tenendo conto della tipologia interventuale in rapporto all'assetto geologico-strutturale del versante, al numero e alla ridotta spaziatura delle fratture, è stata considerata esclusivamente una direzione di carico verticale, dove le diverse famiglie di discontinuità appaiono mutualmente vincolate, il comportamento meccanico dell'ammasso roccioso è condizionato dall'insieme discontinuità-matrice e può essere assunto isotropo.

Il modello geomeccanico adottato è, pertanto, quello *continuo-equivalente,* mentre i parametri di resistenza al taglio sono desunti con l'inviluppo a rottura stabilito con il criterio empirico di Hoek-Brown (Hoek et al., 2002), adottando i seguenti valori:

- costante $m_i = 7\pm2$ (*chalk*);
- fattore di disturbo (D) = 0.8;
- "modulus ratio" (MR) = 900 (Hoek & Diederichs, 2005);
- peso di volume del materiale roccia (γ) = 26 kN/m^3.

Il diverso stato di fratturazione del substrato è stato simulato combinando tre differenti indici del G.S.I. (40, 45, 50) con due valori di resistenza alla compressione monoassiale (30 e 40 MPa) e derivando coesione, angolo di attrito e modulo elastico validi per un intervallo di tensione litostatica di interesse progettuale con un'altezza media del fronte sopra strada di 30

m (RocLab, 2013), ritenuto rappresentativo in rapporto all'assetto stratigrafico ricostruito e alle opere a progetto. I risultati ottenuti sono riportati nel prospetto sottostante.

G.S.I.	Resistenza a compressione (MPa)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito (°)	Modulo elastico (MPa)
40	30	137	32,6	1377,6
40	40	157	34,7	1836,8
45	30	165	35,2	1821,5
45	40	191	37,3	2428,7
50	30	200	37,6	2471,1
50	40	236	39,7	3294,7
Valori medi		181	36,2	2205,1
COV (%)		40	10	40

La definizione dei parametri geotecnici caratteristici è stata ottenuta ricorrendo alla statistica classica con ipotesi di varianza nota, applicando la formulazione seguente, valida nel caso di stime in presenza di pochi dati di ingresso:

$$Nk = Nm\ (1 \pm 1{,}645 * \sigma / \sqrt{n})$$

dove: i) Nm= valore medio del parametro, ii) X= parametro dipendente dalla legge di distribuzione delle probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata. L'Eurocodice 7 fissa una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di X= -1.645, iii) σ= deviazione standard , iv) n= numerosità del campione.

I valori così determinati sono riassunti nelle Tabelle 1 (terreni sciolti) e 2 (substrato roccioso).

Parametri di pericolosità sismica

Relativamente ai parametri di pericolosità sismica, alla luce delle N.T.C. 2018, gli spettri sismici dipendono dalle coordinate geografiche del sito che sono: latitudine: 43.939965 N - 7.83080243 E.

Per valutare l'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, Vs,eq (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con hi = spessore dell'i-esimo strato; VS,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

- N = numero di strati;
- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

In merito alla categoria di sottosuolo si può adottare il tipo A che comprende *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di*

taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo di 3 m.

Per quanto riguarda gli effetti topografici, ovvero la modifica all'azione sismica indotta dalla geometria superficiale del terreno, la morfologia del sito può essere associata alla categoria T2 (pendii con inclinazione media > 15°) della Tabella 3.2.IV delle N.T.C. 2018.

I parametri di pericolosità sismica necessari per le verifiche agli stati limite in condizioni dinamiche sono stati derivati con apposito programma di calcolo (Geostru-PS, 2009) e riassunti in Tab. 3 (stabilità dei pendii) imponendo, salvo ulteriori specificazioni fornite dal Progettista, una vita nominale dell'opera di 50 anni (opere ordinarie) e una classe II (opere infrastrutturali).

Verifiche di stabilità del versante

Al fine di formulare un giudizio in merito alla fattibilità tecnica dell'intervento a progetto in rapporto agli elementi di pericolosità geologica del sito, con particolare riferimento al tratto più settentrionale della condotta dove sarà realizzata una scogliera di valle a protezione e dove sono segnalate le aree Pg3A e Pg3B del Piano di Bacino, sono state eseguite specifiche verifiche di stabilità lungo le sezioni di progetto nn. 11, 12, 13, 14, 15, 15.5, 16, 16.5 opportunamente estese a monte per un tratto rappresentativo.

In particolare, le verifiche agli SLU (in condizioni statiche e dinamiche) sono state effettuate secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) dove:

- A2 = 1.0 (carico permanente sfavorevole di tipo strutturale); il terreno contribuisce al comportamento dell'opera con le sue caratteristiche di peso, resistenza e rigidità;
- M2 = 1.25 (tangente angolo di resistenza al taglio); 1.25 (coesione efficace); 1.0 (peso di volume); 1.6 (resistenza alla compressione monoassiale);
- R2 = 1.1.

I parametri di progetto dei materiali considerati, da utilizzare nelle verifiche, sono stati derivati riducendo i valori geotecnici caratteristici con il rispettivo coefficiente M2.

I valori ottenuti sono riportati nella tabella sottostante:

Materiali	**Valori**	**Angolo di attrito (°)**	**Coesione (kPa)**	**Peso di volume (kN/m^3)**
Terreni sciolti e riporti	caratteristici	29,87	0	20,43
	progetto	24,67	0	20,43
Substrato roccioso	caratteristici	33,7	132,3	27,23
	progetto	28,1	105,9	27,23

In ragione dell'assetto stratigrafico, le simulazioni analitiche sono state condotte con una maglia sufficientemente estesa per verificare tutti i possibili cerchi di scorrimento posti all'interno della porzione di versante interessata dalle opere a progetto.

Nelle valutazioni analitiche non è stata introdotta una superficie di falda poiché le evidenze di superficie suggeriscono una circolazione sotterranea solamente di tipo occasionale, almeno nell'ambito del volume geotecnico significativo.

Le verifiche sono state eseguite con un apposito programma di calcolo all'equilibrio limite

(Slide v. 5.044, 2010) utilizzando il metodo di calcolo rigoroso di Janbu e quello di Morgenstern-Price, validi per qualunque superficie di tipo circolare e in grado di soddisfare sia l'equilibrio delle forze in direzione verticale e orizzontale sia l'equilibrio dei momenti.
Le simulazioni di calcolo sono state effettuate nella configurazione più cautelativa, coincidente con quella di progetto (a seguito della realizzazione lungo la strada e del successivo riempimento della trincea di alloggio della condotta con materiale sciolto), dapprima in condizioni statiche e successivamente introducendo l'azione sismica attraverso l'inserimento dei coefficienti kh e kv relativi allo S.L.V. (Tab. 3).
Per il muro esistente di contenimento della strada e per la scogliera a progetto è stato adottato il modello a "infinite strenght" con peso di volume pari a 25 kN/m^2, in modo da vincolare le superfici di scivolamento esclusivamente all'interno dei materiali sciolti e del livello roccioso.
Tutte le verifiche condotte hanno permesso di accertare che le condizioni di stabilità della porzione di pendio nello stato di progetto, in condizioni di sollecitazione sismica, a livello sia globale sia locale, presentano coefficienti di sicurezza, intesi come rapporto tra forze resistenti e forze agenti, sempre superiori al coefficiente minimo delle normative vigenti (1.1) e consentono di esprimere un giudizio positivo in merito alla fattibilità tecnica dell'intervento in rapporto alle condizioni di equilibrio acquisite dalla porzione di territorio in esame.
Infine, per quanto attiene alle prescrizioni costruttive per la corretta realizzazione delle opere e al fine di garantire la sicurezza delle maestranze in cantiere, si ribadiscono pienamente tutte le disposizioni riportate nel capitolo **7. INDICAZIONI OPERATIVE** della *Relazione geologica progettuale* del 2015.
Particolare attenzione deve essere posta a tutti i fronti di scavo di altezza superiore a 2.5 m, per i quali dovranno essere utilizzare specifiche opere di sostegno provvisionali (i.e. puntelli) da rimuovere solo successivamente all'ultimazione dei lavori.

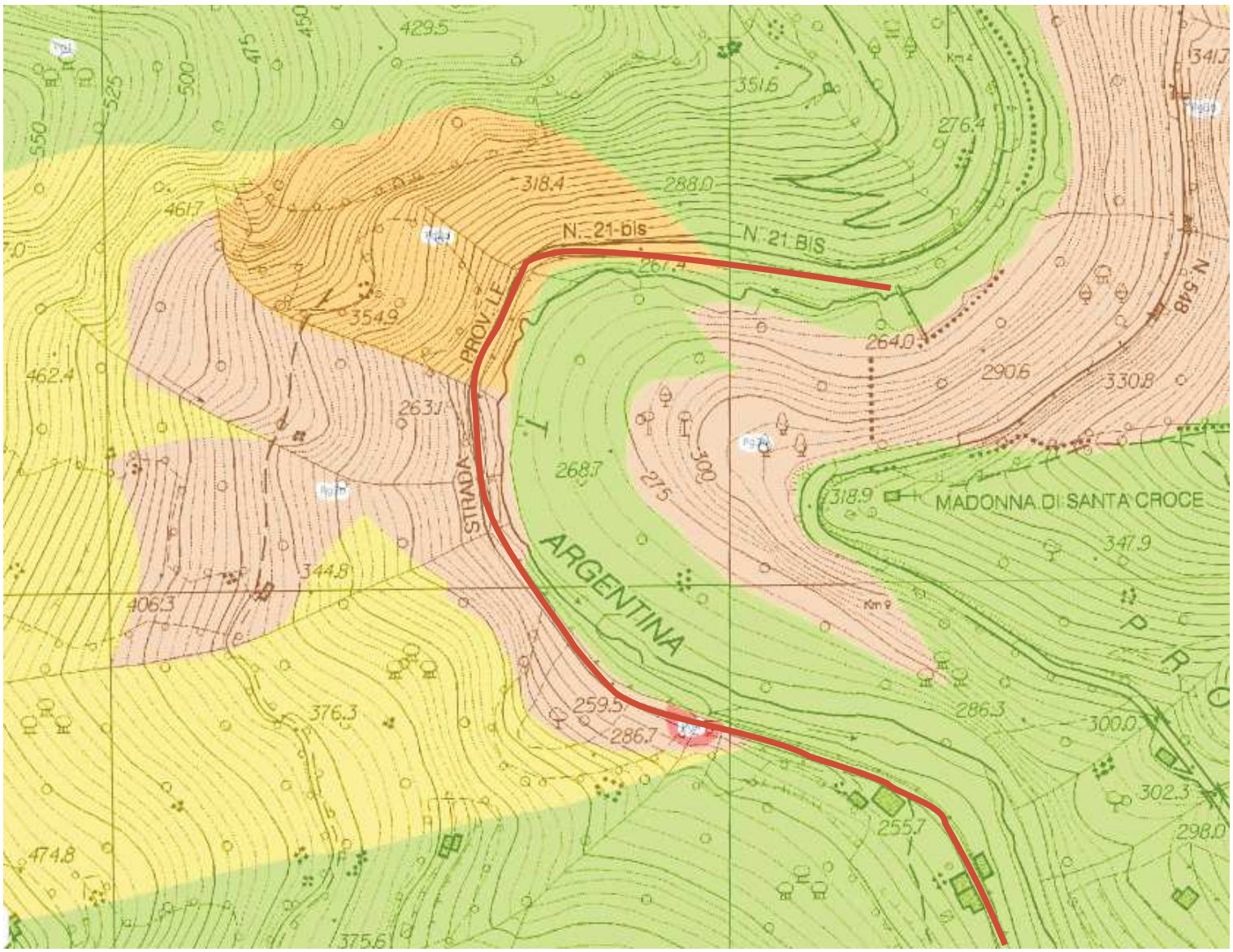
Chiavari, 3 giugno 2019

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 292
ANDREA ROBBIANO
GEOLOGO
data iscr. 12-01-1995

Dott. Geol. Andrea Robbiano

ALLEGATI

- Carta della suscettività al dissesto nel tratto settentrionale della condotta a progetto (Piano di Bacino del T. Argentina)
- Planimetria dell'area di interesse (settore settentrionale della condotta a progetto)
- N. 8 sezioni stratigrafiche ipotizzate lungo le sezioni di progetto nn. 11, 12, 13, 14, 15, 15.5, 16, 16.5
- N. 8 verifiche di stabilità del versante in condizioni dinamiche lungo le sezioni di progetto nn. 11, 12, 13, 14, 15, 15.5, 16, 16.5,
- Tabella 1: parametri geotecnici caratteristici e di progetto - terreni sciolti
- Tabella 2: parametri geotecnici caratteristici e di progetto - substrato roccioso
- Tabella 3: parametri di pericolosità sismica



LEGENDA

Pg0	Aree a pericolosita' e suscettivita' molto bassa
Pg1	Aree a pericolosita' e suscettivita' bassa
Pg2	Aree a pericolosita' e sucettivita' media
Pg3B / Pg3A	Aree a pericolosita' e suscettivita' alta
Pg4	Aree a pericolosita' e suscettivita' molto alta
A	Aree speciali di tipo A – corrispondenti alle aree di cave attive, miniere attive
A	Aree speciali di tipo A – corrispondenti alle aree di discariche in esercizio
B1	Aree speciali di tipo B1 – corrispondenti ad areali sedi cave attualmente cessate o in corso di sistemazione, i cui limiti sono derivati dagli elaborati del Piano Territoriale Regionale delle attivita' di cava o, qualora non oggetto di tale piano, desunti da rilievi di terreno
B2	Aree speciali di tipo B2 – corrispondenti alle aree di discariche dismesse e di riporti antropici

CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO NEL TRATTO SETTENTRIONALE DELLA CONDOTTA A PROGETTO

PIANO DI BACINO T. ARGENTINA

scala 1:2500

MNT 14

MNT 13

MNT 12

MNT 11

MNT 15.5

MNT 15

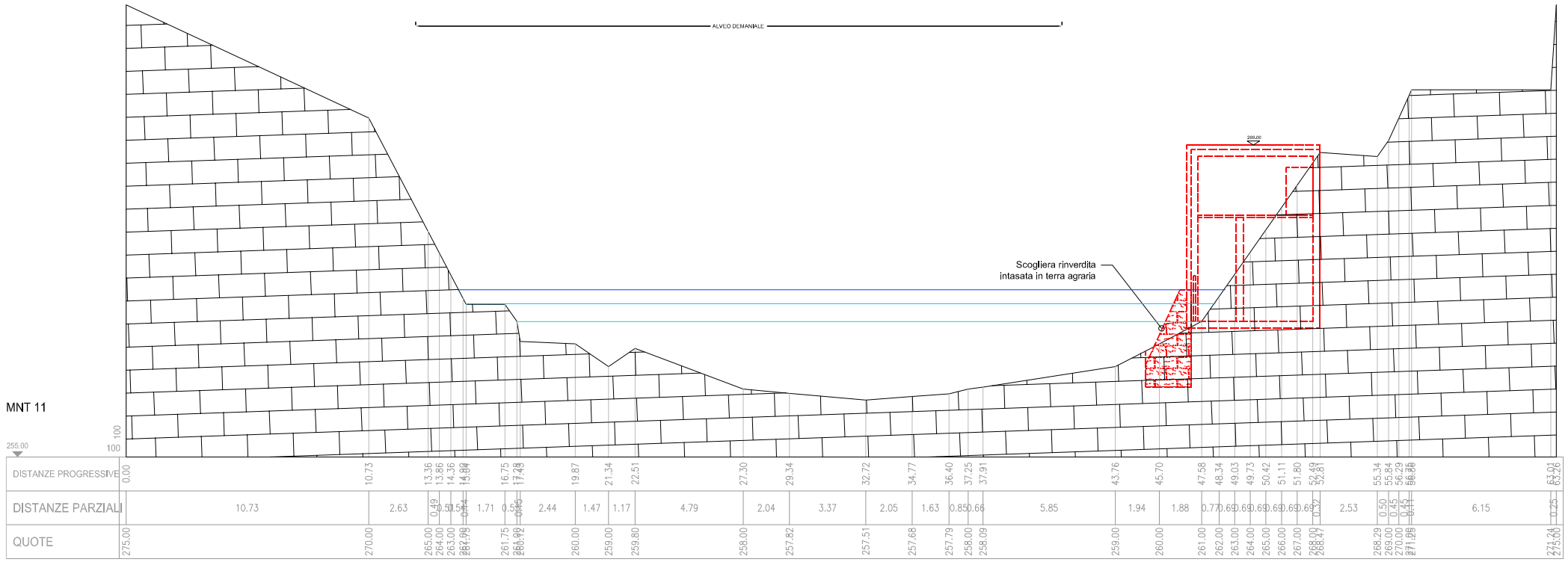
MNT 16

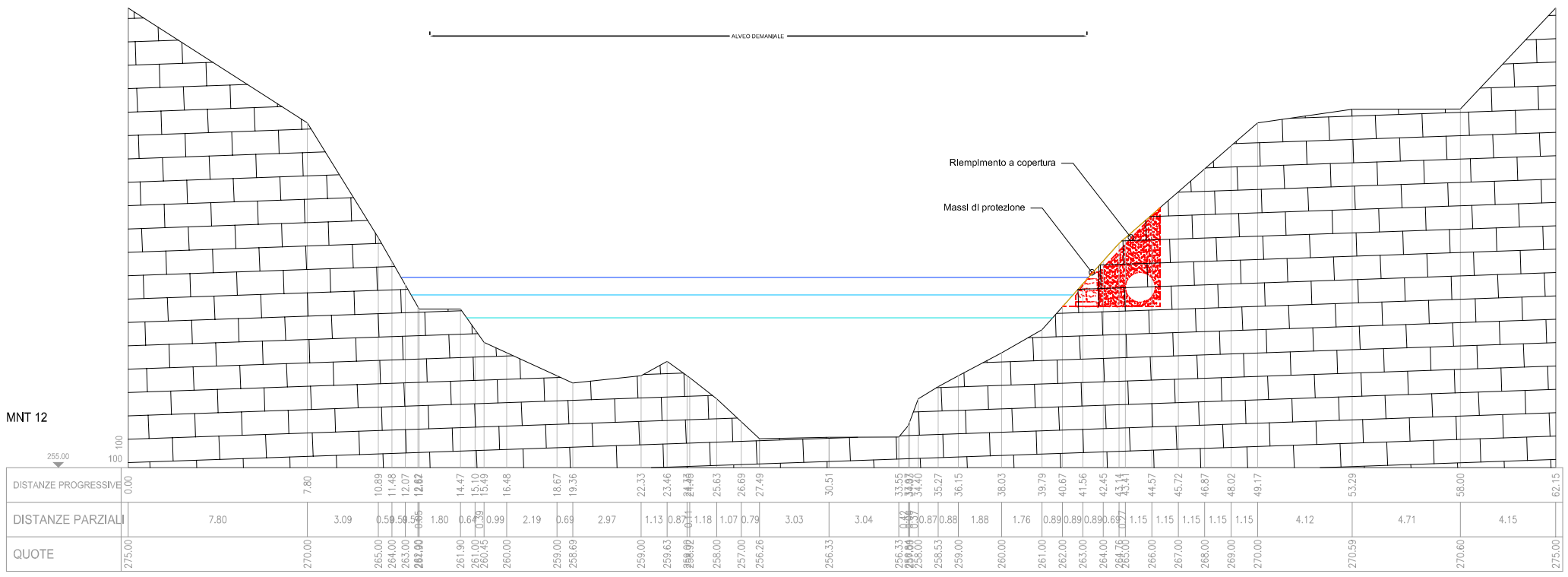
MNT 16.5

MNT 14 Traccia sezioni stratigrafiche

PLANIMETRIA DELL'AREA

in scala 1:1.000





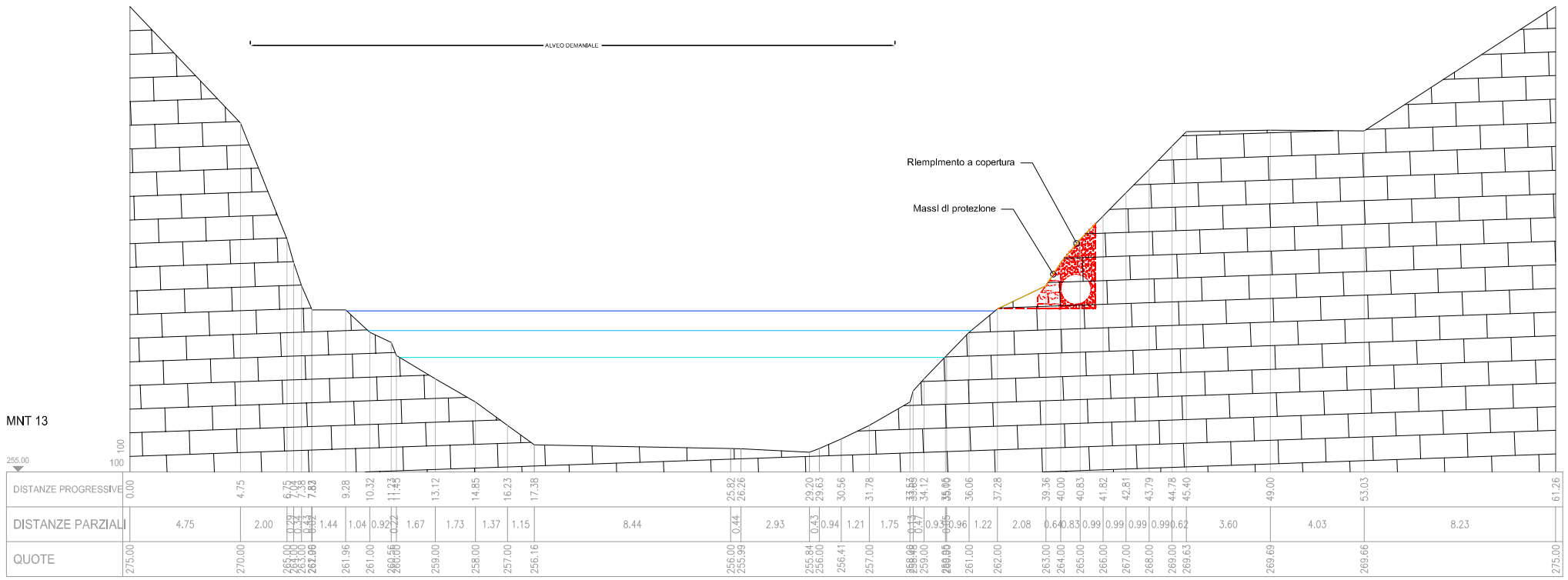
Materiali sciolti naturali e riporti

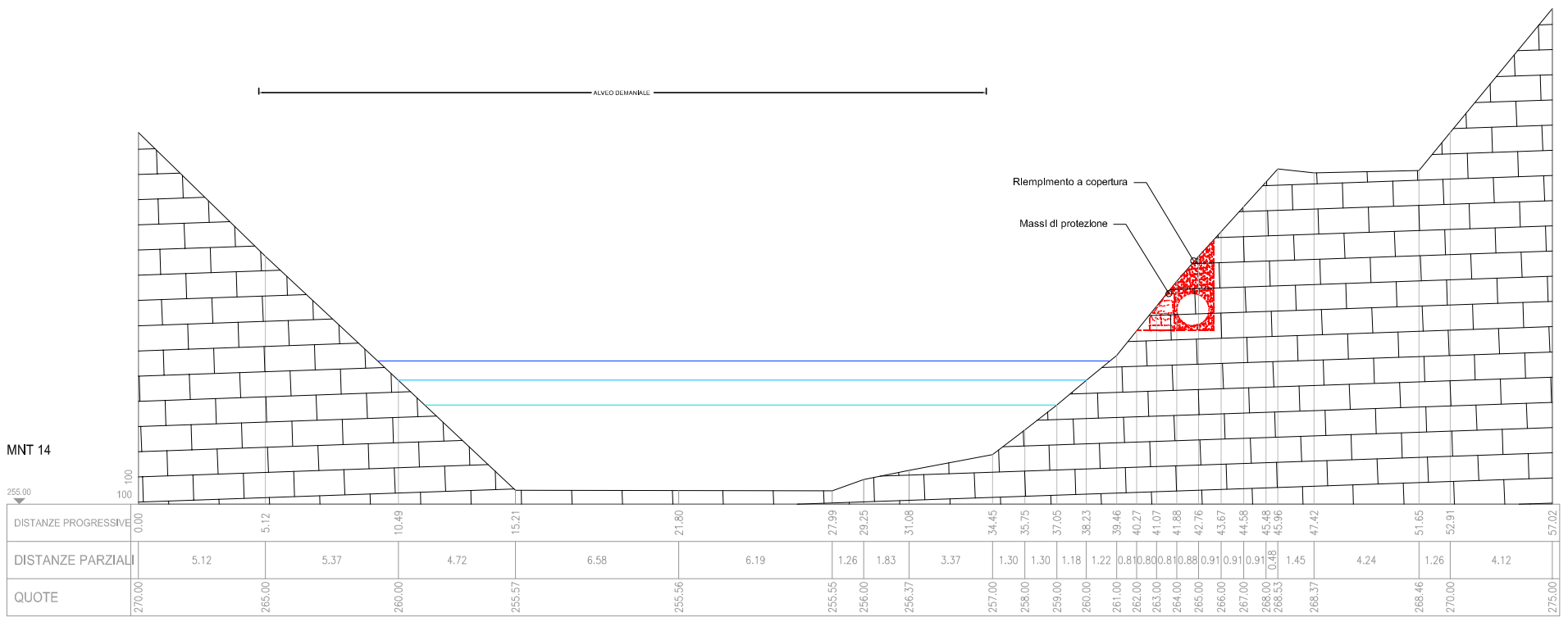
Substrato roccioso rappresentato da strati arenaceo argill fratturati in superficie, passante in profondità a migliori condizioni di conservazione (Flysch di San Remo)

Scavi previsti, opere a progetto

SEZIONI STRATIGRAFICHE
SEZIONI 11-12

in scala 1:250





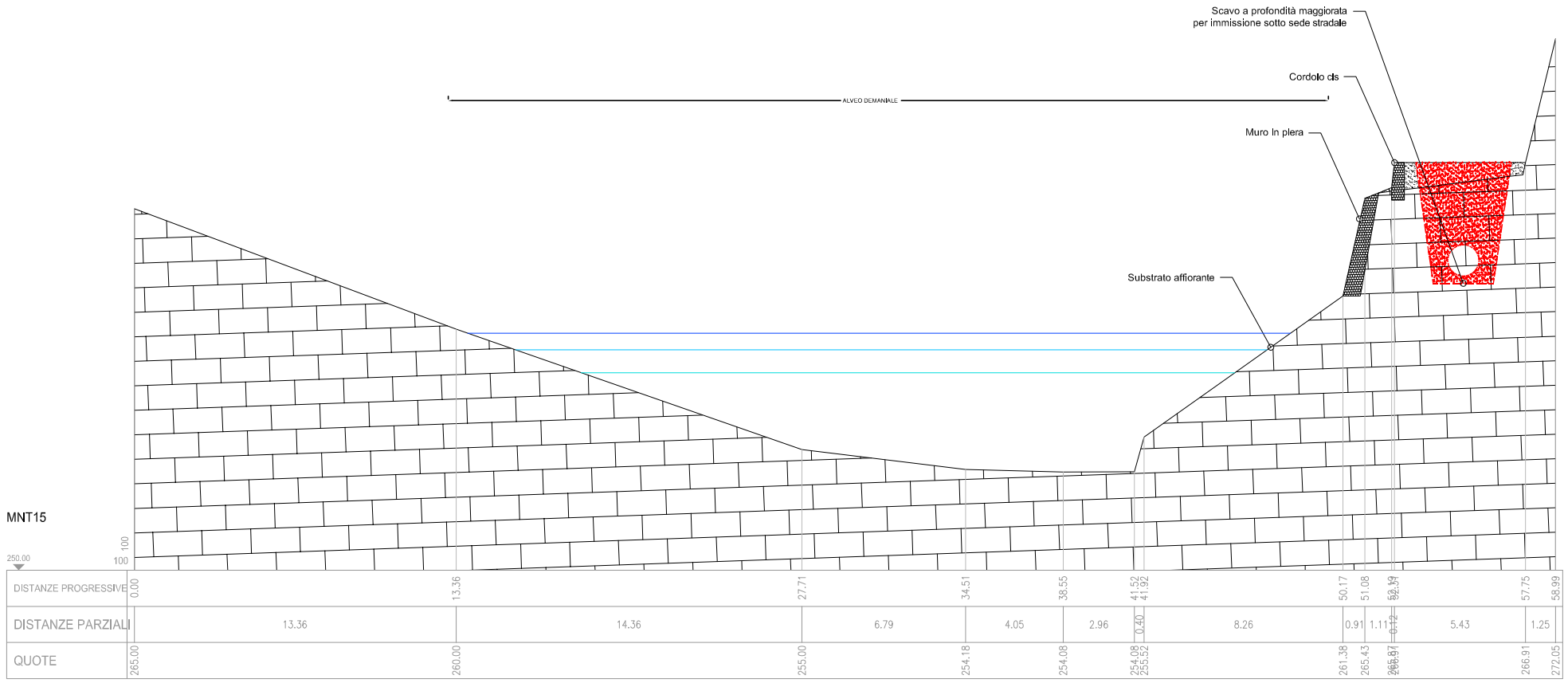
Materiali sciolti naturali e riporti

Substrato roccioso rappresentato da strati arenaceo argillitici fratturati in superficie, passante in profondità a migliori condizioni di conservazione (Flysch di San Remo)

Scavi previsti, opere a progetto

SEZIONI STRATIGRAFICHE
SEZIONI 13-14

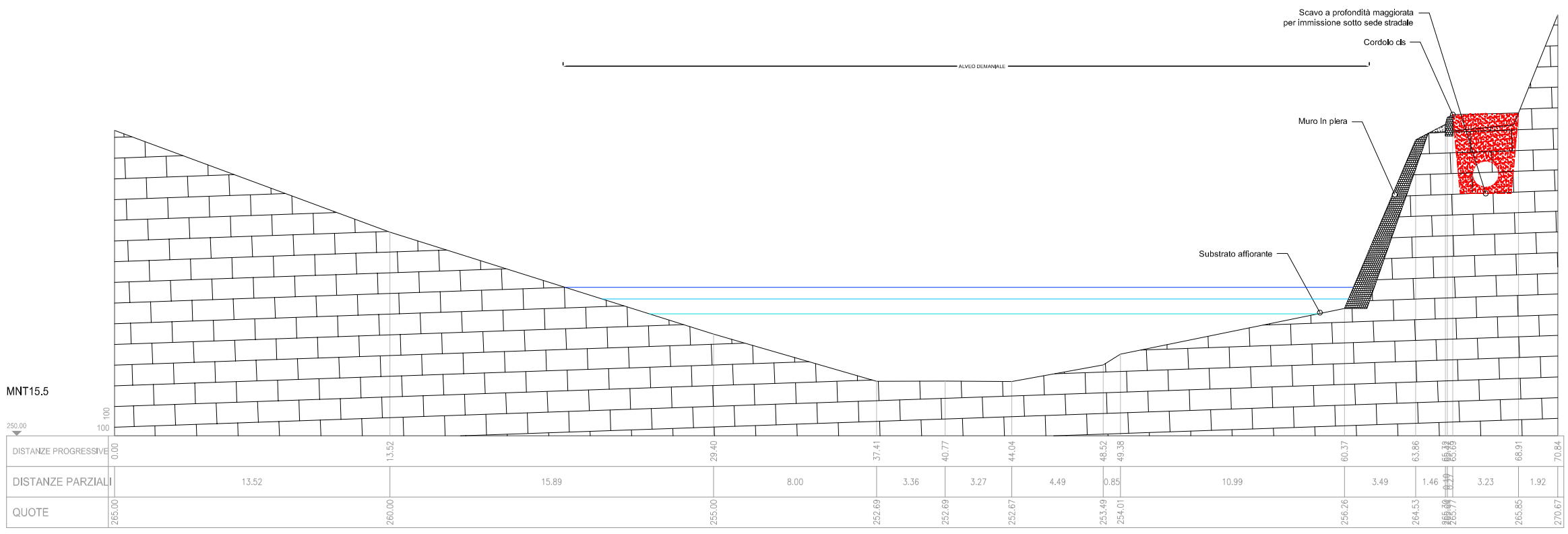
in scala 1:250



Materiali sciolti naturali e riporti

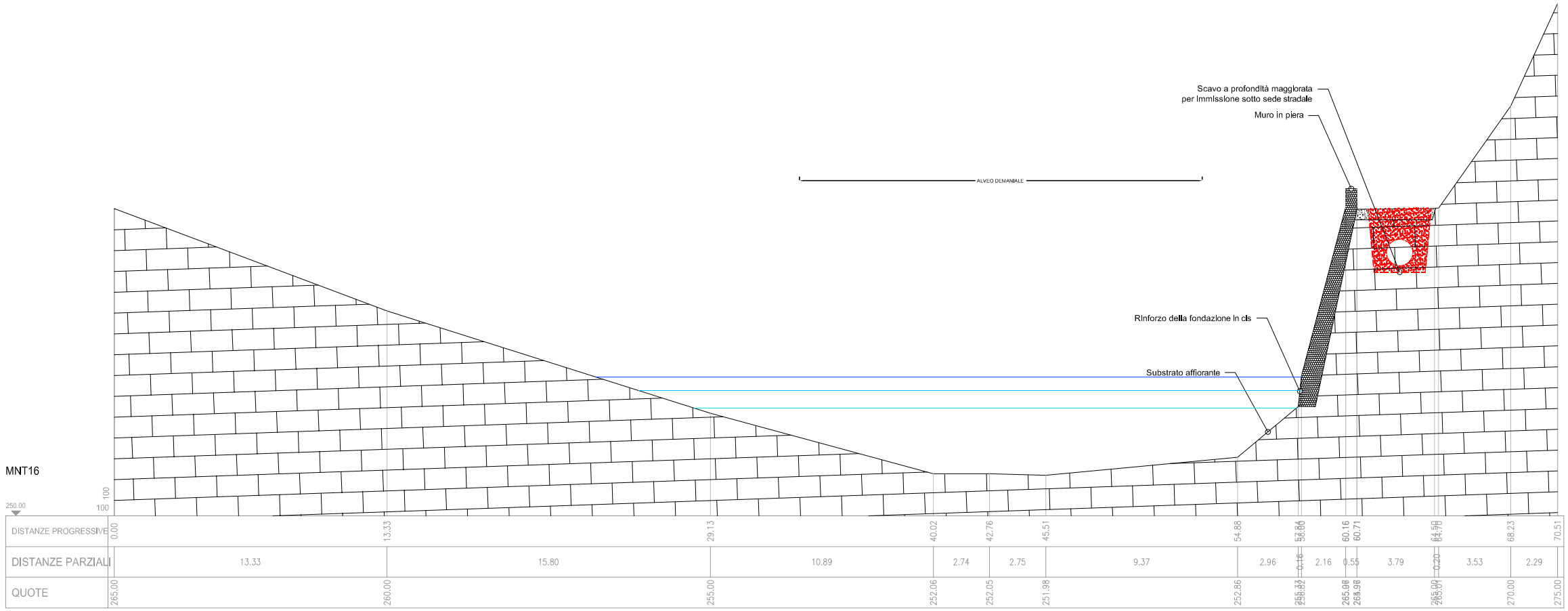
Substrato roccioso rappresentato da strati arenaceo argillitici fratturati in superficie, passante in profondità a migliori condizioni di conservazione (Flysch di San Remo)

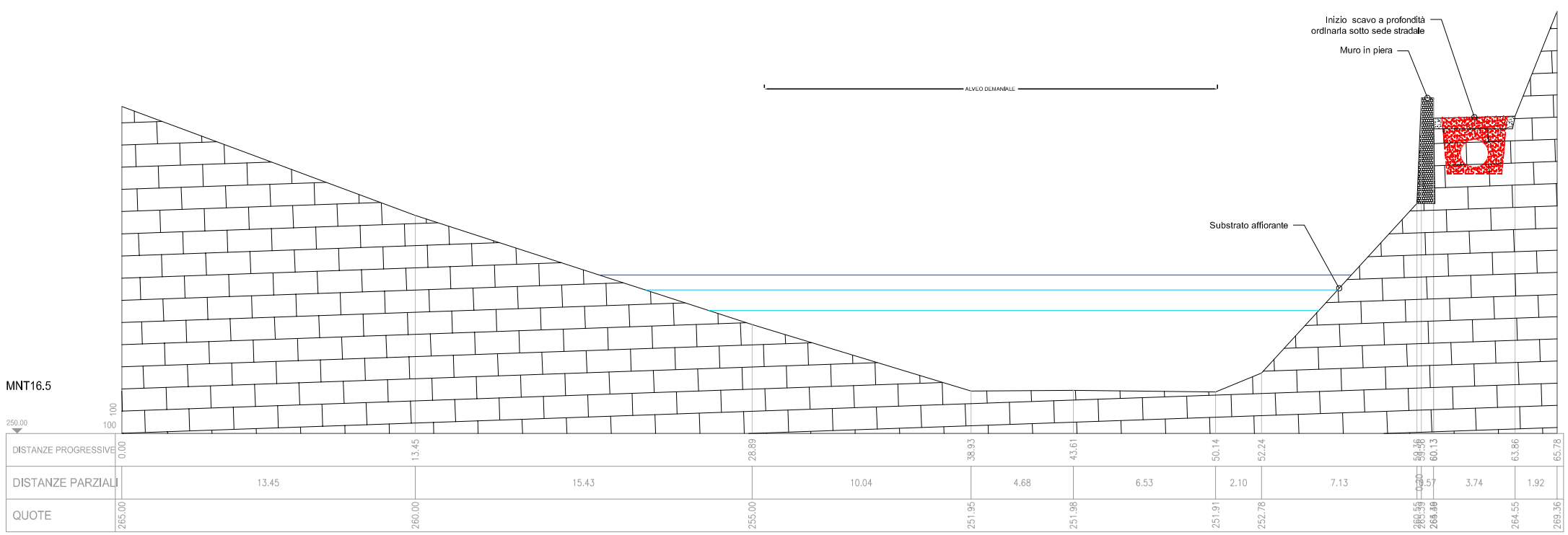
Scavi previsti, opere a progetto



SEZIONI STRATIGRAFICHE
SEZIONI 15-15.5

in scala 1:250



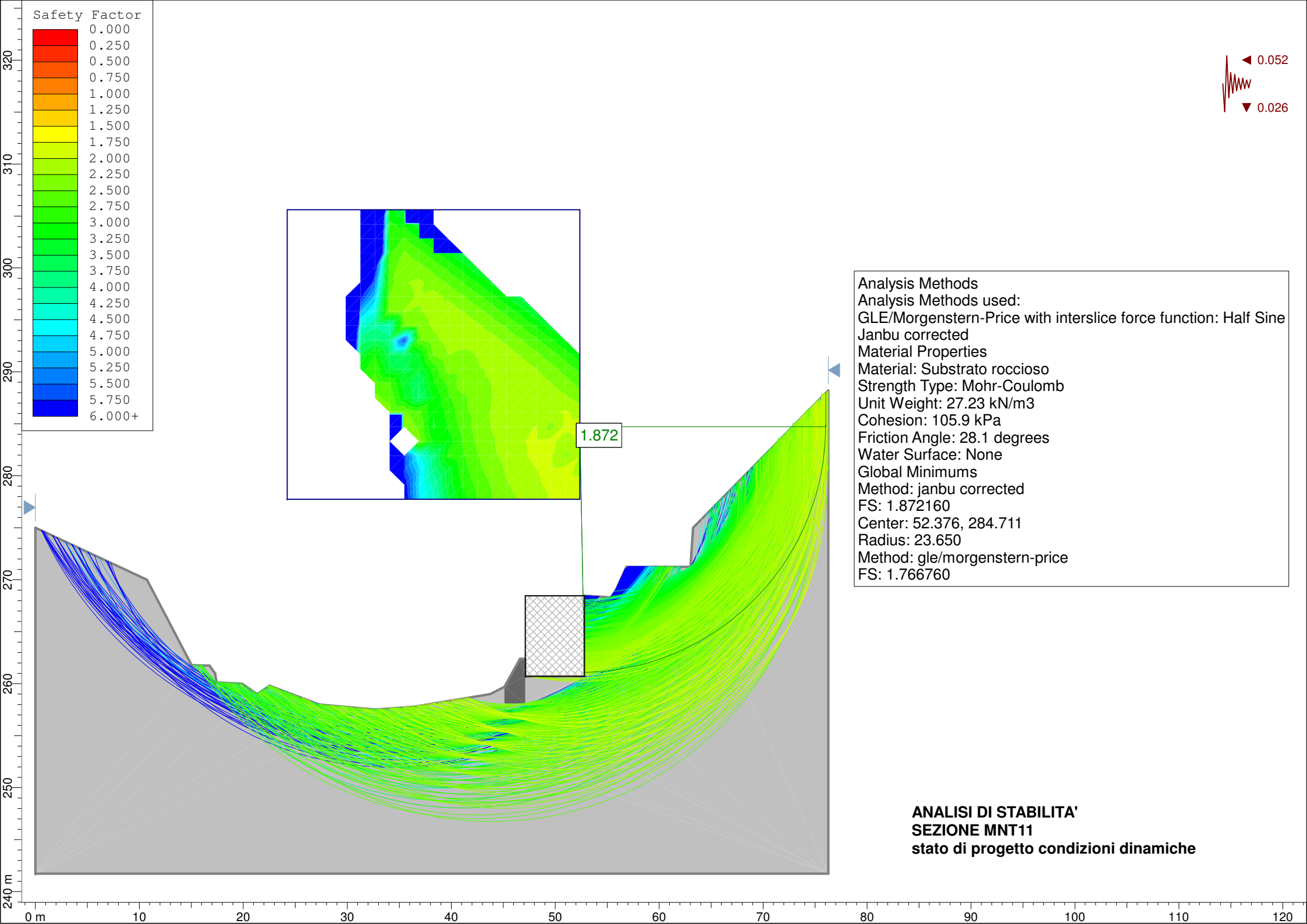


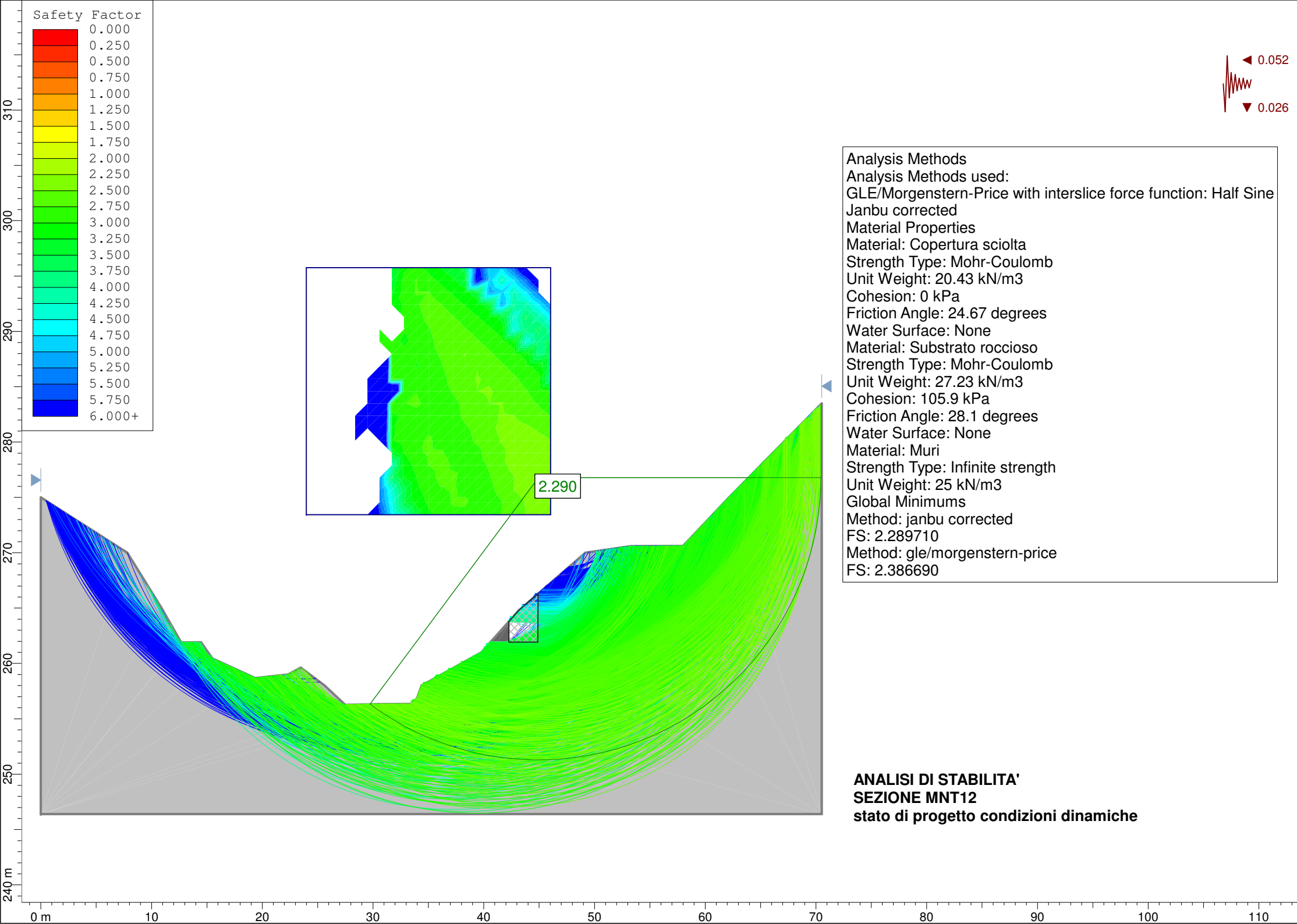
Materiali sciolti naturali e riporti

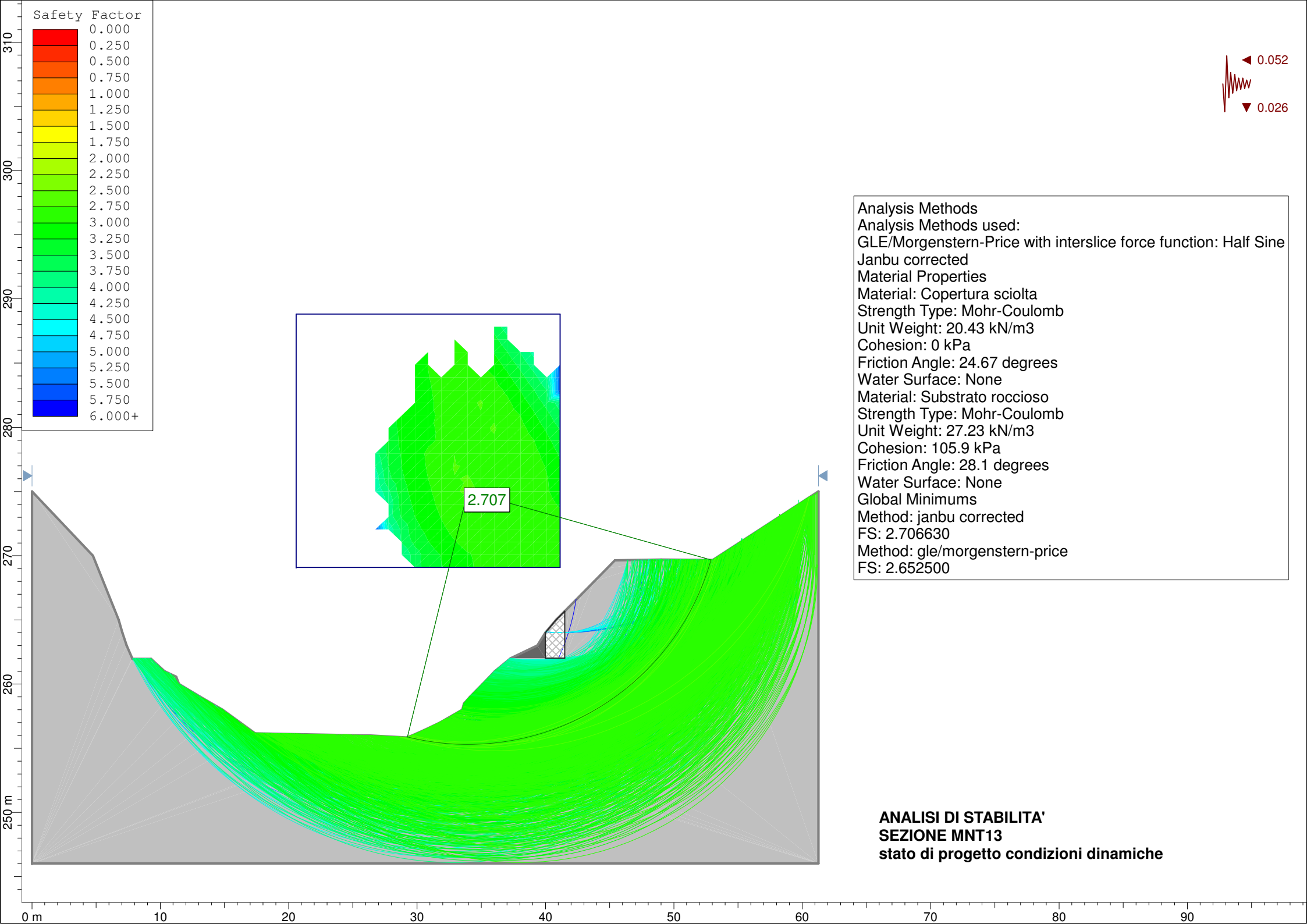
Substrato roccioso rappresentato da strati arenaceo argillitici fratturati in superficie, passante in profondità a migliori condizioni di conservazione (Flysch di San Remo)

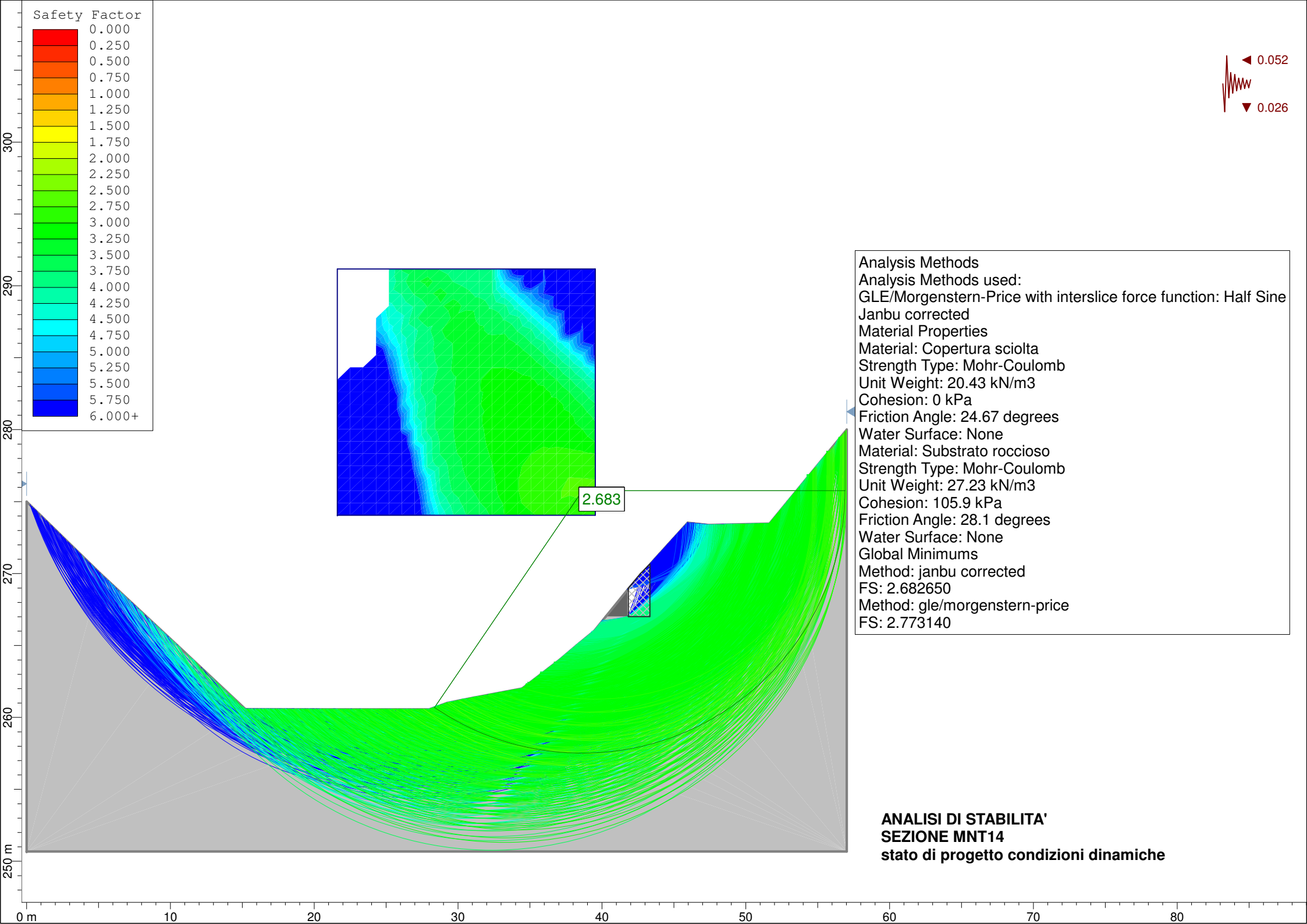
Scavi previsti, opere a progetto

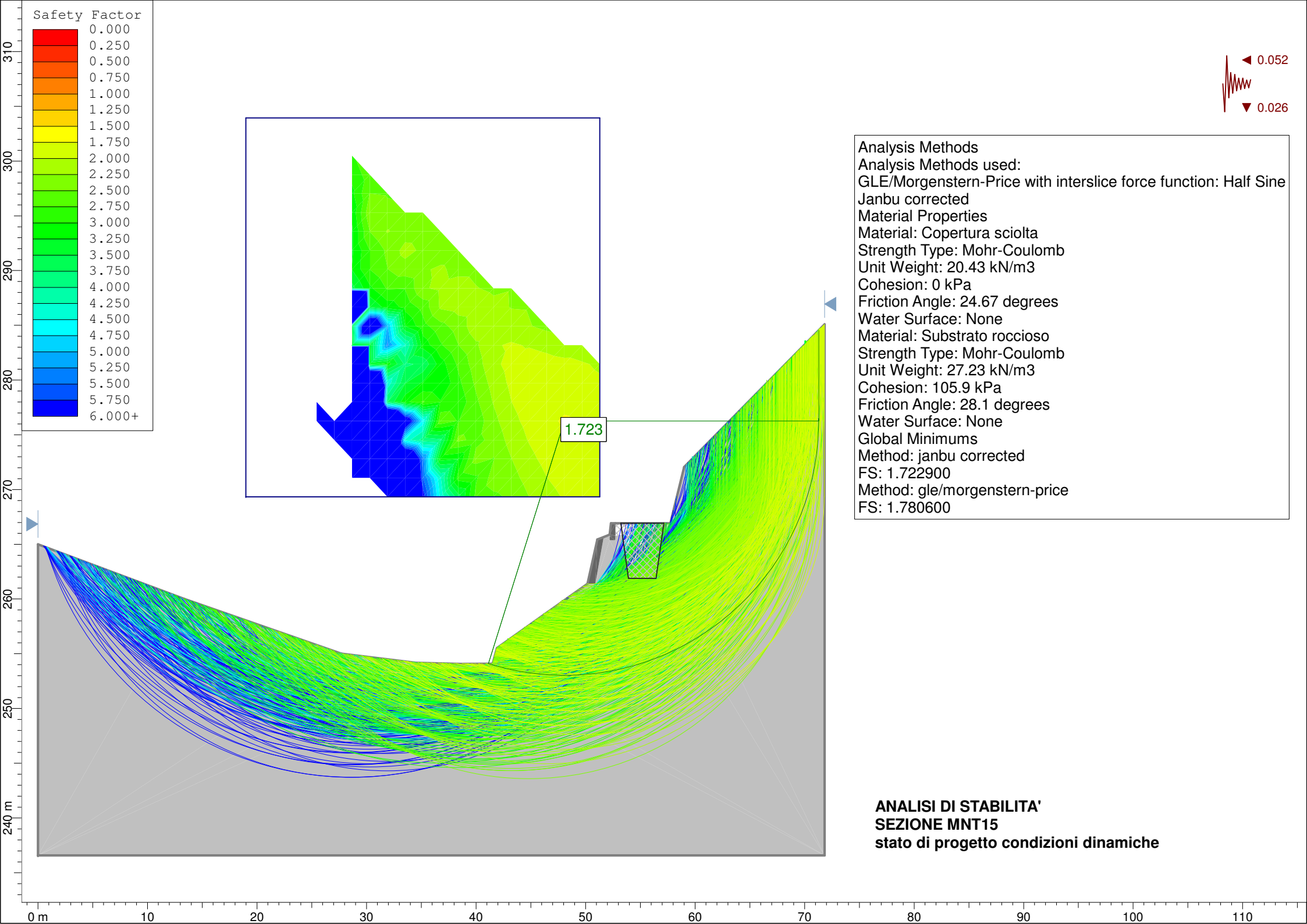
SEZIONI STRATIGRAFICHE
SEZIONI 16-16.5
in scala 1:250

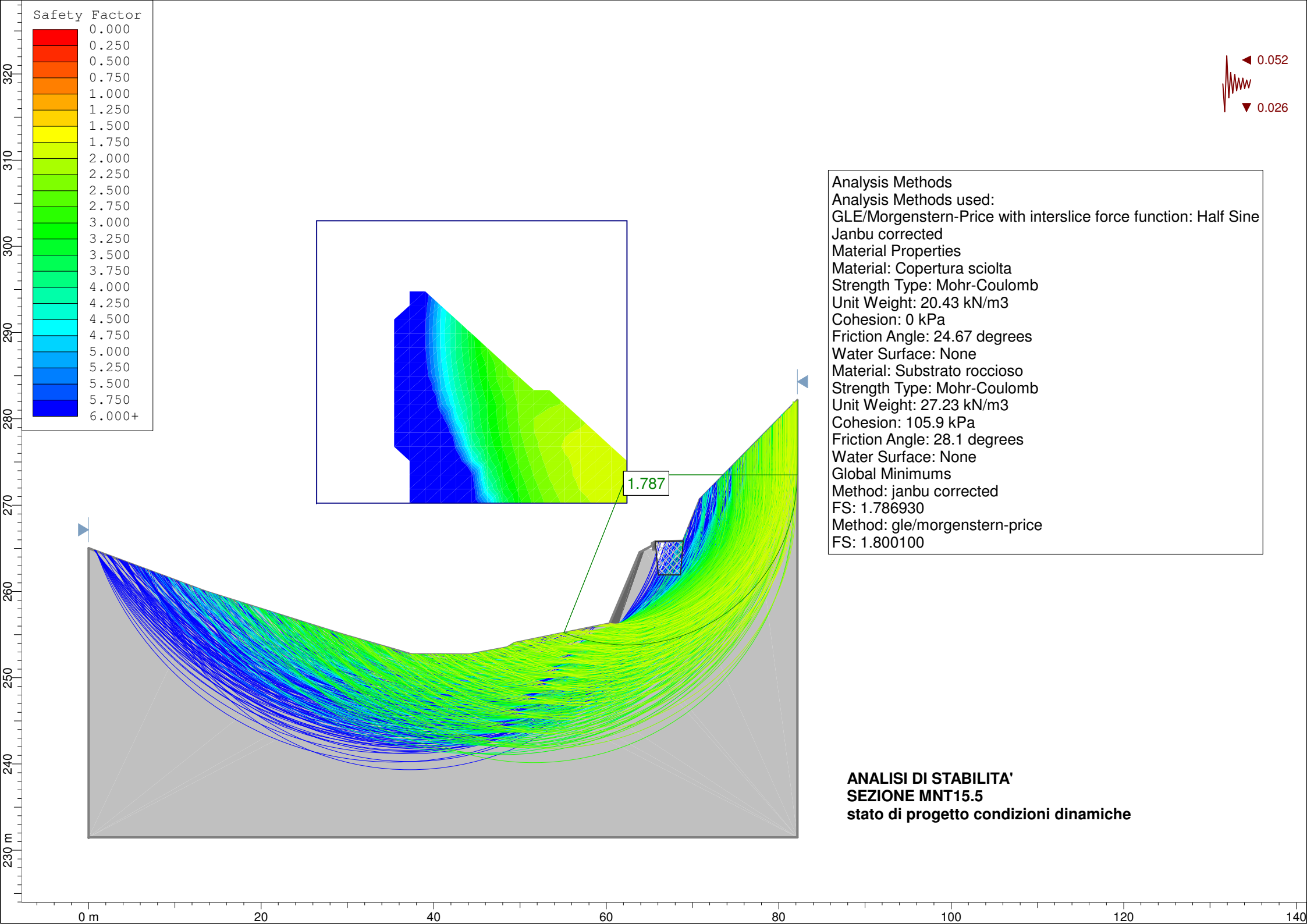

Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
0.052
0.026
1.872
Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Material Properties
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27.23 kN/m3
Cohesion: 105.9 kPa
Friction Angle: 28.1 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 1.872160
Center: 52.376, 284.711
Radius: 23.650
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.766760
ANALISI DI STABILITA'
SEZIONE MNT11
stato di progetto condizioni dinamiche
320
310
300
290
280
270
260
250
240 m
0 m
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
0.052
0.026
2.290
Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Material Properties
Material: Copertura sciolta
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.43 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.67 degrees
Water Surface: None
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27.23 kN/m3
Cohesion: 105.9 kPa
Friction Angle: 28.1 degrees
Water Surface: None
Material: Muri
Strength Type: Infinite strength
Unit Weight: 25 kN/m3
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 2.289710
Method: gle/morgenstern-price
FS: 2.386690
ANALISI DI STABILITA'
SEZIONE MNT12
stato di progetto condizioni dinamiche
310
300
290
280
270
260
250
240 m
0 m
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
0.052
0.026
2.707
Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Material Properties
Material: Copertura sciolta
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.43 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.67 degrees
Water Surface: None
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27.23 kN/m3
Cohesion: 105.9 kPa
Friction Angle: 28.1 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 2.706630
Method: gle/morgenstern-price
FS: 2.652500
ANALISI DI STABILITA'
SEZIONE MNT13
stato di progetto condizioni dinamiche
310
300
290
280
270
260
250 m
0 m
10
20
30
40
50
60
70
80
90

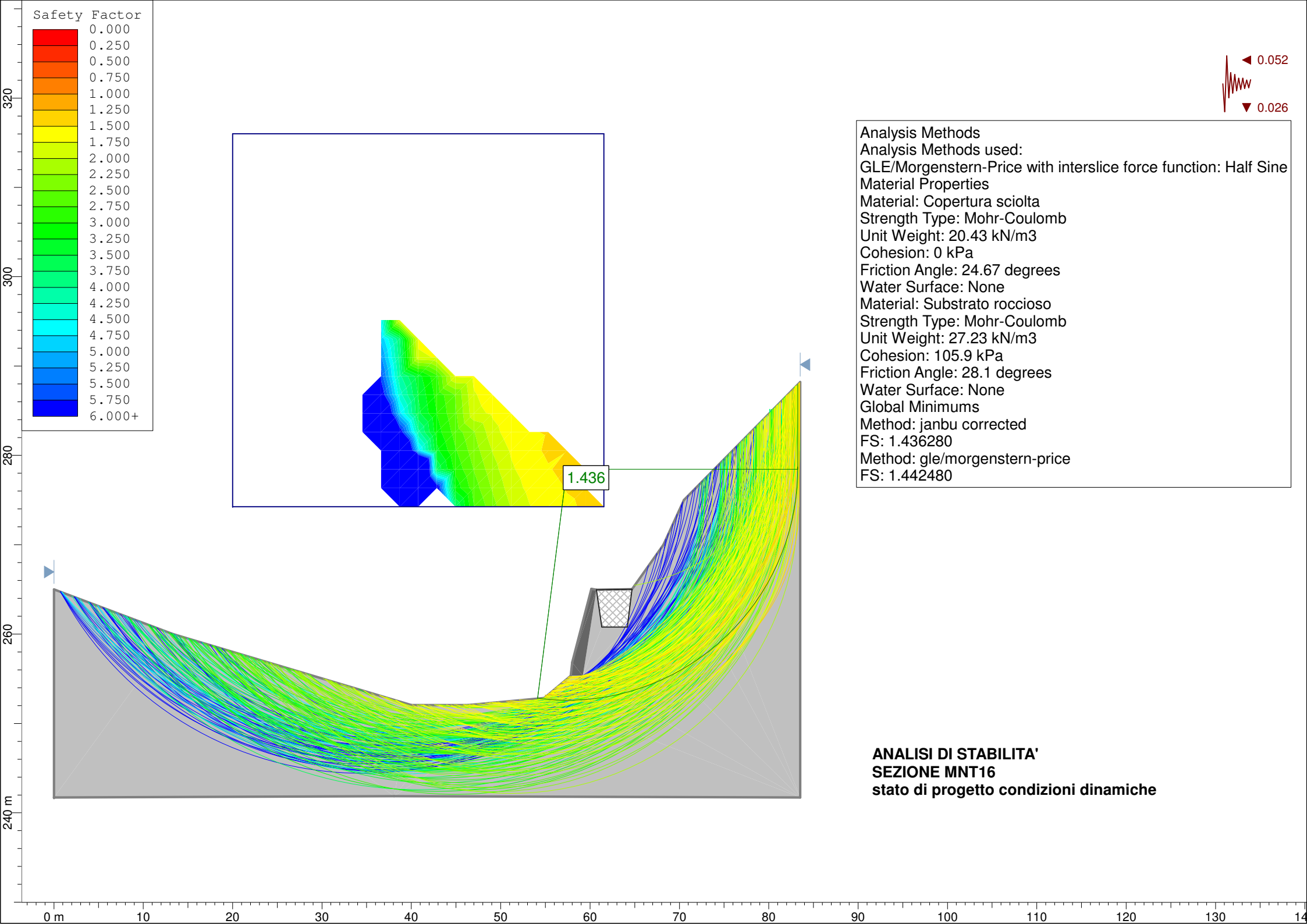

Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
0.052
0.026
2.683
Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Material Properties
Material: Copertura sciolta
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.43 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.67 degrees
Water Surface: None
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27.23 kN/m3
Cohesion: 105.9 kPa
Friction Angle: 28.1 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 2.682650
Method: gle/morgenstern-price
FS: 2.773140
ANALISI DI STABILITA'
SEZIONE MNT14
stato di progetto condizioni dinamiche
300
290
280
270
260
250 m
0 m
10
20
30
40
50
60
70
80


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
0.052
0.026
1.723
Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Material Properties
Material: Copertura sciolta
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.43 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.67 degrees
Water Surface: None
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27.23 kN/m3
Cohesion: 105.9 kPa
Friction Angle: 28.1 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 1.722900
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.780600
310
300
290
280
270
260
250
240 m
0 m
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
ANALISI DI STABILITA'
SEZIONE MNT15
stato di progetto condizioni dinamiche



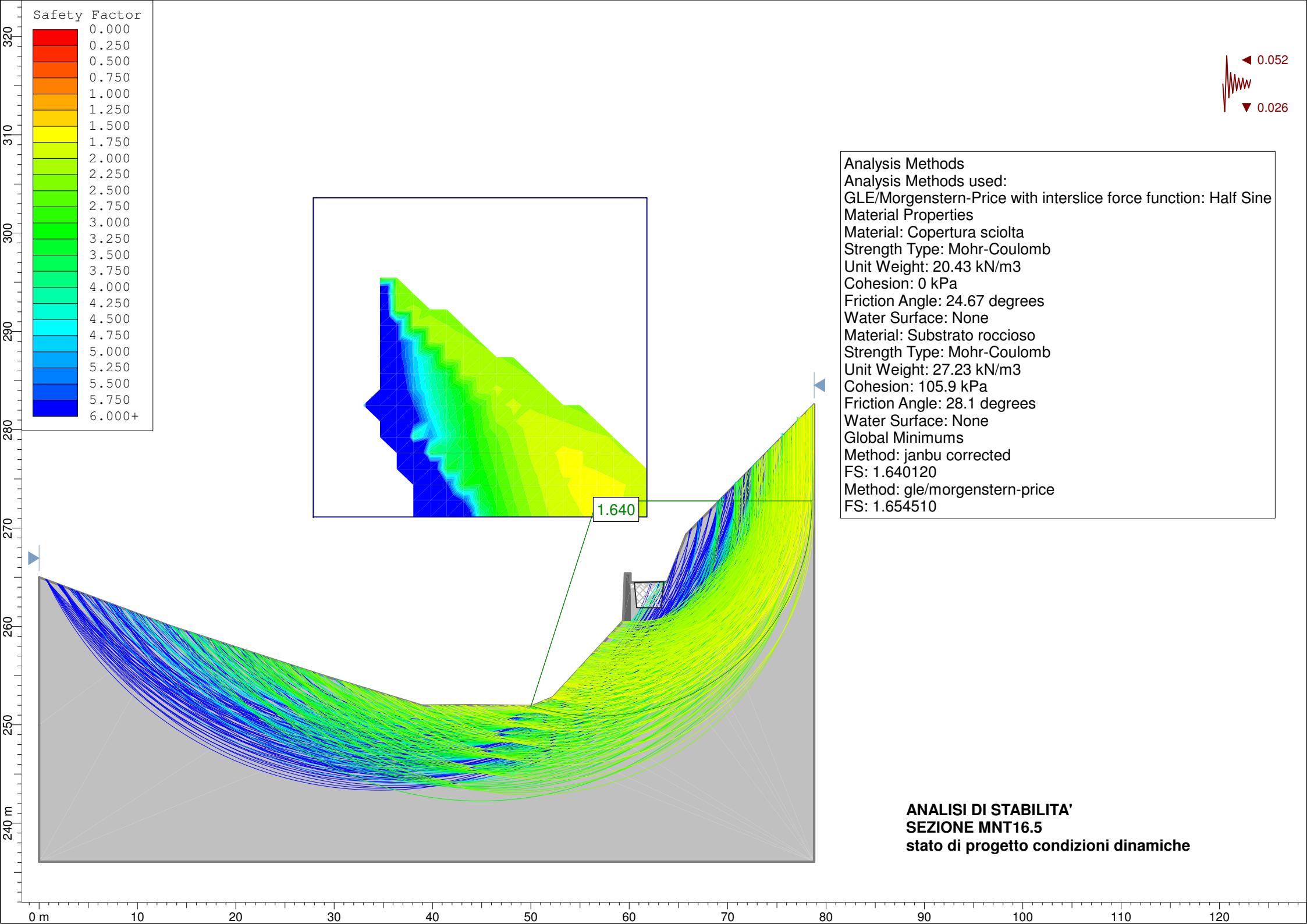
Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected
Material Properties
Material: Copertura sciolta
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.43 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.67 degrees
Water Surface: None
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27.23 kN/m3
Cohesion: 105.9 kPa
Friction Angle: 28.1 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 1.786930
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.800100

ANALISI DI STABILITA'
SEZIONE MNT15.5
stato di progetto condizioni dinamiche



Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Material Properties
Material: Copertura sciolta
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.43 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.67 degrees
Water Surface: None
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27.23 kN/m3
Cohesion: 105.9 kPa
Friction Angle: 28.1 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 1.436280
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.442480

ANALISI DI STABILITA'
SEZIONE MNT16
stato di progetto condizioni dinamiche


Safety Factor
0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
0.052
0.026
1.640
Analysis Methods
Analysis Methods used:
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Material Properties
Material: Copertura sciolta
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.43 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 24.67 degrees
Water Surface: None
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 27.23 kN/m3
Cohesion: 105.9 kPa
Friction Angle: 28.1 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: janbu corrected
FS: 1.640120
Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.654510
320
310
300
290
280
270
260
250
240 m
0 m
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
ANALISI DI STABILITA'
SEZIONE MNT16.5
stato di progetto condizioni dinamiche

ANALISI STATISTICA A VARIANZA NOTA

$Xk=Xm(1 \pm 1.645*COV/\sqrt{n})$

Xk=valore caratteristico del parametro
Xm=valore medio del parametro
COV= coefficiente di variazione = deviaz. Stand. della popolazione/media della popolazione
n= numerosità del campione

1) DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI

Parametri	Dati di ingresso					Media	n
Φ (°)	32	33	34			**33,00**	**3**
c (kPa)	0	0	0			**0,00**	**3**
cu (kPa)						**-**	**-**
γ (MPa)	19	19.5	20			**19,50**	**3**
E (MPa)						**-**	**-**

2) DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI

Parametro	Val. medio	COV (%)	√n	Val caratt
Φ	33,00	10	1,73	29,87
c	0,00	40	1,73	0,00
cu	-	40	-	-
γ_{upper}	19,50	5	1,73	20,43
γ_{lower}	19,50	5	1,73	18,57
E	-	40	-	-

3) DEFINIZIONE DEI VALORI DI PROGETTO

Parametro	Val. caratteristico	DA1	DA2	Val.Prog		Val.Prog
				DA1	DA2	Scelto
Φ	29,87	1,25	1,00	24,67	29,87	
c	0,00	1,25	1,00	0,00	0,00	
cu	-	1,40	1,00	-	-	
γ_{upper}	20,43	1,00	1,00	20,43	20,43	
γ_{lower}	18,57	1,00	1,00	18,57	18,57	
E	-					

TABELLA 1
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI E DI PROGETTO
TERRENI SCIOLTI

ANALISI STATISTICA A VARIANZA NOTA

$Xk=Xm(1 \pm 1.645*COV/\sqrt{n})$

Xk=valore caratteristico del parametro
Xm=valore medio del parametro
COV= coefficiente di variazione = deviaz. stand. della popolazione/media della popolazione
n= numerosità del campione

1) DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI

Parametri	Dati di ingresso					Media	n
Φ (°)	32,6	34,7	35,2	37,3	37,6	**36,18**	**6**
	39,7						
c (kPa)	137	157	165	191	200	**181,00**	**6**
	236						
cu (kPa)						**-**	**-**
γ (MPa)	25	26	27			**26,00**	**3**
E (MPa)	1377,6	1836,8	1821,5	2428,7	2471,1	**2205,07**	**6**
	3294,7						

2) DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI

Parametro	Val. medio	COV (%)	√n	Val caratt
Φ	36,18	10	2,45	33,75
c	181,00	40	2,45	132,38
cu	-	40	-	-
γ_{upper}	26,00	5	1,73	27,23
γ_{lower}	26,00	5	1,73	24,77
E	2205,07	40	2,45	1612,73

3) DEFINIZIONE DEI VALORI DI PROGETTO

Parametro	Val. caratteristico	DA1	DA2	Val.Prog		Val.Prog
				DA1	DA2	Scelto
Φ	33,75	1,25	1,00	28,13	33,75	
c	132,38	1,25	1,00	105,90	132,38	
cu	-	1,40	1,00	-	-	
γ_{upper}	27,23	1,00	1,00	27,23	27,23	
γ_{lower}	24,77	1,00	1,00	24,77	24,77	
E	1612,73					

TABELLA 2
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI E DI PROGETTO
SUBSTRATO ROCCIOSO

TABELLA 3 - Parametri di pericolosità sismica

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine:	**43,940949**
longitudine:	**7,831864**
Classe:	**2**
Vita nominale:	**50**

Siti di riferimento

Sito 1	**ID: 18677 Lat: 43,9473 Lon: 7,7935 Distanza: 3153,633**
Sito 2	**ID: 18678 Lat: 43,9506 Lon: 7,8627 Distanza: 2695,046**
Sito 3	**ID: 18900 Lat: 43,9007 Lon: 7,8673 Distanza: 5296,904**
Sito 4	**ID: 18899 Lat: 43,8974 Lon: 7,7981 Distanza: 5548,473**

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	**A**
Categoria topografica:	**T2**
Periodo di riferimento:	**50anni**
Coefficiente cu:	**1**

Operatività (SLO):		
Probabilità di superamento:	**81**	**%**
Tr:	**30**	**[anni]**
ag:	**0,030 g**	
Fo:	**2,606**	
Tc*:	**0,184**	**[s]**
Danno (SLD):		
Probabilità di superamento:	**63**	**%**
Tr:	**50**	**[anni]**
ag:	**0,044 g**	
Fo:	**2,597**	
Tc*:	**0,220**	**[s]**
Salvaguardia della vita (SLV):		
Probabilità di superamento:	**10**	**%**
Tr:	**475**	**[anni]**
ag:	**0,161 g**	
Fo:	**2,437**	
Tc*:	**0,294**	**[s]**
Prevenzione dal collasso (SLC):		
Probabilità di superamento:	**5**	**%**
Tr:	**975**	**[anni]**
ag:	**0,215 g**	
Fo:	**2,479**	
Tc*:	**0,309**	**[s]**

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss:	**1,000**
Cc:	**1,000**
St:	**1,200**
Kh:	**0,007**
Kv:	**0,004**
Amax:	**0,354**
Beta:	**0,200**

SLD:

Ss:	**1,000**
Cc:	**1,000**
St:	**1,200**
Kh:	**0,011**
Kv:	**0,005**
Amax:	**0,516**
Beta:	**0,200**

SLV:

Ss:	**1,000**
Cc:	**1,000**
St:	**1,200**
Kh:	**0,052**
Kv:	**0,026**
Amax:	**1,892**
Beta:	**0,270**

SLC:

Ss:	**1,000**
Cc:	**1,000**
St:	**1,200**
Kh:	**0,077**
Kv:	**0,039**
Amax:	**2,529**
Beta:	**0,300**

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84
latitudine: 43.939965
longitudine: 7.830802