

COMUNE DI GENOVA

P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI

Opere di rimodellazione ambientale, messa in sicurezza e collegamento alla nuova viabilità urbana con mantenimento della attività produttiva

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Geologi

Dott. Geol. Valeria Bellini
Via Galata 9/1 - 16121 Genova
Tel. Fax 010 586503 - 010 566277
info@studioassociatobellini.eu
www.studioassociatobellini.eu

progetto architettonico e coordinamento:

ferrazzini
ARCHITETTURA

Arch. Giovanni Ferrazzini
Piazza San Marcellino 6/6
16124 Genova - Italy
+39 010 8951428
info@ferrazziniarchitettura.eu

progetto ingegneria idraulica

ITEC
engineering

ITEC Engineering S.r.l.
via Cecchi, 7/9-10 - 16129 GENOVA
tel.: +39 010 59 59 690 fax: +39 010 58 48 355
info@itec-engineering.it
www.itec-engineering.it

progetto ingegneria geotecnica:

M+
ASSOCIATI

Studio M+ ASSOCIATI
Via Guido Gozzano,6 - 20038, Seregno (MB)
Tel. +39 0362 221543; +39 0362 246248
Fax. +39 0362 247012
e-mail: studio@mpiussociati.it
www.mpiussociati.it

progetto ingegneria - strutture in elevazione:

STUDIO MARTIGNONE ASSOCIATI
ingegneria strutturale e geotecnica

STUDIO MARTIGNONE ASSOCIATI
Via Palestro, 25/3 - 16122 Genova
Tel. +39 010 876287 - Fax. +39 010 0898503
studio@martignoneassociati.it
www.martignoneassociati.it

consulenza ingegneria e servizi ambientali:

I.S.A.F.

I.S.A.F. Ingegneria e Servizi Ambientali Ferro S.r.l.
Via Paleocapa 19/2 - 17100 Savona
Tel. +39 019 806914 - Fax. +39 019 802027
E-mail : isaf@isafsr.it

consulenza geologica:

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Geologi

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Via Galata, 9/1 - 16121 Genova
Tel. +39 010 586503 - Fax +39 010 566277
info@studioassociatobellini.eu
www.studioassociatobellini.eu

note

-

prima emissione

03.10.2016

aggiornamenti

A 23.02.2017

B

C

D

E

F

G

H

descrizione:

NOTE GEOLOGICHE INTEGRATIVE

committente



DERRICK
ARQUATA

DERRICK ARQUATA S.p.a.
Via Borzoli, 34 - 16153 - Genova
tel: +39 010 65 02 761
fax: +39 010 65 91 012
g.dellepiane@derrickarquata.it
www.contrepair.com

progetto

AREA DERRICK

Via Borzoli

scala:

nome file:

note-geologiche-integrative.pdf

Tavola n°:

INDICE

<u>1</u> <u>PREMESSA.....</u>	<u>2</u>
<u>2</u> <u>RICHIAMI AL PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA.</u>	<u>2</u>
<u>3</u> <u>SIMULAZIONE DI CADUTA MASSI.....</u>	<u>6</u>
<u>4</u> <u>MESSA IN SICUREZZA DEL FRONTE 1 NELLA ZONA DEL CAPANNONE</u> <u>RIPARAZIONI IN PROGETTO.</u>	<u>26</u>
<u>5</u> <u>CONCLUSIONI.</u>	<u>27</u>
<u>ELENCO ALLEGATI.</u>	<u>29</u>

1 Premessa.

In data 03.10.2016 è stata redatta la relazione geologica a corredo del progetto urbanistico operativo P.U.O. redatto dall'Arch. Giovanni Ferrazzini di Genova, relativamente alle opere di rimodellamento ambientale, messa in sicurezza e collegamento alla nuova viabilità urbana, con mantenimento dell'attività' produttiva nell'area dell'ex cava Derrick a Genova Borzoli.

La documentazione progettuale è stata presentata al Comune di Genova in data 06.10.15, e successivamente integrata in data 09.11.16.

Le note geologiche che seguono, riscontrano per gli aspetti di competenza, la richiesta di integrazioni formulata dall'Ufficio Geologico comunale con lettera prot. n. 429109 del 22.12.16, in merito alla necessità di prevedere ulteriori interventi di protezione del piazzale, corredati da nuove verifiche di rotolamento massi lungo sezioni significative.

2 Richiami al progetto di messa in sicurezza.

Il progetto di messa in sicurezza dei fronti della ex cava Derrick è stato fondato sugli esiti di un'approfondita indagine geologica e geostrutturale che ha compreso la verifica diretta dei fronti rocciosi, con ispezioni in calate eseguite con tecniche alpinistiche e il rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio dell'area e delle zone in corona. In esito a tali verifiche è stata proposta la zonizzazione dei fronti per quanto attiene la loro pericolosità, andando a distinguere quelle aree e quei settori che manifestavano il rischio di caduta massi, con una graduazione della loro probabilità di accadimento in relazione ai volumi mobilizzabili, sia come singolo blocco sia come evento.

Tale zonizzazione ha tenuto conto dell'osservazione diretta di campo, verificando, tra i vari aspetti, la localizzazione e le dimensioni dei blocchi e dei

frammenti effettivamente reperiti in accumulo al piede dei fronti attuali, quali derivano dalla storia conosciuta del sito, cioè riferita agli ultimi 40 anni, corrispondente al periodo di attività del soggetto proponente, che si dedica allo stoccaggio di containers.

Sulla base degli esiti dello studio effettuato é stato appurato che il problema fondamentale da affrontare nella stesura del progetto di sistemazione e messa in sicurezza dell'ex cava riguardava il distacco e il crollo di frammenti e blocchi di piccola e media pezzatura, da specifici ambiti che presentavano la concomitanza di almeno due fattori penalizzati, dati dalle elevate condizioni di pendenza e dalla presenza, in affioramento, di un ammasso roccioso molto fratturato, tettonizzato e allentato.

A queste situazioni, individuate e perimetrare sulle tavole di rilevamento e di zonizzazione, si é aggiunta la constatazione di fenomenologie evolutive relative alla fascia sommitale del Fronte 1, che potevano cagionare fenomeni di dilavamento, erosione e instabilità superficiale, con conseguenze anche per le aree sottoposte.

A fronte di quanto sopra gli interventi proposti, illustrati nella relazione geologica citata e graficamente rappresentati sulle tavole a essa allegate, hanno previsto modalità di messa in sicurezza di tipo attivo e modalità di messa in sicurezza di tipo passivo secondo quattro distinte tipologie che si richiamano brevemente nel prosieguo.

- **Intervento 1**, comprende il consolidamento degli ambiti individuati sui fronti rocciosi che evidenziano il massimo grado di pericolosità per crolli e distacchi di materiale lapideo in blocchi e frammenti isolati o multipli. Si tratta di interventi di tipo attivo, cioè finalizzati a impedire i crolli.
- **Intervento 2**, riguarda la difesa del piazzale da possibili arrivi di materiali dai fronti. Comprende interventi di difesa di tipo passivo, finalizzati a contenere gli effetti di eventuali distacchi, comunque possibili, seppure scarsamente probabili, da specifici ambiti individuati in particolare sul Fronte 2.

- **Intervento 3**, comprende le opere di regimazione e disciplina delle acque superficiali da prevedere allo sbocco sul piazzale dei fossi di erosione e dei canali di smaltimento preferenziale delle acque dei versanti.
- **Intervento 4**, comprende la sistemazione e la stabilizzazione del ciglio del Fronte 1, in prossimità del confine di proprietà, contro l'erosione e il dilavamento superficiale della cotica erbosa e dello strato di suolo superiore.

Con gli interventi proposti, ubicati precisamente sulla Tavola 1GEO allegata alla relazione geologica citata, e riportati sulle planimetrie del PUO, venivano affrontate e risolte le situazioni nelle quali, con i rilevamenti di campo, erano state individuate e riconosciute condizioni di pericolosità.

Tali interventi, infatti, riguardavano la stabilizzazione attiva, con posa di reti armate in aderenza, dei settori più critici, allentati e disarticolati, che potevano generare distacchi di materiale verso il sottostante piazzale (ambiti B – F – G – R), risultando già sistemati, sempre con reti metalliche in aderenza, quei settori che erano problematici, ma che erano rientrati nelle opere di stabilizzazione realizzate a corredo della nuova viabilità di servizio al Terzo Valico dei Giovi.

Vi era poi una seconda tipologia di intervento, deputata alla difesa passiva delle sistemazioni previste sul piazzale e che era stata finalizzata al contenimento di eventuali distacchi di frammenti e massi lapidei dagli ambiti che, in esito ai rilevamenti, erano risultati a minore grado di pericolosità perché coinvolgenti, ad esempio, volumi minori o blocchi di piccole dimensioni, avendo ben presente il fatto che trattandosi di ex fronti di cava denudati, di considerevole estensione e altezza, non si poteva escludere, a priori, il verificarsi di singoli distacchi in grado comunque di raggiungere il piazzale di cava, esponendo a rischio le aree di lavoro e di transito.

Il progetto aveva dunque previsto un intervento specifico (intervento 2) a difesa di quegli ambiti, tipo H e P nella fascia superiore del Fronte 2, che effettivamente denotavano nicchie di distacco puntuali di singoli blocchi e dove i rilievi in parete avevano segnalato una probabilità elevata di accadimento di

fenomeni di dissesto con coinvolgimento di blocchi di volume $< 0.125 \text{ m}^3$, e per eventi di volumetria complessiva $< 3 \text{ m}^3$.

Nelle altre zone della ex cava che non avevano storicamente manifestato specifiche criticità e per le quali, vuoi per la minore pendenza, vuoi per la presenza di ricoprimento vegetale, vuoi per un migliore stato di conservazione dell'ammasso roccioso, era stato stimato un minore grado di probabilità di accadimento di dissesti, distacchi e crolli, anche sulla base degli eventi storici, era stato affidato un ruolo di difesa passiva, seppure certamente improprio ma obiettivamente efficace, ai containers impilati e posizionati sul perimetro del piazzale.

Ritenendo peraltro fondata l'osservazione dell'Ufficio Geologico comunale, volta a promuovere la messa in sicurezza del piazzale, indipendentemente dall'attività svolta sullo stesso, quantunque il PUO contempri e preveda il mantenimento dell'attività attuale di stoccaggio containers, si è studiata una soluzione integrativa che garantisca la continuità della difesa lungo il perimetro del piazzale. Si è dunque deciso di affiancare agli interventi di stabilizzazione attiva (interventi 1 A e 1B) e passiva (intervento 2) indicati nel progetto del PUO, altri interventi di difesa al piede del pendio, costituiti da barriere paramassi con funzioni analoghe a quella già progettata, posizionate in quei tratti non problematici allo stato attuale, ma pur potenzialmente critici, ad esempio per condizioni meteo particolarmente severe e avverse.

Pertanto, a integrazione degli interventi di messa in sicurezza di cui alla relazione geologica del 03.10.16, si propone l'installazione di due nuove barriere paramassi al piede dei Fronti 1 e 2, a coprire le porzioni indicate sulla planimetria **Tavola 1GEO REV.1**, in modo da dare continuità, sull'intero perimetro del piazzale, alla protezione e alla difesa da crolli e cadute da monte.

Per determinare le caratteristiche tipologiche e dimensionali dell'opera sono state effettuate nuove verifiche analitiche relative alla simulazione di rotolamento massi, i cui risultati sono illustrati nel seguito.

3 Simulazione di caduta massi.

3.1 Metodologia.

Per agevolare la consultazione degli elaborati, si ripropone integralmente, al presente paragrafo, la trattazione della metodologia utilizzata, peraltro già illustrata nella relazione geologica del 03.10.16.

Per la simulazione di caduta massi in corrispondenza dei tratti di Fronte 1 e 2 dove è richiesta l'attuazione di un intervento integrativo di difesa, in modo da dare copertura continua al piazzale rispetto a eventuali dissesti e rilasci di materiali dai fronti perimetrali della ex cava, è stato utilizzato il programma RocFall v. 4.039 di Rocscience.

La verifica al rotolamento è stata eseguita lungo due profili topografici significativi, corrispondenti alle sezioni T2 (Fronte 1) e T7 (Fronte 2). In particolare le simulazioni hanno previsto:

- sezione T2: distacco dalla fascia di terreno identificata come ambito *V.accl.* posta tra le q.a. 72-74, al limite dell'intervento 4 di stabilizzazione del ciglio.
- sezione T7: distacco dalla fascia di terreno identificata come ambito *V.boscato* intorno a q.a. 68-69, nella vallecchia del Rio Senza Nome, pur all'esterno del limite di proprietà.

In aggiunta è stata eseguita una simulazione lungo il profilo topografico della sezione T13, rappresentativa della condizione del Fronte 3, prospiciente il nuovo alveo canalizzato del Rio Zoagli.

Il modello, riferito a una verifica 2D, dove il blocco roccioso in rotolamento si muove nel piano verticale della sezione considerata, parte dalle seguenti assunzioni:

- il generico blocco, considerato come un semplice punto di massa m e velocità v , si muove secondo una traiettoria balistica, trascurando l'attrito dell'aria;
- il pendio viene schematizzato con una linea spezzata, cioè formata dalla giunzione di diversi segmenti che ne riproducono bidimensionalmente l'andamento;

- il pendio è caratterizzato da un coefficiente di scabrezza assunto come proporzionale all'inclinazione del segmento del pendio su cui si muove il blocco. Nel programma tale assunzione si concretizza attribuendo un valore di deviazione standard alla scabrezza. In questo caso, a favore di sicurezza, è stato indicato Dev Std. = 0, significando che il singolo segmento del profilo su cui si muove il masso è privo di irregolarità;
- a seguito di un impatto con il pendio, l'energia è ridotta secondo opportuni coefficienti di restituzione normale (R_N) e tangenziale (R_T) e un coefficiente di attrito (φ), esaminati più in dettaglio nel testo sottostante;
- il programma utilizza, inoltre, un fattore di scala per il coefficiente di restituzione normale che dipende dalla velocità del masso. Tale riduzione (calcolata nel caso in esame pari al 50%) viene applicata per tenere conto del fatto che un masso che rimbalza sul terreno, in funzione principalmente della velocità immediatamente precedente all'impatto, può "affondare" nel terreno prima di rimbalzare, quindi può successivamente rallentare.

La simulazione è condotta analizzando 50 traiettorie per ognuna delle quali viene applicata, automaticamente dal programma, una variazione casuale dei valori dei parametri che governano il comportamento del blocco durante la caduta (vale a dire i coefficienti di restituzione e il coefficiente di attrito), all'interno del range definito dalla deviazione standard.

I campi di variabilità sono stati stabiliti secondo criteri che tengono conto delle forme e dimensioni del blocco in rapporto alla rugosità locale del pendio.

Le verifiche richiedono, come dati di input, anche le coordinate di distacco del blocco di progetto, la massa del blocco che cade e le componenti verticali ed orizzontali della velocità iniziale.

I parametri fondamentali della verifica sono i coefficienti di assorbimento normale e tangenziale e il coefficiente di attrito del pendio nelle condizioni di moto misto di "roto-scivolamento", il cui significato è il seguente.

Il coefficiente di restituzione tangenziale R_T definisce l'aliquota di energia tangenziale che permane dopo un urto. Tale coefficiente è evidentemente influenzato dalle asperità superficiali e dalla vegetazione. Il coefficiente di restituzione normale R_N dopo l'urto determina, analogamente, quanta parte di energia permane in direzione verticale (cambiata di segno). Su di esso influisce prevalentemente la natura litologica del terreno.

Il coefficiente di attrito φ rappresenta, infine, la resistenza offerta alla traslazione del blocco a contatto con il terreno, con effetto di rallentamento nel movimento dei massi.

I coefficienti assunti nelle verifiche per tenere conto delle reali condizioni dei profili sono i seguenti:

	R_T	R_N	φ
SEZIONE T2 (parte alta)	0.80±0.04)	0.32±0.04	30±2
SEZIONE T2 (parte bassa)	0.85±0.04.	0.35±0.04	30±2
SEZIONE T7 (parte alta)	0.80±0.04	0.32±0.04	30±2
SEZIONE T7 (parte intermedia)	0.82±0.04	0.32±0.04	30±2
SEZIONE T7 (parte bassa)	0.85±0.04.	0.35±0.04	30±2

Nel caso della sezione T2 il pendio è caratterizzato da affioramenti del substrato roccioso con tratti di superfici dure esposte, soprattutto nella parte bassa, mentre nel caso della sezione T7 si è ritenuto maggiormente aderente alle condizioni reali, modellizzare il pendio come caratterizzato dalla prevalenza di roccia affiorante con detriti di alterazione (parte intermedia) e vegetazione nella parte superiore e con roccia affiorante con superfici esposte dure solamente nella parte bassa.

3.2 Fronte 1 e 2: analisi dei risultati.

FRONTE 1 – SEZIONE T2

Per ricostruire le traiettorie di rotolamento e caduta massi dalla zona indicata del Fronte 1 (sezione T2), é stata ipotizzata la caduta di blocchi di progetto, considerando due dimensioni: volume pari a 0.50 m³ corrispondente a una massa di 1400 Kg e volume pari a 0.125 m³ corrispondente a una massa di 340 Kg. Sono le dimensioni dei blocchi di progetto riconosciute in campo come possibili, seppure con bassa probabilità di effettiva movimentazione, in base al rilevamento geostrutturale e allo stato di conservazione dell'ammasso roccioso.

Si tratta, si ribadisce, di ipotesi cautelative in quanto, in realtà, sulle porzioni di fronti in esame non è stata evidenziata dal rilevamento una condizione di effettiva pericolosità per distacco di blocchi di tali dimensioni e tanto meno maggiori (già affrontata e risolta, negli ambiti interessati, con gli interventi di consolidamento attivo previsti). Ad ogni modo, esiste comunque una generalizzata propensione al dissesto dei pendii esaminati, denudati e a elevata pendenza, a fronte della quale, pur ritenendo improbabili gli accadimenti supposti, a riscontro delle richieste dell'Ufficio Geologico Comunale, si è optato per una difesa del piazzale, attiva o passiva, senza soluzioni di continuità, a prescindere dall'effettivo stato di pericolosità dei fronti soprastanti.

La simulazione é stata eseguita innanzitutto nella configurazione di progetto, con piazzale rialzato di 12 metri circa rispetto allo stato attuale e rifinito, sul perimetro, con canale di gronda perimetrale della larghezza di 1.50 m.

E' stata quindi inserita a monte del canale una barriera paramassi, rappresentata schematicamente, per ragioni legate alla modellizzazione numerica del software di elaborazione, da un elemento a resistenza infinita ubicato in corrispondenza dell'ascissa coincidente con l'asse longitudinale dell'opera stessa e di altezza pari a 2.00 m.

Dai settori di distacco sul fronte sono state eseguite 50 simulazioni di rotolamento massi, con la semplificazione, imposta dal programma, che ogni

blocco mantenga, lungo tutto il percorso, la medesima dimensione e la medesima massa.

Anche in questo caso si tratta di una semplificazione assolutamente cautelativa poiché, nella realtà, come riscontrato in situ, a ogni impatto il masso del basalto locale tende a deflagrare, o comunque a frantumarsi in frammenti più piccoli, quindi senz'altro dotati di una minore energia cinetica.

Le analisi eseguite evidenziano quanto segue:

- eventuali scendimenti dal fronte restano contenuti e trattenuti all'interno del canale di gronda perimetrale, senza determinare tracimazioni o rimbalzi verso l'adiacente piazzale (fig. 1); nella discesa lungo il pendio il movimento è sostanzialmente di rotolamento e il masso di maggiori dimensioni raggiunge il piede del pendio sviluppando un'energia cinetica massima dell'ordine di 35 kJ (fig. 2, 3, 4, 5);
- la barriera paramassi, nella posizione riportata sulla sezione, a proteggere il canale di gronda, è funzionale a trattenere i distacchi di blocchi e massi dalla fascia superiore del fronte (fig. 6);
- nell'ipotesi di barriera perfettamente rigida e a resistenza infinita, si ricava che un masso da 1400 Kg, che si stacca dalla sommità del fronte denudato (q.a. 72-74), mantenendo teoricamente invariato il suo volume originario, rotola sul pendio acquisendo energia cinetica e raggiunge la barriera con un'energia di impatto di circa 34 kJ (fig. 7); naturalmente minore è l'energia di impatto di massi più piccoli in caduta dalla medesima zona.

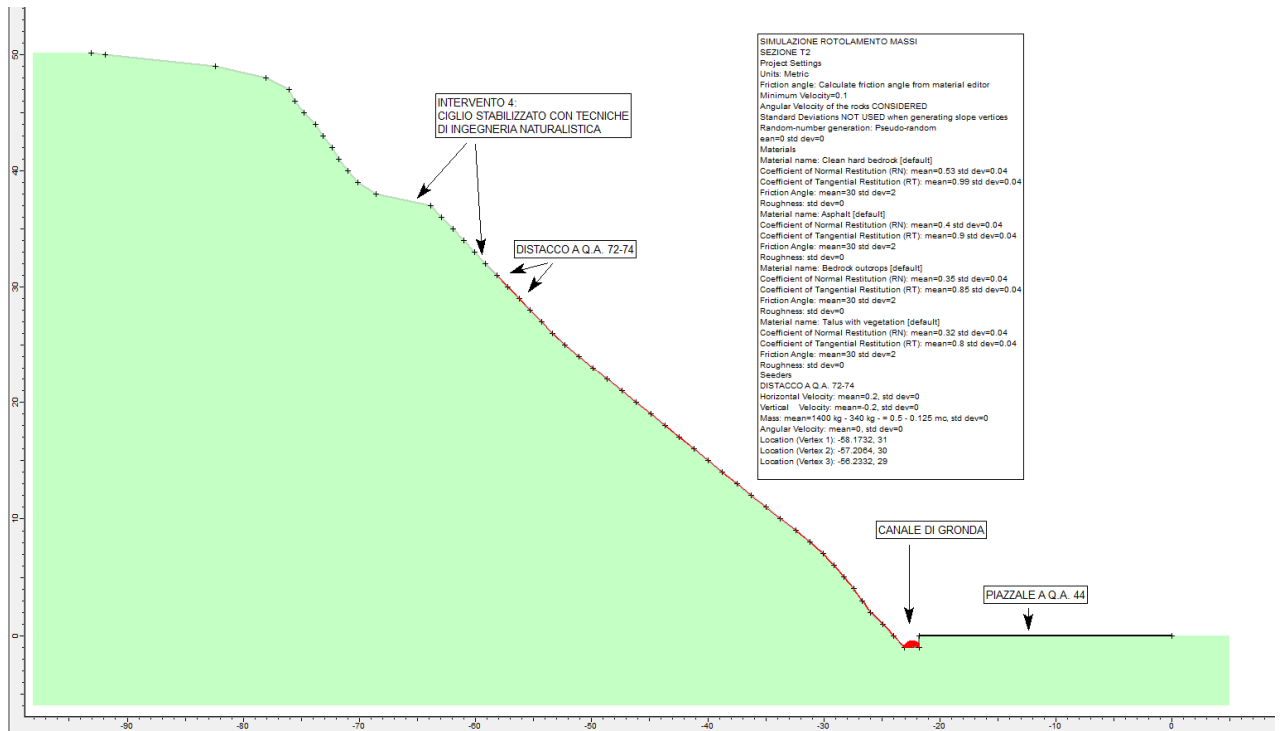


fig. 1

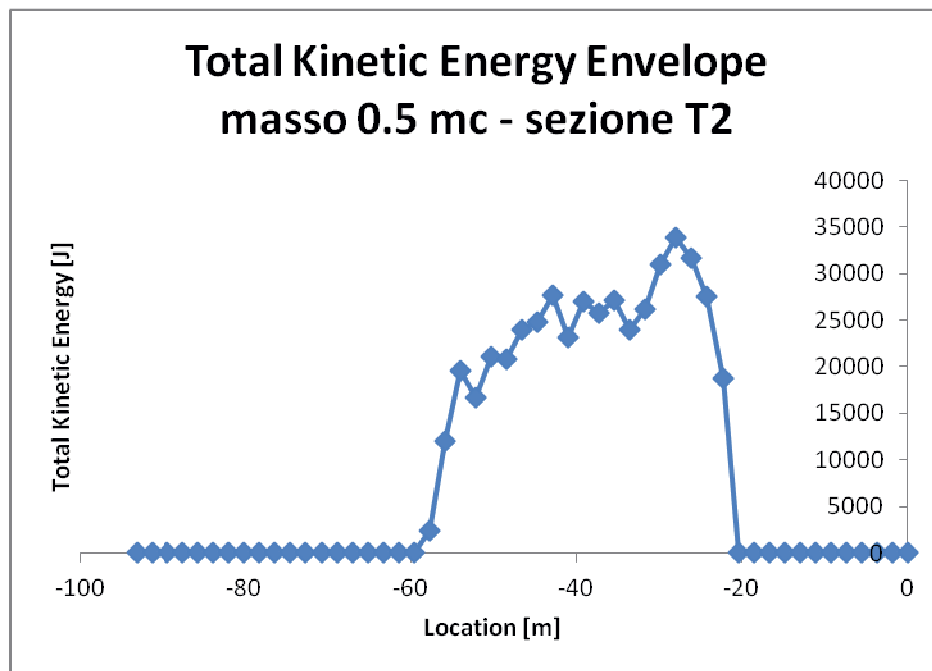


fig. 2

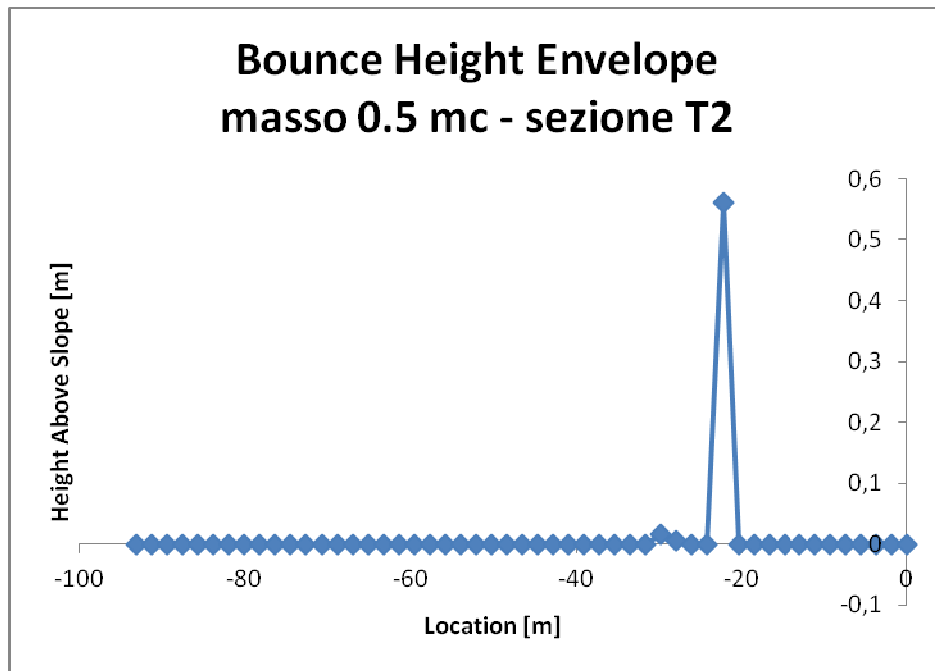


fig. 3

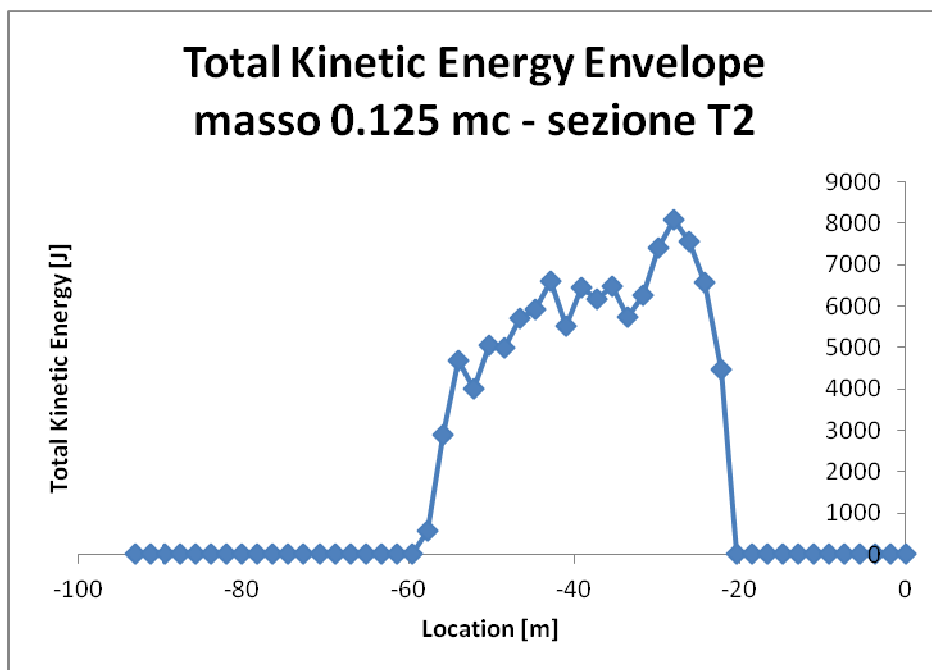


fig. 4

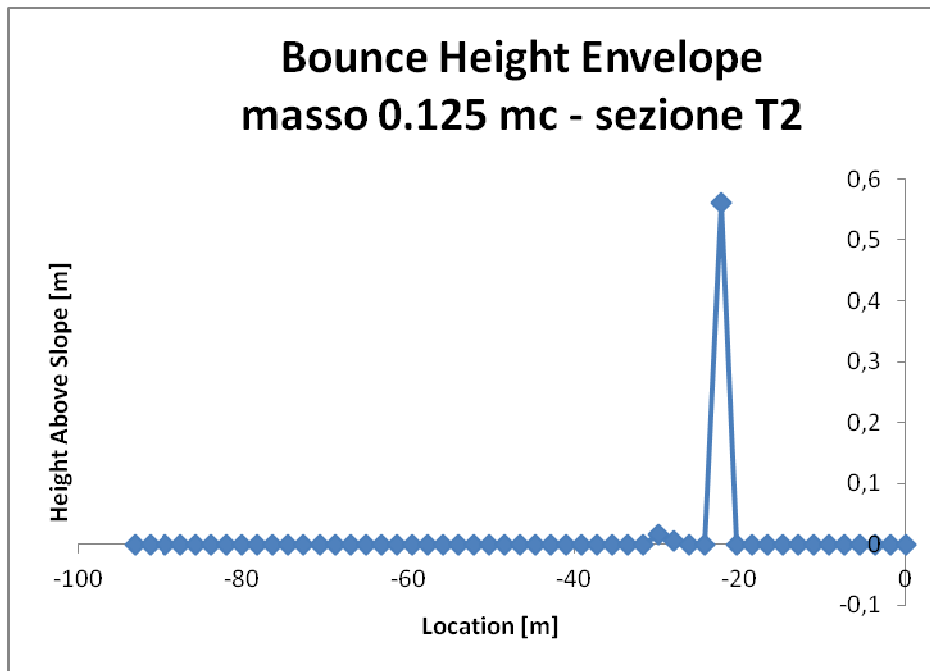


fig. 5

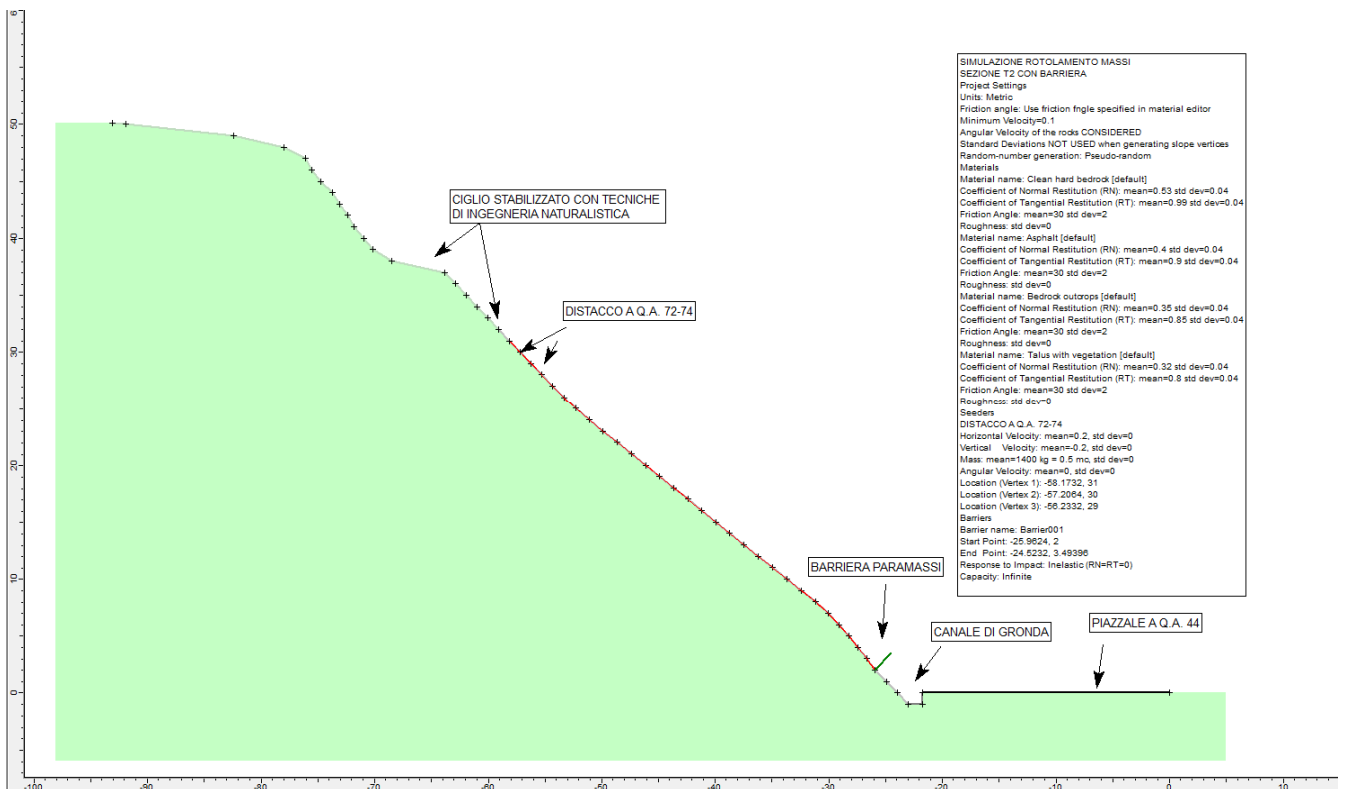


fig. 6

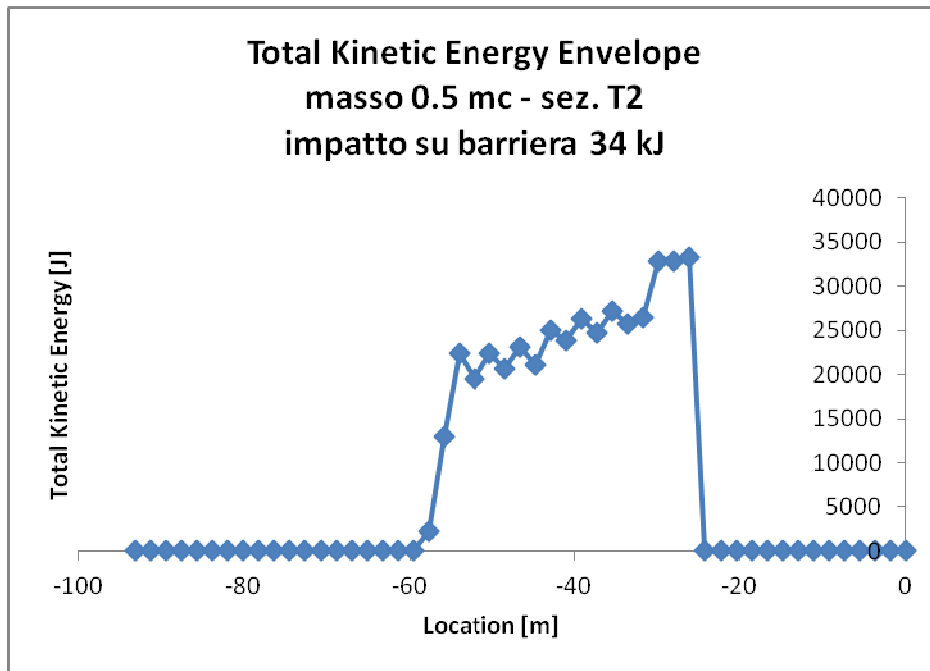


fig. 7

FRONTE 2 – SEZIONE T7

Il caso della sezione T7 del Fronte 2, riguarda la modellizzazione del tratto di pendio in ambito *V.accl.* e *V.boscato* corrispondente alla vallecchia del Rio Senza Nome, dal quale è stata ipotizzata la caduta di blocchi di progetto di volume massimo pari a 0.50 m^3 corrispondente a una massa di 1400 Kg e di volume medio pari a 0.125 m^3 corrispondente a una massa di 340 Kg. Si tratta, anche in questo caso, di un'ipotesi cautelativa per la zona indicata, ma l'ottica del presente studio integrativo è quello di dare continuità all'intervento di difesa del piazzale presidiandone, con interventi e opere anche differenziati, l'intero perimetro.

In linea con la procedura già adottata per il Fronte 1, la simulazione è stata eseguita nella configurazione di progetto, con piazzale rialzato di 12 metri circa rispetto allo stato attuale e rifinito sul perimetro con canale di gronda perimetrale della larghezza di 1.50 m.

E' stata poi inserita a monte del canale una barriera paramassi di altezza pari a 2.00 m, con le assunzioni e le schematizzazioni già illustrate al precedente paragrafo.

Dai settori di distacco sul fronte sono state eseguite 50 simulazioni di rotolamento massi, nell'ipotesi di invariabilità di dimensione e volume del blocco in movimento ed è stato verificato che:

- eventuali scendimenti dal fronte restano contenuti e trattenuti all'interno del canale di gronda perimetrale, senza determinare tracimazioni o rimbalzi verso l'adiacente piazzale (fig. 8); nella discesa lungo il pendio il movimento è sostanzialmente di rotolamento, con rimbalzi che raggiungono al massimo l'altezza di 25 cm, in corrispondenza delle irregolarità della superficie topografica e sviluppo di energia cinetica totale massima, per il masso da 1400 kg, dell'ordine di 37 kJ e per il masso da 340 kg, di circa 9 kJ (fig. 9, 10, 11, 12);

- la barriera paramassi, nella posizione riportata sulla sezione, a proteggere il canale di gronda, è funzionale a trattenere i distacchi di blocchi e massi dalla fascia superiore del fronte (fig. 13);
- nell'ipotesi di barriera perfettamente rigida e a resistenza infinita, si ricava che un masso da 1400 Kg, che si stacca in corrispondenza della rottura di pendenza che si delinea sul fronte a monte del limite di proprietà (q.a. 68-69), mantenendo teoricamente invariato il suo volume originario, rotola sul pendio acquisendo energia cinetica e raggiunge la barriera con un'energia di impatto di 37.3 kJ (fig. 14); naturalmente minore è l'energia di impatto di massi più piccoli, in caduta dalla medesima zona.

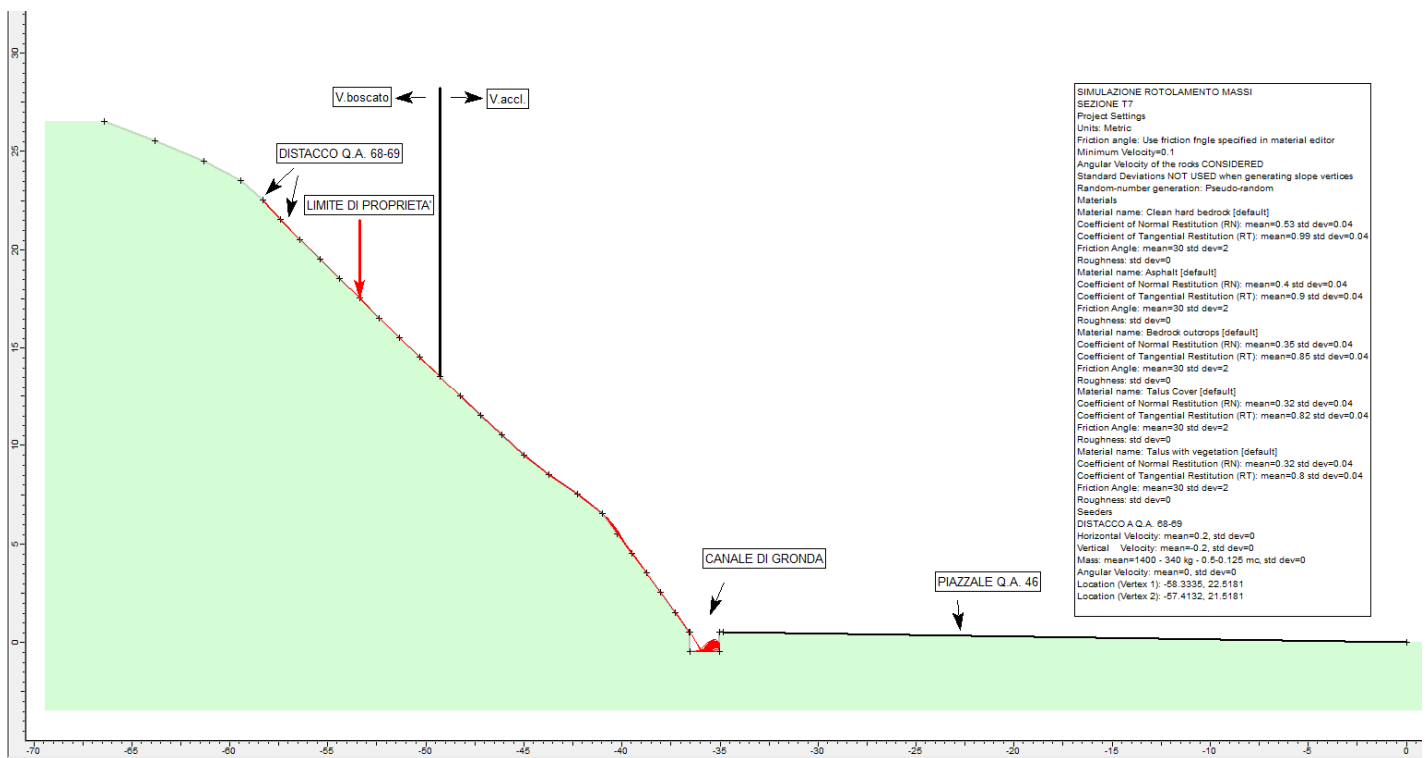


fig. 8

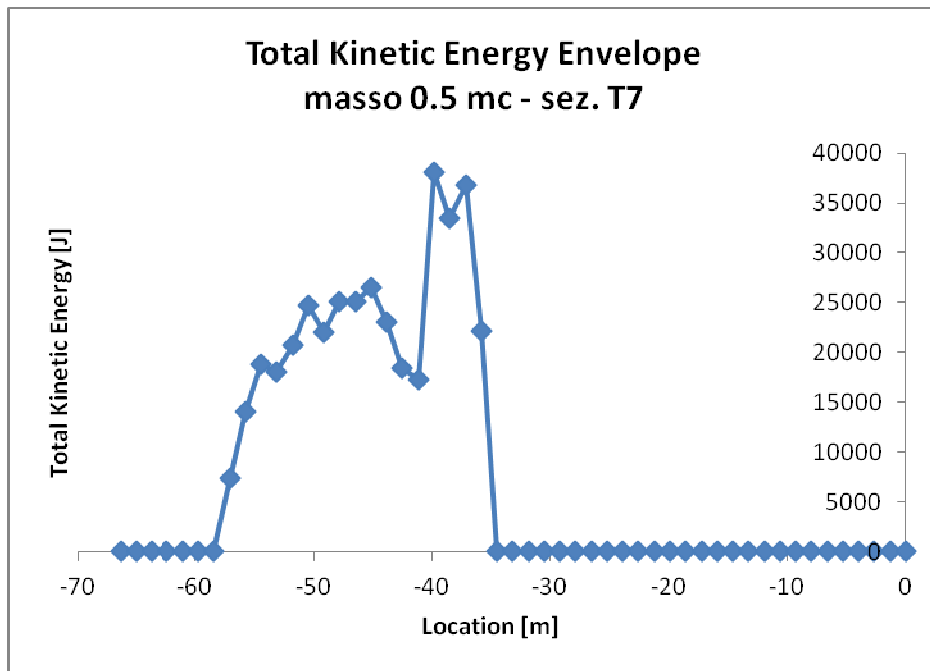


fig. 9

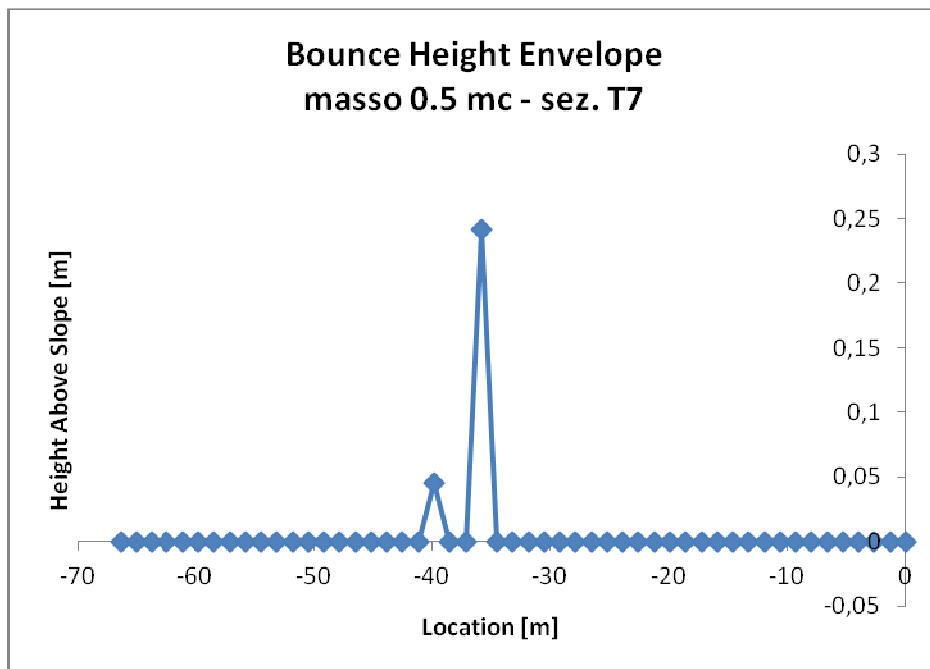


fig. 10

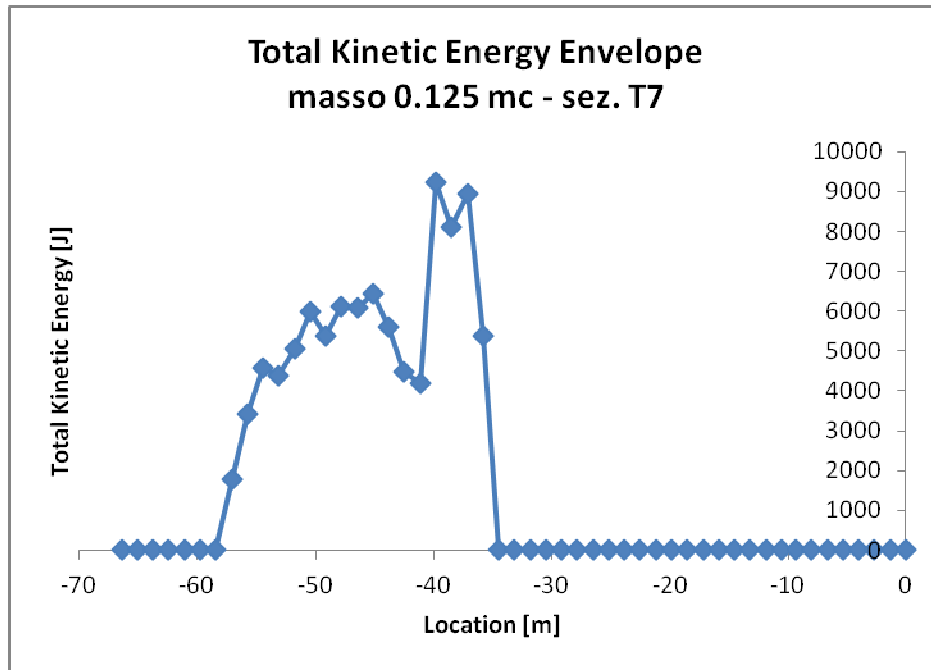


fig. 11

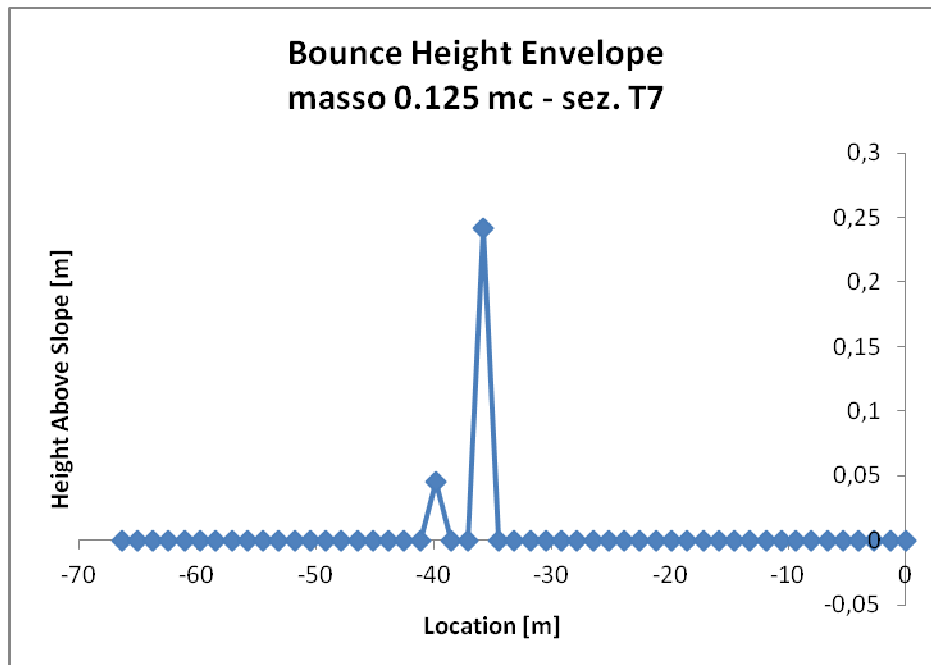


fig. 12

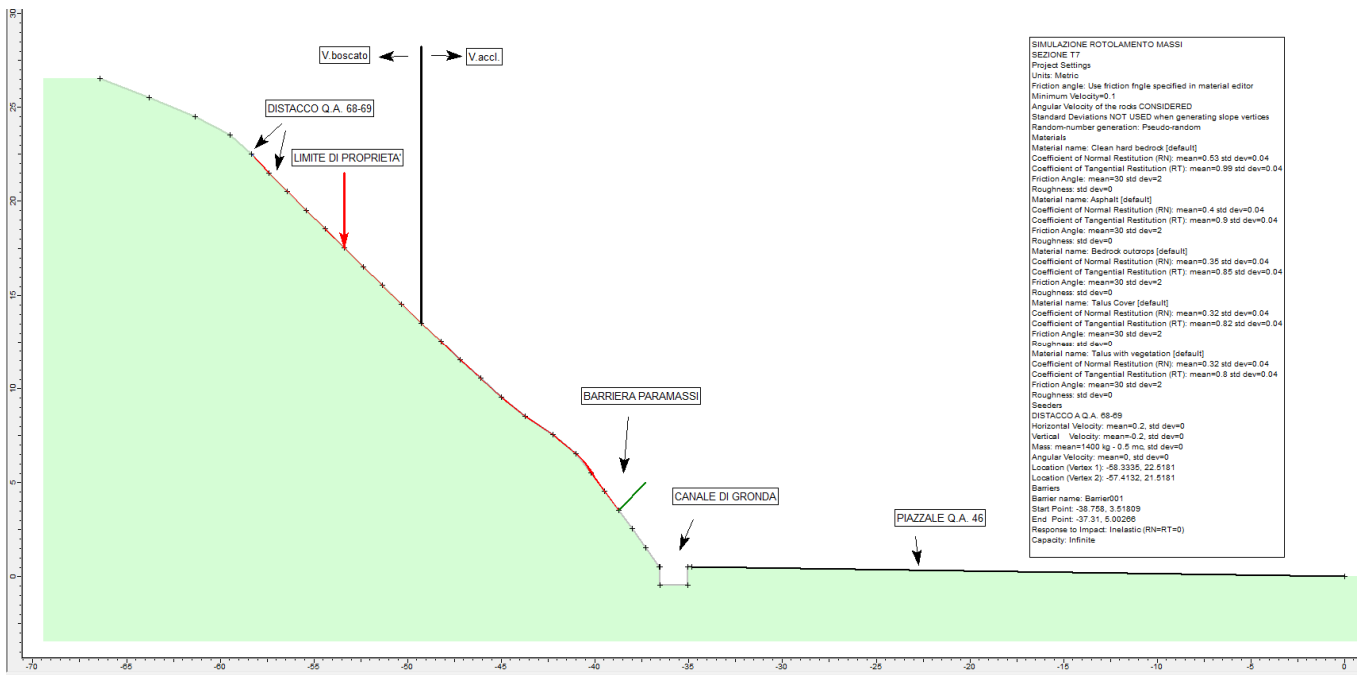


fig. 13

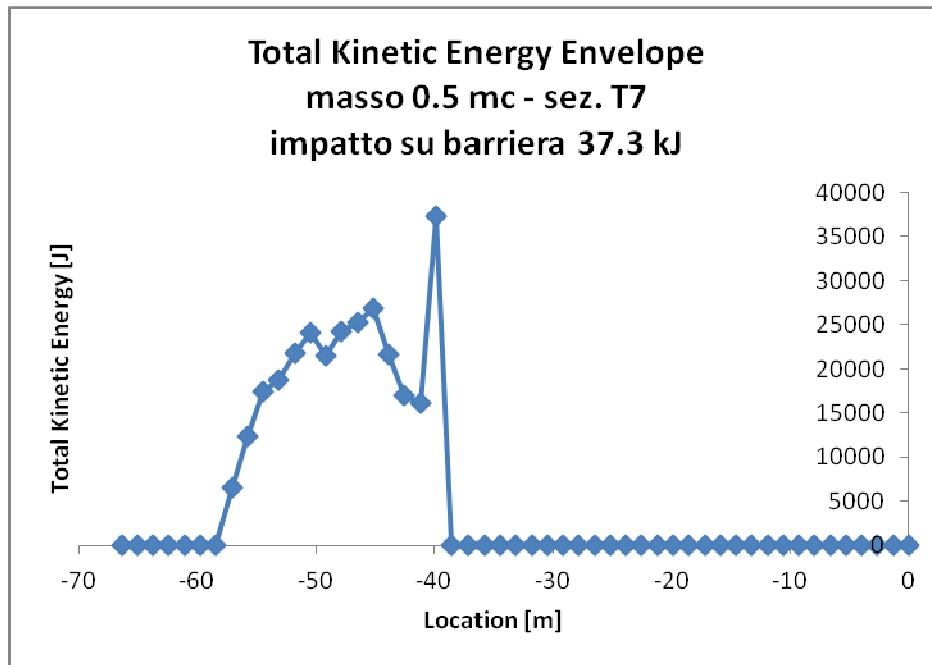


fig. 14

In conclusione, le simulazioni effettuate hanno verificato le traiettorie di scendimento di blocchi di volume massimo pari a 0.50 m^3 dai tratti di fronte caratterizzati, rispetto alla zonizzazione della pericolosità di cui alla relazione geologica del 03.10.16, come ambiti *V.accl.* e *V.boscato*.

Tali blocchi si riversano e si raccolgono all'interno del canale di gronda previsto dal progetto lungo il perimetro del piazzale senza che si determinino tracimazioni o rimbalzi che possano raggiungere l'area destinata alle attività lavorative.

Proprio per l'evenienza che, in concomitanza con eventi di pioggia, per erosione e dilavamento dei fronti della ex cava si potessero generare fenomeni di detrizione verso il canale di gronda, era stato già previsto dal progetto che il canale:

- fosse di larghezza adeguata da consentire la percorribilità con mezzi di lavoro in modo da effettuarne agevolmente la pulizia e la manutenzione;
- fosse dotato di rampe di accesso dal piazzale al fine di mantenere libera la sezione di deflusso e garantirne l'efficienza idraulica.

In aggiunta a tale previsione progettuale, il presente studio integrativo propone la realizzazione di due nuovi tratti di barriera paramassi, per completare e rendere continua la protezione del piazzale contro il rischio di caduta massi e frammenti dai fronti superiori e al contempo proteggere il canale di gronda.

La posizione è riportata sulla planimetria **Tavola 1GEO REV.1** con denominazione "**intervento 5**".

Intervento 5



Sulla base delle ipotesi di calcolo adottate e dei risultati delle verifiche svolte, salvo maggiori approfondimenti da rimandare alla fase esecutiva dei lavori, appare idonea una barriera paramassi dimensionata per la protezione da fenomeni di caduta massi con sviluppo energetico fino a 100 kJ.

I particolari costruttivi, restano quelli contenuti nella **Tavola 3GEO**, con l'unica differenza che riguarda l'interasse tra i montanti in profili HEA 120 di altezza 2.00 m, che viene aumentato a 10 m per barriere omologate da 100 kJ. In alternativa potrà essere valutata la possibilità di sostituire la barriera elastica con una barriera leggera fissa dotata di montanti in putrelle di acciaio IPE 100, rete metallica paramassi a maglia 8x10 e tre linee di cavo in fune di acciaio tipo ATZ 12 mm.

3.3 Fronte 3: analisi dei risultati e considerazioni.

A completamento delle verifiche integrative condotte è stata simulata la caduta massi anche sul profilo della sezione T13 del Fronte 3, classificato, in termini di pericolosità, come ambito *V.accl.*, analogamente ai casi trattati in precedenza.

La simulazione é stata eseguita nella configurazione di progetto, con la presenza del nuovo alveo canalizzato del Rio Zoagli di larghezza 3.00 m e di profondità minima 2.00 m, che é impostato a una quota rialzata di 12 m circa rispetto allo stato attuale.

Anche su questo lato, l'intervento di ricarica previsto sul piazzale riduce l'altezza libera del fronte roccioso, la cui proprietà è in capo al Committente, fino al tracciato del Sentiero Fringuello.

I coefficienti di restituzione assunti sono i seguenti.

	R_T	R_N	ϕ
SEZIONE T13 (parte alta)	0.80±0.04)	0.32±0.04	30±2
SEZIONE T13 (parte bassa)	0.85±0.04.	0.35±0.04	30±2

Il riempimento del piazzale già di per sé consegue la messa in sicurezza definitiva della porzione di fronte che sarà coperta. Resta invece da essere considerata la possibilità, seppure remota, di locali rilasci di frammenti lapidei dal tratto di fronte che resta denudato e che precede la scarpata vegetata sotto al Sentiero del Fringuello, documentata nella foto sottostante, nella quale, in primo piano, è visibile l'ambito R dove è già previsto l'intervento di consolidamento 1B.



QUOTA RIEMPIMENTO PIAZZALE

La foto, seppure indicativamente, in quanto fuori scala, chiarisce comunque che la porzione residua di fronte denudato e potenzialmente soggetto a rilasci è alquanto limitata. Ad ogni buon conto, anche in questo caso è stato simulato il distacco di blocchi di progetto di volume massimo pari a 0.50 m^3 , corrispondente a una massa di 1400 Kg e di volume medio pari a 0.125 m^3 corrispondente a una massa di 340 Kg. Le ipotesi a base di verifica sono quelle illustrate in precedenza che ipotizzano che il masso in movimento mantenga invariato il suo volume fino all'impatto finale.

La sezione in fig. 15 mostra che eventuali scendimenti dal fronte si raccolgono completamente all'interno dell'alveo del Rio Zoagli, il quale risulta di dimensioni considerevoli (6 mq di sezione) se paragonate ai volumi rocciosi ipoteticamente mobilizzabili dal tratto di fronte roccioso sotteso.

Tali situazioni, nel contesto in esame, potranno quindi essere gestite nell'ambito delle normali pratiche manutentive dell'alveo, anche in considerazione del fatto che il progetto prevede un profilo longitudinale a gradoni con l'inserimento, al fondo, di una vasca di calma, in grado di trattenere l'eventuale trasporto solido e impedirne il trascinarsi verso il Rio Ruscarolo.

Nella fase di progettazione esecutiva degli interventi, potranno comunque essere adottati accorgimenti specifici, quali ad esempio, l'innalzamento della sponda dello scatolare, lato fronte roccioso, o la predisposizione di una barriera leggera fissa al colmo della spalla destra del manufatto o al piede del fronte, in modo da creare un vallo di trattenuta.

Sarà in ogni caso necessario prevedere interventi sistematici di controllo e manutenzione delle opere di protezione dell'alveo che saranno ivi realizzate, analogamente a quanto già previsto dalle Norme Geologiche di Attuazione del PUO per tutti gli interventi di consolidamento e messa in sicurezza progettati.

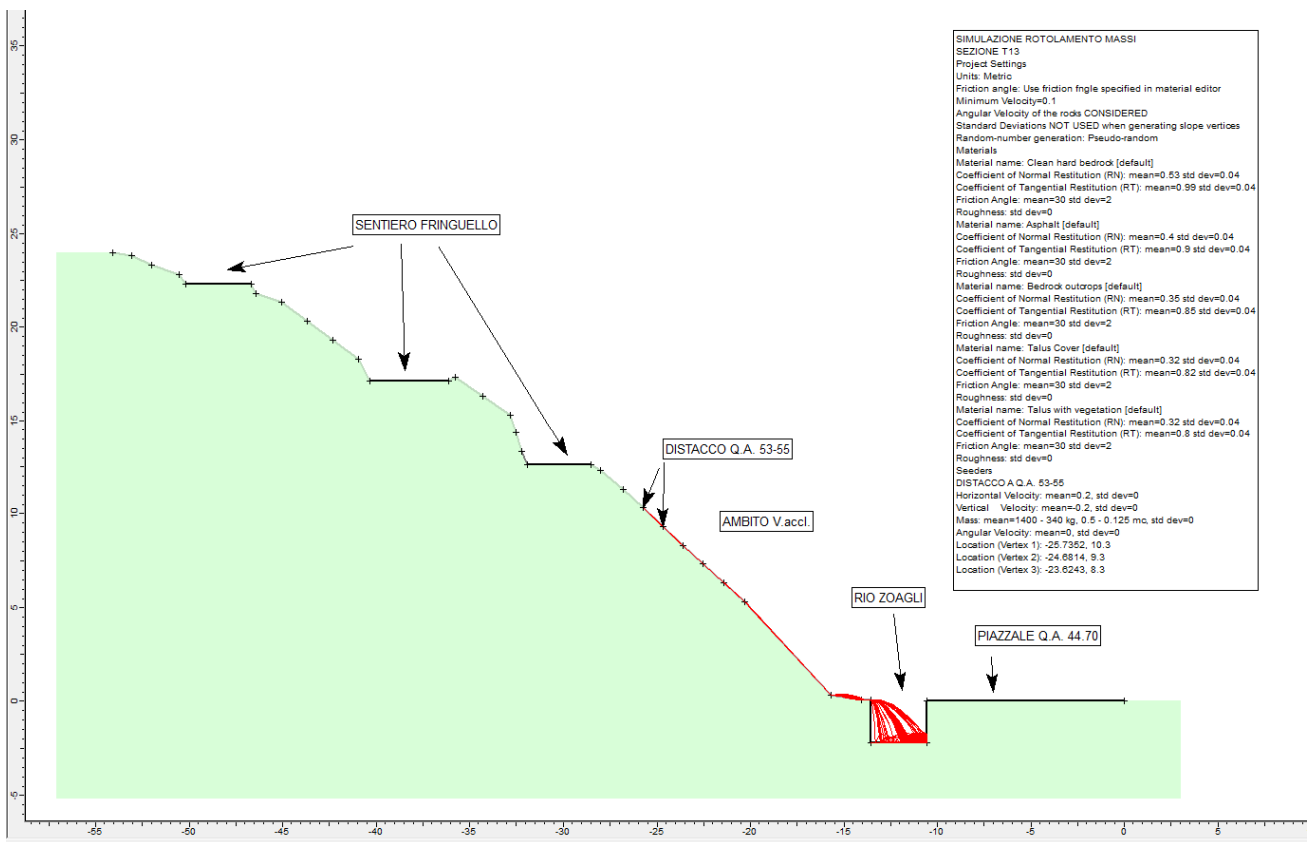


fig. 15

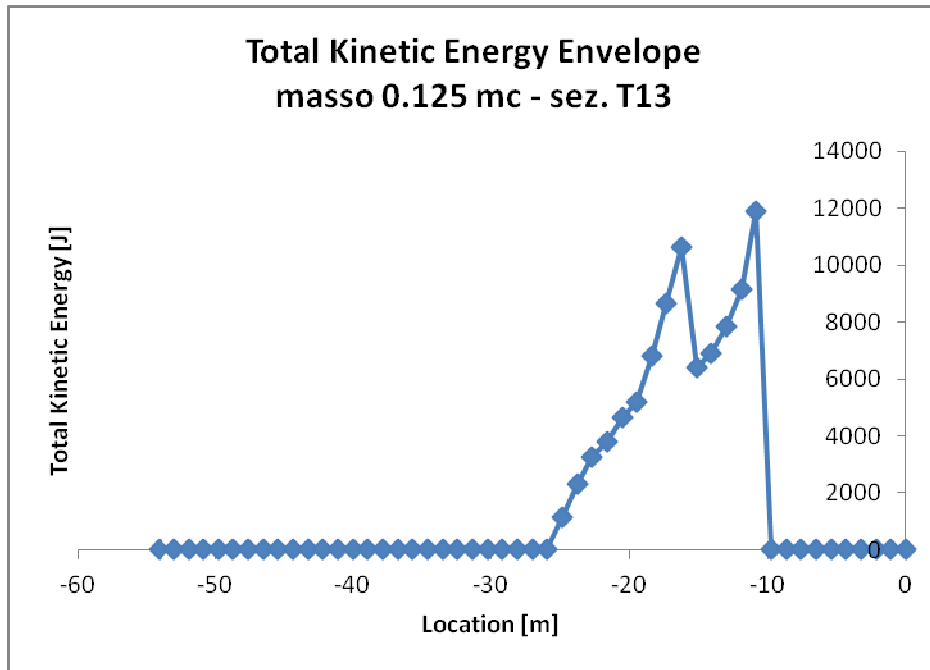


fig. 16

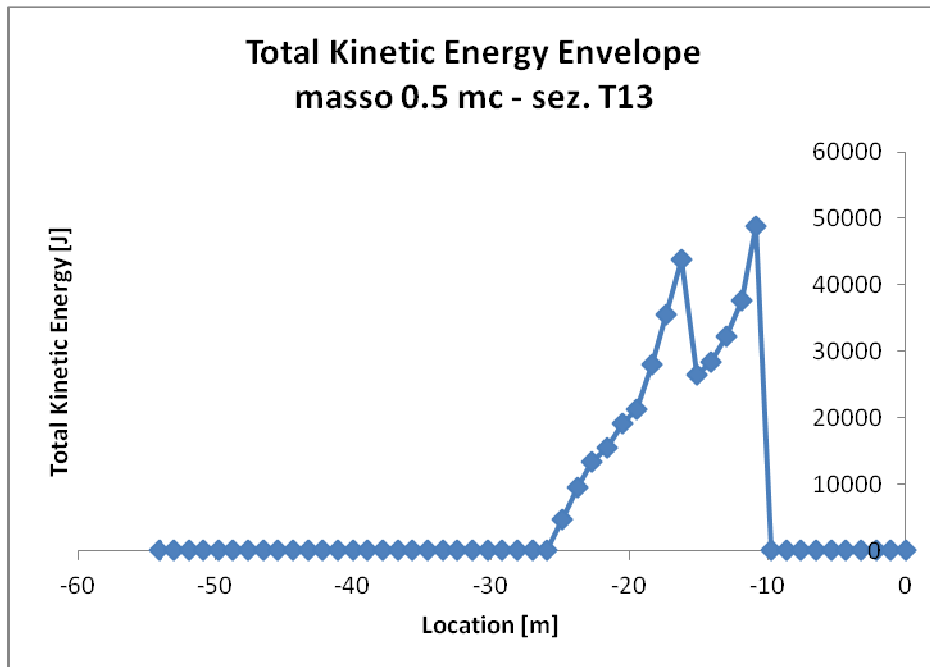


fig. 17

4 Messa in sicurezza del Fronte 1 nella zona del capannone riparazioni in progetto.

Il capannone riparazioni in progetto è posizionato all'estremità occidentale del piazzale previsto nel tratto sotteso da una porzione del Fronte 1 dove il rilevamento geostrutturale ha individuato condizioni di pericolosità legate al rischio di distacco di blocchi lapidei di piccole dimensioni.

Proprio in esito a tale evidenza, il progetto della messa in sicurezza dei fronti di cui alla relazione geologica del 03.10.16, ha previsto, in questa zona, la posa di reti metalliche armate con fune in acciaio (Intervento 1A), per un'estensione continua che va a ricoprire tutto il tratto di fronte in roccia denudata che sovrasta il capannone suddetto (**ALL. 2**: sezioni T1 e T0b). Resta parzialmente scoperta unicamente l'estremità occidentale e parte del ciglio più a Ovest, dove la pendenza si smorza decisamente e sono presenti coltri detritiche sistemate con ricoprimento vegetazionale, che non richiedono alcun consolidamento (**ALL. 2**: sezione T0a).

La foto panoramica sotto riportata, seppure indicativa e schematica, illustra lo stato dei luoghi nella condizione attuale. Il progetto, con il riempimento previsto, va a ricoprire il tratto di fronte roccioso inferiore, compresa la sistemazione in gabbioni ivi presente, e lascia scoperta la parte superiore dove, a margine del rivestimento con reti metalliche dell'intervento 1A (tratteggiato in nero sulla foto rispetto al canale di gronda in azzurro), si osservano coltri vegetate stabili e sistemate.

A fronte di quanto sopra, come illustrato sulle sezioni topografiche in **ALL. 2**, l'attuazione degli interventi di tipo attivo previsti, specificatamente nella zona del Fronte 1 in corrispondenza del capannone riparazioni in progetto, esaurisce le problematiche ivi riscontrate e risolve le condizioni di potenziale pericolosità per rischio di crolli e distacchi di massi e frammenti lapidei nei confronti del capannone e del piazzale.

Le porzioni di fronte che residuano scoperte, infatti, non pongono particolari problematiche, sia per la minore pendenza, sia per la ridotta estensione, e sia per la presenza di coltri detritiche con copertura vegetale, condizioni che rendono pertanto superflue simulazioni di rotolamento massi in questo settore.



5 Conclusioni.

Sulla base di un approfondito studio geologico e geostrutturale condotto nell'area della ex cava Derrick di Genova Borzoli è stato redatto il progetto di interventi di messa in sicurezza e sistemazione idrogeologica contenuto nella relazione geologica del 03.10.16 che viene in questa sede richiamata e confermata.

A integrazione di quanto in allora previsto, riscontrando le richieste dell'Ufficio Geologico del Comune di Genova in esito all'esame del progetto, sono

proposti nuovi interventi di completamento che mirano a fornire continuità areale alle opere di protezione del piazzale, in considerazione del fatto che resta comunque evidente la propensione al dissesto dei fronti, seppure nello specifico delle aree oggetto delle presenti analisi, non siano state segnalate particolari condizioni di pericolosità.

L'intervento di completamento propone la realizzazione di due nuovi tratti di barriera paramassi di caratteristiche prestazionali conformi agli esiti delle simulazioni di rotolamento massi condotte e posizionate subito a monte del canale di gronda delle acque meteoriche del versante, rispettivamente, in corrispondenza del Fronte 1, per una lunghezza di circa 50 m e in corrispondenza del Fronte 2 per una lunghezza di circa 58 m.

Anche tale tipologia di intervento, identificata sulla **Tavola 1GEO REV.1** allegata, come **Intervento 5**, deve essere inserita nel piano di monitoraggio e manutenzione previsto dalle Norme Geologiche di Attuazione del PUO, per garantirne nel tempo l'efficienza e la funzionalità.

Genova, 23.02.2017

Dott. Geol. Valeria Bellini



Elenco allegati.

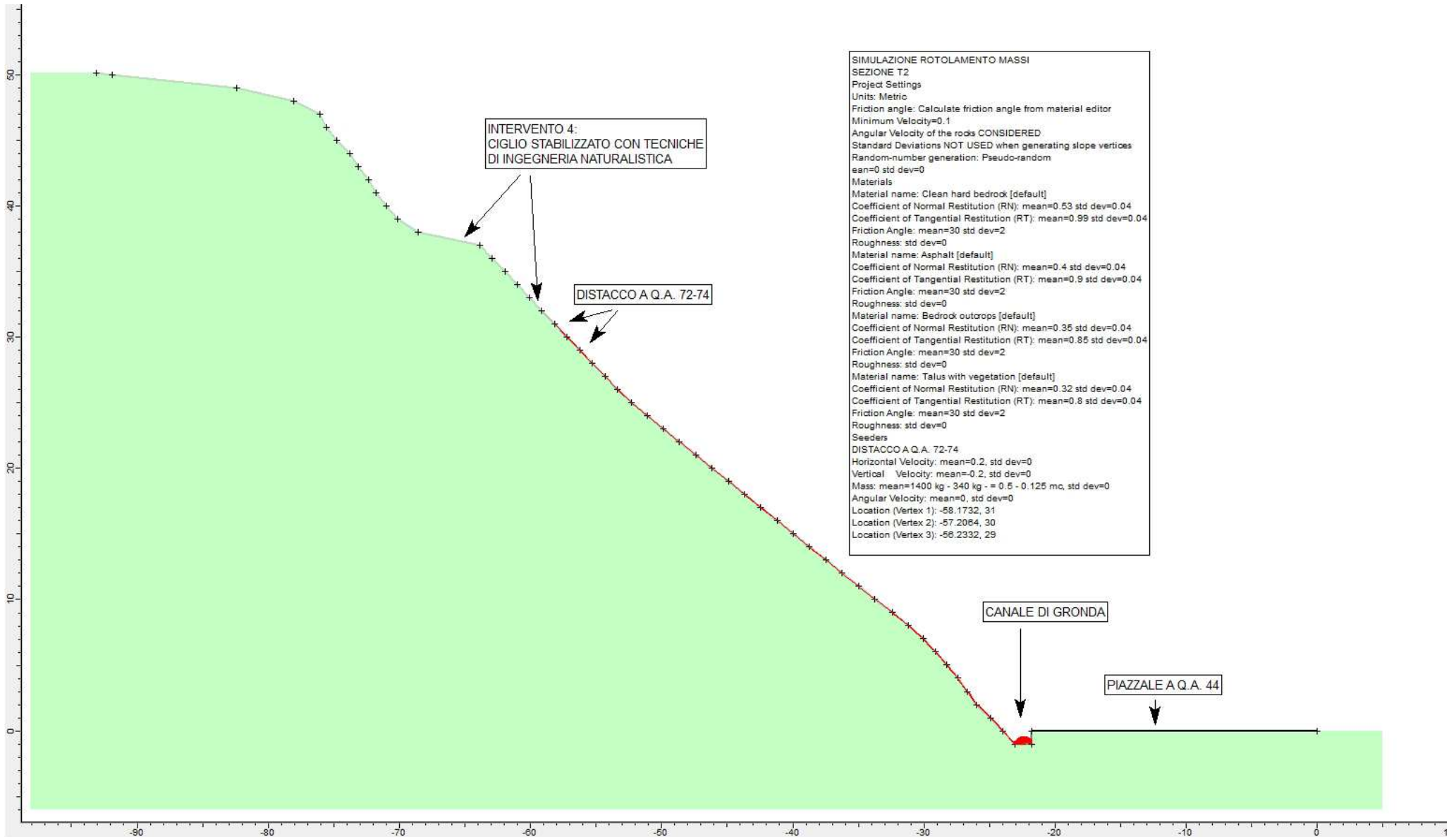
ALLEGATI NEL TESTO:

- **ALL. 1:** simulazioni rotolamento massi sezione T2 , sezione T7, sezione T13;
- **ALL. 2:** sezioni topografiche del fronte in corrispondenza del capannone riparazioni in progetto, in scala 1:300.

ALLEGATO FUORI TESTO:

- **Tavola 1GEO REV. 1:** planimetria degli interventi di messa in sicurezza dei fronti rocciosi – scala 1:500.

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 23.02.2017</p>
<p>P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p>NOTE GEOLOGICHE INTEGRATIVE</p>		
<p>Similazioni rotolamento massi sezioni T2 – T7 – T13</p>	<p>ALL. 1</p>	



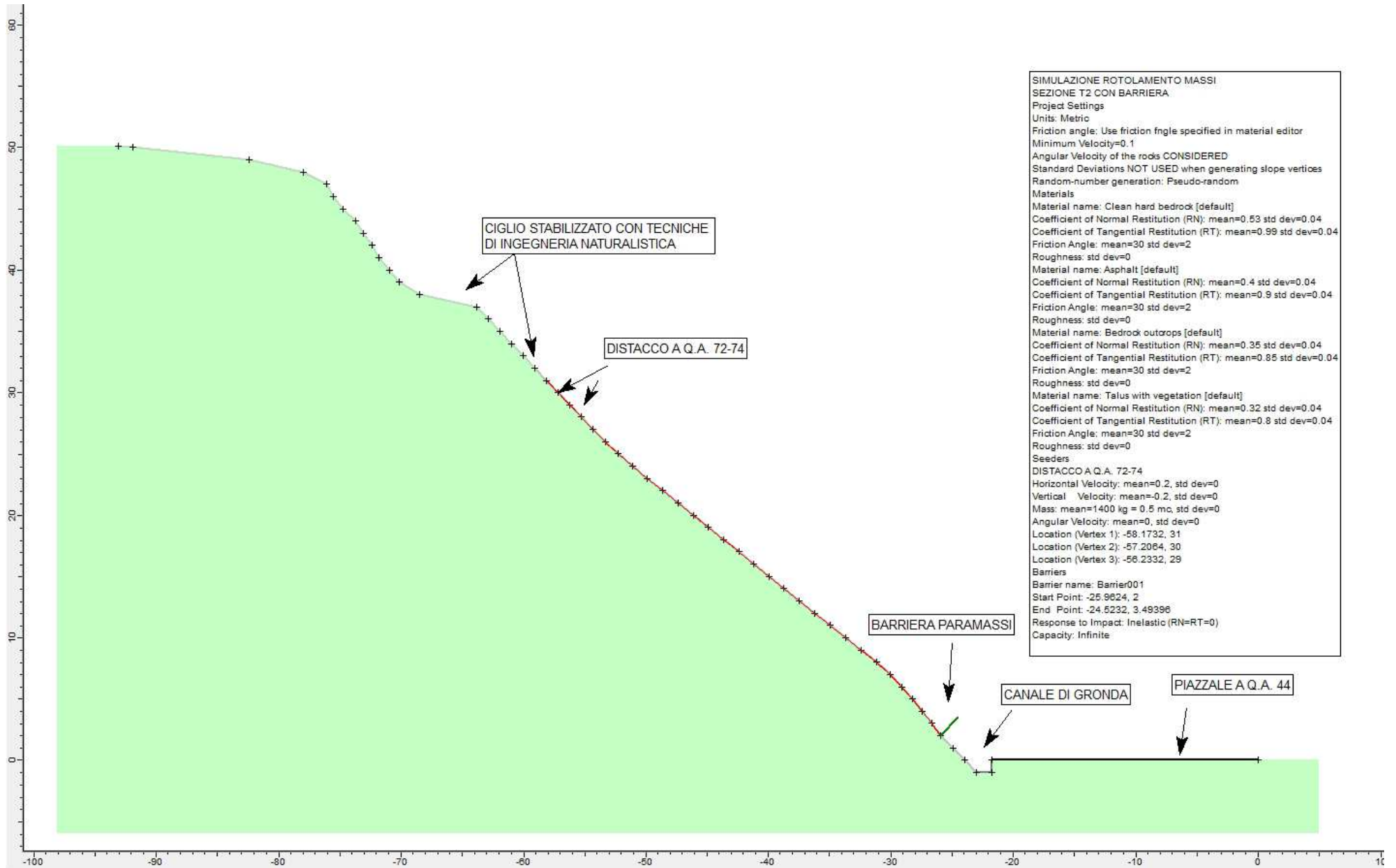
INTERVENTO 4:
CIGLIO STABILIZZATO CON TECNICHE
DI INGEGNERIA NATURALISTICA

DISTACCO A Q.A. 72-74

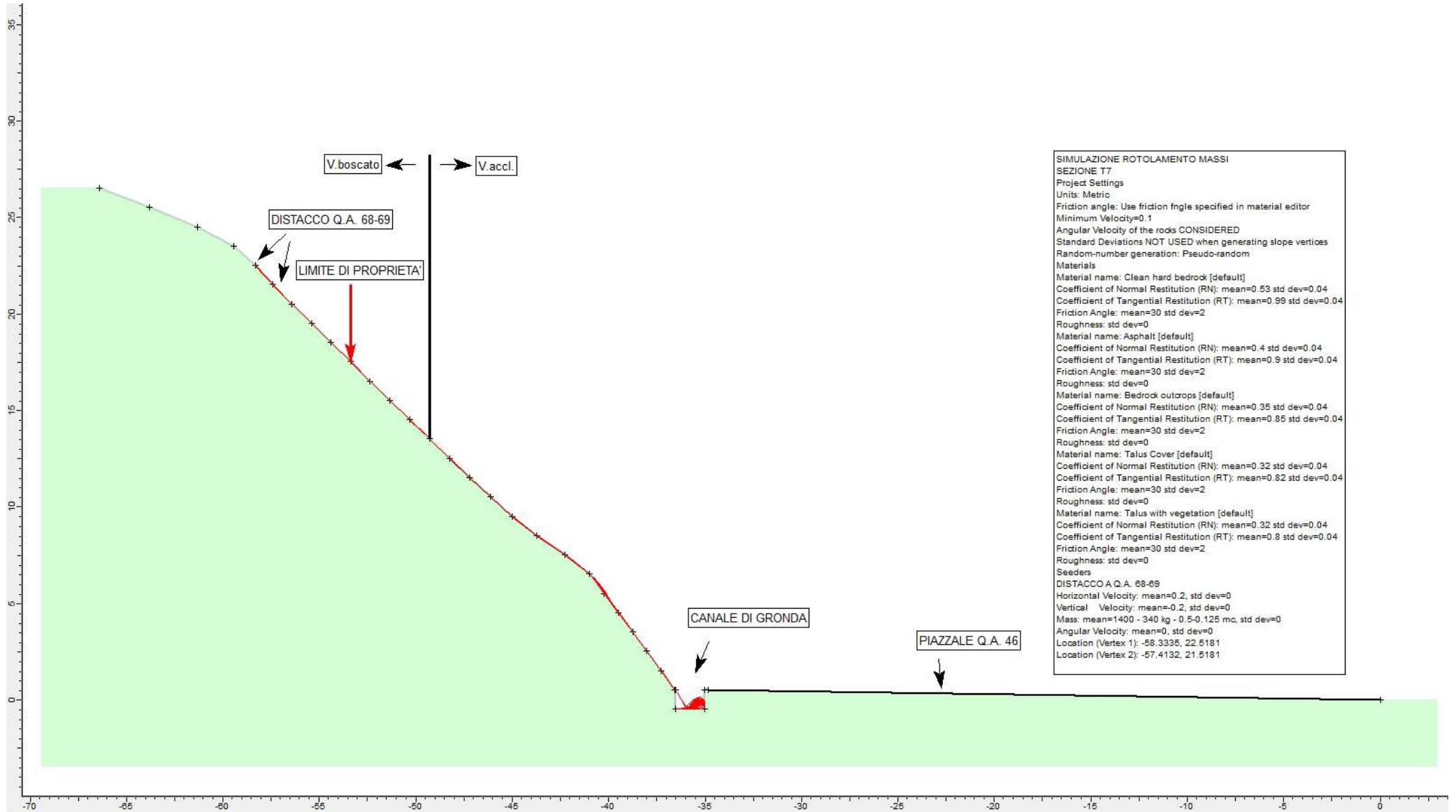
CANALE DI GRONDA

PIAZZALE A Q.A. 44

SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI
SEZIONE T2
Project Settings
Units: Metric
Friction angle: Calculate friction angle from material editor
Minimum Velocity=0.1
Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
Random-number generation: Pseudo-random
mean=0 std dev=0
Materials
Material name: Clean hard bedrock [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0
Material name: Asphalt [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.4 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.9 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0
Material name: Bedrock outcrops [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0
Material name: Talus with vegetation [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0
Seeders
DISTACCO A Q.A. 72-74
Horizontal Velocity: mean=0.2, std dev=0
Vertical Velocity: mean=-0.2, std dev=0
Mass: mean=1400 kg - 340 kg - = 0.5 - 0.125 mc, std dev=0
Angular Velocity: mean=0, std dev=0
Location (Vertex 1): -58.1732, 31
Location (Vertex 2): -57.2064, 30
Location (Vertex 3): -56.2332, 29



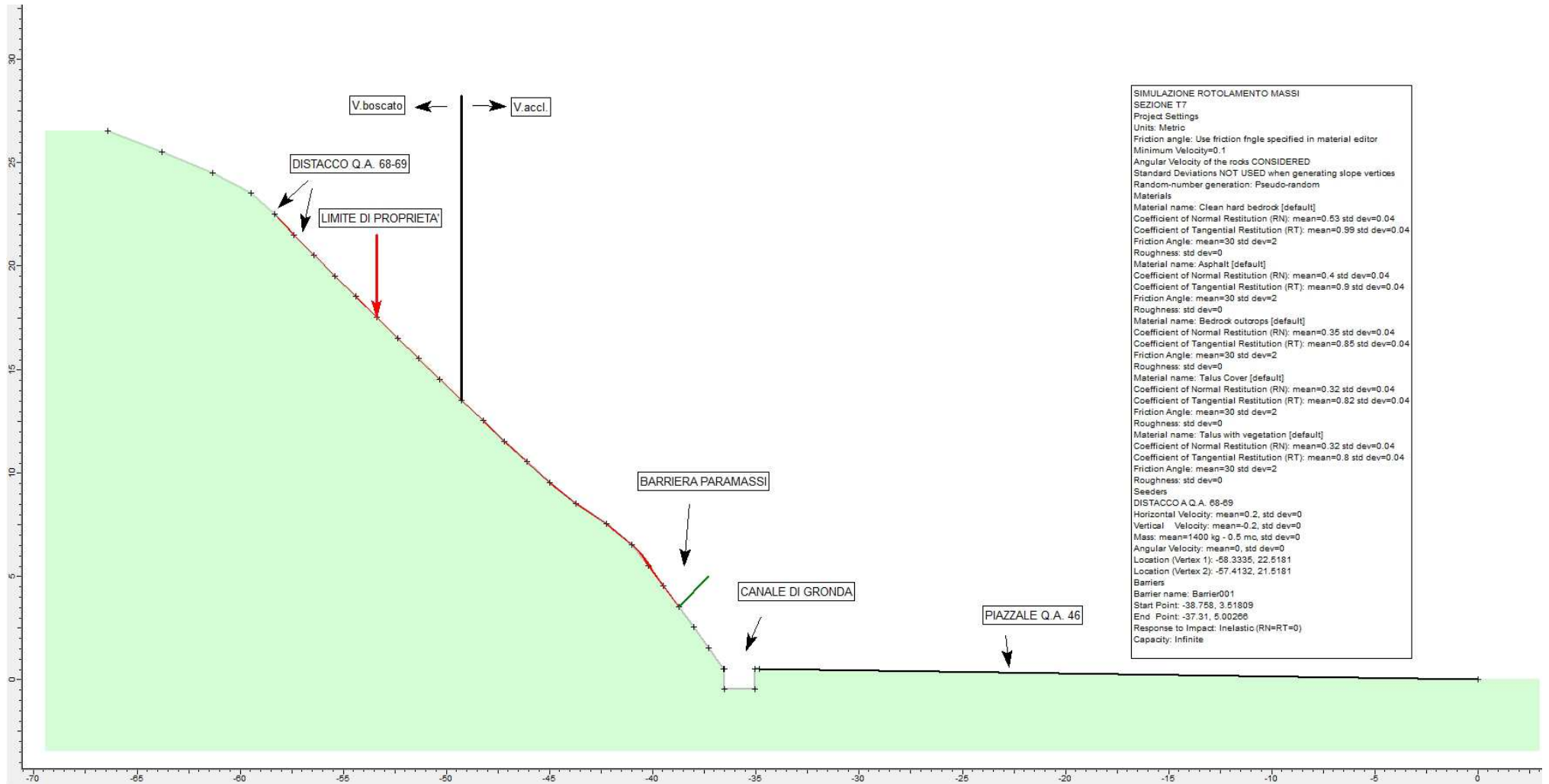
SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI
SEZIONE T2 CON BARRIERA
 Project Settings
 Units: Metric
 Friction angle: Use friction angle specified in material editor
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks **CONSIDERED**
 Standard Deviations **NOT USED** when generating slope vertices
 Random-number generation: Pseudo-random
 Materials
 Material name: Clean hard bedrock [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Asphalt [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.4 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.9 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Talus with vegetation [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Seeders
 DISTACCO A Q.A. 72-74
 Horizontal Velocity: mean=0.2, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=-0.2, std dev=0
 Mass: mean=1400 kg = 0.5 mc, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location (Vertex 1): -58.1732, 31
 Location (Vertex 2): -57.2064, 30
 Location (Vertex 3): -56.2332, 29
 Barriers
 Barrier name: Barrier001
 Start Point: -25.9624, 2
 End Point: -24.5232, 3.49396
 Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
 Capacity: Infinite



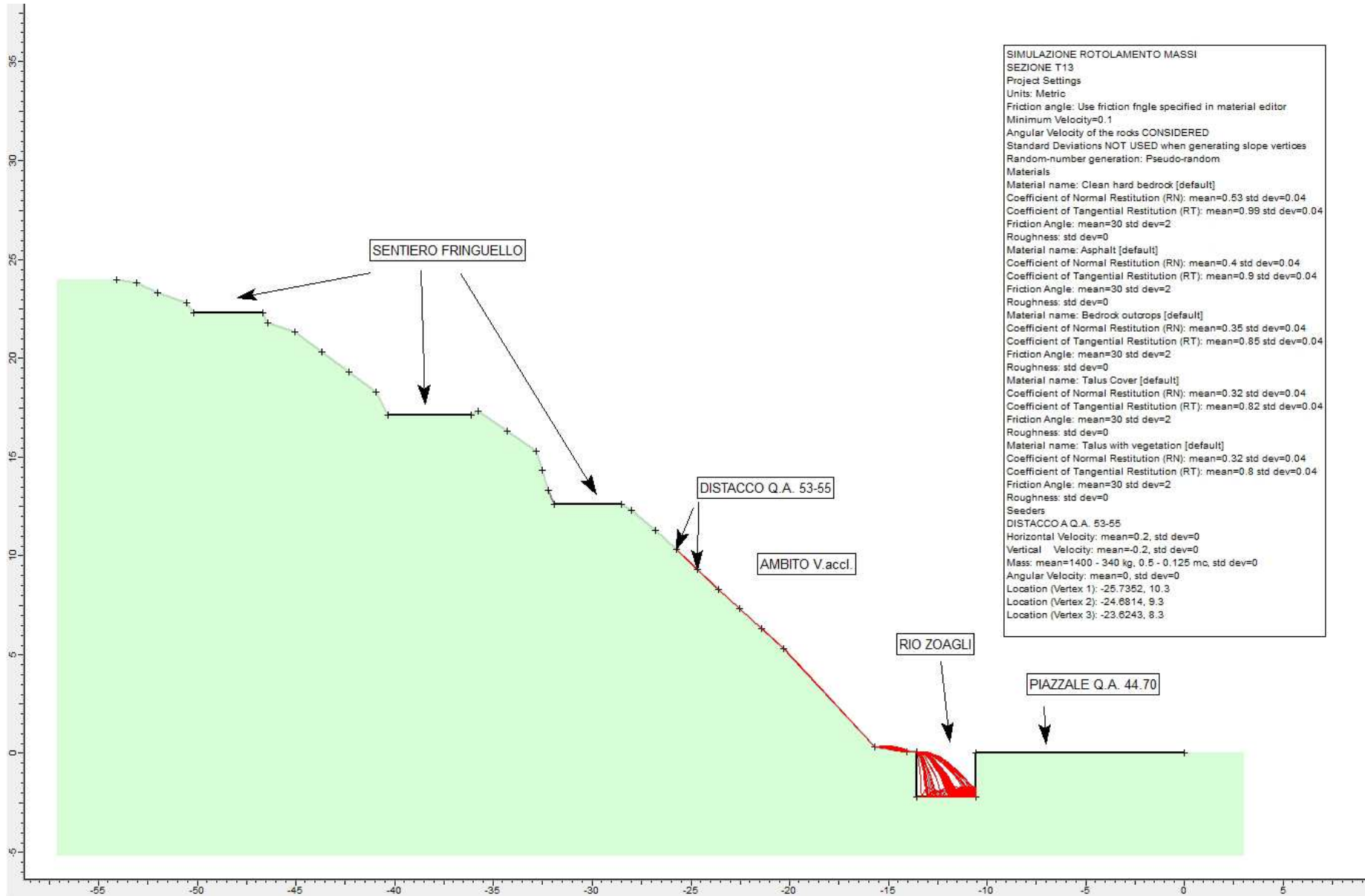
SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI
SEZIONE T7
 Project Settings
 Units: Metric
 Friction angle: Use friction angle specified in material editor
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rods CONSIDERED
 Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
 Random-number generation: Pseudo-random
 Materials

Material name:	Clean hard bedrock [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN):	mean=0.53 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT):	mean=0.99 std dev=0.04
Friction Angle:	mean=30 std dev=2
Roughness:	std dev=0
Material name:	Asphalt [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN):	mean=0.4 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT):	mean=0.9 std dev=0.04
Friction Angle:	mean=30 std dev=2
Roughness:	std dev=0
Material name:	Bedrock outcrops [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN):	mean=0.35 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT):	mean=0.85 std dev=0.04
Friction Angle:	mean=30 std dev=2
Roughness:	std dev=0
Material name:	Talus Cover [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN):	mean=0.32 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT):	mean=0.82 std dev=0.04
Friction Angle:	mean=30 std dev=2
Roughness:	std dev=0
Material name:	Talus with vegetation [default]
Coefficient of Normal Restitution (RN):	mean=0.32 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT):	mean=0.8 std dev=0.04
Friction Angle:	mean=30 std dev=2
Roughness:	std dev=0

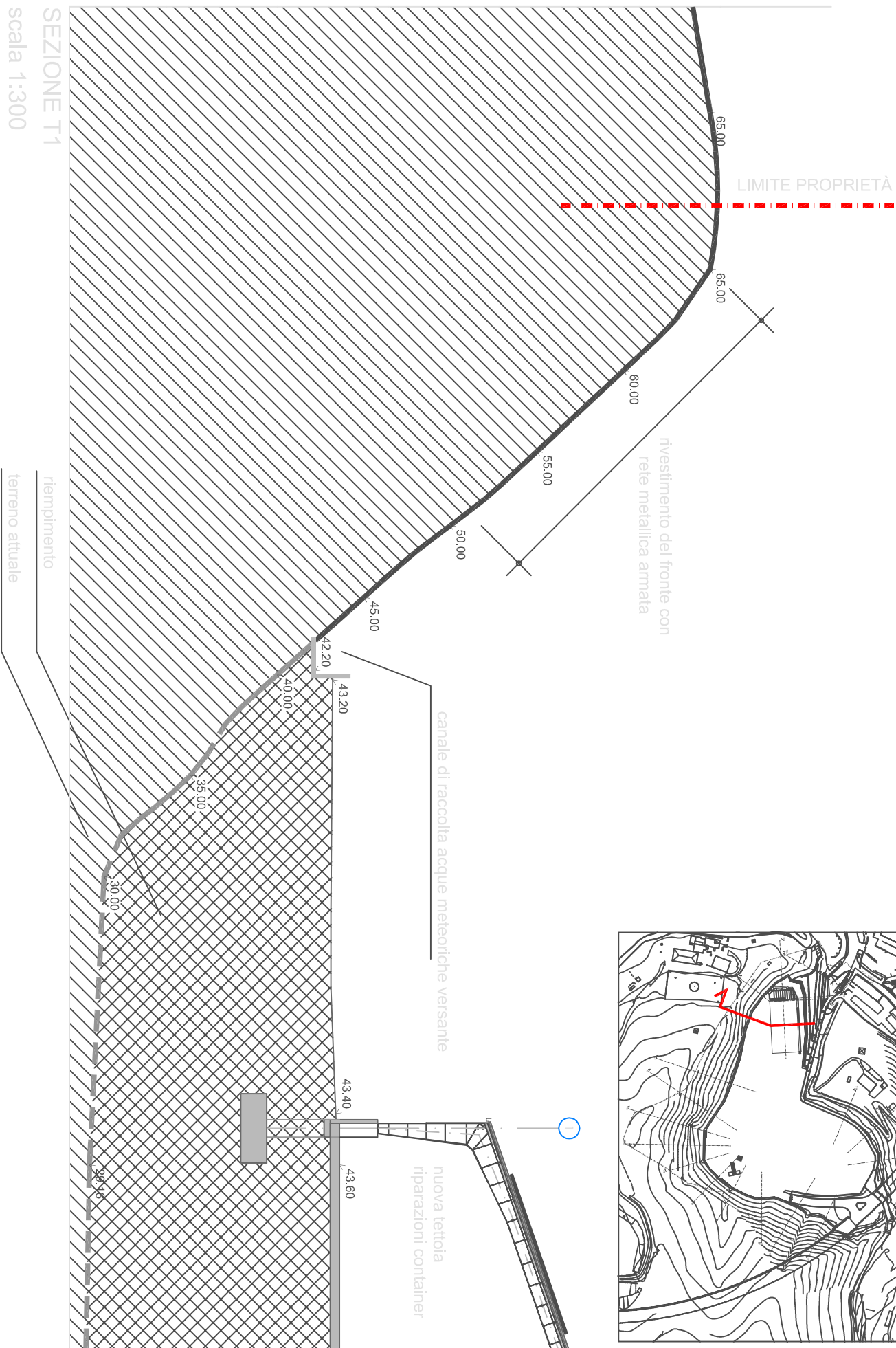
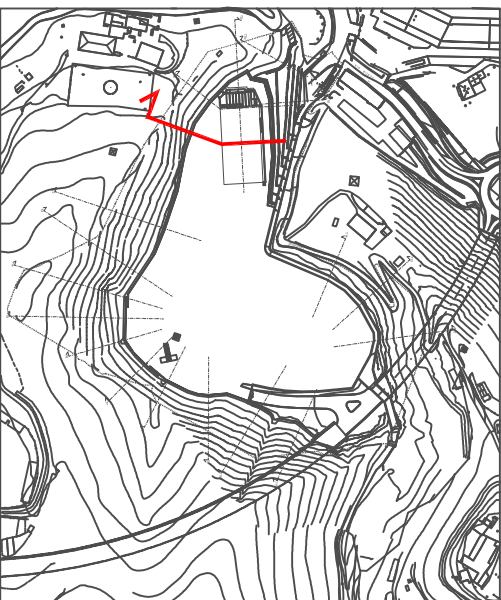
Seeders
 DISTACCO Q.A. 68-69
 Horizontal Velocity: mean=0.2, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=-0.2, std dev=0
 Mass: mean=1400 - 340 kg - 0.5-0.125 mc, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location (Vertex 1): -58.3335, 22.5181
 Location (Vertex 2): -57.4132, 21.5181

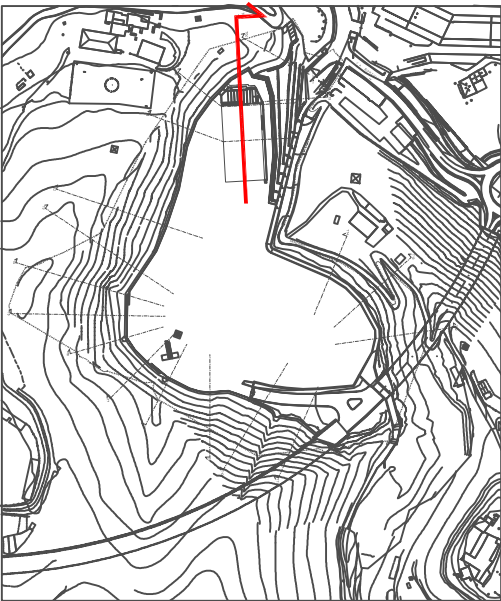


SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI
 SEZIONE T7
 Project Settings
 Units: Metric
 Friction angle: Use friction angle specified in material editor
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
 Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
 Random-number generation: Pseudo-random
 Materials
 Material name: Clean hard bedrock [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.53 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.99 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Asphalt [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.4 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.9 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Talus Cover [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.82 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Material name: Talus with vegetation [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.32 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.8 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Seeders
 DISTACCO Q.A. 68-69
 Horizontal Velocity: mean=0.2, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=-0.2, std dev=0
 Mass: mean=1400 kg - 0.5 mc, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location (Vertex 1): -58.3335, 22.5181
 Location (Vertex 2): -57.4132, 21.5181
 Barriers
 Barrier name: Barrier001
 Start Point: -38.758, 3.51809
 End Point: -37.31, 5.00266
 Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
 Capacity: Infinite



<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 23.02.2017</p>
<p align="center">P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p align="center">NOTE GEOLOGICHE INTEGRATIVE</p>		
<p>Sezioni topografiche del fronte in corrispondenza del capannone riparazioni in progetto</p>	<p align="center">ALL. 2</p>	





LIMITE PROPRIETÀ

52,30

50,00

45,00

42,00

40,00

43,00

35,00

30,00

39,80

43,60

A

canale di raccolta acque meteoriche versante
rivestimento del fronte con
rete metallica armata

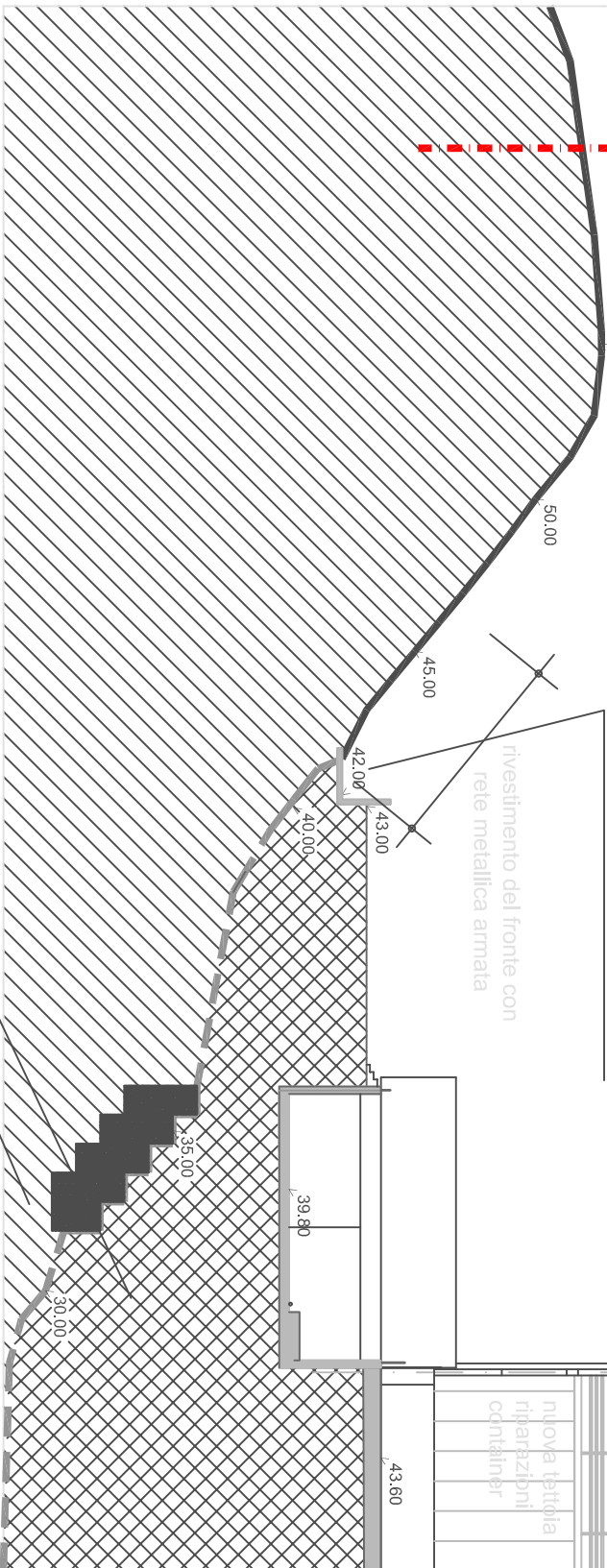
nuova tettoia
riparazioni
containeer

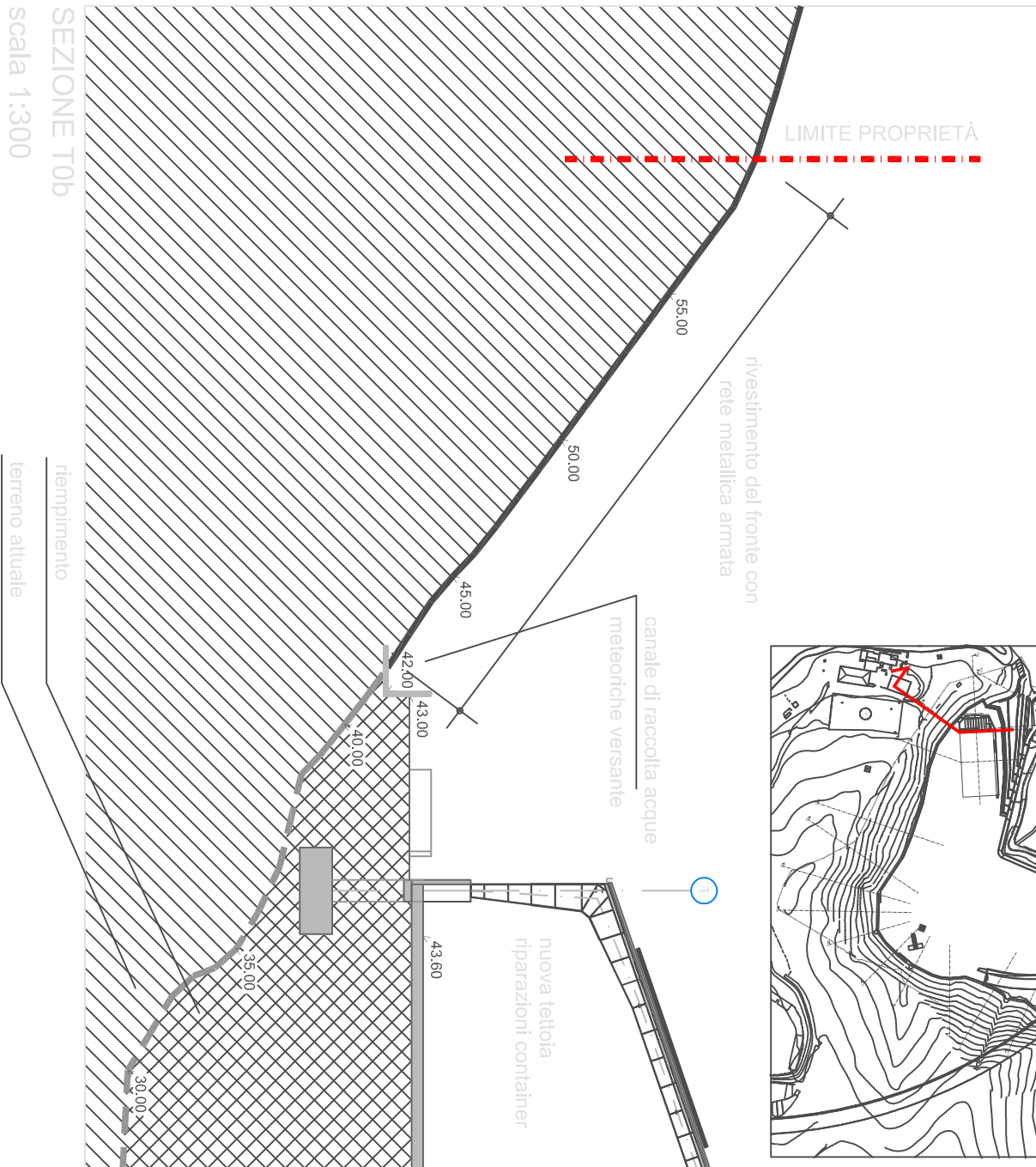
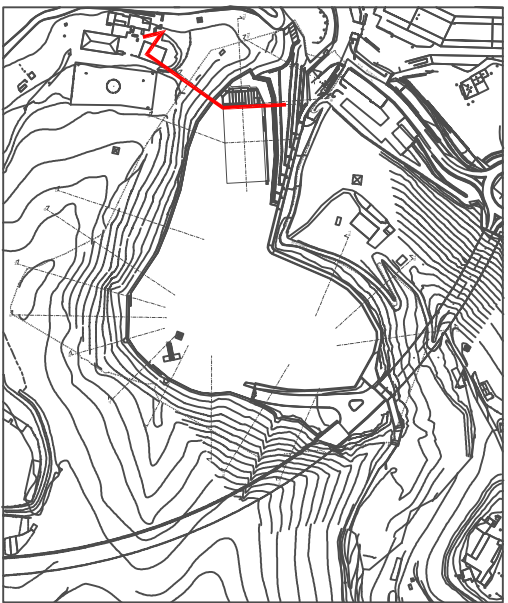
SEZIONE T0a

scala 1:300

riempimento

terreno attuale





SEZIONE T0b

scala 1:300