



REGIONE LOMBARDIA
COMUNE DI UBIALE CLANEZZO
Via Papa Giovanni XXIII, 1, 24010 Ubiale BG

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, RELATIVA AD INTERVENTI DI MESSA IN
SICUREZZA DEL TERRITORIO A RISCHIO IDROGEOLOGICO.
SETTORE 2 TRATTO 2A – _1 - SETTORE 2 TRATTO 2A – _2 - SETTORE 2 TRATTO 2B**

CUP F93C22000160005
PROGETTO DEFINITIVO
LOTTO 1



SINPRO srl
Via dell'Artigianato, 20
30030 Vigonovo (VE)
info@sinprosrl.com
Tel: 049/9801745

UNI EN ISO 14001:2015
UNI EN ISO 9001:2015
UNI CEI 11352:2014
UNI ISO 45001:2018



Progettisti:

Ing. Patrizio Glisoni
Ordine degli Ingegneri di Venezia n. 2983
EGE_0065 del 16/05/2016 Certificato con Kiwa Cermet

Ing. Mauro Bertazzon
Ordine degli Ingegneri di Padova n. 2416



E

CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE

Sindaco:	Ersilio Gotti	Data progetto	15/06/2023
RUP:	Matteo Carminati	Rev n./data	
Commessa:	202212157		

Nome file:	E.1_Calcoli esecutivi delle strutture_1.1.docx	Controllato da:	Ing. Mauro Bertazzon
Redatto da:	SINPRO SRL.	Approvato da:	Ing. Patrizio Glisoni

A termini di legge ci riserviamo la proprietà di questo documento con divieto di riprodurlo o di renderlo noto a terzi senza la nostra autorizzazione

INDICE

1. PREMESSA	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
2.1 NORMATIVA DI CARATTERE GENERALE.....	6
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	8
3.1 UBICAZIONE	8
3.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10
1. INDAGINI IN SITO	12
1.1 INDAGINI CONOSCITIVE, RILIEVI E RICERCHE	12
1.1 CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO	14
1.2 CATEGORIA TOPOGRAFICA	14
1.3 STRATIGRAFIA TERRENO	14
2. MATERIALI	22
2.1 CALCESTRUZZO.....	22
2.2 BARRE DI ARMATURA E TIRANTI IN ROCCIA	22
2.3 ACCIAIO DA CARPENTERIA.....	22
2.4 FUNI IN ACCIAI	23
3. METODO DI CALCOLO E MODELLO NUMERICO.....	24
3.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI STABILITÀ DEL PENDIO.....	24
3.2 DESCRIZIONE MODELLO TRAIETTOGRAFICO.....	25
3.2.1 CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI	25
3.3 DESCRIZIONE MODELLO RETI IN ADERENZA ANCORATE ANCHORED WIREMESH	26
3.4 VERIFICHE ESEGUITE	29
3.5 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	30
3.5.1 AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	30
3.5.2 VALIDAZIONE DEI CODICI DI CALCOLO	30
3.5.3 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	30
3.5.4 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE	30
3.5.5 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	31
4. VERIFICHE	32
4.1 STABILITÀ DEI PENDIO STATO DI FATTO.....	32
4.1.1 TRATTO 1.....	32
4.1.2 SPERONE ROCCIOSO	37
4.2 STABILITÀ DEI PENDIO STATO DI PROGETTO.....	46
4.2.1 TRATTO UNO	46

4.2.2	SPERONE ROCCIOSO	53
4.3	ANALISI CADUTA MASSI	63
4.3.1	ZONA BARRIERA DA 500 kJ	64
4.3.2	TIPI TERRENO	64
4.3.3	TIPI VEGETAZIONE AEREA	64
4.3.4	ZONE DI DISTACCO	65
4.3.5	BARRIERE	67
4.3.6	RISULTATI.....	68
4.3.7	PERCORSO DELLA TRAIETTORIA PIÙ LUNGA	68
4.3.8	DATI TRAIETTORIE	71
4.3.9	IMPATTI SULLE BARRIERE	73
4.3.10	STATISTICHE RACCOLTE PER I TIPI DI TERRENO SUL VERSANTE.....	90
4.3.11	ZONA BARRIERA DA 1000 kJ(TRA SPERONE ROCCIOSO E GROTTA COSTA CAVALLINA)	92
4.3.12	TIPI TERRENO	92
4.3.13	TIPI VEGETAZIONE AEREA.....	92
4.3.14	ZONE DI DISTACCO	93
4.3.15	BARRIERE	93
4.3.16	RISULTATI.....	95
4.3.17	PERCORSO DELLA TRAIETTORIA PIÙ LUNGA	95
4.3.18	DATI TRAIETTORIE	98
4.3.19	IMPATTI SULLE BARRIERE	99
4.3.20	STATISTICHE RACCOLTE PER I TIPI DI TERRENO SUL VERSANTE.....	113
5.	VERIFICHE CONNESSIONI.....	114
5.1	PREMESSA.....	114

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Estratto ortofoto con individuazione dell'intera area di intervento.....	8
Figura 2 –Ortofoto con la divisione in lotti	9
Figura 3 –Estratto ortofoto con individuazione dell'area di intervento e localizzazione degli ancoraggi realizzati	12
Figura 4 –Prova di carico. Ancoraggio n°4.....	13
Figura 5 –Prova di carico. Ancoraggio n°5.....	13
Figura 6 - <i>Estratto della Carta Geologica d'Italia 1:50000. Il tracciato stradale è evidenziato in rosso.....</i>	16
Figura 7 - <i>Carta del dissesto idrogeologico. Il tracciato è indicato in rosso.</i>	17
Figura 8 - <i>Dissesti. Tratta dal Geoportale della Regione Lombardia. Il tracciato è indicato in rosso.</i>	17
Figura 9 - <i>Carta di sintesi. Tratta dal PGT. Il tracciato è indicato in rosso.</i>	18
Figura 10 - <i>Carta delle vulnerabilità territoriali. Tratta dal PGT. Il tracciato è indicato in viola.</i>	19
Figura 11 - <i>Carta dei vincoli e tutele ambientali sovraordinati. Tratta dal PGT. Il tracciato è indicato in viola</i>	20
Figura 12 - <i>Centri abitati e infrastrutture a rischio frana. Tratta del Geoportale della Regione Lombardia.</i>	21
Figura 13 – <i>modello di reazione Passivo.(Borselli,2020)</i>	26
<i>Figura 14 – Determinazione della reazione passiva orizzontale alla rete. (Borselli,2020)</i>	27
Figura 15 – Energia massima registrata lungo sul versante - isolinee 2D.	71
Figura 16 – Altezza sul profilo lungo il versante - isolinee 2D.....	71
Figura 17 – Numero di punti di arresto delle traiettorie sul versante - isolinee 2D.....	72
Figura 18 –vista modello 3d	92
Figura 19 - Percorso della traiettoria più lunga	95
Figura 20 – Energia massima registrata lungo sul versante - isolinee 2D.	98
Figura 21 – Altezza sul profilo lungo il versante - isolinee 2D.....	98
Figura 22 – Numero di punti di arresto delle traiettorie sul versante - isolinee 2D.....	99

1. PREMESSA

Oggetto d'intervento è la messa in sicurezza della sponda destra idrografica della bassa val Brembana, sopra la strada provinciale n. 23 (via Europa), fra gli abitati di Ubiale e Clanezzo, partendo dalla prossimità del cimitero di Clanezzo fino all'incrocio con Via Bondo.

La presente relazione descrive le tipologie strutturali e gli schemi e modelli di calcolo. Definisce l'azione sismica tenendo anche conto delle condizioni stratigrafiche e topografiche, coerentemente con i risultati delle indagini e delle elaborazioni riportate nella relazione geotecnica. Definisce i criteri di verifica da adottare per soddisfare i requisiti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica vigente delle parti relative al **lotto 1** (settore 2 tratto 2A-2).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le verifiche sono effettuate in accordo alle Norme tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17/01/2018, di seguito "NTC18". Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, sono stati utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità (vedi §12 Norme tecniche 2018).

2.1 Normativa di carattere generale

Circolare 21 gennaio 2019 n. 7

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M. 17 gennaio 2018

Legge n. 64 del 02.02.1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

Legge n. 1086 del 05.11.1971

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

UNI EN 1993-1-1 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali, regole comuni e regole per gli edifici

UNI EN 1993-1-5 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra

UNI EN 1993-1-8 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progetto dei giunti

UNI EN 10025

Prodotti laminati a caldo per impieghi strutturale

UNI EN 10219

Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate

UNI EN ISO 1461

Rivestimenti di zincatura per l'immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio -Specificazione e metodi di prova

UNI EN 12385

Funi di acciaio – Sicurezza

UNI EN 10264-2

Filo di acciaio per funi - Filo di acciaio non legato trafilato a freddo per funi per applicazioni generali

UNI EN 10244-2

Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio – Rivestimenti di zinco o leghe di zinco.

Si assumono inoltre a riferimento le indicazioni fornite da testi specializzati quali:

- **A.I.C.A.P.** - Ancoraggi nei terreni e nelle rocce: raccomandazioni;
- **ETAG 027** “Guideline for European Technical Approval of Falling Rock Protection Kits” (Linee Guida per il Benestare Tecnico Europeo di kit di protezione contro la caduta di massi);
- Capitolato speciale ANAS “**Gruppo Tecnico per la sicurezza Stradale**”, Aprile 2001.

3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'area d'intervento interessa la sponda destra idrografica della bassa valle Brembana, sopra la strada provinciale n. 23 (via Europa), fra i centri abitati di Ubiale e Clanezzo, partendo dalla prossimità del cimitero di Clanezzo fino all'incrocio con via Bondo.

3.1 Ubicazione

Dati anagrafici dell'edificio	Nome:	tratto di SP 13- Via Europa e via Bondo tra il cimitero di Clanezzo e l'incrocio con via Bondo
	Comune:	Ubiale Clanezzo
	Uso del suolo PGT	Sistema naturale e a verde: boschi
	Contesto territoriale	Contesto boschivo di elevato valore naturalistico



Figura 1 – Estratto ortofoto con individuazione dell'intera area di intervento

Dato il notevole costo comportato dai previsti lavori, all'interno del settore meridionale sono stati individuati tre lotti di intervento che coinvolgono tre tratti della strada principali: 2A-1, 2A-2 e 2B. Il lotto n.1 coinvolge il tratto centrale denominato 2A-2, il lotto n. 2 interviene sul pendio intercettato dal tratto settentrionale 2A-1, e il lotto n.3 interessa il tratto meridionale 2B.

La suddivisione e numerazione dei vari lotti dipende è stata valutata in base all'analisi del rischio da caduta massi (vedi relazione specialistica).



Figura 2 –Ortofoto con la divisione in lotti

3.2 Descrizione del progetto

Il progetto è stato sviluppato con l'obiettivo di garantire la sicurezza nella percorrenza della Strada Provinciale n. 23 via Europa. Le scelte fatte garantiscono un compromesso tra la fattibilità e la manutenibilità permettendo, almeno in parte, una ricrescita spontanea di alcune specie arboree che devono essere estirpate per la realizzazione di alcune fasi di lavoro.

I materiali da porre in opera sono stati scelti in modo da garantirne la funzionalità e durabilità nel tempo.

In seguito si descrivono sinteticamente tutti gli interventi previsti:

- intervento di disboscio del versante roccioso posto a monte della sede stradale con disgreggio delle porzioni rocciose instabili, eseguito mediante idonei mezzi e con l'ausilio di manodopera specializzata; tale intervento dovrà essere esteso all'intera fascia larga circa 10-12m destinata al posizionamento delle reti e delle barriere;
- rivestimento di scarpata rocciosa emergente posto alla distanza progressiva dell'inizio del tratto 2 di circa 525 m mediante rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale, tessuta con filo d'acciaio, bloccata mediante funi di acciaio zincato e reticolo di funi in acciaio di contenimento, ancorate all'ammasso roccioso tramite ancoraggi passivi di consolidamento puntuale di lunghezza di ancoraggio pari a 4 m, costituiti da barre in acciaio inserite entro perforazioni sigillate con malta cementizia antiritiro, complete di piastre d'appoggio e dadi di bloccaggio a interasse pari a 2 m (per una superficie di circa 2500 mq);
- rivestimento di scarpata rocciosa emergente posto alla distanza progressiva dell'inizio del tratto 2 di circa 615 m mediante rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale, tessuta con filo d'acciaio, bloccata mediante funi di acciaio zincato e reticolo di funi in acciaio di contenimento, ancorate all'ammasso roccioso tramite ancoraggi passivi di consolidamento puntuale di lunghezza di ancoraggio pari a 4 m, costituiti da barre in acciaio inserite entro perforazioni sigillate con malta cementizia antiritiro, complete di piastre d'appoggio e dadi di bloccaggio a interasse pari a 2 m (per una superficie di circa 1600 mq);
- rivestimento dell'intera parete rocciosa posta a monte della sede stradale tranne nella zona sopra descritta, mediante utilizzo di rete metallica a doppia torsione bloccata mediante funi di acciaio zincato ancorate all'ammasso roccioso tramite ancoraggi passivi di consolidamento puntuale di lunghezza di ancoraggio pari a 4 m costituiti da barre in acciaio inserite entro perforazioni sigillate con malta cementizia antiritiro, complete di piastre d'appoggio e dadi di bloccaggio alle estremità ogni m (per una superficie pari a 3200 mq),
- posa in opera a valle della grotta cavallina nel compluvio tra due ammassi rocciosi, per uno sviluppo complessivo pari a circa 130 m, di n. 3 tratti di barriera paramassi a rete, del tipo ad elevato assorbimento di energia (Classe III: 1.000 kJoule), deformabile, composta da montanti in acciaio zincato ancorati alla parete rocciosa ed avente una altezza di 4 m,
- posa in opera a monte della stesura della rete a doppia torsione, per uno sviluppo complessivo pari a 140m, di n. 3 tratti di barriera paramassi a rete, del tipo ad elevato assorbimento di energia (Classe II: 500 kJoule), deformabile, composta da montanti in acciaio zincato ancorati alla parete rocciosa ed avente una altezza di 3 m,

- sostituzione della rete della barriera paramassi esistente lunga 40 m e alta 4 m di resistenza pari a 2000 kJ con abbinata rete a maglia esagonale,
- Ripristino manto erboso tramite idrosemina.

1. INDAGINI IN SITO

1.1 Indagini conoscitive, rilievi e ricerche

Al fine di eseguire l'incarico in oggetto, si dispone delle seguenti fonti e si sono effettuate queste indagini:

- "Studio Geologico comunale a supporto del piano di Governo del Territorio" redatto dal Dott. Geo. Augusto Azzoni, data: Maggio 2010;
- "Progetto i messa in sicurezza del pendio sovrastante via Europa (strada Bondo-Clanezzo) in zona costa Cvallina, interessato da problemi di caduta massi, " redatto dal Dott. Geo. Augusto Azzoni, data: Gennaio 2011;
- "Studio di fattibilità dell'intervento di messa in sicurezza dei versanti a monte della strada di collegamento tra il capoluogo e la frazione di Clanezzo" redatto dal Dott. Geo. Augusto Azzoni, data: Settembre 2019;
- Progetto esecutivo "Intervento di messa in sicurezza del versante a monte della strada comunale via Europa nel tratto compreso fra la valle dei Morti e Bondo" redatto dal Dott. Geo. Augusto Azzoni e Dott. Ing. Stefano Mora data: Marzo 2021;
- Sopralluoghi in sito;
- Rilievo topografico del versante con riconoscimento e mappatura delle criticità;
- prove di carico eseguite su n.5 ancoraggi di prova (report di prova allegato).

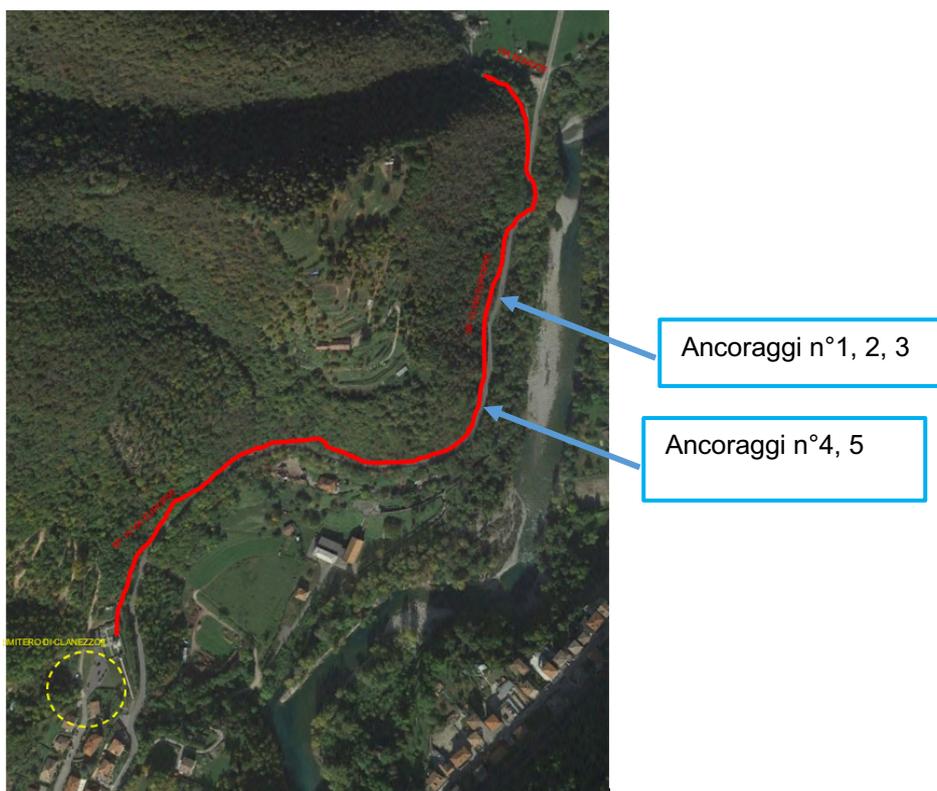


Figura 3 –Estratto ortofoto con individuazione dell'area di intervento e localizzazione degli ancoraggi realizzati



Figura 4 –Prova di carico. Ancoraggio n°4

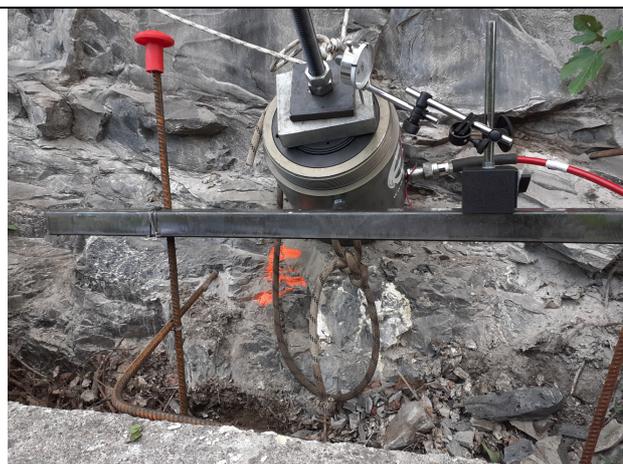


Figura 5 –Prova di carico. Ancoraggio n°5

1.1 Categoria del sottosuolo

Il suolo in esame, viste le caratteristiche litologiche dell'area, rientra nella categoria A secondo la seguente classificazione:

Categoria suolo

Categoria	Caratteristiche del suolo
A	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 pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m

1.2 Categoria topografica

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

1.3 Stratigrafia terreno

Il tratto di strada in esame si posiziona tra una quota di circa 300 e quota m 314 m s.l.m. e si inserisce morfologicamente ai piedi del versante orientale del Monte Ubione la cui cima si posiziona a circa 895 m s.l.m..

Il versante in oggetto scende verso il Fiume Brembo il cui letto si trova a circa 260 m s.l.m..

Il tratto di strada esaminato è sostanzialmente pianeggiante.

Dal punto di vista geomorfologico partendo dall'abitato di Bondo verso sud si incontra la Valle di Bondo con un ampio terrazzo di origine alluvionale che si estende da nord a sud per diverse centinaia di metri; tale area presenta dolci pendenze.

Procedendo verso sud, per circa 400 m, il fianco della valle con andamento nord-sud, interessata dal presente progetto, si presenta con pareti rocciose molto ripide, quindi il versante curva verso est ed è caratterizzato da una media acclività, sede di una vegetazione boschiva. Ai piedi di questo tratto di versante è presente un terrazzo alluvionale recente del fiume su cui sorge la Centrale Enel.

Dopo la valle a sud-ovest di Costa Cavallina e procedendo verso Clanezzo, la strada curva verso sud e corre a mezza costa su un versante molto acclive e roccioso nella parte superiore.

L'area esaminata, a causa dell'elevata acclività, è caratterizzata da roccia calcarea affiorante o subaffiorante. Solo nelle zone meno inclinate o alla base delle pareti la roccia è coperta da terreni eluviali e/o detritici di esiguo spessore.

Nella maggior parte dell'area esaminata affiora la formazione "Calcarea di Moltrasio" costituita da calcari micritici e microcristallini grigio-scuro o neri, in strati sottili e medi con intercalazioni marnose; a queste si associano gruppi di strati comprendenti calciruditi, calcareniti e calcescisti marnose, in strati di spessore variabile, gradate e laminate o omogenee, grigie.

Nella zona nord dell'area affiora il "Calcarea di Domaro" costituito da due litozone: una superiore formata da calcareniti e calcari marnosi grigio-chiaro selciferi, in strati piano paralleli o piano ondulati, da medi a spessi, gradati e laminati o omogenei, passanti con gradualità ad interstrati marnoso-argillosi; la litozona inferiore costituita da calcilutiti da grigio-chiare a rosso-mattone, in strati sottili piano paralleli intercalati a marne argillose rosse o verdognole a noduli di calcilutite.

Nella zona a sud dell'area affiora il "Calcarea di Sedrina" costituito da calcari bioclastici, calcari oolitici e calcari marnosi con selce, calcari micritici e microcristallini grigio scuro con selce in noduli in strati medi o sottili con interstrati marnosi.

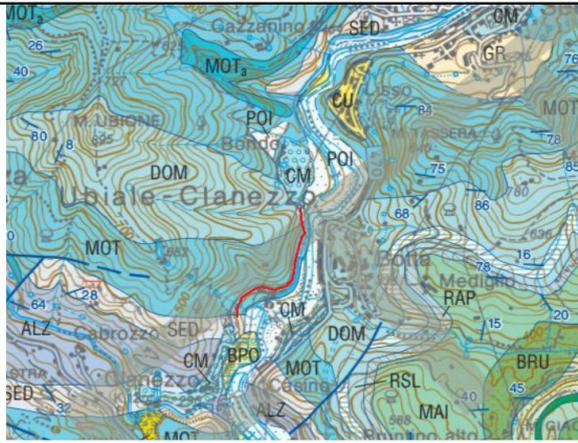
Il fondovalle, percorso dal Fiume Brembo, è formato da depositi alluvionali (blocchi, ciottoli, sabbie e limi).

Dal punto di vista idrografico il territorio è solcato dal Fiume Brembo che si snoda parallelamente a tratto di strada interessata dal presente progetto.

I corsi d'acqua che scendono dai versanti quali quello della Valle di Bondo e quello della Valle di Costa Cavallina sono a regime temporaneo.

La circolazione idrica sotterranea è condizionata dalla fratturazione delle rocce carbonatiche. Vi sono nell'area locali venute d'acqua di tipo temporaneo in concomitanza di periodi di piovosità intensa e prolungata.

Secondo la Carta delle Alluvioni il tratto di versante interessato da questo fenomeno è il rio a sud ovest di Costa Cavallina.



CARTA GEOLOGICA

- SINTEMA DEL PO (Unità Postglaciale)**
 POI
 Ghiaie a supporto clastico, in prevalenti strati planari; sabbie e limi da massivi a laminati (depositi fluviali e di esondazione). Limi e argille, localmente idiomorfe; alternanze di livelli fini e livelli ghiaiosi (depositi lacustri). Ghiaie e sabbie, limi con clasti sparsi (depositi di versante e colluviali). Blocchi (depositi di frana). Superficie limite superiore poco o non alterata, caratterizzata da entisueoli ed inceppisueoli.
 PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE
- GRUPPO DI PRATO GRANDE**
 GR
 Diamictoni con clasti spigolosi, massivi o in letti grossolanamente cinostratificati (depositi di versante).
 PLEISTOCENE MEDIO
- GRUPPO DEL CULMINE**
 CU
 Conglomerati e diamictoni massivi o rozzamente cinostratificati, con clasti spigolosi, mal selezionati, locali; da ottimamente cementati a litificati (depositi di versante). Piastroni cinostratificati sospesi rispetto al fondovalle attuale.
 PLEISTOCENE MEDIO
- SUPER-SINTEMA DI BESNATE**
 Depositi glaciali e fluvio-glaciali, caratterizzati da profili d'alterazione poco evoluti, che raggiungono spessori sino a 4 m. Copertura loessica sporadica. Forme ben conservate (cordoni morenici e piane fluvio-glaciali terrazzate).
SUPER-SINTEMA DI BESNATE INDISTINTO (BE)
 Ghiaie a supporto di matrice, ghiaie organizzate in livelli a supporto di matrice e clastico, sabbie, limi (depositi fluvio-glaciali). Alterazione moderata con profili poco evoluti che si spingono fino alla profondità di 4 m circa.
UNITÀ DI PONTE SAN PIETRO (BPO)
 Ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso limosa, carbonatica; ciottoli arrotondati, spesso discoidali, in prevalenza carbonatici; limi di esondazione a tetto (depositi fluvio-glaciali).
 Profili d'alterazione relativamente poco evoluti, che raggiungono spessori compresi tra 1,4 e 2 m, di colore prevalente 7,5YR. La copertura loessica è comunemente assente.
UNITÀ DI BONATE (BTE)
 Ghiaie a supporto clastico, con ciottoli arrotondati e matrice sabbiosa (depositi fluvio-glaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da affluenti con spessore di 2 m circa, colori da 8 a 10YR. Copertura loessica non osservata.
 PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE
- SUPER-SINTEMA DELLA COLMA DEL PIANO**
 CM
 Ghiaie a supporto clastico, con ciottoli ben arrotondati, spesso discoidali, in abbondante matrice sabbiosa pressoché interamente argillificata (depositi fluvio-glaciali).
 PLEISTOCENE MEDIO

- MARNA DI BRUNTINO**
 BRU
 Argille varicolori e marne da nere a rosso violacee, in strati sottili e medi, a cui verso l'alto seguono prima arenili fini e silti, sottilmente stratificati e poi marne-marne calcaree in strati spessi e banchi, associate ad argille varicolori e black shale; locali intercalazioni di corpi a base microconglomeratica. Si segnalano associazioni a foraminiferi planctonici riferibili alle biozone a *Leopoldina calvi* e a *Bilconella breggenensis*, orbitole e altri foraminiferi bentonici tra cui *Lenticulina*, *Spinesia*, *Nobonidea*. Spessore: 70-120 m. Ambiente basale sinorganico, ciclicamente in condizioni anossiche.
 APTIANO INFERIORE - ALBIANO SUPERIORE
- MAIOLICA**
 MAI
 Calcilutiti bianche, grigio chiaro e crema, in strati sottili e medi a liste e noduli di selce, a cui si alternano interstrati marinosi e/o argillosi centimetrico spesso ricchi in materia organica. Sono presenti strati medi e sottili di calcareniti e calcilutiti, lenti paraconglomeratiche e slump in corpi lenticolari. Le associazioni micropaleontologiche sono caratterizzate da calcipelle, nannofossili calcarei, foraminiferi planctonici e bentonici; il contenuto micropaleontologico è dato da bivalvi, gasteropodi, crinoidi e ammonidi nella parte alta della formazione. Spessore: 100-250 m. Ambiente pelagico post-rt.
 TITONIANO SUPERIORE - APTIANO INFERIORE
- SELCIFERO LOMBARDO**
 SM
 Rosso ad Aptici e Radiolanti del Selcifero Lombardo ove non separabili in carta.
 Ambiente pelagico post-rt.
 BAJOGLIANO INFERIORE - TITONIANO
- ROSSO AD APTICI**
 RAP
 Marne silicee e calcari selciferi rosso violacei, sottilmente stratificati, con selci in noduli rosse o nocciola, localmente con lenti di breccia, paraconglomerati e slump; verso l'alto alternanze sottilmente stratificate di calcari marinosi rossi, calcilutiti crema e selci in noduli e liste di vario colore. Presenza abbondante di microfossili a nannofossili a calcipelle, radiolari (*Nassella* e *Spumellaria*), foraminiferi bentonici, ostracodi e globolite, cui si associano macrofossili, tra cui bivalvi a guscio sottile, echinodermi in frammenti, crinoidi (*Saccocoma*), belemniti (*Belemnites*), brachiopodi (*Pyrigoe diphye*), aptici. Tra gli aptici, associazioni a *Lamellaptychus* e *Levaptichus*, la cui abbondanza è massima nella parte media dell'unità, e a *Lamellaptychus angulocostatus* e *Punctaptychus*, nella parte superiore.
 Spessore: 10-35 m. Sedimentazione pelagica post-rt.
 KIMMERIDGLIANO - TITONIANO
- RADIOLARITI DEL SELCIFERO LOMBARDO**
 RSL
 Selci in strati da centimetrico a decimetrico, da bruno o grigio verdastre nella parte inferiore, da bruno violacee fino a rosso mattone nella parte superiore; si alternano interstrati argillosi e, nella parte superiore della formazione, strati marroso-calcarei silicizzati di spessore centimetrico.
 I rari macrofossili sono dati da aptici (*Lamellaptychus* e *Corraptychus* alla base dell'unità), belemniti e brachiopodi (*Pyrigoe diphye*); i microfossili sono principalmente radiolari (*Spumellaria* e *Nassella*) e rari nannofossili calcarei.
 Spessore: 20-50 m. Sedimentazione pelagica post-rt.
 BAJOGLIANO INFERIORE - KIMMERIDGLIANO
- CALCARE DI DOMARO**
 DOM
 È costituito da due biozone sovrapposte e lateralmente giustapposte, non cartografabili separatamente.
 Litozona superiore: calcareniti e calcari marinosi grigio-chiaro selciferi, in strati piano-paralleli o paralleli-ondulati, da medi a spessi, gradati e laminati o omogenei, passati con gradualità ad interstrati marroso-argillosi, ed associate a rari slump.
 Litozona inferiore: calcilutiti da grigio chiaro a rosso-mattone, in strati sottili piano-paralleli intercalati a marne argillose rosse o verdognole a noduli di calcilutite. Associazioni ad ammonidi principalmente nella litozona inferiore: *Amaltheus margaritatus*, *Reysenoceras ragazzoni* ed *Arietoceras algovianum* (zona a *Margaritatus*) e di *Pleuroceras spinatum* e *Pleuroceras solare* (zona a *Spinatum*).
 Biozone a nannofossili calcarei definite dalla prima comparsa di *M. jansae*, *L. hauffi* e *L. sigillatus*.
 Spessore: da 150-250 m. Alto strutturale, pendio e bacino an-vit con risedimentazione di turbiditi calcaree.
 PLENSBACHIANO (CARIXIANO p.p. - DOMERIANO)
- CALCARE DI MOLTRASIO**
 MOT
 Calcari micritici e microcristallini, selciferi e spongoliti, grigio-scuri o neri, in strati sottili e medi con intercalazioni marnose; a queste si associano gruppi di strati compendenti calcirudi, calcareniti e calcilutiti marnose, in strati di spessore variabile, gradate e laminati o omogenee, grigie e slump.
 Sono presenti rari bioclasti di bivalvi a guscio sottile, crinoidi, echinodermi e rari ammonidi. Calcilutiti grigie parzialmente silicizzate. Bioclasti di bivalvi, crinoidi ed echinodermi, rari ammonidi, radiolari e foraminiferi bentonici. Presenza di nannofossili calcarei di significato stratigrafico (*Mitrothya jansae*, *M. elegans* e *Parahabdithea jansae*).
Breccie lassiche (MOT₁), corpi di breccia a ortoconglomerato a supporto clastico, a litici intrabancali, paraconglomerati intrazonali, lenti di calcirudi gradate e calcari microcristallini selciferi a crinoidi, bivalvi ed altri bioclasti. Calcari micritici e calcilutiti grigio-nocciola o rosate in corpi di spessore plurimetrico, con bivalvi, gasteropodi, brachiopodi, ammonidi, crinoidi, echinodermi, poriferi. Spessore massimo: 600 m.
 Alto strutturale, pendio e bacino an-vit con risedimentazione di turbiditi calcaree.
 SINEMURIANO
- CALCARE DI SEDRINA**
 SED
 Calcari bioclastici, calcari oolitici e calcari marinosi con selce, stratificati, che costituiscono la seguente associazione di biozone dall'alto verso il basso:
 - calcari micritici, oolitici e bioclastico-fossiferi con abbondante selce o interamente silicizzati (livello marker a selci bianche) con abbondanti brachiopodi (*Calcithynchia rectamarginata*, *Lobothyris ovatismaeformis*), bivalvi, gasteropodi, crinoidi, echinodermi e rari ammonidi;
 - calcari micritici e microcristallini grigio scuri con selci in noduli, in strati medi o sottili, con interstrati marinosi;
 - calcari micritici grigi, localmente dolomitizzati in strati medi o sottili, piano-paralleli, a rari noduli di selce, con abbondanti bivalvi, (*Chlamys*, *Plagiatroma*, *Gryphaea*, *Loxostrea*), gasteropodi, rari brachiopodi, crinoidi (*Pentacrinus*) ed echinodermi, foraminiferi bentonici (*Halysitina*, *Trochammina*, *Laguncula*).
 Spessore: 10-25 m (litozona superiore), 40-60 m (litozona intermedia), 15-40 m (litozona inferiore). Piattaforma subtidale (litozona inferiore e superiore) cui si intercala un ambiente di rampa a sedimentazione pelagica prevalente (litozona intermedia).
 HETTINGIANO

Figura 6 -Estratto della Carta Geologica d'Italia 1:50000. Il tracciato stradale è evidenziato in rosso.

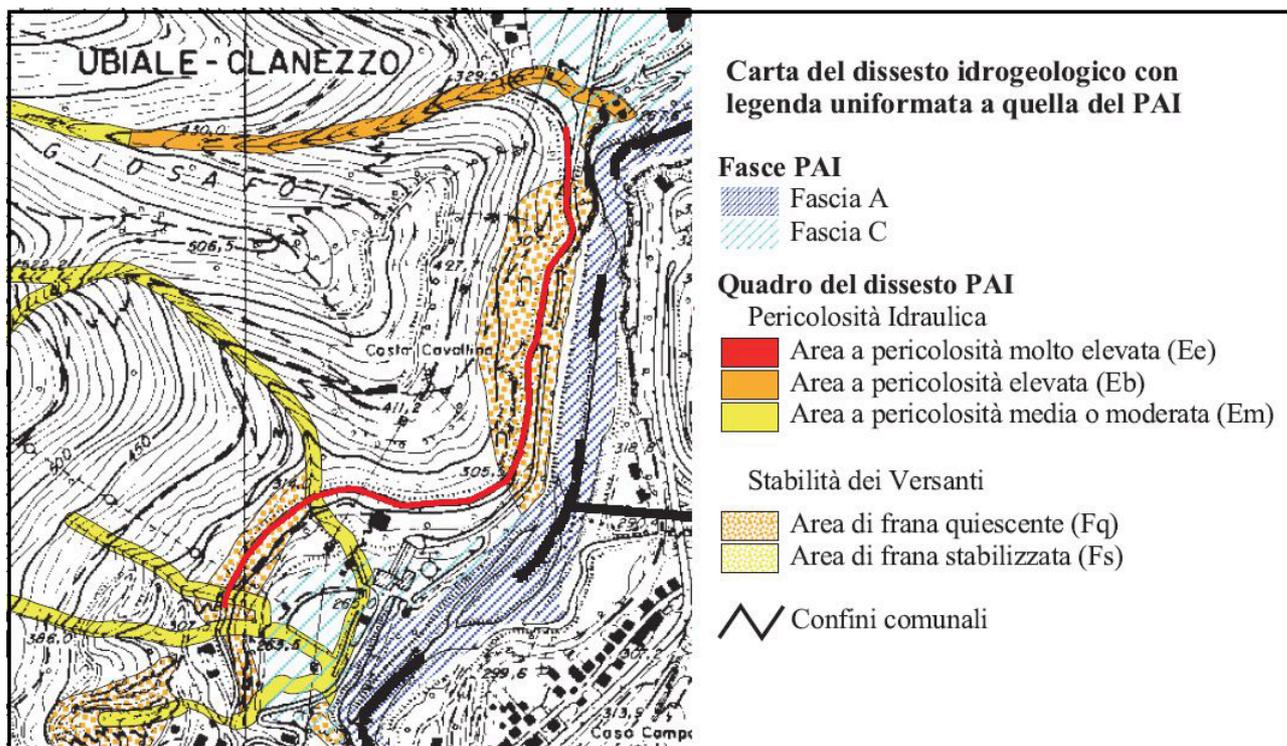


Figura 7 - Carta del dissesto idrogeologico. Il tracciato è indicato in rosso.

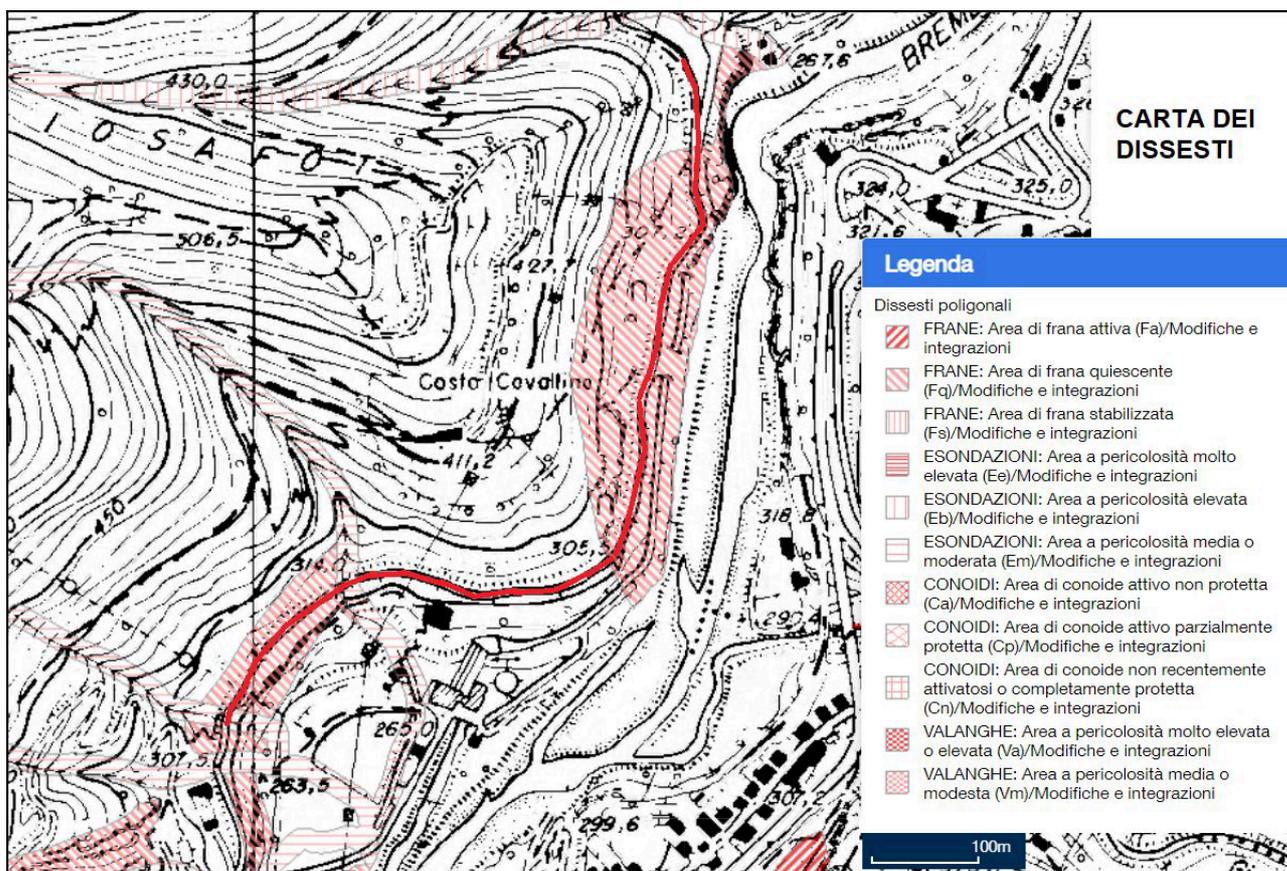


Figura 8 - Dissesti. Tratta dal Geoportale della Regione Lombardia. Il tracciato è indicato in rosso.

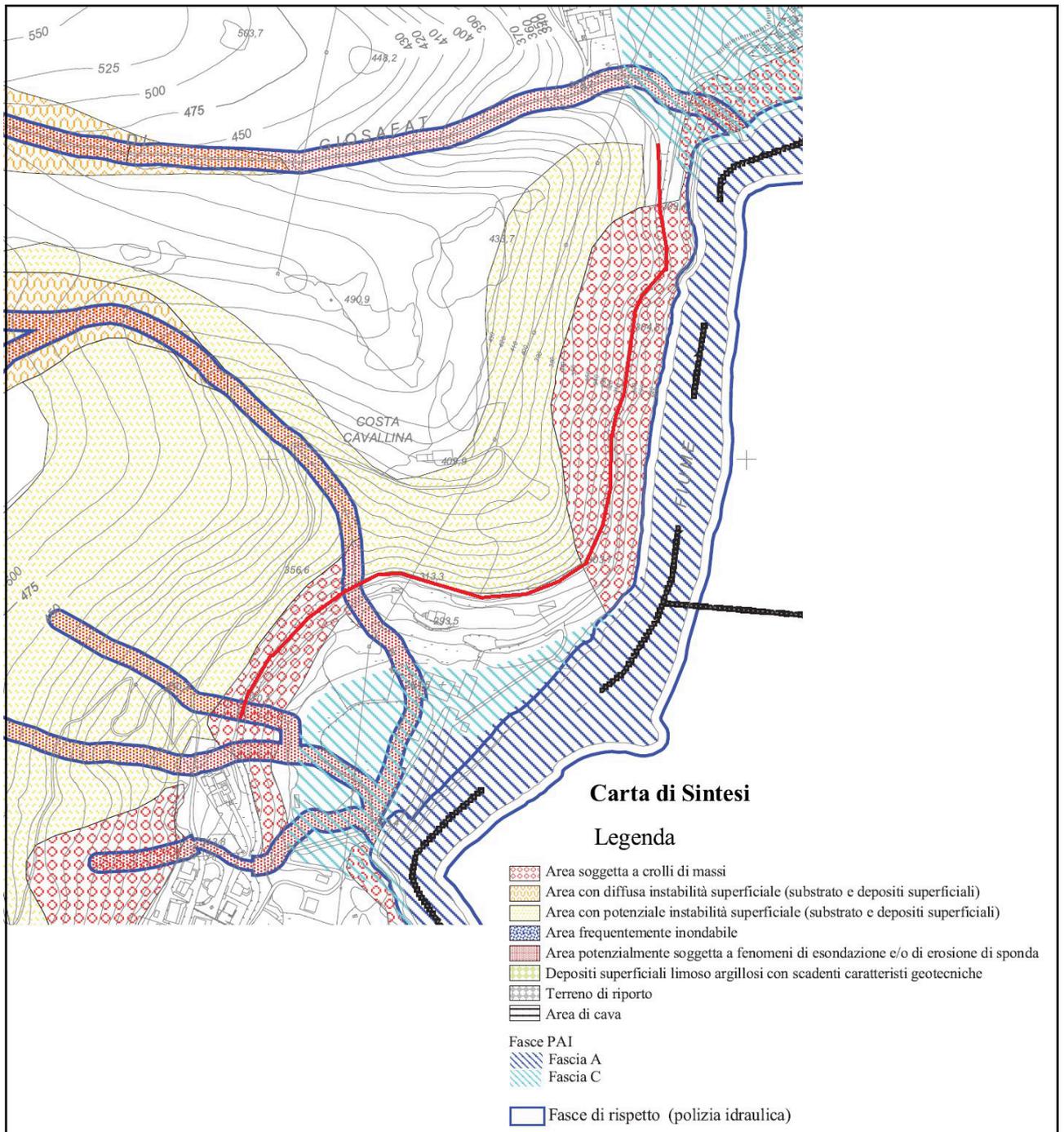


Figura 9 - Carta di sintesi. Tratta dal PGT. Il tracciato è indicato in rosso.

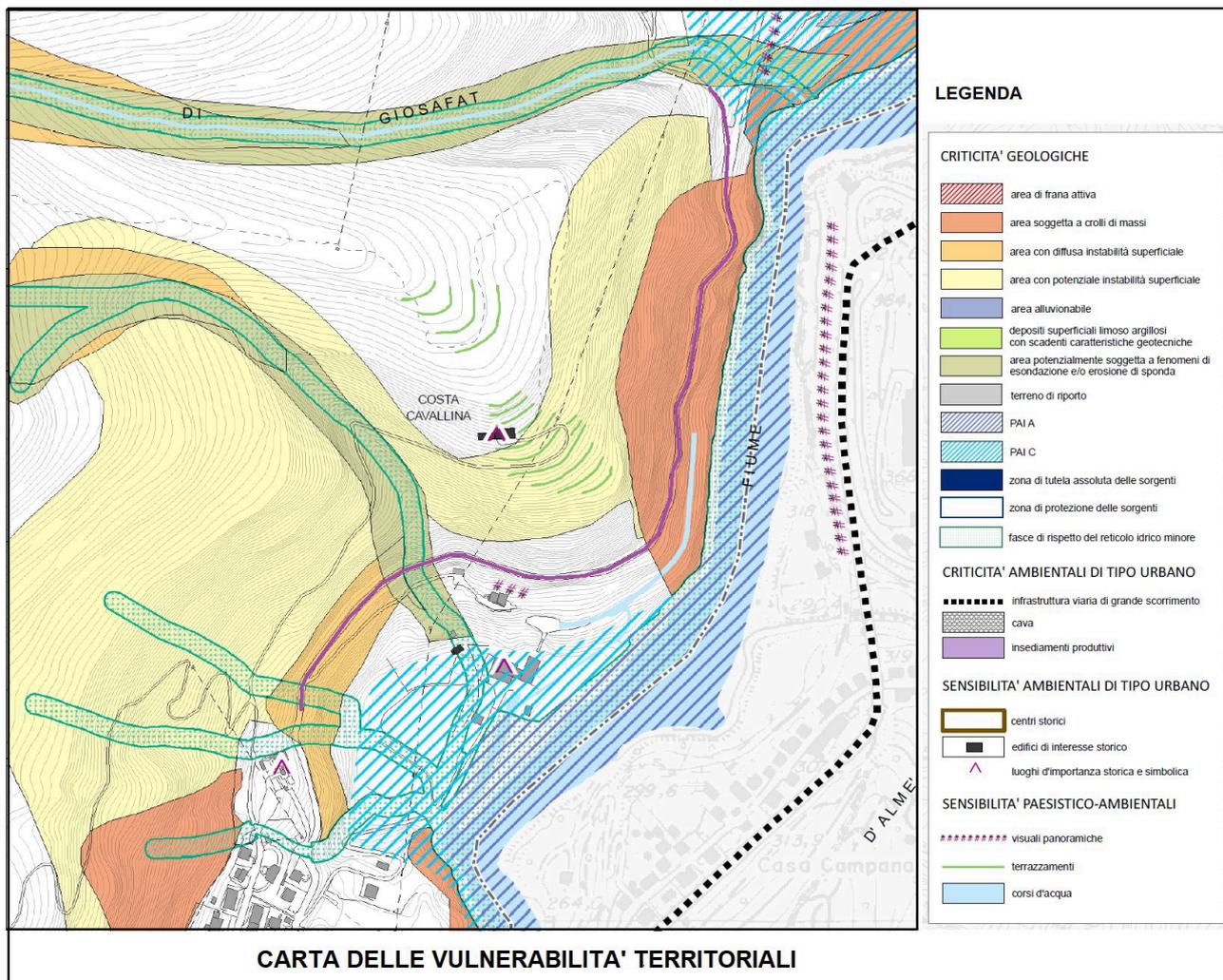


Figura 10 - Carta delle vulnerabilità territoriali. Tratta dal PGT. Il tracciato è indicato in viola.

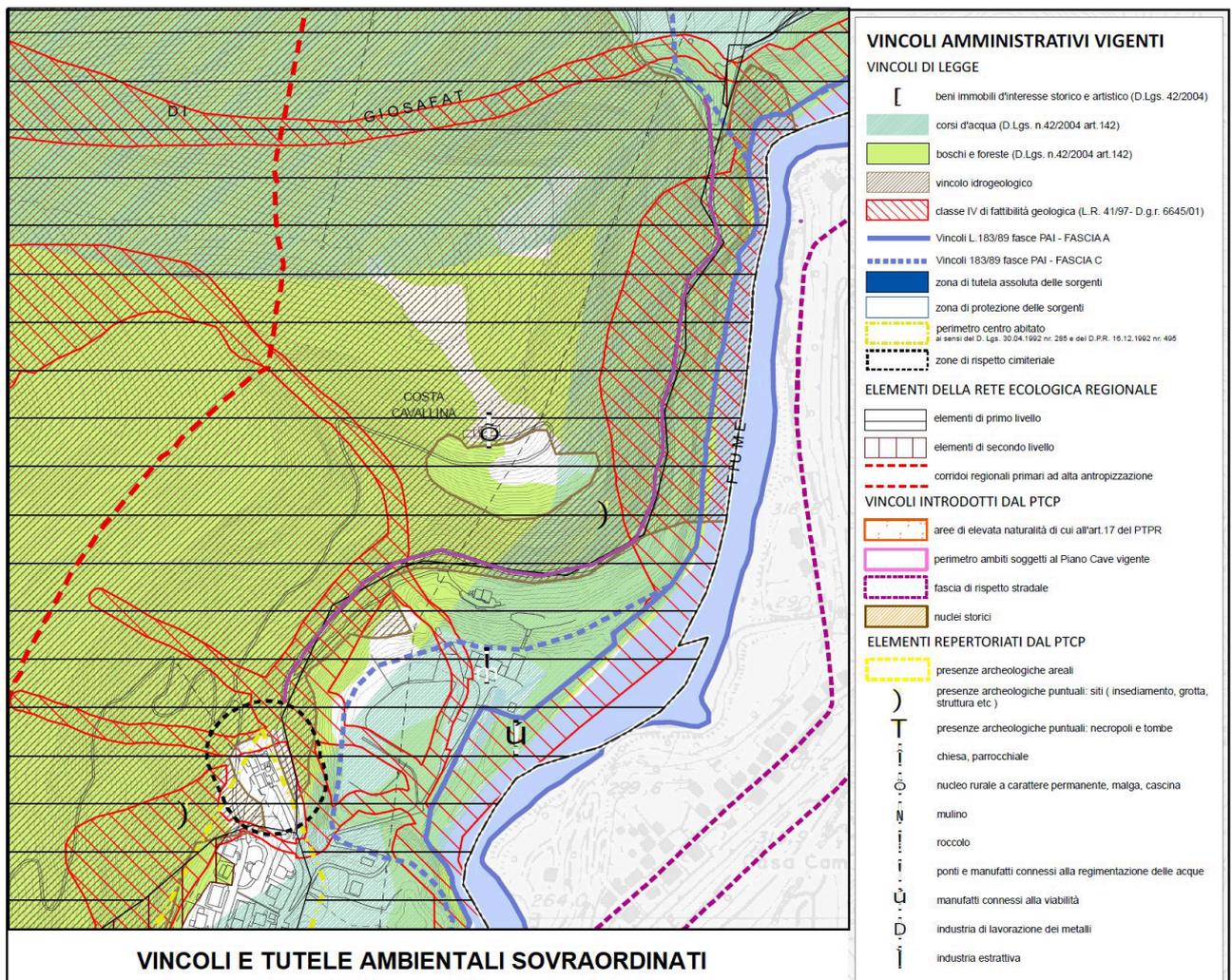


Figura 11 - Carta dei vincoli e tutele ambientali sovraordinati. Tratta dal PGT. Il tracciato è indicato in viola

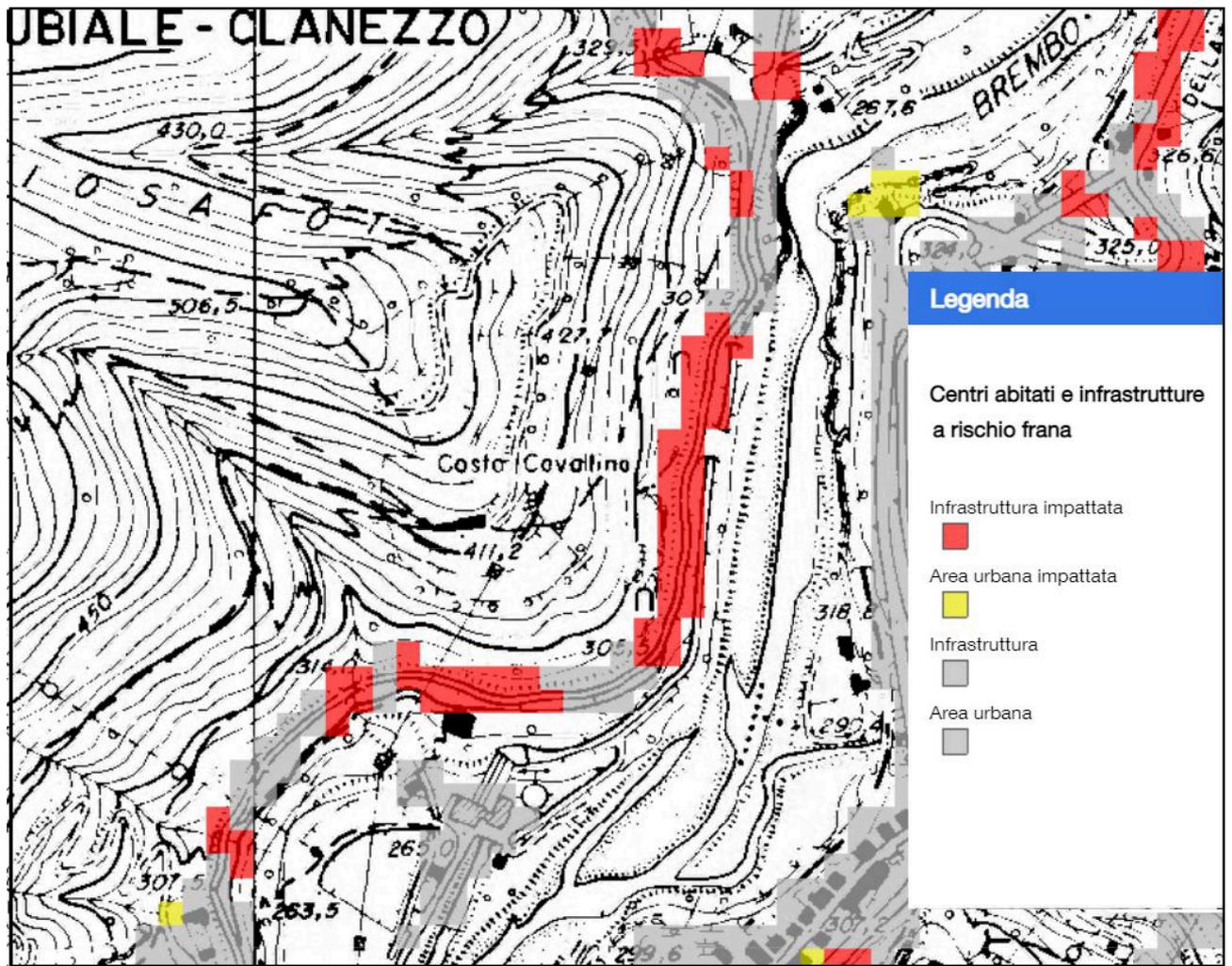


Figura 12 - Centri abitati e infrastrutture a rischio frana. Tratta del Geoportale della Regione Lombardia.

2. MATERIALI

Per informazioni in merito ai materiali utilizzati si faccia riferimento al documento B.S.3.2 - Relazione specialistica materiali e strutture allegato al presente progetto.

2.1 Calcestruzzo

FONDAZIONE :

Calcestruzzo tipo	C28/35	
Classe di esposizione per fondazioni	XC3	
Classe di consistenza	S4	
Dimensione massima nominale dell'aggregato	20	mm
Rapporto a/c massimo	0.55	
Dosaggio di cemento	≥320	kg/m ³
Copriferro minimo	30	mm
<u>Caratteristiche meccaniche</u>		
Resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 gg, R_{ck}	28	MPa
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 gg, f_{ck}	35	MPa
Modulo di elasticità normale (o di Young), E_c	32300	MPa
Coefficiente di sicurezza materiale, γ_c	1.5	
Coefficiente α_{cc}	0.85	

MISCELA D'INIEZIONE TIRANTI :

Cemento tipo	525	
Dimensione massima nominale dell'aggregato	20	mm
Rapporto a/c massimo	0.6	
<u>Caratteristiche meccaniche</u>		
Resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 gg, R_{ck}	525	MPa
Coefficiente di sicurezza materiale, γ_c	1.5	
Coefficiente α_{cc}	0.85	

2.2 Barre di armatura e tiranti in roccia

Acciaio tipo	B450C	
<u>Caratteristiche meccaniche</u>		
Tensione caratteristica di snervamento, f_{yk}	450	MPa
Tensione caratteristica a rottura, f_{uk}	540	MPa
Modulo di elasticità normale (o di Young), E_c	206000	MPa
Coefficiente di sicurezza materiale, γ_s	1.15	
Allungamento totale al carico max, A_{gt}	> 7,5%	

2.3 Acciaio da carpenteria

Acciaio tipo	S275	
<u>Caratteristiche meccaniche</u>		
Tensione caratteristica di snervamento, f_{yk}	275	MPa
Tensione caratteristica a rottura, f_{uk}	430	MPa

Modulo di elasticità normale (o di Young), E_c	206000	MPa
Coefficiente di sicurezza materiale, γ_s	1.05	

2.4 Funi in acciai

Fune spiroidale tipo	I	
<u>Caratteristiche meccaniche</u>		
Carico a rottura per diametro nominale $\Phi 10.5 A_{\Phi 10.5}$	180	kN
Fune spiroidale tipo	II	
<u>Caratteristiche meccaniche</u>		
Carico a rottura per diametro nominale $\Phi 14.5 A_{\Phi 14.5}$	350	kN
Fune spiroidale tipo	III	
<u>Caratteristiche meccaniche</u>		
Carico a rottura per diametro nominale $\Phi 18.5 A_{\Phi 14.5}$	525	kN

3. METODO DI CALCOLO E MODELLO NUMERICO

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente in studio.

La progettazione generale si avvale inoltre di calcoli basati su fogli elettronici implementati e verificati dallo scrivente e validati, quando opportuno, mediante l'ausilio dei codici di calcolo più complessi cui sopra accennato.

Per il calcolo delle sollecitazioni e il dimensionamento delle barriere si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il programma di calcolo DOLMEN WIN (R), versione 22.0 del 2022 prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN srl, con sede in Torino, Via Drovetti 9/F.

Per la verifica di stabilità del pendio e per il dimensionamento delle reti paramassi utilizzato il software SSAP2010 (SLOPE STABILITY ANALYSIS PROGRAM).

Per il calcolo traiettografico della caduta del masso ci si è avvalsi del software: IS GEOMASSI prodotto da CDM DOLMEN e Omnia IS srl - Via Drovetti 9/F, 10138 Torino.

3.1 Descrizione del modello di stabilità del pendio

SSAP2010 è caratterizzato dalla presenza di 7 metodi di calcolo rigorosi che operano nell'ambito della metodologia della verifica della stabilità dei pendii mediante il metodo dell'equilibrio limite. (Jambu rigoroso, Spencer, Sarma I, Morgenstern & Price, Chen& Morgestern, Sarma II, Borselli)

Oltre alla possibilità di caratterizzare i terreni coesivi ed incoerenti, è possibile caratterizzare geomeccanicamente gli ammassi rocciosi fratturati mediante il criterio di rottura di Hoek et al. (2002,2006), detto anche criterio GSI, e eseguire verifiche di stabilità allo scivolamento in pendii costituiti, del tutto o in parte, da ammassi rocciosi fratturati.

Metodo completo e rigoroso per considerare la resistenza offerta da sistemi di Tiranti (attivi, Passivi) e con distribuzione di resistenza lineare o non lineare e calcolo della mobilitazione reale del tirante.

Metodo completo e rigoroso per considerare la reazione passiva offerta da sistemi di rinforzo costituito da Reti in aderenza (wiremesh) ancorate con Chiodi/Tiranti.

Completa verifica di superfici di scivolamento singole definite dall'utente; e calcolo del coefficiente sismico critico (secondo il metodo proposta da Sarma (1973) applicato anche a gli altri metodi di calcolo (Janbu, Spencer...ecc.).

Controllo stringente, effettuato in modo automatico, affinché nessuna parte delle superfici soggette a verifica violi, in base alla propria geometria locale, il principio di rottura di Mohr-Coulomb o Hoek et al.(2002,2006) o Barton & Bandis (1990) .

Verifiche in condizione di liquefazione post-sismica dei terreni con la metodologia di Olson & Stark (2003) per la valutazione della resistenza al taglio residua post-liquefazione.

Quattro motori di ricerca diversi per la ricerca delle superfici con minor FS, come l'originale "SNIFF RANDOM SEARCH", e l'algoritmo di ricerca con "range dinamico".

3.2 Descrizione modello traiettografico

Tale metodo di calcolo per l'analisi di caduta massi utilizza il metodo Lumped Mass Ibrido. Il masso è schematizzato come un punto materiale.

La fase di volo, è regolata dalle leggi della dinamica, trascurando l'attrito con l'aria

Il fenomeno d'impatto è schematizzato con riferimento ai coefficienti di restituzione dell'energia. Tali coefficienti sono considerati distintamente nella componente normale e tangenziale.

Il fenomeno di rotoscivolamento è schematizzato con riferimento al coefficiente di attrito.

La geometria del versante è rappresentata da una maglia di triangoli, detta "mesh", e l'analisi del rimbalzo e del rotoscivolamento su ciascun triangolo è eseguita con riferimento al piano che lo contiene.

L'analisi delle varie fasi del moto (volo / rimbalzo / rotoscivolamento) prosegue fino all'arresto del blocco, che può avvenire quando l'energia e/o la velocità traslazionale scende al di sotto di un certo valore di soglia, personalizzabile dall'utente. L'analisi di una traiettoria è conclusa anche quando il masso "cade" al di fuori dell'area definita con la "mesh", oppure quando viene superato il limite massimo di rimbalzi o di tempo di analisi, o si verificano dei problemi di ordine numerico legati normalmente a singolarità della "mesh". Le traiettorie per le quali si è verificato un "errore", sono trattate in modo particolare dal programma, escluse dall'analisi dei risultati, e distinte dalle rimanenti in grafica.

Nella necessità di schematizzare un fenomeno complesso, considerando l'aleatorietà dei parametri che governano l'analisi (topografia, interazione blocco-terreno, condizioni iniziali, ecc.), si utilizza un modello statistico.

Ad alcuni parametri, tra cui le dimensioni del blocco, la velocità iniziale, i coefficienti di restituzione, l'angolo d'attrito, la scabrezza ed altri, si può associare una distribuzione normale, definita dal valor medio e dallo scarto quadratico medio (o deviazione standard).

3.2.1 Caratteristiche delle superfici

Per calcolare l'interazione tra massi e superficie del versante, devono essere determinate le seguenti caratteristiche per ciascuno tipo di terreno:

R_n = coefficiente di restituzione normale, utilizzato per la fase di rimbalzo, valore medio, e corrispondente scarto quadratico medio Sdv.

R_t = coefficiente di restituzione tangenziale, utilizzato per la fase di rimbalzo, valore medio, e corrispondente scarto quadratico medio Sdv.

Delta = angolo di attrito tra massi e terreno per le fase di roto – scivolamento, e corrispondente scarto quadratico medio Sdv (utilizzati se la fase di roto – scivolamento è schematizzata col il modello di scorrimento)

M_u = coefficiente di attrito volvente tra massi e terreno per le fase di roto – scivolamento, e corrispondente scarto quadratico medio Sdv (utilizzati se la fase di roto – scivolamento è schematizzata col il modello di rotolamento)

S = scabrezza, altezza media delle asperità sul piano medio di ciascuna faccia del profilo

3.3 Descrizione modello reti in aderenza ancorate anchored wiremesh

Si è considerato sia l'effetto integrato degli ancoraggi sia quello delle reti in aderenza, in una verifica di stabilità globale con metodi LEM avanzati, facendo riferimento alla metodologia pubblicata dall'autore (Borselli, 2020).

Il metodo utilizzato di interazione della rete in aderenza con una superficie di scivolamento generica, che intercetta la rete, è basato su uno schema di interazione passiva. Il metodo proposto si chiama Metodo Th.

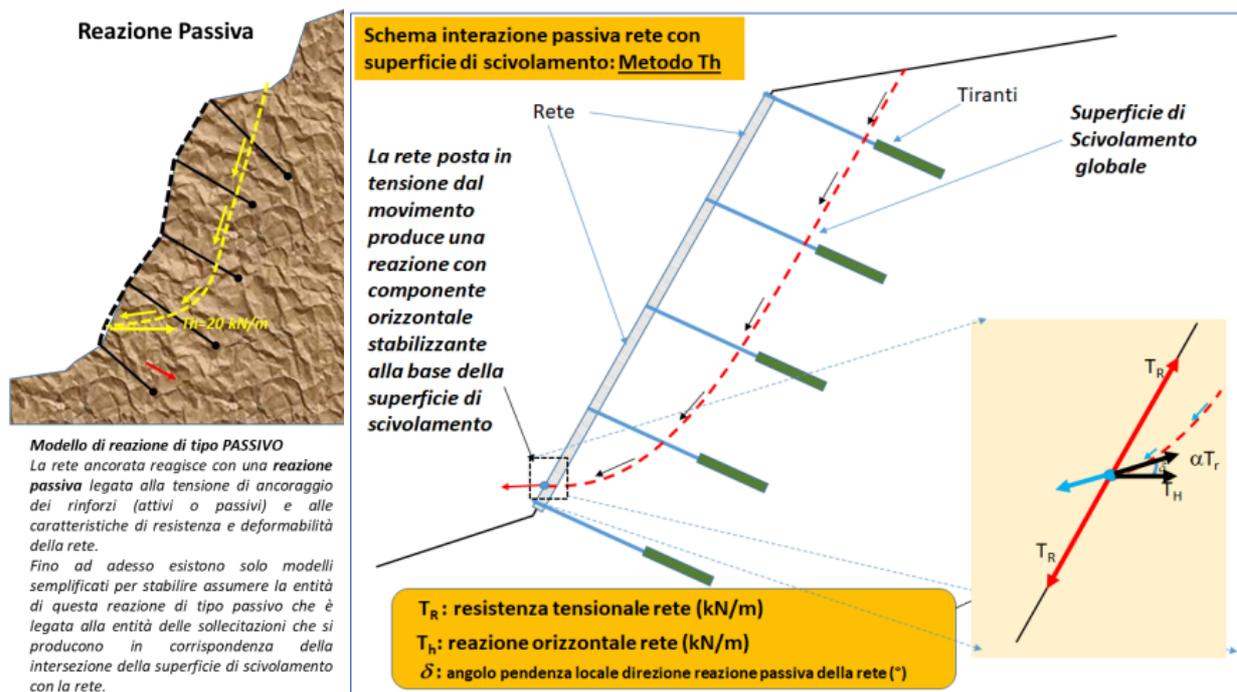


Figura 13 – modello di reazione Passivo. (Borselli, 2020)

La forza di reazione orizzontale stabilizzante T_H (kN/m) da applicare alla base della superficie di scivolamento è data dalla seguente formula:

$$T_h = \alpha T_R \cos \delta$$

dove α è il coefficiente, con intervallo [0.0,1.0], che rappresenta il grado di mobilitazione della resistenza limite a trazione, T_R (kN/m) della rete, e δ è l'angolo locale della reazione passiva della rete che coincide con la inclinazione di uscita della superficie di scivolamento.

Il coefficiente α , equivale a $\alpha=1/F$, dove F è un opportuno coefficiente di sicurezza ($F>1.0$) che rappresenta il grado di mobilitazione della resistenza a trazione T_R limite della rete, fornita nei dati tecnici della stessa. Il foglio di calcolo qui sopra (figura 2.4.6.6) presenta il campo di valori possibili per la forza T_h (kN/m) di reazione orizzontale della rete assumendo $\alpha=0.5$.

Il coefficiente di mobilitazione α della resistenza tensionale T_R della rete, con $\alpha = [0.0, 1.0]$, ha una importanza fondamentale perché riduce la resistenza a trazione limite a un valore di sicurezza massimo mobilitabile, in termini di resistenza passiva orizzontale del wiremesh.

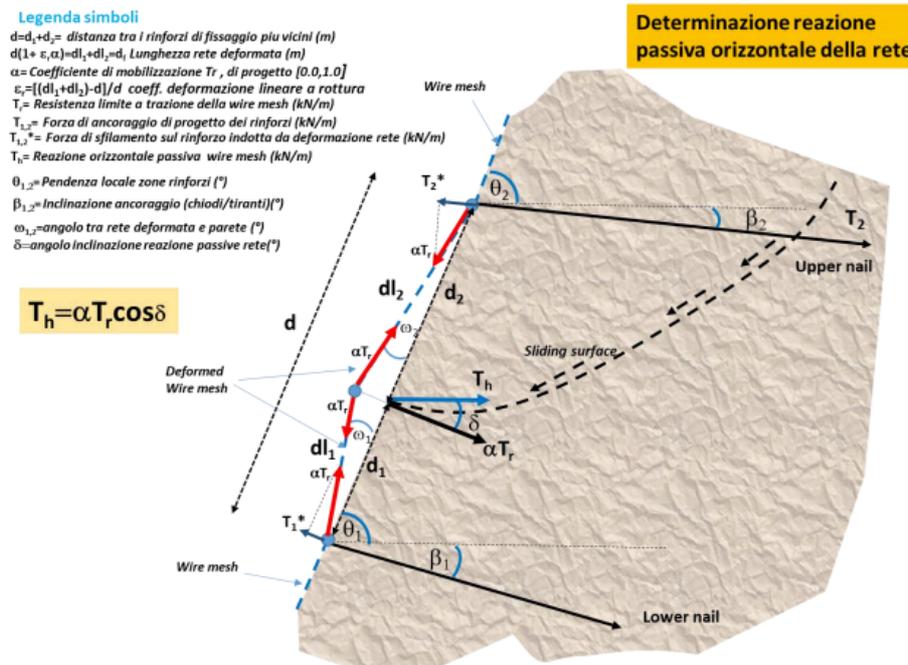


Figura 14 – Determinazione della reazione passiva orizzontale alla rete. (Borselli, 2020)

Un punto fondamentale per il calcolo della forza di sfilamento dei rinforzi indotta dalla deformazione della rete è la determinazione degli angoli $\omega_{1,2}$, angoli tra rete deformata e parete. Per evitare lo sfilamento del rinforzo inferiore è necessario valutare la disequazione. In particolare è necessario che forza di sfilamento T_1^* , sul rinforzo inferiore indotta da deformazione rete sia minore della forza di ancoraggio di progetto del rinforzo inferiore, ridotta di un coefficiente di sicurezza ulteriore F_{ST} .

$$T_1^* \leq \frac{T_1}{F_{ST}}$$

Il potenziale sfilamento indotto dalla deformazione prodotta nella rete può avvenire solamente in particolari condizioni geometriche indicate in figura 2.4.6.9. Questo porta a definire un valore massimo α_{MAX1} che non deve essere superato per il coefficiente di mobilitazione della resistenza limite a trazione della wiremesh. Questo valore dipende dall'insieme di parametri geometrici e di resistenza locali e dai coefficienti di progetto assunti.

$$\text{se}[(\theta_1 - \beta_1 + \omega_1)] \geq 90 \text{ allora } \alpha_{MAX1} \leq \frac{\frac{T_1}{F_{ST}}}{T_r \cos\{180 - [(\theta_1 - \beta_1) + \omega_1]\}}$$

altrimenti $\alpha_{MAX1} = 1.0$

In modo analogo vengono derivate le condizioni per lo sfilamento del rinforzo superiore.

Analogamente per evitare lo sfilamento del rinforzo superiore è necessario valutare la disequazione 2.4.6.4. In particolare è necessario che forza di sfilamento T_2^* , sul rinforzo inferiore indotta da deformazione rete sia minore della forza di ancoraggio di progetto del rinforzo inferiore, ridotta di un coefficiente di sicurezza ulteriore F_{sT} .

$$T_2^* \leq \frac{T_2}{F_{sT}}$$

Il potenziale sfilamento indotto dalla deformazione prodotta nella rete può avvenire solamente in particolari condizioni geometriche indicate in figura 2.4.6.10. Questo porta a definire un valore massimo α_{MAX2} che non deve essere superato per il coefficiente di mobilitazione della resistenza limite a trazione della wiremesh. Questo valore dipende dall'insieme di parametri geometrici e di resistenza locali e dai coefficienti di progetto assunti.

$$\text{se}[(\theta_2 - \beta_2 + \omega_2)] \geq 90 \text{ allora } \alpha_{MAX2} \leq \frac{\frac{T_2}{F_{sT}}}{T_r \cos\{180 - [(\theta_2 - \beta_2) + \omega_2]\}}$$

altrimenti $\alpha_{MAX1} = 1.0$

Il valore del coefficiente di mobilitazione finale della reazione passiva è ricavabile con la seguente espressione una volta calcolati i valori α_{MAX1} α_{MAX2} :

$$\alpha_{MAX} = \min[\alpha, \alpha_{max1}, \alpha_{max2}] = [0.0, 1.0]$$

Tuttavia Per tenere conto della mobilitazione delle forze agenti alla base della superficie di scivolamento, in analogia a quanto fatto per il calcolo della mobilitazione della reazione passiva delle palificate, dei tiranti e delle terre armate, si adotta la seguente modifica finale che tiene conto del fattore di sicurezza F_s globale calcolato sulla superficie di scivolamento, ma senza effetto dei rinforzi presenti.

$$\alpha_{max} = \frac{\min[\alpha, \alpha_{max1}, \alpha_{max2}]}{F_s} \text{ se } F_s > 1.0$$

$$\alpha_{max} = \frac{\min[\alpha, \alpha_{max1}, \alpha_{max2}]}{1.0} \text{ se } F_s \leq 1.0$$

Il valore α_{MAX} è il valore di riferimento finale da utilizzare nella equazione che permette di valutare la forza di reazione passiva orizzontale T_h prodotta dalla rete deformata. Questo valore è sempre e comunque compreso tra 0 e 1.0 ma soprattutto può essere anche molto più basso del valore α assunto inizialmente come di progetto. La potenziale riduzione deriva dal combinato effetto della resistenza degli ancoraggi della rete più prossimi al punto di intersezione tra superficie topografica e superficie di scivolamento e il grado di mobilitazione della forza resistente sulla superficie di scivolamento.

Il valore finale di T_h è quindi calcolabile con la seguente equazione:

$$T_h = \alpha_{MAX} T_R \cos \delta$$

Il valore α_{MAX} è mantenuto solo nel caso che avvenga una mobilitazione completa della deformazione. Questo viene realizzato solo in caso che sulla superficie si produca un deficit di resistenza al taglio ($F_s < 1.0$). Nel caso che questo non si verifichi la mobilitazione viene ridotta da un fattore di scala che è il F_s globale però calcolato senza l'effetto di alcun rinforzo.

3.4 Verifiche eseguite

Si riporta di seguito l'elenco delle verifiche eseguite sugli elementi strutturali in accordo con il §6.3. e §7.11.3.5 delle NTC18 (Tab. 7.3.III)

- Verifiche di stabilità del pendio allo stato di fatto: si rimanda al Capitolo 4.1 del presente documento;
- Verifiche di stabilità del pendio allo stato di progetto: si rimanda al Capitolo 4.2 del presente documento;
- Analisi della caduta massi: si rimanda al Capitolo 4.3 del presente documento;
- Verifiche ancoraggi: si rimanda al Capitolo 4.4 del presente documento;
- Verifica fondazioni delle barriere paramassi: si rimanda al Capitolo 4.5 del presente documento.

3.5 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

3.5.1 Affidabilità dei Codici di Calcolo

Tutti i codici di calcolo sono stati utilizzati dopo un attento esame della documentazione a corredo del software, che ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene inoltre una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

La società produttrice ha inoltre verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

3.5.2 Validazione dei Codici di Calcolo

Gli svariati anni di utilizzo hanno permesso di verificare internamente la bontà dei vari codici di calcolo, confrontando tra loro i risultati ricavati in base a soluzioni teoriche, calcolo manuale diretto, utilizzo di diversi software, arrivando ad un giudizio positivo di accuratezza ed affidabilità.

3.5.3 Modalità di presentazione dei risultati

Le verifiche riportate nella presente relazione costituiscono un estratto dei calcoli principali condotti sulle strutture principali presenti nell'opera in oggetto. In particolare, solo per alcune tipologie strutturali si riporta una verifica completa, intendendo che le altre sono state condotte analogamente. Tutte le verifiche sono presenti nelle minute di studio, a disposizione per eventuali chiarimenti.

All'interno della presente relazione vengono per lo più omessi i tabulati prodotti con i programmi di calcolo automatico, riportando eventualmente solo alcune tabelle e schemi grafici riepilogativi. Per alcuni elementi, per completezza, essi sono riportati in allegato alla relazione di calcolo; in ogni caso essi risultano a disposizione per eventuale consultazione.

3.5.4 Informazioni generali sull'elaborazione

I programmi di calcolo utilizzati prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di eventuali errori di modellazione, del non rispetto delle limitazioni geometriche, della presenza di elementi non verificati, dell'inosservanza di alcuni requisiti previsti dalle NTC2018. Al termine di ciascuna analisi viene effettuato un controllo generale che identifica la correttezza degli spostamenti ottenuti, il rispetto dell'equilibrio fra azioni imposte e reazioni vincolari, ecc.

Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabulare, la quasi totalità dei dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale con le schematizzazioni assunte nella modellazione.

3.5.5 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle analisi sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano la correttezza e l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso, fra l'altro:

- Verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati;
- Comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, confronto con i risultati di modelli teorici, confronto con i risultati di semplici calcoli manuali diretti;
- Il confronto dei risultati ottenuti in fase di prima analisi semplificata della struttura;
- Il confronto fra calcolazioni effettuate con programmi differenti.

Inoltre, sulla base delle procedure di qualità interne previste, i risultati sono stati esaminati da un soggetto terzo che non ha preso parte alla progettazione, validandone così la correttezza.

In base a quanto detto, si può quindi affermare che la progettazione condotta è risultata corretta ed idonea al caso specifico, ritenendo validi ed accettabili i risultati di calcolo ottenuti.

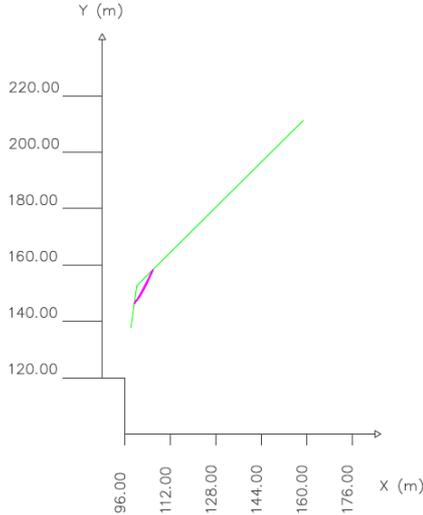
4. VERIFICHE

4.1 STABILITA' DEI PENDIO STATO DI FATTO

4.1.1 Tratto 1

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

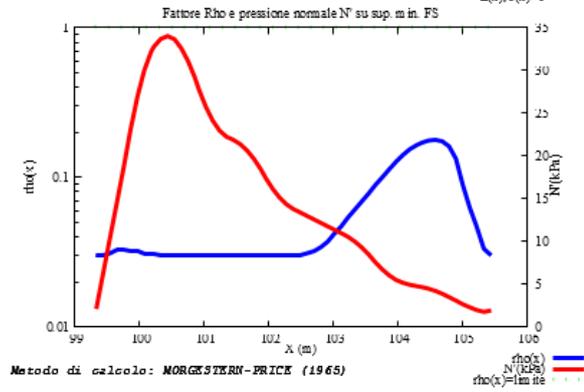
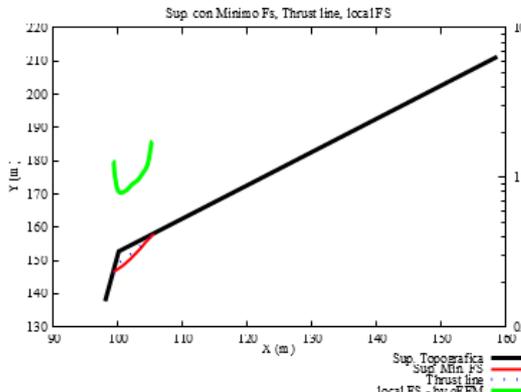
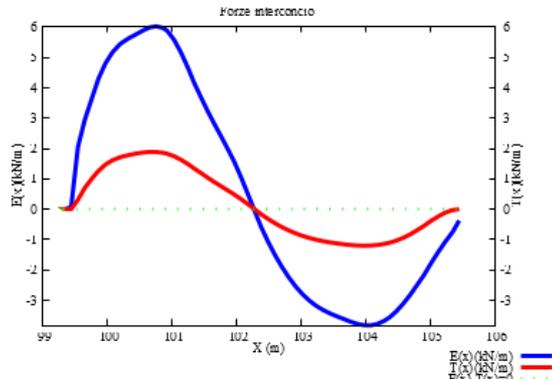
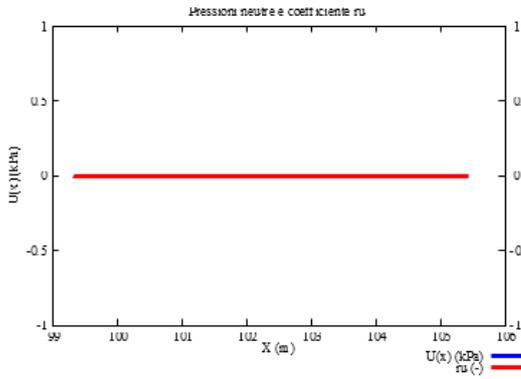
#	Parametri Geotecnici degli strati #											
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D			
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa						
1	0	0	0	19.00	23.00	25.00	15.00	12.00	0.70			



Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)
DATI 10 SUP. CON MINOR Fs
 Fs minimo : 0.9397
 Range Fs : 0.9397 - 0.9463
 Differenza % Range Fs : 0.70
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM
 Campione Superfici - N: 15000
 Lunghezza media segmenti (m) : 2.4
 Range X inizio generazione : 99.3 - 154.0
 Range X termine generazione : 105.4 - 157.6
 Livello Y minimo considerato : 71.5

SSAP2010 (versione 5.2 - 2023) - www.ssap.eu - DISTRIBUZIONE FORZE e PRESSIONI



31/05/23 13:14

PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X,Y (in m)

SUP T.	X	Y	SUP 2	X	Y	SUP 3	X	Y	SUP 4	X	Y
	98.11	137.70									
	100.22	152.70									
	158.81	211.29									

--- ASSENZA DI FALDA ---

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

STRATO	1	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
		0.00	0.00	0.00	19.00	23.00	3.844	25.00	15.00	12.00	0.70

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
 c _____ Coesione efficace (in Kpa)
 Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
 Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)
 Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)
 STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)
 ---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek et al.(2002)-
 sici _____ Resistenza compressione Uniassiale Roccia Intatta (in Mpa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

NOTA BENE:

FATTORI DI RIDUZIONE NTC2018/EC-7: gammaPHI=1.25, gammaC=1.25 e gammaCu=1.4 - DISATTIVATI

USO DI CRITERIO DI ROTTURA PER AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI -----
 CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI
 MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m) : 2.4 (+/-) 50%
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 99.32 153.95
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 71.47
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 105.39 157.60
 TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000
 *NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
 METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (Lambda0,Fs0) ADOTTATO : A (rapido)
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000
 COEFFICIENTE c-kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kn/m): 0.00
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kn/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali aggiuntive in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
 I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs

X(m)	Y(m)	#Superficie N.1 - #Fs_minimo	#Fattore di sicurezza(FS)= 0.9397	#Lambda= 1.2500
99.325	146.340			
101.081	148.913			
102.567	151.703			
103.587	153.671			
104.979	156.514			
105.588	157.850			
105.588	158.068			

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9404	#Lambda= 0.7716
99.327	146.352		
101.423	149.282		
104.001	153.892		
105.631	157.863		
105.631	158.111		

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 3 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9419	#Lambda= 0.6316
99.331	146.381		
101.323	149.064		
103.178	152.427		
105.437	157.486		
105.646	157.857		
105.646	158.126		

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 4 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9422	#Lambda= 1.2500
99.330	146.372		
101.318	149.242		
102.608	151.567		
104.910	156.433		
105.619	157.940		
105.619	158.099		

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9445	#Lambda= 1.2500
99.334	146.401		
100.602	148.355		
102.000	150.944		
102.947	152.691		
104.503	155.689		
105.515	157.741		
105.515	157.995		

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 6 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9446	#Lambda= 1.2500
99.326	146.341		
100.666	148.451		
101.829	150.336		
102.636	152.104		
103.992	154.437		
105.205	156.986		
105.505	157.730		
105.505	157.985		

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 7 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9448	#Lambda= 1.1273
99.333	146.394		
101.353	149.014		
103.001	151.971		
105.081	156.574		
105.579	157.933		
105.579	158.059		

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9459	#Lambda= 1.0280
99.333	146.397		
101.296	148.917		
103.507	153.003		
105.348	157.271		
105.657	157.900		
105.657	158.137		

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 9 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9463	#Lambda= 0.3972
99.326	146.346		
100.900	148.427		
101.643	149.565		
102.651	151.167		
103.803	153.541		
104.630	155.416		
105.237	156.588		
105.661	157.544		
105.983	158.223		
105.983	158.463		

X(m)	Y(m)	#Superficie N.10 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9463	#Lambda= 1.2500
99.341	146.453		
101.515	149.778		
103.411	153.317		
105.204	156.950		

105.503 157.726
105.503 157.983

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----
DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICIE GENERATE CON MINOR FS *
Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	0.940	277.9	295.7	-77.0	Deficit
2	0.940	301.2	320.3	-83.2	Deficit
3	0.942	295.4	313.6	-81.0	Deficit
4	0.942	281.9	299.2	-77.1	Deficit
5	0.944	261.2	276.6	-70.7	Deficit
6	0.945	271.5	287.4	-73.4	Deficit
7	0.945	301.6	319.3	-81.5	Deficit
8	0.946	301.8	319.0	-81.1	Deficit
9	0.946	315.6	333.5	-84.6	Deficit
10	0.946	273.6	289.1	-73.3	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -84.6

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento
FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpa, ovvero in kN/m

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	w (kn/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	c'/cu (kPa)
99.325	0.101	55.69	0.55	0.00	0.00	60.75	3.21
99.427	0.101	55.69	1.66	0.00	0.00	55.51	4.29
99.528	0.101	55.69	2.76	0.00	0.00	52.40	5.38
99.630	0.101	55.69	3.86	0.00	0.00	50.19	6.35
99.731	0.101	55.69	4.97	0.00	0.00	48.40	7.40
99.833	0.101	55.69	6.07	0.00	0.00	46.92	8.41
99.934	0.101	55.69	7.17	0.00	0.00	45.80	9.12
100.036	0.101	55.69	8.28	0.00	0.00	44.85	10.07
100.137	0.083	55.69	7.60	0.00	0.00	44.23	10.58
100.220	0.101	55.69	9.69	0.00	0.00	43.92	10.78
100.321	0.101	55.69	9.60	0.00	0.00	43.69	11.05
100.423	0.101	55.69	9.50	0.00	0.00	43.62	11.13
100.524	0.101	55.69	9.41	0.00	0.00	43.62	11.20
100.626	0.101	55.69	9.32	0.00	0.00	43.69	11.09
100.727	0.101	55.69	9.23	0.00	0.00	43.85	11.05
100.829	0.101	55.69	9.14	0.00	0.00	44.15	10.73
100.930	0.101	55.69	9.05	0.00	0.00	44.62	10.13
101.032	0.049	55.69	4.34	0.00	0.00	45.17	9.65
101.081	0.101	61.96	8.87	0.00	0.00	45.48	9.48
101.182	0.101	61.96	8.70	0.00	0.00	46.12	8.92
101.284	0.101	61.96	8.53	0.00	0.00	46.68	8.46
101.385	0.101	61.96	8.36	0.00	0.00	47.08	8.29
101.486	0.101	61.96	8.19	0.00	0.00	47.41	8.04
101.588	0.101	61.96	8.02	0.00	0.00	47.57	7.91
101.689	0.101	61.96	7.84	0.00	0.00	47.74	7.78
101.791	0.101	61.96	7.67	0.00	0.00	47.90	7.66
101.892	0.101	61.96	7.50	0.00	0.00	48.07	7.55
101.994	0.101	61.96	7.33	0.00	0.00	48.24	7.45
102.095	0.101	61.96	7.16	0.00	0.00	48.40	7.35
102.197	0.101	61.96	6.99	0.00	0.00	48.57	7.31
102.298	0.101	61.96	6.81	0.00	0.00	48.82	7.05
102.400	0.101	61.96	6.64	0.00	0.00	48.99	7.06
102.501	0.066	61.96	4.22	0.00	0.00	49.24	6.86
102.567	0.101	62.60	6.35	0.00	0.00	49.41	6.75
102.668	0.101	62.60	6.17	0.00	0.00	49.67	6.58
102.770	0.101	62.60	5.99	0.00	0.00	49.93	6.41
102.871	0.101	62.60	5.81	0.00	0.00	50.10	6.48
102.973	0.101	62.60	5.63	0.00	0.00	50.36	6.31
103.074	0.101	62.60	5.45	0.00	0.00	50.62	6.10
103.176	0.101	62.60	5.26	0.00	0.00	50.88	5.96
103.277	0.101	62.60	5.08	0.00	0.00	51.15	5.89
103.378	0.101	62.60	4.90	0.00	0.00	51.41	5.84
103.480	0.101	62.60	4.72	0.00	0.00	51.77	5.60
103.581	0.005	62.60	0.25	0.00	0.00	52.13	5.39
103.587	0.101	63.90	4.52	0.00	0.00	52.13	5.43
103.688	0.101	63.90	4.31	0.00	0.00	52.49	5.26
103.790	0.101	63.90	4.11	0.00	0.00	52.86	5.13
103.891	0.101	63.90	3.91	0.00	0.00	53.22	5.03
103.993	0.101	63.90	3.70	0.00	0.00	53.60	4.97
104.094	0.101	63.90	3.50	0.00	0.00	54.07	4.67
104.196	0.101	63.90	3.29	0.00	0.00	54.35	4.69
104.297	0.101	63.90	3.09	0.00	0.00	54.73	4.56
104.398	0.101	63.90	2.89	0.00	0.00	55.12	4.46
104.500	0.101	63.90	2.68	0.00	0.00	55.60	4.22
104.601	0.101	63.90	2.48	0.00	0.00	56.00	4.22
104.703	0.101	63.90	2.28	0.00	0.00	56.60	3.96
104.804	0.101	63.90	2.07	0.00	0.00	57.10	3.91
104.906	0.074	63.90	1.38	0.00	0.00	57.72	3.77
104.979	0.101	65.51	1.71	0.00	0.00	58.24	3.65
105.081	0.101	65.51	1.47	0.00	0.00	58.99	3.51
105.182	0.101	65.51	1.24	0.00	0.00	59.24	3.51
105.284	0.101	65.51	1.00	0.00	0.00	60.73	3.25
105.385	0.101	65.51	0.77	0.00	0.00	61.67	3.15
105.487	0.101	65.51	0.54	0.00	0.00	62.74	3.06

----- LEGENDA SIMBOLI -----
X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
w(kn/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (m)	E(x) (kn/m)	T(x) (kn/m)	E' (kn)	rho(x) (-)	FS_qFEM (-)	FS_p-qPATH (-)
99.325	0.000	146.340	3.328	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.031	1.358	1.155
99.427	0.189	146.678	3.328	9.8745823809E-002	1.2343227876E-003	1.0168071019E+001	0.031	1.358	1.192
99.528	0.378	147.015	3.328	2.0631248298E+000	9.2070912336E-001	1.3279577023E+001	0.068	1.171	1.110
99.630	0.567	147.353	3.328	2.7932023275E+000	2.2256737691E+000	5.9053366729E+000	0.095	1.065	1.062
99.731	0.756	147.690	3.381	3.2613311264E+000	3.1716820920E+000	4.1750005755E+000	0.106	0.996	1.028
99.833	0.955	148.039	3.373	3.6403194785E+000	3.8764318380E+000	3.1583282405E+000	0.112	0.939	1.000
99.934	1.143	148.375	3.204	3.9021631388E+000	4.4224899106E+000	1.8597135372E+000	0.109	0.895	0.977
100.036	1.308	148.689	2.939	4.0176596021E+000	4.7318636617E+000	6.3762821002E-001	0.098	0.867	0.934
100.137	1.442	148.971	2.617	4.0315393588E+000	4.8471578585E+000	-2.9358456846E-001	0.089	0.848	0.950
100.220	1.521	149.172	2.206	3.9779004459E+000	4.8409130637E+000	-9.0270186033E-001	0.083	0.837	0.944
100.321	1.578	149.378	1.883	3.8544929982E+000	4.7508356748E+000	-1.3753994793E+000	0.078	0.829	0.939
100.423	1.605	149.554	1.623	3.6988287507E+000	4.6058654525E+000	-1.5715064507E+000	0.074	0.824	0.936
100.524	1.610	149.707	1.459	3.5356307506E+000	4.4312896458E+000	-1.5604336083E+000	0.072	0.823	0.935
100.626	1.604	149.850	1.309	3.382132081E+000	4.2409303667E+000	-1.4169297543E+000	0.070	0.824	0.934
100.727	1.599	149.993	1.187	3.2481324677E+000	4.0280974551E+000	-1.3248399422E+000	0.068	0.829	0.935
100.829	1.588	150.131	1.137	3.1134001584E+000	3.8034649453E+000	-1.4839695409E+000	0.066	0.835	0.936
100.930	1.573	150.265	1.103	2.9470316590E+000	3.547777828E+000	-1.9235311009E+000	0.064	0.842	0.937
101.032	1.555	150.396	1.139	2.7231113054E+000	3.2426999808E+000	-2.776372707E+000	0.060	0.850	0.939
101.081	1.551	150.463	1.179	2.5733753282E+000	3.0579550961E+000	-3.2956268108E+000	0.057	0.854	0.940
101.182	1.500	150.603	1.437	2.1878474875E+000	2.6255102653E+000	-4.235541704E+000	0.052	0.862	0.942
101.284	1.461	150.755	1.549	1.7139717146E+000	2.0989923019E+000	-4.9614596119E+000	0.045	0.871	0.945
101.385	1.433	150.917	1.657	1.1811560021E+000	1.4941413801E+000	-5.3984809486E+000	0.040	0.880	0.948
101.486	1.416	151.091	1.649	6.1860760194E-001	8.3570324974E-001	-5.1821169681E+000	0.036	0.887	0.951
101.588	1.387	151.252	1.588	1.2969263517E-001	2.3521058156E-001	-4.645802236E+000	0.034	0.893	0.954
101.689	1.358	151.413	1.588	-3.2403688726E-001	-3.3673336496E-001	-4.317103057E+000	0.035	0.897	0.957
101.791	1.328	151.574	1.588	-7.4638064592E-001	-8.7122724549E-001	-4.0184337746E+000	0.037	0.901	0.959

101.892	1.299	151.735	1.588	-1.1393862768E+000	-1.3664157328E+000	-3.7303876972E+000	0.043	0.904	0.961
101.994	1.269	151.896	1.588	-1.5032848285E+000	-1.8245923058E+000	-3.4427088728E+000	0.053	0.908	0.962
102.095	1.240	152.058	1.634	-1.879197689E+000	-2.2476741710E+000	-3.2268428580E+000	0.066	0.911	0.963
102.197	1.220	152.228	1.651	-2.1580186134E+000	-2.655949700E+000	-2.9719705307E+000	0.083	0.915	0.964
102.298	1.194	152.393	1.596	-2.4409393765E+000	-3.015780957E+000	-2.6326914637E+000	0.102	0.919	0.964
102.400	1.163	152.552	1.546	-2.6921977235E+000	-3.3319556065E+000	-2.3369506846E+000	0.121	0.923	0.964
102.501	1.127	152.706	1.519	-2.9151120072E+000	-3.6086179026E+000	-2.0959073779E+000	0.139	0.927	0.963
102.567	1.103	152.806	1.527	-3.0488596056E+000	-3.772157662E+000	-1.9798191443E+000	0.151	0.929	0.962
102.668	1.077	152.890	1.563	-3.2418610248E+000	-4.0042411640E+000	-1.8321195712E+000	0.169	0.933	0.959
102.770	1.029	153.123	1.623	-3.4206008505E+000	-4.2195608170E+000	-1.6732666142E+000	0.187	0.938	0.956
102.871	1.001	153.291	1.684	-3.5813706420E+000	-4.4160237198E+000	-1.4790399689E+000	0.206	0.942	0.953
102.973	0.979	153.465	1.669	-3.7207014377E+000	-4.590033989E+000	-1.1850395434E+000	0.227	0.948	0.947
103.074	0.948	153.630	1.678	-3.8218178715E+000	-4.7195693110E+000	-8.6494115214E-001	0.247	0.953	0.943
103.176	0.928	153.805	1.774	-3.8961999727E+000	-4.8186880830E+000	-5.9880896683E-001	0.268	0.959	0.934
103.277	0.917	153.990	1.739	-3.9433175784E+000	-4.8863899340E+000	-3.4489906246E-001	0.290	0.964	0.925
103.378	0.889	154.158	1.597	-3.9661807801E+000	-4.9230425757E+000	-1.3569052385E+000	0.312	0.969	0.917
103.480	0.849	154.314	1.475	-3.9708494955E+000	-4.9358317858E+000	1.6451446621E-002	0.333	0.973	0.909
103.581	0.797	154.458	1.419	-3.9628427440E+000	-4.9297496727E+000	1.2652919388E-001	0.353	0.977	0.901
103.587	0.795	154.465	1.437	-3.9621425835E+000	-4.9288604091E+000	1.3167446927E-001	0.354	0.977	0.901
103.688	0.733	154.611	1.506	-3.9438512281E+000	-4.9015343510E+000	2.5775186668E-001	0.374	0.982	0.892
103.790	0.686	154.771	1.651	-3.9098441412E+000	-4.850968733E+000	4.3997193657E-001	0.396	0.988	0.882
103.891	0.654	154.946	1.812	-3.8545799174E+000	-4.7709845373E+000	6.8398059565E-001	0.419	0.995	0.870
103.993	0.640	155.139	1.855	-3.7710629162E+000	-4.6538969378E+000	9.5144244649E-001	0.445	1.005	0.857
104.094	0.616	155.323	1.756	-3.6615300723E+000	-4.5059251762E+000	1.1883973825E+000	0.469	1.016	0.845
104.196	0.582	155.495	1.698	-3.5299343734E+000	-4.3284498205E+000	1.4168480556E+000	0.489	1.028	0.835
104.297	0.547	155.667	1.698	-3.3740483662E+000	-4.1141182590E+000	1.6447560457E+000	0.506	1.043	0.827
104.398	0.512	155.839	1.698	-3.196206157E+000	-3.8610015702E+000	1.8504283695E+000	0.519	1.059	0.823
104.500	0.477	156.012	1.737	-2.9985922243E+000	-3.5668723582E+000	2.0940148420E+000	0.527	1.079	0.824
104.601	0.450	156.192	1.754	-2.7713292223E+000	-3.2101997636E+000	2.2915457428E+000	0.524	1.104	0.833
104.703	0.419	156.367	1.712	-2.5336323601E+000	-2.820811552E+000	2.3790014916E+000	0.512	1.133	0.849
104.804	0.383	156.539	1.677	-2.2886243869E+000	-2.4029179109E+000	2.4456695040E+000	0.485	1.167	0.875
104.906	0.345	156.708	1.658	-2.0374004327E+000	-1.9673132724E+000	2.5129879661E+000	0.434	1.213	0.913
104.979	0.316	156.830	1.680	-1.850223300E+000	-1.649061959E+000	2.5919194573E+000	0.357	1.258	0.949
105.081	0.266	157.002	1.705	-1.5799691544E+000	-1.2168329829E+000	2.6989394686E+000	0.227	1.333	1.008
105.182	0.216	157.176	1.833	-1.3026023984E+000	-8.0031454296E-001	2.9487186314E+000	0.148	1.429	1.084
105.284	0.192	157.374	1.878	-9.8166741026E-001	-3.5616778874E-001	3.1305478149E+000	0.097	1.592	1.199
105.385	0.152	157.557	1.801	-6.6740709772E-001	-8.8962434034E-002	3.1882130157E+000	0.055	1.846	1.335
105.487	0.112	157.739	1.801	-3.3477170867E-001	-4.1846463583E-003	3.2893030367E+000	0.031	1.846	1.631

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata y linea di thrust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di thrust
E(x)(kn/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kn/m) : Forza Tangenziale interconcio
E'(kn) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x)(-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio Zhu et al.(2003)
FS_qFEM(X)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_p-qPATH(X)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by p-qPATH Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dI (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kn/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kn/m)
99.325	0.101	0.180	55.694	2.532	0.456	6.293	1.133
99.427	0.101	0.180	55.694	7.597	1.367	12.057	2.170
99.528	0.101	0.180	55.694	12.661	2.279	16.275	2.928
99.630	0.101	0.180	55.694	17.726	3.191	20.330	3.659
99.731	0.101	0.180	55.694	22.790	4.102	24.360	4.385
99.833	0.101	0.180	55.694	27.855	5.014	28.204	5.077
99.934	0.101	0.180	55.694	32.919	5.925	31.877	5.738
100.036	0.101	0.180	55.694	37.984	6.837	35.715	6.429
100.137	0.101	0.180	55.694	42.589	7.725	38.879	7.079
100.220	0.101	0.180	55.694	44.453	8.001	40.111	7.220
100.321	0.101	0.180	55.694	44.035	7.926	39.944	7.190
100.423	0.101	0.180	55.694	43.617	7.851	39.718	7.149
100.524	0.101	0.180	55.694	43.199	7.776	39.536	7.116
100.626	0.101	0.180	55.694	42.781	7.701	39.254	7.066
100.727	0.101	0.180	55.694	42.363	7.625	39.109	7.040
100.829	0.101	0.180	55.694	41.946	7.550	38.837	6.991
100.930	0.101	0.180	55.694	41.528	7.475	38.466	6.924
101.032	0.049	0.087	55.694	41.218	3.588	38.380	3.341
101.081	0.101	0.216	61.962	36.290	7.832	29.841	6.441
101.182	0.101	0.216	61.962	35.588	7.681	29.459	6.358
101.284	0.101	0.216	61.962	34.886	7.529	29.077	6.278
101.385	0.101	0.216	61.962	34.184	7.378	28.858	6.228
101.486	0.101	0.216	61.962	33.482	7.226	28.327	6.114
101.588	0.101	0.216	61.962	32.780	7.075	27.845	6.010
101.689	0.101	0.216	61.962	32.078	6.923	27.355	5.904
101.791	0.101	0.216	61.962	31.376	6.772	26.867	5.799
101.892	0.101	0.216	61.962	30.674	6.620	26.389	5.694
101.994	0.101	0.216	61.962	29.972	6.469	25.918	5.594
102.095	0.101	0.216	61.962	29.270	6.317	25.479	5.499
102.197	0.101	0.216	61.962	28.568	6.166	25.047	5.406
102.298	0.101	0.216	61.962	27.866	6.014	24.441	5.275
102.400	0.101	0.216	61.962	27.164	5.863	24.068	5.194
102.501	0.066	0.140	61.962	26.462	5.712	23.617	3.310
102.567	0.101	0.220	62.598	25.392	5.641	22.344	4.969
102.668	0.101	0.220	62.598	24.860	5.480	22.044	4.859
102.770	0.101	0.220	62.598	24.129	5.319	21.538	4.748
102.871	0.101	0.220	62.598	23.397	5.157	21.209	4.675
102.973	0.101	0.220	62.598	22.665	4.996	20.657	4.554
103.074	0.101	0.220	62.598	21.933	4.835	20.079	4.426
103.176	0.101	0.220	62.598	21.202	4.674	19.555	4.311
103.277	0.101	0.220	62.598	20.470	4.512	19.109	4.212
103.378	0.101	0.220	62.598	19.738	4.351	18.680	4.118
103.480	0.101	0.220	62.598	19.007	4.190	18.104	3.991
103.581	0.005	0.012	62.598	18.621	0.219	17.786	0.210
103.587	0.101	0.231	63.902	17.902	4.056	16.473	3.799
103.688	0.101	0.231	63.902	16.796	3.873	15.920	3.672
103.790	0.101	0.231	63.902	16.003	3.691	15.386	3.548
103.891	0.101	0.231	63.902	15.210	3.508	14.870	3.429
103.993	0.101	0.231	63.902	14.417	3.325	14.389	3.318
104.094	0.101	0.231	63.902	13.623	3.142	13.699	3.159
104.196	0.101	0.231	63.902	12.830	2.959	13.242	3.054
104.297	0.101	0.231	63.902	12.037	2.776	12.658	2.919
104.398	0.101	0.231	63.902	11.244	2.593	12.089	2.788
104.500	0.101	0.231	63.902	10.451	2.410	11.390	2.627
104.601	0.101	0.231	63.902	9.658	2.227	10.908	2.516
104.703	0.101	0.231	63.902	8.865	2.044	10.225	2.358
104.804	0.101	0.245	65.512	8.072	1.862	9.711	2.240
104.906	0.074	0.168	63.902	7.387	1.238	9.223	1.545
104.979	0.101	0.245	65.512	6.344	1.553	7.991	1.956
105.081	0.101	0.245	65.512	5.475	1.340	7.373	1.805
105.182	0.101	0.245	65.512	4.605	1.127	6.758	1.654
105.284	0.101	0.245	65.512	3.736	0.914	6.166	1.509
105.385	0.101	0.245	65.512	2.867	0.702	5.547	1.358
105.487	0.101	0.245	65.512	1.998	0.489	4.826	1.181

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dI(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kn/m) : Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
TauS (kn/m) : Forza resistente al taglio su base concio

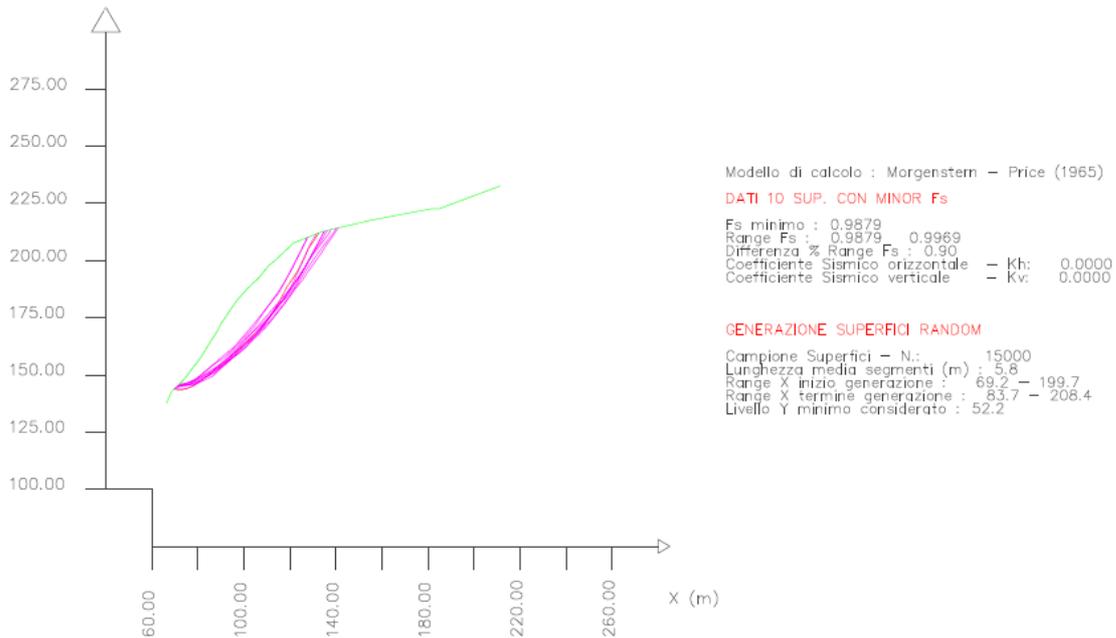
Strato 1 -- Parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso roccioso stimati secondo criterio di rottura non lineare Hoek et al.(2002)
CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - Generalizzato secondo Lei et al.(2016)

Fattore di riduzione NTC2018 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO

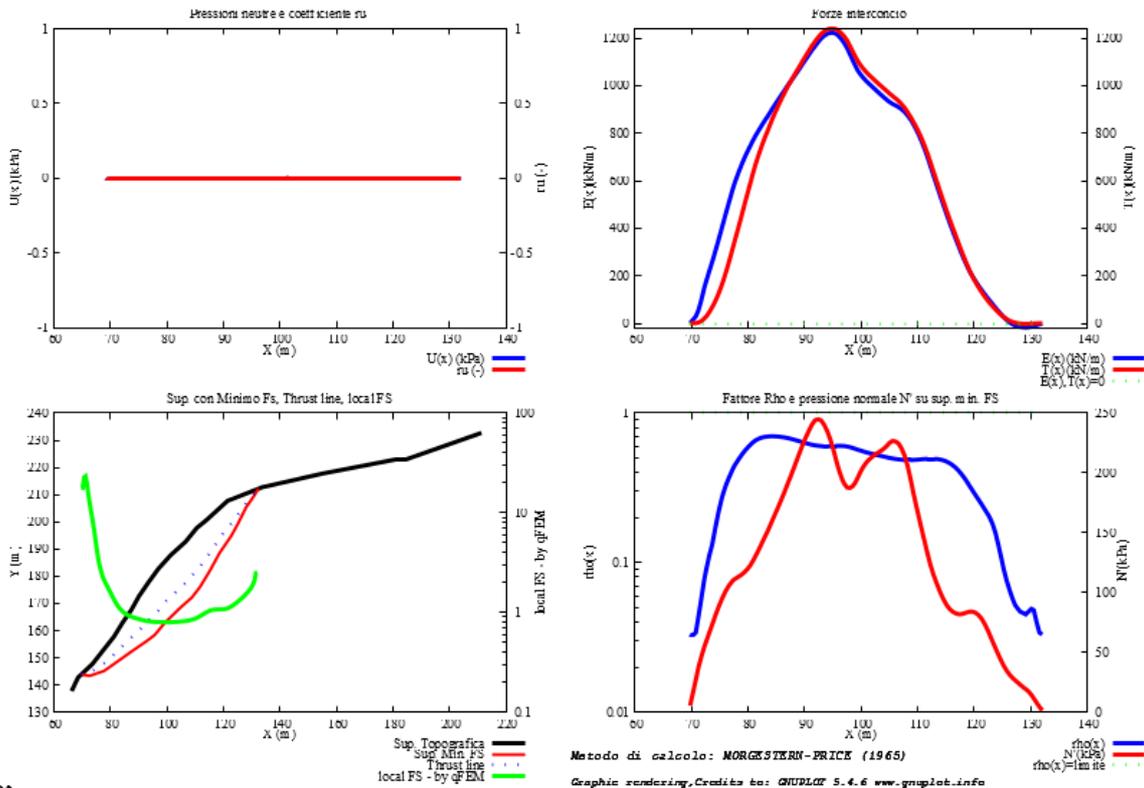
Sigman'(kPa)	TauStrength(kPa)	Phi'(deg)	c'(kPa)
25.00	34.74	44.93	9.80
50.00	57.43	39.40	16.37
75.00	76.71	36.10	

100.00	94.22	33.74	27.43
125.00	109.97	31.96	31.98
150.00	125.19	30.47	36.94
175.00	139.98	29.19	42.21
200.00	153.21	28.17	46.12
225.00	166.49	27.23	50.71
250.00	178.92	26.42	54.70
275.00	191.23	25.68	58.99
300.00	203.28	25.01	63.34
325.00	214.32	24.43	66.71
350.00	226.01	23.85	71.27
375.00	237.05	23.34	75.26
400.00	247.28	22.89	78.43
425.00	257.99	22.44	82.51
450.00	267.70	22.05	85.46
475.00	277.81	21.66	89.19
500.00	287.54	21.30	92.58
600.00	325.75	20.03	107.03
700.00	361.31	19.00	120.28
800.00	394.37	18.15	132.07
900.00	427.21	17.40	145.23
1000.00	457.72	16.76	156.58
1100.00	486.32	16.21	166.53
1200.00	515.57	15.69	178.45
1300.00	543.52	15.23	189.54
1400.00	569.63	14.83	198.94
1500.00	595.39	14.46	208.63
2000.00	717.71	12.95	257.65
2500.00	826.74	11.89	300.32
3000.00	929.72	11.06	343.47
3500.00	1023.36	10.41	380.43
4000.00	1113.97	9.86	418.72

4.1.2 Sperone roccioso



SSAP2010 (versione 5.2 - 2023) - www.ssap.eu - DISTRIBUZIONE FORZE e PRESSIONI



Modello pendio: SPERONE3.mod

PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO

PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X,Y (in m)

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
66.31	137.70	-	-	-	-	-	-
68.61	142.70	-	-	-	-	-	-
73.71	147.70	-	-	-	-	-	-
75.60	150.20	-	-	-	-	-	-

77.48	152.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
81.29	157.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83.06	160.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84.24	162.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85.89	165.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
87.53	167.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89.14	170.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90.21	172.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
91.87	175.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
93.52	177.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95.62	180.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97.02	182.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100.89	187.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101.27	187.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101.32	187.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101.37	187.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101.55	187.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104.04	190.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104.57	190.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105.71	191.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106.70	192.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.60	197.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114.13	200.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121.52	207.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133.77	212.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
155.00	217.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
181.22	222.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
184.66	222.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
211.35	232.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-- ASSENZA DI FALDA --

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

D	STRATO	1	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi
12.00	STRATO	1	0.00	0.00	0.00	19.00	21.00	4.653	23.00	20.00	
		0.70									

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
 C _____ Coesione efficace (in Kpa)
 Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
 Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)
 Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)
 STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)
 ---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek et al.(2002)-
 sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in Mpa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

NOTA BENE:

FATTORI DI RIDUZIONE NTC2018/EC-7: gammaPHI=1.25, gammaC=1.25 e gammaCu=1.4 - DISATTIVATI

USO DI CRITERIO DI ROTTURA PER AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI -----
 CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI
 MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 5.8 (+/-) 50%
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 69.21 199.75
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 52.20
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 83.71 208.45
 TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000
 *NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
 METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : A (rapido)
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000
 COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kn/m): 0.00
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kn/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
 I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs

X(m)	Y(m)	#Superficie N.1	- #FS_minimo	#Fattore di sicurezza(FS)= 0.9879	#Lambda= 1.0346
69.735	143.803				
72.648	143.291				
77.798	145.096				
81.762	147.991				
87.503	152.256				
93.050	156.225				
95.675	158.300				
99.394	162.931				
104.978	168.556				
108.871	172.120				

111.783	176.048
115.269	182.016
118.656	188.489
122.796	194.755
125.229	199.372
128.118	205.389
130.538	208.995
132.465	212.167

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9915 #Lambda= 0.9976
70.930	144.975	
77.199	146.194	
89.170	153.295	
97.727	159.373	
101.737	163.277	
109.439	173.094	
117.428	183.643	
124.169	193.027	
126.685	197.163	
129.652	202.873	
133.583	209.951	
134.789	212.719	
134.789	212.940	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 3 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9942 #Lambda= 1.0421
71.918	145.943	
76.263	145.564	
80.813	147.076	
84.181	149.496	
90.803	155.660	
97.141	162.038	
101.578	166.885	
106.925	171.421	
113.770	178.236	
118.021	184.436	
120.449	188.554	
122.374	192.644	
126.396	201.494	
128.488	206.731	
131.375	211.564	
131.375	211.723	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 4 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9944 #Lambda= 1.0873
70.029	144.091	
78.814	148.006	
86.285	154.306	
96.115	162.629	
103.751	171.669	
109.932	179.391	
115.163	185.953	
118.794	192.700	
121.185	197.498	
126.661	208.028	
127.599	210.000	
127.599	210.181	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9950 #Lambda= 0.9569
71.180	145.220	
73.989	144.979	
81.395	147.807	
85.800	150.159	
88.971	152.181	
92.211	154.926	
95.344	157.673	
100.504	161.813	
103.932	165.431	
106.293	167.449	
110.263	171.673	
114.525	177.088	
117.679	181.171	
121.107	186.237	
125.606	191.736	
127.459	194.689	
129.900	198.079	
133.545	203.147	
135.602	206.635	
138.636	210.734	
140.822	214.306	
140.822	214.361	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 6 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9952 #Lambda= 0.9940
69.971	144.034	
74.909	143.965	
86.441	149.503	
94.265	157.071	
102.227	164.638	
106.609	168.690	
112.105	176.359	
118.915	185.297	
124.239	193.849	
129.336	201.688	
132.310	205.642	
135.065	209.252	
137.702	213.106	
137.702	213.626	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 7 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9957 #Lambda= 1.0791
70.198	144.257	

79.201 148.085
 86.747 154.461
 91.632 157.702
 94.599 160.506
 100.355 166.589
 104.735 171.472
 108.080 176.788
 114.904 186.320
 118.017 191.368
 121.185 197.111
 126.173 207.201
 127.462 210.125

X(m) Y(m) #Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9958 #Lambda= 1.0093
 71.110 145.151
 78.026 145.816
 88.276 151.890
 93.306 156.890
 101.349 164.628
 105.111 168.334
 110.213 174.586
 114.328 180.271
 117.892 183.140
 121.989 188.481
 127.178 198.302
 130.015 203.683
 134.786 212.777
 134.786 212.939

X(m) Y(m) #Superficie N. 9 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9964 #Lambda= 0.9611
 71.658 145.688
 76.777 146.472
 86.233 151.576
 94.728 158.643
 104.218 166.472
 111.290 173.570
 117.185 180.954
 120.263 184.924
 127.049 195.921
 134.033 205.791
 138.352 211.399
 139.969 213.840
 139.969 214.160

X(m) Y(m) #Superficie N.10 #Fattore di sicurezza(FS)= 0.9969 #Lambda= 1.0101
 71.729 145.758
 76.765 146.732
 83.123 150.446
 86.834 152.713
 92.515 156.294
 95.767 159.865
 103.214 168.053
 111.356 177.588
 115.707 182.430
 120.449 188.351
 126.568 196.878
 129.987 203.427
 133.774 208.716
 136.182 213.268

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----
 # DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICIE GENERATE CON MINOR FS *
 # Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	0.988	12446.5	12598.6	-2671.8	Deficit
2	0.992	13305.6	13419.5	-2797.8	Deficit
3	0.994	12116.8	12187.8	-2508.6	Deficit
4	0.994	9671.0	9725.0	-1999.1	Deficit
5	0.995	15031.1	15107.4	-3097.8	Deficit
6	0.995	14031.4	14098.4	-2886.7	Deficit
7	0.996	9892.7	9935.2	-2029.5	Deficit
8	0.996	13296.7	13353.1	-2727.0	Deficit
9	0.996	14082.0	14132.4	-2876.9	Deficit
10	0.997	12623.8	12663.0	-2571.8	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -3097.8

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento
 FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata, ovvero in kN/m

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X(m)	dx(m)	alpha(°)	w(kN/m)	ru(-)	U(kPa)	phi'(°)	(c', Cu)(kPa)
69.735	0.501	-9.98	2.76	0.00	0.00	59.10	6.12
70.237	0.501	-9.98	8.29	0.00	0.00	52.49	9.77
70.738	0.501	-9.98	13.81	0.00	0.00	48.82	13.16
71.239	0.501	-9.98	19.33	0.00	0.00	46.20	16.21
71.741	0.501	-9.98	24.86	0.00	0.00	44.54	18.65
72.242	0.406	-9.98	24.16	0.00	0.00	43.23	21.00
72.648	0.501	19.32	33.59	0.00	0.00	42.48	22.31

73.149	0.501	19.32	36.60	0.00	0.00	41.58	24.14
73.651	0.059	19.32	4.52	0.00	0.00	40.77	26.01
73.710	0.501	19.32	40.78	0.00	0.00	40.70	26.04
74.211	0.501	19.32	45.42	0.00	0.00	39.97	27.61
74.713	0.501	19.32	50.07	0.00	0.00	39.33	29.25
75.214	0.386	19.32	41.68	0.00	0.00	38.76	30.93
75.600	0.501	19.32	58.30	0.00	0.00	38.40	31.77
76.101	0.501	19.32	62.98	0.00	0.00	37.98	33.11
76.603	0.501	19.32	67.66	0.00	0.00	37.70	33.51
77.104	0.376	19.32	53.77	0.00	0.00	37.42	34.67
77.480	0.318	19.32	47.57	0.00	0.00	37.28	35.00
77.798	0.501	36.14	77.81	0.00	0.00	37.21	35.16
78.300	0.501	36.14	80.59	0.00	0.00	37.07	35.83
78.801	0.501	36.14	83.37	0.00	0.00	37.00	35.56
79.302	0.501	36.14	86.15	0.00	0.00	36.86	35.92
79.804	0.501	36.14	88.92	0.00	0.00	36.66	36.90
80.305	0.501	36.14	91.70	0.00	0.00	36.45	37.55
80.807	0.483	36.14	91.04	0.00	0.00	36.17	38.51
81.290	0.472	36.14	92.16	0.00	0.00	35.90	39.32
81.762	0.501	36.61	102.38	0.00	0.00	35.63	40.18
82.263	0.501	36.61	106.93	0.00	0.00	35.29	41.75
82.765	0.295	36.61	65.13	0.00	0.00	35.02	42.36
83.060	0.501	36.61	114.16	0.00	0.00	34.81	43.53
83.561	0.501	36.61	118.71	0.00	0.00	34.54	44.45
84.063	0.177	36.61	43.04	0.00	0.00	34.21	46.13
84.240	0.501	36.61	124.43	0.00	0.00	34.14	45.95
84.741	0.501	36.61	128.12	0.00	0.00	33.87	46.80
85.243	0.501	36.61	131.81	0.00	0.00	33.61	47.85
85.744	0.146	36.61	39.02	0.00	0.00	33.27	49.99
85.890	0.501	36.61	136.59	0.00	0.00	33.21	50.12
86.391	0.501	36.61	140.33	0.00	0.00	32.94	51.25
86.893	0.501	36.61	144.06	0.00	0.00	32.68	52.17
87.394	0.108	36.61	31.64	0.00	0.00	32.42	53.43
87.503	0.027	35.59	8.02	0.00	0.00	32.35	53.88
87.530	0.501	35.59	149.68	0.00	0.00	32.35	53.67
88.031	0.501	35.59	155.17	0.00	0.00	32.09	54.93
88.533	0.501	35.59	160.65	0.00	0.00	31.83	56.24
89.034	0.106	35.59	34.59	0.00	0.00	31.57	57.75
89.140	0.501	35.59	167.30	0.00	0.00	31.50	58.29
89.641	0.501	35.59	172.81	0.00	0.00	31.24	59.93
90.143	0.067	35.59	23.58	0.00	0.00	31.05	60.76
90.210	0.501	35.59	178.20	0.00	0.00	31.05	60.31
90.711	0.501	35.59	181.97	0.00	0.00	30.86	61.49
91.213	0.501	35.59	185.75	0.00	0.00	30.66	62.91
91.714	0.156	35.59	58.48	0.00	0.00	30.53	63.71
91.870	0.501	35.59	190.72	0.00	0.00	30.53	63.24
92.371	0.501	35.59	194.54	0.00	0.00	30.47	64.25
92.873	0.177	35.59	69.60	0.00	0.00	30.53	63.32
93.050	0.470	38.31	186.99	0.00	0.00	30.53	63.85
93.520	0.501	38.31	202.57	0.00	0.00	30.66	62.97
94.021	0.501	38.31	205.62	0.00	0.00	30.86	61.64
94.523	0.501	38.31	208.67	0.00	0.00	31.11	59.84
95.024	0.501	38.31	211.72	0.00	0.00	31.37	58.97
95.526	0.094	38.31	40.19	0.00	0.00	31.76	56.40
95.620	0.055	38.31	23.52	0.00	0.00	31.83	56.17
95.675	0.501	51.24	214.59	0.00	0.00	31.83	56.81
96.177	0.501	51.24	215.46	0.00	0.00	32.16	55.27
96.678	0.342	51.24	147.50	0.00	0.00	32.48	53.06
97.020	0.501	51.24	216.26	0.00	0.00	32.61	52.65
97.521	0.501	51.24	215.79	0.00	0.00	32.75	52.17
98.023	0.501	51.24	215.33	0.00	0.00	32.75	52.39
98.524	0.501	51.24	214.86	0.00	0.00	32.68	52.64
99.026	0.368	51.24	157.58	0.00	0.00	32.55	52.96
99.394	0.501	45.21	214.61	0.00	0.00	32.35	54.43
99.895	0.501	45.21	215.28	0.00	0.00	32.16	55.11
100.397	0.493	45.21	212.39	0.00	0.00	32.02	55.10
100.890	0.380	45.21	164.11	0.00	0.00	31.83	56.97
101.270	0.050	45.21	21.63	0.00	0.00	31.76	57.03
101.320	0.050	45.21	21.64	0.00	0.00	31.76	56.86
101.370	0.180	45.21	77.88	0.00	0.00	31.76	56.71
101.550	0.501	45.21	216.72	0.00	0.00	31.70	57.60
102.051	0.501	45.21	216.38	0.00	0.00	31.63	57.68
102.553	0.501	45.21	216.04	0.00	0.00	31.57	57.91
103.054	0.501	45.21	215.70	0.00	0.00	31.50	58.32
103.556	0.484	45.21	208.05	0.00	0.00	31.44	58.78
104.040	0.501	45.21	215.05	0.00	0.00	31.37	59.07
104.541	0.029	45.21	12.26	0.00	0.00	31.31	59.09
104.570	0.408	45.21	174.83	0.00	0.00	31.31	59.00
104.978	0.501	42.48	214.67	0.00	0.00	31.18	60.42
105.480	0.230	42.48	98.67	0.00	0.00	31.18	59.46
105.710	0.501	42.48	214.83	0.00	0.00	31.11	60.78
106.211	0.489	42.48	209.45	0.00	0.00	31.18	59.77
106.700	0.501	42.48	215.87	0.00	0.00	31.24	59.59
107.201	0.501	42.48	217.62	0.00	0.00	31.37	59.32
107.703	0.501	42.48	219.37	0.00	0.00	31.63	57.40
108.204	0.501	42.48	221.12	0.00	0.00	31.96	55.83
108.706	0.165	42.48	73.10	0.00	0.00	32.42	53.35
108.871	0.501	53.44	222.41	0.00	0.00	32.55	53.30
109.372	0.501	53.44	222.09	0.00	0.00	33.08	50.82
109.873	0.501	53.44	221.77	0.00	0.00	33.61	48.32
110.375	0.225	53.44	99.54	0.00	0.00	34.14	46.12
110.600	0.501	53.44	220.28	0.00	0.00	34.41	44.85
111.101	0.501	53.44	217.90	0.00	0.00	34.95	43.08
111.603	0.180	53.44	77.77	0.00	0.00	35.56	40.77
111.783	0.501	59.71	213.79	0.00	0.00	35.76	40.30
112.285	0.501	59.71	209.67	0.00	0.00	36.38	38.13
112.786	0.501	59.71	205.55	0.00	0.00	36.93	36.30
113.287	0.501	59.71	201.43	0.00	0.00	37.42	34.84
113.789	0.341	59.71	134.75	0.00	0.00	37.91	33.40
114.130	0.501	59.71	194.74	0.00	0.00	38.26	32.20
114.631	0.501	59.71	191.09	0.00	0.00	38.68	31.15
115.133	0.136	59.71	51.25	0.00	0.00	39.11	29.67
115.269	0.501	62.38	185.97	0.00	0.00	39.18	29.71
115.770	0.501	62.38	181.37	0.00	0.00	39.47	28.90

116.272	0.501	62.38	176.76	0.00	0.00	39.69	28.18
116.773	0.501	62.38	172.16	0.00	0.00	39.76	28.48
117.275	0.501	62.38	167.56	0.00	0.00	39.83	28.24
117.776	0.501	62.38	162.95	0.00	0.00	39.83	28.16
118.277	0.379	62.38	120.01	0.00	0.00	39.76	28.36
118.656	0.501	56.55	155.82	0.00	0.00	39.69	28.57
119.157	0.501	56.55	153.11	0.00	0.00	39.61	28.77
119.659	0.501	56.55	150.41	0.00	0.00	39.61	28.73
120.160	0.501	56.55	147.70	0.00	0.00	39.69	28.61
120.662	0.501	56.55	145.00	0.00	0.00	39.90	27.72
121.163	0.357	56.55	101.58	0.00	0.00	40.19	26.88
121.520	0.501	56.55	139.08	0.00	0.00	40.41	26.77
122.021	0.501	56.55	133.80	0.00	0.00	40.92	25.44
122.523	0.273	56.55	70.59	0.00	0.00	41.51	24.34
122.796	0.501	62.21	124.73	0.00	0.00	41.88	23.67
123.297	0.501	62.21	117.62	0.00	0.00	42.63	22.22
123.798	0.501	62.21	110.50	0.00	0.00	43.46	20.52
124.300	0.501	62.21	103.39	0.00	0.00	44.31	19.14
124.801	0.428	62.21	82.65	0.00	0.00	45.24	17.48
125.229	0.501	64.35	89.76	0.00	0.00	46.04	16.31
125.731	0.501	64.35	81.76	0.00	0.00	46.84	15.42
126.232	0.501	64.35	73.76	0.00	0.00	47.66	14.22
126.734	0.501	64.35	65.76	0.00	0.00	48.32	13.47
127.235	0.501	64.35	57.76	0.00	0.00	48.90	12.89
127.736	0.382	64.35	38.61	0.00	0.00	49.50	12.28
128.118	0.501	56.13	45.09	0.00	0.00	50.01	11.67
128.619	0.501	56.13	39.92	0.00	0.00	50.62	11.37
129.121	0.501	56.13	34.76	0.00	0.00	51.32	10.51
129.622	0.501	56.13	29.59	0.00	0.00	52.04	10.13
130.124	0.415	56.13	20.57	0.00	0.00	53.32	8.97
130.538	0.501	58.73	19.77	0.00	0.00	54.73	8.19
131.040	0.501	58.73	13.86	0.00	0.00	57.00	7.05
131.541	0.501	58.73	7.94	0.00	0.00	60.19	5.65
132.043	0.423	58.73	2.10	0.00	0.00	64.49	4.78

LEGENDA SIMBOLI

X(m)	: Ascissa sinistra concio
dx(m)	: Larghezza concio
alpha(°)	: Angolo pendenza base concio
w(kN/m)	: Forza peso concio
ru(-)	: Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa)	: Pressione totale dei pori base concio
phi'(°)	: Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa)	: Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_p-qPATH
(m)	(m)	(m)	(--)	(KN/m)	(KN/m)	(KN)	(--)	(--)	(--)
69.735	0.000	143.803	0.206	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	2.9496695836E+001	0.033	17.710	2.193
70.237	0.191	143.906	0.206	1.4499427399E+001	1.4998337056E-001	2.8338595653E+001	0.033	17.710	2.299
70.738	0.383	144.009	0.212	2.8418178568E+001	7.6978521991E-001	4.2035768770E+001	0.034	22.593	2.447
71.239	0.580	144.118	0.232	5.6653244679E+001	3.4834503391E+000	6.0696641964E+001	0.044	23.184	2.573
71.741	0.792	144.242	0.323	9.9313357005E+001	9.1006043415E+000	9.2018038360E+001	0.058	19.765	2.576
72.242	1.081	144.443	0.410	1.4892969612E+002	1.9762346587E+001	8.9261805533E+001	0.077	15.309	2.497
72.648	1.324	144.614	0.458	1.8196964823E+002	3.0166098801E+001	7.958964793E+001	0.092	12.785	2.422
73.149	1.392	144.858	0.494	2.2074129424E+002	4.7295359292E+001	7.6162581401E+001	0.112	10.451	2.319
73.651	1.467	145.099	0.501	2.5834611604E+002	6.7801008071E+001	7.7621181517E+001	0.132	8.735	2.221
73.710	1.476	145.139	0.533	2.6295563965E+002	6.0277769055E+001	7.8308479965E+001	0.136	8.537	2.210
74.211	1.570	145.408	0.558	3.0382635231E+002	9.3782452466E+001	8.2880942098E+001	0.171	6.921	2.112
74.713	1.684	145.698	0.597	3.4606935232E+002	1.2113099656E+002	8.4953228044E+001	0.213	5.489	2.005
75.214	1.816	146.007	0.631	3.8901815342E+002	1.5225498053E+002	8.6204950687E+001	0.257	4.335	1.895
75.600	1.932	146.258	0.670	4.2243757456E+002	1.7875755288E+002	8.6433855997E+001	0.291	3.653	1.811
76.101	2.099	146.601	0.697	4.656503749E+002	2.1653132824E+002	8.5219491517E+001	0.331	3.059	1.705
76.603	2.279	146.957	0.727	5.0789638688E+002	2.5698360102E+002	8.3667144878E+001	0.369	2.669	1.607
77.104	2.477	147.330	0.759	5.4955244374E+002	3.0003287328E+002	8.2044917521E+001	0.407	2.386	1.516
77.480	2.638	147.623	0.764	5.8009271819E+002	3.3374221910E+002	7.4384819498E+001	0.437	2.212	1.451
77.798	2.762	147.860	0.771	6.0190795584E+002	3.6066943557E+002	6.7000191568E+001	0.457	2.114	1.407
78.300	2.792	148.255	0.812	6.3427424694E+002	4.0419610733E+002	6.2294740814E+001	0.489	1.977	1.342
78.801	2.846	148.770	0.870	6.6437763050E+002	4.4855612272E+002	5.8396516069E+001	0.521	1.854	1.284
79.302	2.933	149.128	0.926	6.9283475720E+002	4.9397524514E+002	5.4208396694E+001	0.552	1.741	1.230
79.804	3.042	149.603	0.962	7.1873826762E+002	5.3862974375E+002	4.9764508084E+001	0.581	1.635	1.185
80.305	3.165	150.092	1.025	7.4273901831E+002	5.8200338955E+002	4.7755520778E+001	0.608	1.535	1.146
80.807	3.337	150.630	1.075	7.6662789961E+002	6.2632255115E+002	4.6183757132E+001	0.634	1.436	1.111
81.290	3.504	151.150	1.042	7.8827075193E+002	6.6676052701E+002	4.2190002807E+001	0.655	1.348	1.083
81.762	3.624	151.625	1.017	8.0698420500E+002	7.0119224584E+002	3.9508703859E+001	0.670	1.276	1.063
82.263	3.776	152.140	1.022	8.2671039689E+002	7.3615016013E+002	3.8796714984E+001	0.682	1.208	1.046
82.765	3.914	152.650	1.000	8.4588997230E+002	7.6896868195E+002	3.6759491761E+001	0.690	1.150	1.033
83.060	3.981	152.936	0.969	8.5648943395E+002	7.8668018362E+002	3.5724385897E+001	0.693	1.121	1.026
83.561	4.094	153.422	1.032	8.7426909001E+002	8.1557488514E+002	3.7449210293E+001	0.697	1.078	1.017
84.063	4.270	153.971	1.080	8.9404381238E+002	8.4641682678E+002	3.7901260752E+001	0.699	1.039	1.009
84.240	4.323	154.155	1.041	9.0664230104E+002	8.5654281575E+002	3.7307506525E+001	0.692	1.003	1.002
84.741	4.472	154.677	1.020	9.1929790226E+002	8.8447373338E+002	3.6343492121E+001	0.698	0.999	1.001
85.243	4.601	155.178	1.013	9.371088613E+002	9.1043327987E+002	3.5976582141E+001	0.696	0.975	0.996
85.744	4.743	155.693	1.019	9.5537515698E+002	9.3608649481E+002	3.5340935599E+001	0.693	0.954	0.991
85.890	4.779	155.837	0.987	9.6048158133E+002	9.4310834405E+002	3.4985117603E+001	0.691	0.949	0.990
86.391	4.902	156.332	1.035	9.7795620653E+002	9.6672082812E+002	3.5773734938E+001	0.687	0.933	0.986
86.893	5.052	156.855	1.000	9.9635577919E+002	9.9076953176E+002	3.5119415483E+001	0.681	0.918	0.981
87.394	5.160	157.335	0.952	1.0133174247E+003	1.0120810861E+003	3.2717691778E+001	0.674	0.905	0.976
87.503	5.180	157.436	0.930	1.0167017983E+003	1.0164400916E+003	3.2534061191E+001	0.673	0.903	0.975
87.530	5.186	157.462	0.957	1.0175925010E+003	1.0175341525E+003	3.2584254342E+001	0.672	0.903	0.975
88.031	5.308	157.942	0.970	1.0344034499E+003	1.0379627001E+003	3.3870964378E+001	0.665	0.892	0.970
88.533	5.448	158.435	0.983	1.0515585848E+003	1.0581681716E+003	3.4228507239E+001	0.656	0.883	0.964
89.034	5.576	158.928	0.989	1.0687280806E+003	1.0780699131E+003	3.4889510468E+001	0.648	0.874	0.959
89.140	5.607	159.035	1.053	1.0724333906E+003	1.0823179831E+003	3.5346241317E+001	0.646	0.872	0.957
89.641	5.781	159.567	1.035	1.0909173225E+003	1.1033199143E+003	3.5832596237E+001	0.637	0.864	0.951
90.143	5.928	160.073	1.011	1.1083666151E+003	1.1228341860E+003	3.5285137212E+001	0.629	0.856	0.944
90.210	5.949	160.142	1.027	1.1107418445E+003	1.1254825606E+003	3.5304867884E+001	0.628	0.855	0.943
90.711	6.105	160.657	1.051	1.1282748548E+003	1.1448746222E+003	3.5412524862E+001	0.621	0.847	0.936
91.213	6.285	161.196	1.013	1.1462538179E+003	1.1645574752E+003	3.5203578539E+001	0.614	0.839	0.929
91.714	6.403	161.673	0.977	1.1615716786E+003	1.1809737331E+003	3.1811440518E+001	0.609	0.833	0.922
91.870	6.457	161.838	1.088	1.1665885673E+003	1.1861456800E+003	3.2065493681E+001	0.607	0.831	0.920
92.371	6.648	162.388	1.097	1.1824437960E+003	1.2018689444E+003	3.0198871519E+001	0.604	0.825	0.913
92.873	6.899	162.938	1.084	1.1968722459E+003	1.2158846504E+003	2.4746174739E+001	0.601	0.819	0.906
93.050	6.898	163.124	1.061	1.2010012858E+003	1.2198317186E+003	2.2419129942E+001	0.603	0.817	0.904
93.520	7.028	163.624	1.073	1.2159211952E+003	1.2288256951E+003	1.7621235492E+001	0.600	0.812	0.899
94.021	7.174	164.166	1.041	1.2179666322E+003	1.2360680145E+003	1.0924193434E+001	0.600	0.809	0.893
94.523	7.279	164.668	1.002	1.2213677090E+003	1.2393189377E+003	3.543832399E+000	0.601	0.806	0.888
95.024	7.386	165.171	1.006	1.2215204175E+003	1.2396354321E+003	-3.1771830097E+000	0.602	0.804	0.885
95.526	7.496	165.677	1.013	1.2181816036E+003	1.2369948764E+003	-1.2523842503E+001	0.602	0.802	0.882
95.620	7.519	165.775	1.044	1.2168953610E+003	1.235993				

100.890	7.556	171.994	0.912	1.0193077442E+003	1.0567110096E+003	-2.4310263110E+001	0.546	0.797	0.891
101.270	7.512	172.333	0.895	1.0104789329E+003	1.0474214916E+003	-2.3865666436E+001	0.541	0.797	0.893
101.320	7.508	172.423	0.903	1.0092814929E+003	1.0461714448E+003	-2.3328075026E+001	0.541	0.797	0.893
101.370	7.502	172.423	0.830	1.0081461254E+003	1.0450066583E+003	-2.223459369E+001	0.540	0.797	0.893
101.550	7.467	172.570	0.884	1.0044502614E+003	1.0412397146E+003	-2.1008453197E+001	0.538	0.797	0.893
102.051	7.418	173.025	0.926	9.9325188074E+002	1.0299473499E+003	-2.2365305556E+001	0.532	0.798	0.895
102.553	7.386	173.499	0.957	9.8202214760E+002	1.0187664017E+003	-2.2294058192E+001	0.526	0.799	0.897
103.054	7.367	173.985	0.965	9.7089521443E+002	1.0077728445E+003	-2.1766684508E+001	0.521	0.801	0.898
103.556	7.344	174.467	0.972	9.601945949E+002	9.972636999E+002	-2.1103872338E+001	0.516	0.802	0.900
104.040	7.332	174.943	0.994	9.5008331682E+002	9.8719968580E+002	-2.0538389528E+001	0.511	0.804	0.901
104.541	7.331	175.447	1.008	9.3995947225E+002	9.767571827E+002	-1.9905960523E+001	0.506	0.807	0.903
104.570	7.332	175.477	1.041	9.3939079010E+002	9.7614819437E+002	-1.9835408949E+001	0.505	0.807	0.903
104.978	7.346	175.902	1.023	9.3160993042E+002	9.6753785985E+002	-1.7463612501E+001	0.501	0.809	0.904
105.480	7.392	176.407	0.979	9.2383694500E+002	9.5737941641E+002	-1.3456461459E+001	0.497	0.811	0.905
105.710	7.392	176.418	0.927	9.2095345288E+002	9.5314200869E+002	-1.2507800257E+001	0.495	0.812	0.906
106.211	7.401	177.086	0.955	9.1469138676E+002	9.435583863E+002	-1.3058049324E+001	0.492	0.815	0.906
106.700	7.430	177.563	1.035	9.0804037346E+002	9.3330627077E+002	-1.5679857379E+001	0.489	0.818	0.907
107.201	7.519	178.111	1.114	8.9911467532E+002	9.2044037203E+002	-1.9433665131E+001	0.487	0.823	0.907
107.703	7.629	178.680	1.186	8.8855213302E+002	9.0598442730E+002	-2.4515542187E+001	0.485	0.828	0.908
108.204	7.790	179.300	1.220	8.7453028645E+002	8.8831646482E+002	-3.0216332387E+001	0.484	0.834	0.908
108.706	7.934	179.903	1.184	8.5825094449E+002	8.6930713177E+002	-3.4188799792E+001	0.484	0.841	0.909
108.871	7.969	180.089	1.162	8.5252036006E+002	8.6304528499E+002	-3.6356306549E+001	0.484	0.844	0.909
109.372	7.881	180.678	1.153	8.3184936379E+002	8.4187393736E+002	-4.3487442866E+001	0.486	0.852	0.910
109.873	7.773	181.245	1.149	8.0891079196E+002	8.1945976890E+002	-4.8628770966E+001	0.487	0.862	0.912
110.375	7.681	181.830	1.180	7.8308402927E+002	7.9461857351E+002	-5.4956577981E+001	0.489	0.873	0.913
110.600	7.651	182.103	1.207	7.7035414724E+002	7.8237285799E+002	-5.7130914719E+001	0.490	0.879	0.914
111.101	7.578	182.445	1.245	7.4512658649E+002	7.5415358649E+002	-6.1682965260E+001	0.492	0.892	0.917
111.603	7.547	183.352	1.297	7.0849795850E+002	7.2271535012E+002	-6.7396667055E+001	0.493	0.909	0.920
111.783	7.543	183.591	1.379	6.9618152760E+002	7.1076838759E+002	-6.9406009563E+001	0.494	0.915	0.921
112.285	7.385	184.292	1.414	6.5985933085E+002	6.7545750166E+002	-7.3283817543E+001	0.494	0.934	0.925
112.786	7.244	185.009	1.409	6.2269190805E+002	6.3895023877E+002	-7.2630479241E+001	0.494	0.954	0.929
113.287	7.081	185.705	1.402	5.8702488436E+002	6.0331428188E+002	-7.1223930833E+001	0.493	0.973	0.933
113.789	6.953	186.415	1.428	5.5126795997E+002	5.6727909289E+002	-6.927965260E+001	0.492	0.992	0.936
114.130	6.842	186.908	1.432	5.2689539777E+002	5.4260545161E+002	-7.0314381646E+001	0.487	1.005	0.942
114.631	6.697	187.622	1.448	4.9244948392E+002	5.0768765176E+002	-6.8752365496E+001	0.481	1.021	0.947
115.133	6.577	188.360	1.466	4.5794995589E+002	4.7273870355E+002	-6.6896582570E+001	0.473	1.036	0.953
115.269	6.540	188.556	1.474	4.4891459358E+002	4.6361646243E+002	-6.6341159542E+001	0.470	1.040	0.955
115.770	6.326	189.300	1.479	4.1571939798E+002	4.3004865123E+002	-6.4611600138E+001	0.459	1.051	0.961
116.272	6.197	190.047	1.494	3.8412134551E+002	3.9786347184E+002	-6.2537051438E+001	0.445	1.059	0.967
116.773	6.907	190.798	1.530	3.500672454E+002	3.6585209140E+002	-6.1372073929E+001	0.429	1.065	0.974
117.275	6.724	191.573	1.575	3.2257712117E+002	3.3414564190E+002	-6.0287246256E+001	0.410	1.069	0.982
117.776	6.570	192.378	1.584	2.9255017439E+002	3.0238296266E+002	-5.7563494017E+001	0.389	1.070	0.990
118.277	6.397	193.162	1.553	2.6485197233E+002	2.7258259245E+002	-5.3341358098E+001	0.367	1.070	0.998
118.656	6.256	193.745	1.562	2.4519703733E+002	2.5106916608E+002	-5.1170691683E+001	0.350	1.070	1.005
119.157	6.107	194.537	1.501	2.2002840044E+002	2.2834674866E+002	-4.6145311663E+001	0.326	1.070	1.014
119.659	5.243	195.250	1.397	1.9892213638E+002	1.9858864293E+002	-4.0385090110E+001	0.305	1.072	1.024
120.160	5.171	195.937	1.348	1.7952989740E+002	1.7623333355E+002	-3.7300880222E+001	0.285	1.075	1.033
120.662	5.077	196.601	1.305	1.6151605458E+002	1.5564071266E+002	-3.4825110633E+001	0.267	1.081	1.043
121.163	4.962	197.246	1.278	1.4460698785E+002	1.3666766308E+002	-3.2917412774E+001	0.250	1.090	1.053
121.520	4.874	197.698	1.268	1.3306163074E+002	1.2402828934E+002	-3.2086953579E+001	0.238	1.099	1.060
122.021	4.751	198.394	1.264	1.1715338908E+002	1.070951522E+002	-3.1194924410E+001	0.222	1.107	1.071
122.523	4.624	198.966	1.241	1.0177910203E+002	9.1420687819E+001	-2.9408760156E+001	0.207	1.133	1.082
122.796	4.541	199.295	1.251	9.3941602662E+001	8.3845325187E+001	-2.9003473755E+001	0.198	1.144	1.088
123.297	4.228	199.934	1.298	7.9143988010E+001	7.0144693541E+001	-2.9308466374E+001	0.179	1.168	1.100
123.798	3.940	200.597	1.349	6.4550829698E+001	5.7276168650E+001	-2.8711512549E+001	0.156	1.195	1.113
124.300	3.678	201.287	1.417	5.0351845289E+001	4.5331388503E+001	-2.7893205644E+001	0.130	1.224	1.127
124.801	3.458	202.018	1.476	3.657925992E+001	3.328157221E+001	-2.6541980771E+001	0.107	1.257	1.142
125.229	3.287	202.659	1.487	2.5554422363E+001	2.5930150164E+001	-2.4281225334E+001	0.090	1.287	1.156
125.731	2.984	203.400	1.487	1.4242984991E+001	1.7822293924E+001	-2.1201351024E+001	0.076	1.323	1.173
126.232	2.690	204.151	1.485	4.2935318569E+000	1.1072040901E+001	-1.7951011595E+001	0.066	1.361	1.191
126.734	2.384	204.889	1.445	-3.7584381986E+000	5.9058474123E+000	-1.3881372586E+001	0.058	1.401	1.211
127.235	2.050	209.336	-9.622	6.68236909E+000	2.3616604269E+000	-9.8601987159E+000	0.052	1.444	1.232
127.736	1.695	206.289	-1.368	-1.3746608013E+001	-2.415879852E-002	-6.5917218481E+000	0.049	1.493	1.255
128.118	1.418	206.807	1.326	-1.5790455897E+001	-1.2223448331E+000	-4.0865472930E+000	0.047	1.540	1.276
128.619	1.324	207.460	1.297	-1.7004005236E+001	-2.0571701234E+000	-2.3297875160E+000	0.046	1.593	1.301
129.121	1.225	208.108	1.266	-1.8126786125E+001	-2.6462805248E+000	-2.0396072564E-001	0.045	1.651	1.328
129.622	1.099	208.729	1.224	-1.7208538742E+001	-2.3681376950E+000	-3.579856551E+000	0.047	1.723	1.360
130.124	0.959	209.336	1.181	-1.4536874035E+001	-1.6578568609E+000	-6.057347614E+000	0.049	1.819	1.398
130.538	0.816	209.811	1.153	-1.1774783184E+001	-1.0480164966E+000	-6.969429277E+000	0.048	1.915	1.433
131.040	0.572	210.393	1.209	-8.3946862359E+000	-4.6667290797E-001	6.7733473725E+000	0.040	2.098	1.491
131.541	0.378	211.024	1.248	-4.9824143065E+000	-1.3701849388E-001	6.4621510436E+000	0.034	2.480	1.599
132.043	0.173	211.644	1.248	-1.9143876164E+000	-1.9802596293E-002	5.2564883518E+000	0.033	2.480	1.851

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di thrust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di thrust
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio Zhu et al.(2003)
FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_pPATH(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by p-PATH Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dI (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	Taus (kN/m)
69.735	0.501	0.509	-9.979	-0.940	-0.479	15.580	7.932
70.237	0.501	0.509	-9.979	-2.820	-1.436	32.422	16.506
70.738	0.501	0.509	-9.979	-4.700	-2.393	50.607	25.764
71.239	0.501	0.509	-9.979	-6.580	-3.350	68.424	34.835
71.741	0.501	0.509	-9.979	-8.460	-4.307	89.849	45.743
72.242	0.406	0.412	-9.979	-10.161	-4.187	102.997	42.440
72.648	0.501	0.531	19.321	20.918	11.115	94.252	50.079
73.149	0.501	0.531	19.321	22.792	12.110	101.524	53.943
73.651	0.059	0.063	19.321	23.839	1.494	103.885	6.511
73.710	0.501	0.531	19.321	25.395	13.493	109.790	58.335
74.211	0.501	0.531	19.321	28.287	15.030	119.137	63.301
74.713	0.501	0.531	19.321	31.178	16.566	128.243	68.139
75.214	0.386	0.409	19.321	33.737	13.792	136.089	55.635
75.600	0.501	0.531	19.321	36.305	19.290	143.781	76.395
76.101	0.501	0.531	19.321	39.218	20.838	151.638	80.570
76.603	0.501	0.531	19.321	42.131	2		

84.240	0.501	0.625	36.608	118.797	74.203	152.379	95.179
84.741	0.501	0.625	36.608	122.318	76.403	155.238	96.965
85.243	0.501	0.625	36.608	125.840	78.602	158.137	98.776
85.744	0.146	0.182	36.608	128.113	23.267	160.757	29.196
85.890	0.501	0.625	36.608	130.407	81.455	162.623	101.578
86.391	0.501	0.625	36.608	133.971	83.681	165.460	103.350
86.893	0.501	0.625	36.608	137.535	85.907	168.405	105.189
87.394	0.108	0.135	36.608	139.703	18.867	170.289	22.998
87.503	0.027	0.034	35.585	138.590	4.666	174.627	5.879
87.530	0.501	0.617	35.585	141.277	87.103	176.760	108.980
88.031	0.501	0.617	35.585	146.451	90.293	181.147	111.684
88.533	0.501	0.617	35.585	151.626	93.484	185.513	114.377
89.034	0.106	0.130	35.585	154.760	20.131	188.187	24.479
89.140	0.501	0.617	35.585	157.906	97.356	190.942	117.724
89.641	0.501	0.617	35.585	163.107	100.562	195.643	120.622
90.143	0.067	0.083	35.585	166.056	13.720	197.744	16.338
90.210	0.501	0.617	35.585	168.186	103.694	199.144	122.781
90.711	0.501	0.617	35.585	171.750	105.891	202.060	124.578
91.213	0.501	0.617	35.585	175.314	108.089	205.702	126.824
91.714	0.156	0.192	35.585	177.650	34.031	207.587	39.766
91.870	0.501	0.617	35.585	180.006	110.981	209.195	128.978
92.371	0.501	0.617	35.585	183.611	113.204	213.028	131.341
92.873	0.177	0.218	35.585	186.050	40.501	214.959	46.794
93.050	0.470	0.599	38.313	193.468	115.926	206.035	123.457
93.520	0.501	0.639	38.313	196.523	125.583	208.767	133.407
94.021	0.501	0.639	38.313	199.481	127.473	211.752	135.315
94.523	0.501	0.639	38.313	202.440	129.364	214.417	137.018
95.024	0.501	0.639	38.313	205.399	131.255	218.042	139.334
95.526	0.094	0.120	38.313	207.157	24.919	219.791	26.438
95.620	0.055	0.070	38.313	207.598	14.581	220.575	15.492
95.675	0.501	0.801	51.239	208.934	167.328	164.924	132.082
96.177	0.501	0.801	51.239	209.786	168.010	166.577	133.406
96.678	0.342	0.546	51.239	210.502	115.016	167.037	91.267
97.020	0.501	0.801	51.239	210.565	168.634	168.536	134.974
97.521	0.501	0.801	51.239	210.108	168.268	171.398	137.267
98.023	0.501	0.801	51.239	209.651	167.902	171.467	137.322
98.524	0.501	0.801	51.239	209.195	167.537	170.990	136.940
99.026	0.368	0.588	51.239	208.799	122.874	170.311	100.225
99.394	0.501	0.712	45.206	214.006	152.297	195.268	138.962
99.895	0.501	0.712	45.206	214.673	152.772	194.667	138.535
100.397	0.493	0.700	45.206	215.335	150.717	193.831	135.667
100.890	0.380	0.539	45.206	215.935	116.462	194.592	104.952
101.270	0.050	0.071	45.206	216.300	15.350	194.635	13.812
101.320	0.050	0.071	45.206	216.391	15.356	194.249	13.785
101.370	0.180	0.255	45.206	216.336	55.269	193.603	49.461
101.550	0.501	0.712	45.206	216.112	153.797	194.337	138.300
102.051	0.501	0.712	45.206	215.772	153.554	193.846	137.951
102.553	0.501	0.712	45.206	215.431	153.312	193.479	137.689
103.054	0.501	0.712	45.206	215.091	153.070	193.182	137.478
103.556	0.484	0.687	45.206	214.756	147.644	193.085	132.745
104.040	0.501	0.712	45.206	214.440	152.607	192.882	137.265
104.541	0.029	0.041	45.206	214.279	8.697	192.581	7.816
104.570	0.408	0.579	45.206	214.138	124.070	192.365	111.455
104.978	0.501	0.680	42.483	213.239	144.980	204.627	139.125
105.480	0.230	0.312	42.483	213.318	66.638	203.414	63.544
105.710	0.501	0.680	42.483	213.399	145.089	204.559	139.079
106.211	0.489	0.663	42.483	213.509	141.456	204.272	135.335
106.700	0.501	0.680	42.483	214.433	145.792	205.801	139.923
107.201	0.501	0.680	42.483	216.171	146.973	207.882	141.338
107.703	0.501	0.680	42.483	217.909	148.155	209.506	142.442
108.204	0.501	0.680	42.483	219.646	149.336	211.257	143.633
108.706	0.165	0.224	42.483	220.801	49.367	212.037	47.408
108.871	0.501	0.842	53.441	212.226	178.648	164.149	138.178
109.372	0.501	0.842	53.441	211.923	178.393	163.970	138.027
109.873	0.501	0.842	53.441	211.620	178.138	164.348	138.346
110.375	0.225	0.378	53.441	211.400	79.956	165.036	62.420
110.600	0.501	0.842	53.441	210.195	176.939	164.534	138.502
111.101	0.501	0.842	53.441	207.922	175.026	164.924	138.830
111.603	0.180	0.303	53.441	206.377	62.466	164.680	49.845
111.783	0.501	0.994	59.712	185.692	184.608	135.816	135.024
112.285	0.501	0.994	59.712	182.115	181.052	134.170	133.387
112.786	0.501	0.994	59.712	178.537	177.495	131.676	130.907
113.287	0.501	0.994	59.712	174.960	173.939	129.956	129.198
113.789	0.341	0.677	59.712	171.954	116.359	128.394	86.883
114.130	0.501	0.994	59.712	169.150	168.162	126.104	125.368
114.631	0.501	0.994	59.712	165.976	165.007	124.565	123.838
115.133	0.136	0.270	59.712	163.959	44.251	122.501	33.062
115.269	0.501	1.081	62.378	152.364	164.774	110.140	119.111
115.770	0.501	1.081	62.378	148.592	160.695	107.616	116.381
116.272	0.501	1.081	62.378	144.820	156.616	105.581	114.181
116.773	0.501	1.081	62.378	141.048	152.537	104.239	112.729
117.275	0.501	1.081	62.378	137.276	148.458	102.501	110.850
117.776	0.501	1.081	62.378	133.505	144.379	99.890	108.026
118.277	0.379	0.817	62.378	130.194	106.332	97.935	79.985
118.656	0.501	0.910	56.548	142.929	130.009	118.313	107.617
119.157	0.501	0.910	56.548	140.448	127.751	115.377	104.948
119.659	0.501	0.910	56.548	137.966	125.494	113.217	102.982
120.160	0.501	0.910	56.548	135.484	123.237	111.189	101.138
120.662	0.501	0.910	56.548	133.003	120.980	108.774	98.941
121.163	0.357	0.648	56.548	130.879	84.754	106.928	69.244
121.520	0.501	0.910	56.548	127.573	116.041	105.132	95.628
122.021	0.501	0.910	56.548	122.730	111.635	101.700	92.506
122.523	0.273	0.495	56.548	118.990	58.894	99.065	49.032
122.796	0.501	1.075	62.207	102.611	110.340	77.976	83.849
123.297	0.501	1.075	62.207	96.760	104.048	74.485	80.095
123.798	0.501	1.075	62.207	90.908	97.756	70.727	76.054
124.300	0.501	1.075	62.207	85.057	91.463	67.184	72.244
124.801	0.428	0.918	62.207	79.633	73.117	63.507	58.310
125.229	0.501	1.158	64.354	69.849	80.919	54.178	62.764
125.731	0.501	1.158	64.354	63.624	73.707	50.490	58.492
126.232	0.501	1.158	64.354	57.399	66.496	46.315	53.655
126.734	0.501	1.158	64.354	51.174	59.284	42.305	49.010
127.235	0.501	1.158	64.354	44.949	52.073	38.442	44.535
127.736	0.382	0.882	64.354	39.467	34.805	34.988	30.855

128.118	0.501	0.900	56.132	41.612	37.440	45.108	40.585
128.619	0.501	0.900	56.132	36.843	33.149	41.587	37.417
129.121	0.501	0.900	56.132	32.074	28.858	37.360	33.614
129.622	0.501	0.900	56.132	27.305	24.568	33.539	30.176
130.124	0.415	0.744	56.132	22.949	17.078	29.585	22.016
130.538	0.501	0.966	58.726	17.497	16.900	23.147	22.357
131.040	0.501	0.966	58.726	12.263	11.844	18.502	17.871
131.541	0.501	0.966	58.726	7.029	6.789	13.113	12.666
132.043	0.423	0.814	58.726	2.206	1.796	7.597	6.185

 LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
 dx(m) : Larghezza concio
 dl(m) : lunghezza base concio
 alpha(°) : Angolo pendenza base concio
 TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
 TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
 TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
 Taus (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

Strato 1 -- Parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso roccioso
 stimati secondo criterio di rottura non lineare Hoek et al.(2002)
 CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - Generalizzato secondo Lei et al.(2016)

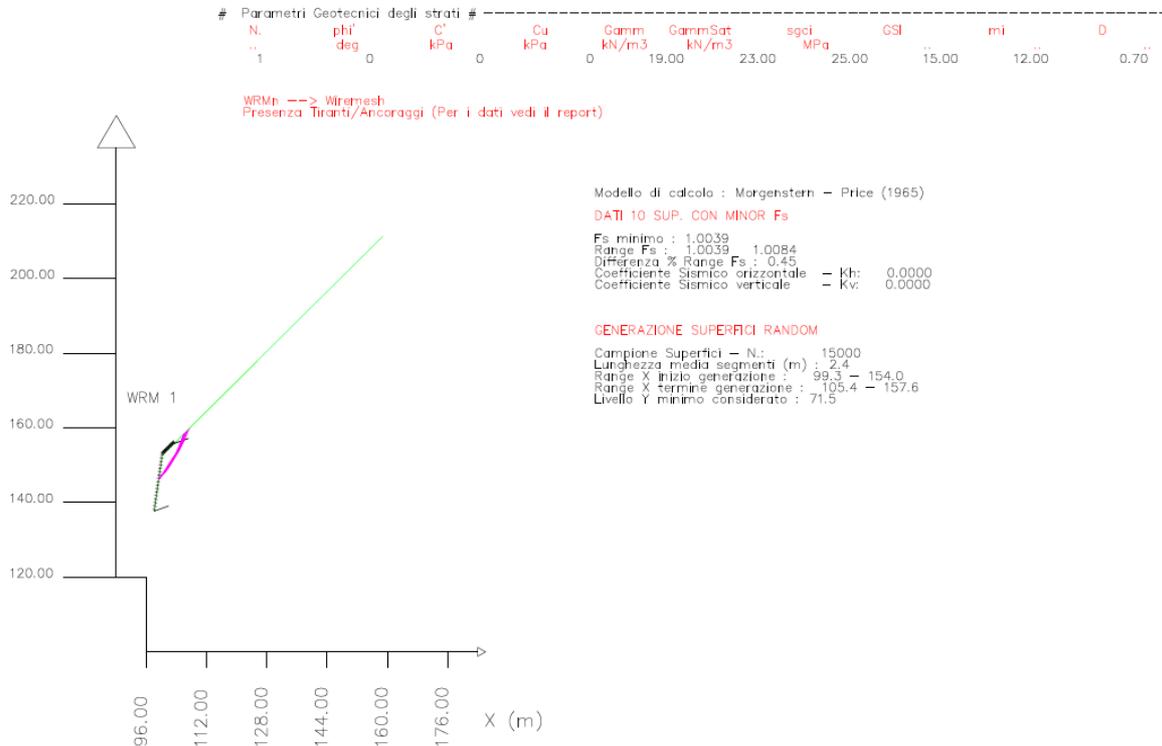
Fattore di riduzione NTC2018 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO

Sigman'(kPa)	TauStrength(kPa)	Phi'(deg)	c'(kPa)
25.00	41.66	49.33	12.57
50.00	67.97	43.92	19.82
75.00	90.73	40.55	26.55
100.00	111.23	38.12	32.76
125.00	129.87	36.24	38.24
150.00	147.64	34.68	43.86
175.00	164.68	33.34	49.55
200.00	180.46	32.22	54.41
225.00	196.50	31.18	60.34
250.00	210.46	30.34	64.13
275.00	225.33	29.51	69.68
300.00	238.98	28.80	74.08
325.00	253.09	28.10	79.53
350.00	265.92	27.51	83.65
375.00	278.67	26.95	88.02
400.00	291.26	26.42	92.52
425.00	303.64	25.93	97.02
450.00	315.73	25.47	101.42
475.00	327.47	25.04	105.59
500.00	338.78	24.64	109.43
600.00	383.25	23.22	125.89
700.00	425.02	22.05	141.54
800.00	464.38	21.06	156.27
900.00	502.48	20.21	171.25
1000.00	538.31	19.47	184.79
1100.00	572.40	18.82	197.41
1200.00	605.71	18.24	210.23
1300.00	639.60	17.69	225.04
1400.00	670.01	17.22	236.03
1500.00	700.20	16.79	247.67
2000.00	842.89	15.03	305.83
2500.00	971.67	13.77	359.19
3000.00	1089.76	12.80	408.28
3500.00	1198.51	12.03	452.49
4000.00	1301.48	11.40	495.23

4.2 STABILITA' DEI PENDIO STATO DI PROGETTO

4.2.1 Tratto uno

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----



--- PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X,Y (in m) ---

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
98.11	137.70	-	-	-	-	-	-
100.22	152.70	-	-	-	-	-	-
158.81	211.29	-	-	-	-	-	-

-- ASSENZA DI FALDA --

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

D	STRATO	1	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi
12.00		0.70	0.00	0.00	0.00	19.00	23.00	3.844	25.00	15.00	

LEGENDA: fi' _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
 C' _____ Coesione efficace (in Kpa)
 Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
 Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
 Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)
 STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)
 ---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek et al.(2002)-
 sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

NOTA BENE:

FATTORI DI RIDUZIONE NTC2018/EC-7: gammaPHI=1.25, gammaC=1.25 e gammaCu=1.4 - DISATTIVATI

USO DI CRITERIO DI ROTTURA PER AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI -----
 CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- TIRANTI/ANCORAGGI PRESENTI -----

Nota Bene:
 TIPO TIRANTI/ANCORAGGI : Passivi
 DISTRIBUZIONE FORZA RESISTENTE TIPO : Trapezoidale
 PROCEDURA AUTOMATICA CALCOLO MOBILIZZAZIONE FORZA TIRANTI: Attivata

TABELLA TIRANTI/ANCORAGGI

N. (-)	X (m)	Y (m)	Beta (°)	L (m)	T (kN/m)	Lc (%)
1	98.1100	137.7000	20.00	4.00	60.00	100.00
2	103.2900	155.7700	20.00	4.00	60.00	100.00

LEGENDA SIMBOLI

N. : NUMERO TIRANTE/ANCORAGGIO N.
X(m) : Coordinata X Testa
Y(m) : Coordinata Y Testa
Beta(°) : Inclinazione ancoraggio - Angolo con orizzontale(Gradi)
L(m) : Lunghezza (m):
T(kN/m) : Tensione di progetto
Lc(%) : % lunghezza cementata

----- WIREMESH (RETI IN ADERENZA) PRESENTI -----

TABELLA WIREMESH (RETI IN ADERENZA ANCORATE)

N. (-)	X1 (m)	X2 (m)	Tr (kN/m)	Alpha (-)	EpsilonR (-)	FsT (-)
1	98.1100	103.2900	400.00	0.30	0.080	1.50

LEGENDA SIMBOLI

N. : NUMERO WIREMESH
X1(m) : Posizione Rete da x1
X2(m) : a x2
Tr(kN/m) : Resistenza limite a trazione rete
alpha(-) : Coefficiente di mobilitazione resistenza a trazione
epsilonR(-) : Coefficiente di deformazione limite a trazione
FsT(-) : Fs di progetto resistenza allo sfilamento dei rinforzi

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI
MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)
FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 2.4 (+/-) 50%
INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 99.32 153.95
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 71.47
INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 105.39 157.60
TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000
*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : A (rapido)
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000
COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

RISULTATO FINALE ELABORAZIONI

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs

X(m)	Y(m)	#Superficie N.1 - #FS_minimo	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.0039	#Lambda= 1.2500
99.329	146.369			
100.350	147.557			
102.307	150.348			
103.877	153.055			
104.985	155.618			
105.966	158.077			
106.074	158.340			
106.074	158.554			

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.0040	#Lambda= 1.2500
99.331	146.382			
100.025	147.222			
100.923	148.524			
101.683	149.864			
102.192	150.783			
103.155	152.188			
103.962	153.391			
104.392	154.252			
105.056	155.652			
105.533	156.890			
105.953	158.254			
105.953	158.433			

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 3	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.0042	#Lambda= 1.2500
99.336	146.417			
99.934	146.975			
101.000	148.468			
102.153	149.950			
103.127	151.562			
103.497	152.218			
104.091	153.211			
104.699	154.468			
105.019	155.217			
105.769	157.112			
106.087	157.891			
106.422	158.767			
106.422	158.902			

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 4	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.0046	#Lambda= 0.1560
99.330	146.372			

101.091 148.180
 101.902 149.281
 103.182 151.587
 104.069 153.397
 104.728 155.170
 105.223 156.569
 105.731 158.099
 105.731 158.211

X(m) Y(m) #Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0076 #Lambda= 1.2500
 99.327 146.349
 101.468 148.972
 102.702 150.989
 103.956 153.404
 105.664 157.743
 105.768 158.011
 105.768 158.248

X(m) Y(m) #Superficie N. 6 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0078 #Lambda= 1.2500
 99.343 146.463
 100.969 148.512
 101.778 149.711
 103.388 152.017
 104.555 153.920
 105.593 156.222
 106.001 157.351
 106.569 158.880
 106.569 159.049

X(m) Y(m) #Superficie N. 7 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0079 #Lambda= 1.2500
 99.331 146.377
 100.281 147.434
 102.287 150.338
 103.051 151.643
 104.776 154.568
 105.383 155.901
 106.778 158.971
 106.897 159.210
 106.897 159.377

X(m) Y(m) #Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0081 #Lambda= 1.2500
 99.336 146.417
 100.630 147.770
 102.505 150.522
 104.691 153.978
 106.032 156.542
 107.401 159.765
 107.401 159.881

X(m) Y(m) #Superficie N. 9 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0082 #Lambda= 0.0915
 99.342 146.458
 102.321 150.079
 104.209 152.980
 105.939 156.529
 107.012 159.366
 107.012 159.492

X(m) Y(m) #Superficie N.10 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0084 #Lambda= 1.2500
 99.333 146.396
 100.031 147.264
 100.920 148.743
 101.863 150.181
 102.703 151.400
 103.573 152.815
 103.979 153.500
 104.318 154.119
 104.780 155.102
 105.268 156.215
 105.798 157.744
 106.245 158.516
 106.245 158.725

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICIE GENERATE CON MINOR FS *
 # Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.004	362.5	361.1	-70.8	Deficit
2	1.004	344.8	343.4	-67.3	Deficit
3	1.004	385.1	383.5	-75.1	Deficit
4	1.005	366.1	364.4	-71.2	Deficit
5	1.008	351.7	349.1	-67.2	Deficit
6	1.008	386.2	383.2	-73.7	Deficit
7	1.008	391.1	388.0	-74.5	Deficit
8	1.008	428.1	424.6	-81.5	Deficit
9	1.008	418.0	414.6	-79.5	Deficit
10	1.008	345.6	342.7	-65.7	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -81.5

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento
 FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata, ovvero in kN/m

 TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	w (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c', Cu) (kPa)
99.329	0.108	49.33	0.65	0.00	0.00	59.10	3.44
99.437	0.108	49.33	1.96	0.00	0.00	53.13	5.02
99.545	0.108	49.33	3.27	0.00	0.00	49.75	6.52
99.653	0.108	49.33	4.58	0.00	0.00	47.33	8.04
99.760	0.108	49.33	5.89	0.00	0.00	45.48	9.35
99.868	0.108	49.33	7.20	0.00	0.00	43.85	10.80
99.976	0.108	49.33	8.51	0.00	0.00	42.63	12.29
100.083	0.108	49.33	9.82	0.00	0.00	41.95	13.05
100.191	0.029	49.33	2.88	0.00	0.00	41.66	13.35
100.220	0.108	49.33	10.81	0.00	0.00	41.66	13.23
100.328	0.023	49.33	2.27	0.00	0.00	41.73	13.26
100.350	0.108	54.96	10.74	0.00	0.00	41.81	13.10
100.458	0.108	54.96	10.65	0.00	0.00	42.10	12.75
100.566	0.108	54.96	10.55	0.00	0.00	42.48	12.23
100.673	0.108	54.96	10.46	0.00	0.00	42.78	12.11
100.781	0.108	54.96	10.37	0.00	0.00	43.01	11.81
100.889	0.108	54.96	10.27	0.00	0.00	43.08	11.81
100.996	0.108	54.96	10.18	0.00	0.00	43.16	11.71
101.104	0.108	54.96	10.08	0.00	0.00	43.23	11.62
101.212	0.108	54.96	9.99	0.00	0.00	43.31	11.53
101.319	0.108	54.96	9.90	0.00	0.00	43.39	11.44
101.427	0.108	54.96	9.80	0.00	0.00	43.46	11.36
101.535	0.108	54.96	9.71	0.00	0.00	43.54	11.28
101.643	0.108	54.96	9.62	0.00	0.00	43.62	11.20
101.750	0.108	54.96	9.52	0.00	0.00	43.69	11.12
101.858	0.108	54.96	9.43	0.00	0.00	43.85	10.79
101.966	0.108	54.96	9.33	0.00	0.00	44.00	10.78
102.073	0.108	54.96	9.24	0.00	0.00	44.31	10.35
102.181	0.108	54.96	9.15	0.00	0.00	44.62	10.20
102.289	0.019	54.96	1.57	0.00	0.00	45.01	9.99
102.307	0.108	59.91	9.00	0.00	0.00	45.17	9.65
102.415	0.108	59.91	8.84	0.00	0.00	45.64	9.24
102.523	0.108	59.91	8.68	0.00	0.00	46.04	9.02
102.630	0.108	59.91	8.52	0.00	0.00	46.44	8.65
102.738	0.108	59.91	8.36	0.00	0.00	46.68	8.63
102.846	0.108	59.91	8.20	0.00	0.00	46.92	8.28
102.953	0.108	59.91	8.04	0.00	0.00	47.00	8.40
103.061	0.108	59.91	7.88	0.00	0.00	47.17	8.24
103.169	0.108	59.91	7.72	0.00	0.00	47.33	8.09
103.276	0.108	59.91	7.56	0.00	0.00	47.49	7.95
103.384	0.108	59.91	7.41	0.00	0.00	47.66	7.82
103.492	0.108	59.91	7.25	0.00	0.00	47.90	7.73
103.599	0.108	59.91	7.09	0.00	0.00	48.32	7.43
103.707	0.108	59.91	6.93	0.00	0.00	48.82	7.22
103.815	0.062	59.91	3.90	0.00	0.00	49.58	6.65
103.877	0.108	66.61	6.61	0.00	0.00	50.10	6.40
103.984	0.108	66.61	6.32	0.00	0.00	50.97	5.90
104.092	0.108	66.61	6.03	0.00	0.00	51.68	5.70
104.200	0.108	66.61	5.74	0.00	0.00	52.40	5.32
104.307	0.108	66.61	5.45	0.00	0.00	52.95	5.09
104.415	0.108	66.61	5.16	0.00	0.00	53.22	5.09
104.523	0.108	66.61	4.88	0.00	0.00	53.60	4.94
104.630	0.108	66.61	4.59	0.00	0.00	54.07	4.74
104.738	0.108	66.61	4.30	0.00	0.00	54.54	4.57
104.846	0.108	66.61	4.01	0.00	0.00	55.02	4.44
104.953	0.031	66.61	1.11	0.00	0.00	55.60	4.28
104.985	0.108	68.25	3.61	0.00	0.00	55.80	4.23
105.092	0.108	68.25	3.28	0.00	0.00	56.40	4.11
105.200	0.108	68.25	2.95	0.00	0.00	57.10	3.84
105.308	0.036	68.25	0.91	0.00	0.00	57.72	3.72
105.344	0.072	68.25	1.70	0.00	0.00	57.93	3.67
105.415	0.108	68.25	2.29	0.00	0.00	58.35	3.62
105.523	0.108	68.25	1.95	0.00	0.00	59.10	3.44
105.631	0.108	68.25	1.62	0.00	0.00	59.86	3.40
105.739	0.108	68.25	1.29	0.00	0.00	60.98	3.23
105.846	0.108	68.25	0.96	0.00	0.00	61.91	3.16
105.954	0.012	68.25	0.09	0.00	0.00	62.74	3.06
105.966	0.108	67.71	0.60	0.00	0.00	62.87	3.02

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
w(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

x	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_p-qPATH
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)
99.329	0.000	146.369	3.126	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.033	1.511	1.301
99.437	0.211	146.706	3.126	2.3721381767E-001	2.9651727209E-003	1.6846722536E+001	0.033	1.511	1.361
99.545	0.423	147.042	3.126	3.6281316614E+000	1.2596167217E+000	2.1232481544E+001	0.071	1.295	1.266
99.653	0.634	147.379	3.126	4.8098681353E+000	3.3563356762E+000	9.0649684633E+000	0.104	1.173	1.207
99.760	0.845	147.716	3.322	5.5803748363E+000	5.1109546741E+000	6.9729011171E+000	0.121	1.096	1.166
99.868	1.099	148.094	3.444	6.3115610171E+000	6.5993122477E+000	6.0945025245E+000	0.134	1.030	1.130
99.976	1.336	148.457	3.065	6.8928946765E+000	7.8061102399E+000	4.3027656249E+000	0.138	0.979	1.100
100.083	1.508	148.754	2.472	7.2382101124E+000	8.5487583384E+000	2.4603003107E+000	0.131	0.950	1.082

100.191	1.618	148.990	2.136	7.4227480907E+000	8.9201740936E+000	9.9187090247E-001	0.125	0.934	1.070
100.220	1.641	149.047	1.641	7.4459242843E+000	8.9746529582E+000	6.0341489356E-001	0.124	0.930	1.067
100.328	1.683	149.214	1.543	7.4337586144E+000	9.0095994302E+000	-9.3640428127E-001	0.121	0.922	1.061
100.350	1.690	149.248	1.360	7.4086139066E+000	8.9914735218E+000	-1.2847020757E+000	0.121	0.921	1.060
100.458	1.681	149.392	1.342	7.1807149496E+000	8.7914421678E+000	-2.7640768117E+000	0.119	0.917	1.056
100.566	1.672	149.537	1.399	6.8133387975E+000	8.4259675100E+000	-3.9603545824E+000	0.117	0.915	1.054
100.673	1.675	149.693	1.434	6.3278079334E+000	7.9046186135E+000	-4.6465057837E+000	0.114	0.915	1.054
100.781	1.674	149.845	1.378	5.8126613831E+000	7.3168838600E+000	-4.5544169589E+000	0.109	0.917	1.055
100.889	1.664	149.989	1.311	5.3469628858E+000	6.7450363868E+000	-4.1247963733E+000	0.103	0.920	1.056
100.996	1.649	150.128	1.285	4.9243399730E+000	6.2041800862E+000	-3.8391244068E+000	0.097	0.923	1.058
101.104	1.634	150.266	1.285	4.5201641549E+000	5.6867874965E+000	-3.6829599547E+000	0.091	0.927	1.061
101.212	1.619	150.405	1.285	4.1311730177E+000	5.1948463793E+000	-3.5464541826E+000	0.085	0.930	1.063
101.319	1.604	150.543	1.285	3.7563952569E+000	4.7251795534E+000	-3.4137290483E+000	0.079	0.934	1.065
101.427	1.589	150.681	1.285	3.3959879741E+000	4.2745671610E+000	-3.2791178513E+000	0.072	0.937	1.067
101.535	1.574	150.820	1.285	3.0502002524E+000	3.8408252936E+000	-3.1421952301E+000	0.066	0.940	1.069
101.643	1.559	150.958	1.285	2.7192807999E+000	3.4217663415E+000	-3.0026155176E+000	0.060	0.944	1.070
101.750	1.543	151.097	1.316	2.4035531432E+000	3.0144503214E+000	-2.9194065780E+000	0.053	0.948	1.072
101.858	1.535	151.242	1.387	2.0905536742E+000	2.5941696449E+000	-2.9323424817E+000	0.047	0.953	1.074
101.966	1.535	151.395	1.378	1.7720401248E+000	2.1479250662E+000	-2.9094977187E+000	0.042	0.958	1.076
102.073	1.525	151.539	1.290	1.4639605330E+000	1.7242849937E+000	-2.9166640429E+000	0.038	0.964	1.077
102.181	1.506	151.673	1.220	1.1439036349E+000	1.3058855034E+000	-3.0998099133E+000	0.036	0.969	1.079
102.289	1.480	151.801	1.198	7.9638151479E-001	8.7693461213E-001	-3.7039420122E+000	0.034	0.974	1.081
102.307	1.477	151.825	1.244	7.2580972457E-001	7.9420054281E-001	-3.8463016800E+000	0.034	0.975	1.081
102.415	1.425	151.958	1.307	2.7439333198E-001	2.9119356360E-001	-4.5607622279E+000	0.035	0.981	1.083
102.523	1.387	152.106	1.438	-2.5640184828E-001	-3.0548023471E-001	-5.2071577395E+000	0.037	0.987	1.084
102.630	1.363	152.268	1.574	-8.4702680304E-001	-9.9097263929E-001	-5.6818687929E+000	0.040	0.993	1.086
102.738	1.354	152.445	1.600	-1.4800563615E+000	-1.7506286472E+000	-5.5446963341E+000	0.048	1.000	1.088
102.846	1.336	152.613	1.522	-2.0411396805E+000	-2.4554276728E+000	-4.9159583286E+000	0.060	1.007	1.089
102.953	1.310	152.773	1.486	-2.5387634198E+000	-3.0944688027E+000	-4.4763272573E+000	0.077	1.012	1.089
103.061	1.285	152.933	1.486	-3.0051672303E+000	-3.6920516095E+000	-4.2005131013E+000	0.100	1.018	1.088
103.169	1.259	153.093	1.486	-3.4433912811E+000	-4.2477374214E+000	-3.9410140777E+000	0.125	1.023	1.086
103.276	1.233	153.253	1.486	-3.8539090507E+000	-4.7666107291E+000	-3.6767512738E+000	0.150	1.028	1.081
103.384	1.207	153.413	1.536	-4.2352211268E+000	-5.2556337789E+000	-3.4907760787E+000	0.176	1.032	1.075
103.492	1.192	153.584	1.561	-4.6056870412E+000	-5.7523345268E+000	-3.3123702299E+000	0.205	1.036	1.065
103.599	1.172	153.749	1.522	-4.9485774061E+000	-6.2167199775E+000	-3.1553340204E+000	0.237	1.037	1.053
103.707	1.148	153.911	1.504	-5.2852238020E+000	-6.6639598428E+000	-3.1730621127E+000	0.272	1.035	1.038
103.815	1.124	154.073	1.528	-5.6319321114E+000	-7.1082893941E+000	-3.4489992083E+000	0.314	1.031	1.019
103.877	1.115	154.170	1.611	-5.8532641176E+000	-7.3787541649E+000	-3.7166669652E+000	0.342	1.029	1.007
103.984	1.042	154.346	1.698	-6.2790039567E+000	-7.8677293676E+000	-4.1383710154E+000	0.396	1.023	0.980
104.092	0.983	154.536	1.825	-6.7445089800E+000	-8.3996003564E+000	-4.4056925304E+000	0.462	1.016	0.948
104.200	0.937	154.739	1.941	-7.2278195216E+000	-8.9608611314E+000	-4.5043853567E+000	0.542	1.011	0.910
104.307	0.903	154.954	1.938	-7.7145791579E+000	-9.5022528387E+000	-4.2121994078E+000	0.633	1.007	0.868
104.415	0.856	155.156	1.901	-8.1349641607E+000	-9.8733611956E+000	-3.8023792146E+000	0.717	1.006	0.828
104.523	0.814	155.364	1.995	-8.5334643973E+000	-1.0026866564E+001	-3.7220292980E+000	0.796	1.006	0.790
104.630	0.788	155.586	2.001	-8.9365451396E+000	-9.8557455252E+000	-3.5396364404E+000	0.866	1.008	0.754
104.738	0.747	155.794	1.878	-9.2957650176E+000	-9.4003854230E+000	-3.1095724810E+000	0.917	1.012	0.726
104.846	0.695	155.991	1.893	-9.6062266369E+000	-8.7624435751E+000	-2.0155220058E+000	0.952	1.018	0.708
104.953	0.657	156.202	1.984	-9.7298304086E+000	-7.9202805521E+000	9.5729394267E-001	0.972	1.029	0.701
104.985	0.649	156.267	1.923	-9.6805049087E+000	-7.6525759244E+000	1.9792964915E+000	0.976	1.034	0.702
105.092	0.582	156.470	1.871	-9.3166122124E+000	-6.7735728415E+000	5.2857036301E+000	0.978	1.052	0.709
105.200	0.512	156.670	1.842	-8.5421690305E+000	-5.8816579487E+000	9.1542489585E+000	0.963	1.078	0.729
105.308	0.439	156.866	1.802	-7.3451414761E+000	-4.9736995875E+000	1.2970905136E+001	0.898	1.117	0.764
105.344	0.411	156.929	1.849	-6.8554221457E+000	-4.6757183440E+000	1.4392436265E+001	0.861	1.134	0.780
105.415	0.368	157.065	1.942	-5.7100923551E+000	-4.0122427967E+000	1.5766123819E+001	0.638	1.186	0.825
105.523	0.310	157.277	2.074	-4.0478479788E+000	-2.9777994117E+000	1.5363085130E+001	0.295	1.290	0.912

105.631	0.275	157.512	2.326	-2.4014787386E+000	-1.8782050359E+000	1.4543189138E+001	0.150	1.438	1.041
105.739	0.271	157.778	2.235	-9.1580820920E-001	-6.3264297440E-001	8.2902106966E+000	0.090	1.695	1.243
105.846	0.217	157.993	1.842	-6.1608838483E-001	-9.2304101919E-002	2.5025466939E+000	0.051	2.092	1.469
105.954	0.128	158.174	1.620	-3.7685656000E-001	-7.7767746371E-003	1.6357321223E+000	0.034	2.529	1.635
105.966	0.110	158.187	1.620	-3.5774637105E-001	-5.2134816901E-003	1.7475424374E+000	0.033	2.529	1.663

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x) (kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x) (kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_p-qPATH(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by p-qPATH Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dI (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
99.329	0.108	0.165	49.327	3.006	0.497	7.762	1.282
99.437	0.108	0.165	49.327	9.019	1.490	16.172	2.672
99.545	0.108	0.165	49.327	15.031	2.484	21.891	3.617
99.653	0.108	0.165	49.327	21.044	3.477	27.082	4.474
99.760	0.108	0.165	49.327	27.057	4.470	32.102	5.304
99.868	0.108	0.165	49.327	33.069	5.464	37.107	6.131
99.976	0.108	0.165	49.327	39.082	6.457	42.476	7.018
100.083	0.108	0.165	49.327	45.094	7.451	47.492	7.847
100.191	0.029	0.045	49.327	48.912	2.183	50.522	2.254
100.220	0.108	0.165	49.327	49.642	8.202	51.140	8.449
100.328	0.023	0.035	49.327	49.541	1.722	51.326	1.785
100.350	0.108	0.188	54.957	46.894	8.794	42.845	8.035
100.458	0.108	0.188	54.957	46.484	8.717	42.803	8.027
100.566	0.108	0.188	54.957	46.075	8.641	42.638	7.996
100.673	0.108	0.188	54.957	45.665	8.564	42.653	7.999
100.781	0.108	0.188	54.957	45.256	8.487	42.284	7.930
100.889	0.108	0.188	54.957	44.846	8.410	42.042	7.884
100.996	0.108	0.188	54.957	44.436	8.333	41.717	7.823
101.104	0.108	0.188	54.957	44.027	8.257	41.391	7.762
101.212	0.108	0.188	54.957	43.617	8.180	41.071	7.702
101.319	0.108	0.188	54.957	43.208	8.103	40.757	7.643
101.427	0.108	0.188	54.957	42.798	8.026	40.449	7.586
101.535	0.108	0.188	54.957	42.388	7.949	40.145	7.529
101.643	0.108	0.188	54.957	41.979	7.873	39.847	7.473
101.750	0.108	0.188	54.957	41.569	7.796	39.587	7.424
101.858	0.108	0.188	54.957	41.160	7.719	39.154	7.343
101.966	0.108	0.188	54.957	40.750	7.642	38.977	7.309
102.073	0.108	0.188	54.957	40.340	7.565	38.554	7.230
102.181	0.108	0.188	54.957	39.931	7.488	38.420	7.205
102.289	0.019	0.032	54.957	39.691	1.288	38.460	1.248
102.307	0.108	0.215	59.906	36.273	7.790	31.646	6.796
102.415	0.108	0.215	59.906	35.629	7.651	31.345	6.731
102.523	0.108	0.215	59.906	34.986	7.513	31.160	6.692
102.630	0.108	0.215	59.906	34.342	7.375	30.780	6.610
102.738	0.108	0.215	59.906	33.698	7.237	30.448	6.539
102.846	0.108	0.215	59.906	33.054	7.098	29.755	6.390
102.953	0.108	0.215	59.906	32.410	6.960	29.463	6.327
103.061	0.108	0.215	59.906	31.766	6.822	28.947	6.216
103.169	0.108	0.215	59.906	31.122	6.683	28.444	6.108
103.276	0.108	0.215	59.906	30.478	6.545	27.957	6.004
103.384	0.108	0.215	59.906	29.834	6.407	27.529	5.912
103.492	0.108	0.215	59.906	29.190	6.269	27.128	5.826
103.599	0.108	0.215	59.906	28.546	6.130	26.645	5.722
103.707	0.108	0.215	59.906	27.902	5.992	26.315	5.651
103.815	0.062	0.123	59.906	27.395	3.377	25.908	3.194
103.877	0.108	0.271	66.609	22.365	6.066	18.774	5.092
103.984	0.108	0.271	66.609	21.387	5.801	18.156	4.925
104.092	0.108	0.271	66.609	20.409	5.536	17.742	4.812
104.200	0.108	0.271	66.609	19.431	5.270	17.048	4.624
104.307	0.108	0.271	66.609	18.453	5.005	16.200	4.394
104.415	0.108	0.271	66.609	17.475	4.740	15.423	4.183
104.523	0.108	0.271	66.609	16.497	4.475	14.380	3.900
104.630	0.108	0.271	66.609	15.519	4.209	13.370	3.627
104.738	0.108	0.271	66.609	14.541	3.944	12.543	3.402
104.846	0.108	0.271	66.609	13.563	3.679	11.727	3.181
104.953	0.031	0.079	66.609	12.931	1.023	11.295	0.893
104.985	0.108	0.291	68.250	11.549	3.356	9.841	2.860
105.092	0.108	0.291	68.250	10.489	3.048	9.259	2.691
105.200	0.108	0.291	68.250	9.428	2.740	14.773	4.293
105.308	0.036	0.097	68.250	8.720	0.848	45.439	4.418
105.344	0.072	0.193	68.250	8.189	1.583	45.202	8.740
105.415	0.108	0.291	68.250	7.306	2.123	19.644	5.708
105.523	0.108	0.291	68.250	6.245	1.815	12.655	3.677
105.631	0.108	0.291	68.250	5.184	1.507	5.700	1.656
105.739	0.108	0.291	68.250	4.124	1.198	5.701	1.657
105.846	0.108	0.291	68.250	3.063	0.890	5.378	1.563
105.954	0.012	0.033	68.250	2.472	0.081	4.953	0.163
105.966	0.108	0.284	67.714	1.943	0.552	4.569	1.297

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio

dl(m) : lunghezza base concio
 alpha(°) : Angolo pendenza base concio
 TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
 TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
 TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
 Taus (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

RISULTATI INTERAZIONI CON SISTEMA DI CHIODI e/o TIRANTI
TABELLA INTERAZIONI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS - Versione 1.1 della tabella -

omega	NTir	X	Y	Tipo	T	Th_mob	Tv_mob	DeltaF	alpha	beta	F
(-)	(m)	(m)	(-)	(kn/m)	(kn/m)	(kn/m)	(kn/m)	(kn)	(°)	(°)	(-
0.4536	2	105.344	156.518	1	60.00	25.574	9.308	51.297	68.25	20.00	

LEGENDA SIMBOLI

NTir(-) : Numero Tirante
 X(m) : Progressiva intersezione tra Tirante e sup. di scivolamento
 Y(m) : Quota intersezione tra Tirante e sup. di scivolamento
 Tipo(-) : Tipo tirante 1=PASSIVO , 2=ATTIVO
 T (kN/m) : Tensione di Progetto **
 Th_mob (kN/m) : Reazione Mobilitata - componente Orizzontale
 Tv_mob (kN/m) : Reazione Mobilitata - componente Verticale
 DeltaF(kN) : Deficit massimo di forze lungo la sup di scivolamento, calcolata per arrivare a un FS=2.0, senza rinforzi *
 alpha(°) : Angolo pendenza locale superficie scivolamento nel punto di intersezione
 beta(°) : Angolo Tirante
 F (-) : Coefficiente distribuzione trazione lungo fondazione
 Omega(-) : Coefficiente mobilitazione tensione nominale di progetto

* In caso di DeltaF=0 abbiamo un eccesso di forze resistenti. Di conseguenza in caso di attivazione della procedura calcolo automatico della mobilitazione della reazione del tirante, la forza di reazione del Tirante NON verra' attivata.

**In caso presenza di wiremesh per alcuni dei tiranti viene considerata una Forza massima a Trazione ridotta rispetto a quella nominale di progetto. Questo per considerare l'effetto della trazione di sfilamento indotta dalla deformazione della wiremesh.

RISULTATI INTERAZIONI CON SISTEMA WIREMESH (Reti in Aderenza) E RINFORZI DI FISSAGGIO

Nessuna Intersezione e interazione tra superficie con FS minimo e Sistema Wiremesh

Strato 1 -- Parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso roccioso stimati secondo criterio di rottura non lineare Hoek et al.(2002)
 CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - Generalizzato secondo Lei et al.(2016)

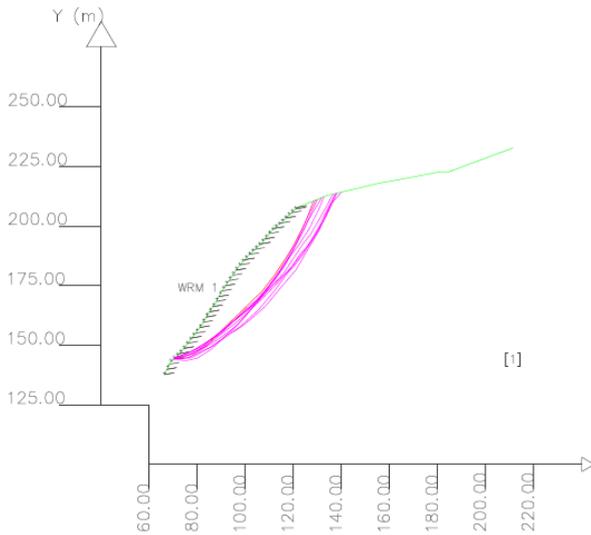
Fattore di riduzione NTC2018 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO

Sigman'(kPa)	Tausrength(kPa)	Phi'(deg)	c'(kPa)
25.00	34.74	44.93	9.80
50.00	57.43	39.40	16.37
75.00	76.71	36.10	22.01
100.00	94.22	33.74	27.43
125.00	109.97	31.96	31.98
150.00	125.19	30.47	36.94
175.00	139.98	29.19	42.21
200.00	153.21	28.17	46.12
225.00	166.49	27.23	50.71
250.00	178.92	26.42	54.70
275.00	191.23	25.68	58.99
300.00	203.28	25.01	63.34
325.00	214.32	24.43	66.71
350.00	226.01	23.85	71.27
375.00	237.05	23.34	75.26
400.00	247.28	22.89	78.43
425.00	257.99	22.44	82.51
450.00	267.70	22.05	85.46
475.00	277.81	21.66	89.19
500.00	287.54	21.30	92.58
600.00	325.75	20.03	107.03
700.00	361.31	19.00	120.28
800.00	394.37	18.15	132.07
900.00	427.21	17.40	145.23
1000.00	457.72	16.76	156.58
1100.00	486.32	16.21	166.53
1200.00	515.57	15.69	178.45
1300.00	543.52	15.23	189.54
1400.00	569.63	14.83	198.94
1500.00	595.39	14.46	208.63
2000.00	717.71	12.95	257.65
2500.00	826.74	11.89	300.32
3000.00	929.72	11.06	343.47
3500.00	1023.36	10.41	380.43
4000.00	1113.97	9.86	418.72

4.2.2 Sperone roccioso

#	Parametri Geotecnici degli strati	#	-----									
N.	phi deg	C' kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D			
1	0	0	0	19.00	21.00	23.00	20.00	12.00	0.70			

WRMn --> Wiremesh
 Presenza Tiranti/Ancoraggi (Per i dati vedi il report)



Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

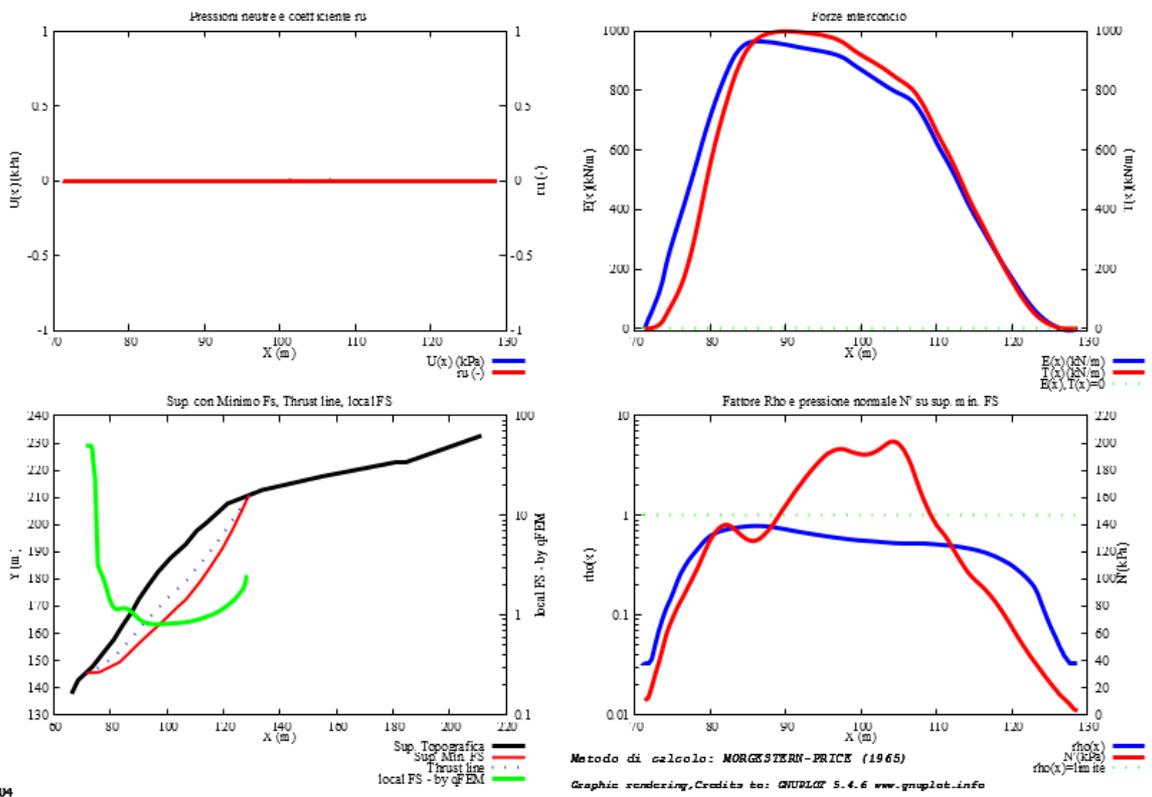
DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.0016
 Range Fs : 1.0016 - 1.0057
 Differenza % Range Fs : 0.41
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 15000
 Lunghezza media segmenti (m) : 5.8
 Range X inizio generazione : 69.2 - 199.7
 Range X termine generazione : 83.7 - 208.4
 Livello Y minimo considerato : 52.2

SSAP2010 (versione 5.2 - 2023) - www.ssap.eu - DISTRIBUZIONE FORZE e PRESSIONI



31/03/25 12:14

Metodo di calcolo: MORGENSTERN-PRICE (1965)
 Graphic rendering, Credits to: GNUPLOT 5.4.6 www.gnuplot.info

Modello pendio: SPERONE3 RINFORZ.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X,Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y

66.31	137.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68.61	142.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73.71	147.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75.60	150.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77.48	152.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
81.29	157.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83.06	160.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84.24	162.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85.89	165.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
87.53	167.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89.14	170.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90.21	172.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
91.87	175.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
93.52	177.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95.62	180.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97.02	182.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100.89	187.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101.27	187.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101.32	187.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101.37	187.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101.55	187.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104.04	190.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104.57	190.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105.71	191.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106.70	192.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110.60	197.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114.13	200.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121.52	207.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
133.77	212.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
155.00	217.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
181.22	222.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
184.66	222.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
211.35	232.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-- ASSENZA DI FALDA --

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

D	STRATO	1	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi
12.00	STRATO	1	0.00	0.00	0.00	19.00	21.00	4.653	23.00	20.00	

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
C` _____ Coesione efficace (in Kpa)
Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)
Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)
STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)
----- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek et al.(2002)-
sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

NOTA BENE:

FATTORI DI RIDUZIONE NTC2018/EC-7: gammaPHI=1.25, gammaC=1.25 e gammaCu=1.4 - DISATTIVATI

USO DI CRITERIO DI ROTTURA PER AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI -----
CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- TIRANTI/ANCORAGGI PRESENTI -----

Nota Bene:
TIPO TIRANTI/ANCORAGGI : Passivi
DISTRIBUZIONE FORZA RESISTENTE TIPO : Trapezoidale
PROCEDURA AUTOMATICA CALCOLO MOBILIZZAZIONE FORZA TIRANTI: Attivata

TABELLA TIRANTI/ANCORAGGI

N. (-)	X (m)	Y (m)	Beta (°)	L (m)	T (KN/m)	LC (%)
1	66.3100	137.7000	10.00	4.00	180.00	100.00
2	121.0000	207.0000	10.00	4.00	180.00	100.00
3	67.3000	139.8500	10.00	4.00	180.00	100.00
4	68.3000	142.0000	10.00	4.00	180.00	100.00
5	70.2000	144.2600	10.00	4.00	180.00	100.00
6	72.4000	146.4000	10.00	4.00	180.00	100.00
7	74.4300	148.6400	10.00	4.00	180.00	100.00
8	76.0700	150.8200	10.00	4.00	180.00	100.00
9	77.7300	153.0100	10.00	4.00	180.00	100.00
10	79.4000	155.0200	10.00	4.00	180.00	100.00
11	81.0600	157.3900	10.00	4.00	180.00	100.00
12	82.4000	159.5700	10.00	4.00	180.00	100.00
13	83.6900	161.7600	10.00	4.00	180.00	100.00
14	85.0600	163.9400	10.00	4.00	180.00	100.00
15	86.5000	166.1300	10.00	4.00	180.00	100.00
16	87.8700	168.3200	10.00	4.00	180.00	100.00
17	89.8700	170.5100	10.00	4.00	180.00	100.00
18	90.2100	172.7000	10.00	4.00	180.00	100.00
19	91.6600	174.8800	10.00	4.00	180.00	100.00
20	93.1100	177.0700	10.00	4.00	180.00	100.00
21	94.6200	179.2500	10.00	4.00	180.00	100.00
22	96.1400	181.4400	10.00	4.00	180.00	100.00
23	97.8400	183.6300	10.00	4.00	180.00	100.00
24	99.7400	185.8200	10.00	4.00	180.00	100.00
25	101.7000	188.0100	10.00	4.00	180.00	100.00
26	104.0400	190.2000	10.00	4.00	180.00	100.00
27	106.3700	192.3900	10.00	4.00	180.00	100.00
28	108.1600	194.5700	10.00	4.00	180.00	100.00
29	109.8700	196.7600	10.00	4.00	180.00	100.00
30	112.0800	198.9500	10.00	4.00	180.00	100.00
31	114.5900	201.1300	10.00	4.00	180.00	100.00
32	116.9000	203.3200	10.00	4.00	180.00	100.00
33	119.2100	205.5100	10.00	4.00	180.00	100.00

34 121.5200 207.7000 10.00 4.00 180.00 100.00

LEGENDA SIMBOLI

N. : NUMERO TIRANTE/ANCORAGGIO N.
X(m) : Coordinata X Testa
Y(m) : Coordinata Y Testa
Beta(°) : Inclinazione ancoraggio - Angolo con orizzontale(Gradi)
L(m) : Lunghezza (m):
T(kN/m) : Tensione di progetto
Lc(%) : % lunghezza cementata

----- WIREMESH (RETI IN ADERENZA) PRESENTI -----

TABELLA WIREMESH (RETI IN ADERENZA ANCORATE)

N. X1 X2 Tr Alpha EpsilonR FST
(-) (m) (m) (kN/m) (-) (-) (-)
1 66.3100 121.0000 150.00 0.30 0.060 1.50

LEGENDA SIMBOLI

N. : NUMERO WIREMESH
X1(m) : Posizione Rete da x1
X2(m) : a x2
Tr(kN/m) : Resistenza limite a trazione rete
alpha(-) : Coefficiente di mobilitazione resistenza a trazione
epsilonR(-) : Coefficiente di deformazione limite a trazione
FST(-) : Fs di progetto resistenza allo sfilamento dei rinforzi

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI
MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)
FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 5.8 (+/-) 50%
INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 69.21 199.75
LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 52.20
INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 83.71 208.45
TOTALE SUPERFICI GENERATE : 15000
*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : A (rapido)
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000
COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000
COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00
FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs

X(m) Y(m) #Superficie N.1 - #FS_minimo #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0016 #Lambda= 1.0672
71.271 145.309
76.095 145.641
80.140 147.711
83.346 149.380
86.069 152.084
88.447 154.544
91.974 158.069
94.097 160.093
98.353 164.095
103.866 169.702
106.747 172.347
111.841 178.989
115.697 184.807
119.678 191.150
123.520 198.588
126.841 205.792
128.728 209.984
129.200 210.618
129.200 210.835

X(m) Y(m) #Superficie N. 2 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0017 #Lambda= 0.9740
70.552 144.604
73.431 144.650
77.802 146.894
79.613 147.644
82.067 149.166
85.276 152.231
89.589 154.577
93.248 157.216
96.801 160.026
100.907 163.550
103.164 165.911
107.038 169.501
110.377 172.947
114.152 176.954
117.272 180.707
119.551 183.394

122.583	187.832
126.093	191.860
129.050	196.797
131.670	201.666
132.500	203.605
133.630	205.894
136.153	210.938
137.196	212.729
137.726	213.615
137.726	213.632

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 3 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0026 #Lambda= 1.0243
70.460	144.514	
77.402	147.385	
82.424	149.693	
93.326	158.739	
103.420	167.291	
112.087	177.518	
116.783	184.342	
121.841	193.821	
124.767	199.261	
127.559	205.710	
129.964	211.085	
129.964	211.146	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 4 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0038 #Lambda= 1.0184
70.224	144.283	
79.100	148.061	
89.265	155.044	
98.820	163.140	
107.617	171.160	
111.465	176.826	
117.959	186.521	
121.670	191.239	
126.610	198.894	
130.922	207.818	
132.614	212.228	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0045 #Lambda= 0.9750
70.273	144.330	
75.043	143.438	
79.841	144.492	
85.856	148.248	
91.797	154.012	
97.842	157.806	
105.625	165.084	
112.047	172.819	
116.070	178.155	
121.113	185.066	
128.058	194.163	
131.729	200.605	
133.936	204.760	
137.713	212.755	
138.174	213.737	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 6 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0046 #Lambda= 1.0251
70.252	144.310	
78.140	146.389	
83.454	149.704	
87.381	152.551	
94.094	159.291	
101.892	165.497	
108.663	173.488	
112.801	178.192	
116.512	183.622	
119.849	189.697	
123.659	197.392	
125.983	202.074	
131.016	210.562	
131.509	211.424	
131.509	211.777	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 7 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0047 #Lambda= 0.9833
69.956	144.019	
76.443	144.818	
88.073	152.117	
96.353	158.080	
101.478	164.119	
110.858	174.731	
119.880	182.758	
124.155	188.203	
129.764	197.480	
132.657	202.464	
135.372	208.133	
137.344	213.542	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0048 #Lambda= 0.9169
70.234	144.292	
75.952	144.628	
85.182	148.953	
90.601	152.635	
97.993	157.539	
101.517	160.272	
108.484	166.463	
115.081	174.522	
117.818	177.754	
120.888	181.431	
125.702	189.540	

130.565 197.836
 133.723 205.199
 135.193 208.722
 139.575 213.616
 139.575 214.067

X(m) Y(m) #Superficie N. 9 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0057 #Lambda= 0.9964
 70.778 144.825
 75.676 146.488
 85.602 152.126
 94.327 159.391
 101.961 166.727
 107.559 171.232
 115.740 179.913
 123.503 191.697
 127.566 197.061
 133.465 207.692
 136.337 213.305

X(m) Y(m) #Superficie N.10 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.0057 #Lambda= 1.0294
 70.345 144.401
 77.407 144.677
 85.582 149.185
 90.511 152.628
 99.399 161.335
 107.082 171.062
 114.777 182.037
 121.474 193.858
 125.198 202.033
 128.192 210.423

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----
 # DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS *
 # Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup. N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.002	11066.2	11048.1	-2191.5	Deficit
2	1.002	14157.1	14133.2	-2802.7	Deficit
3	1.003	11545.1	11515.3	-2273.3	Deficit
4	1.004	12153.9	12108.5	-2376.2	Deficit
5	1.004	15933.1	15862.0	-3101.2	Deficit
6	1.005	11994.6	11939.4	-2332.7	Deficit
7	1.005	14719.4	14650.1	-2860.8	Deficit
8	1.005	16193.8	16117.2	-3146.8	Deficit
9	1.006	13047.2	12973.5	-2521.1	Deficit
10	1.006	12418.6	12347.8	-2398.7	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -3146.8

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento
 FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata, ovvero in kN/m

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	w (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c', Cu) (kPa)
71.271	0.472	3.94	1.93	0.00	0.00	55.31	7.85
71.743	0.472	3.94	5.79	0.00	0.00	54.35	8.34
72.216	0.472	3.94	9.65	0.00	0.00	50.88	10.89
72.688	0.472	3.94	13.51	0.00	0.00	48.07	13.72
73.160	0.472	3.94	17.37	0.00	0.00	46.04	16.57
73.632	0.078	3.94	3.25	0.00	0.00	44.31	18.87
73.710	0.472	3.94	22.60	0.00	0.00	44.00	19.43
74.182	0.472	3.94	27.91	0.00	0.00	42.48	22.46
74.654	0.472	3.94	33.22	0.00	0.00	41.58	23.99
75.126	0.472	3.94	38.53	0.00	0.00	40.85	25.46
75.599	0.001	3.94	0.13	0.00	0.00	40.19	27.04
75.600	0.472	3.94	43.87	0.00	0.00	40.19	27.02
76.072	0.022	3.94	2.22	0.00	0.00	39.69	28.09
76.095	0.472	27.10	48.53	0.00	0.00	39.61	28.66
76.567	0.472	27.10	51.99	0.00	0.00	39.18	29.37
77.039	0.441	27.10	51.71	0.00	0.00	38.68	30.77
77.480	0.472	27.10	58.66	0.00	0.00	38.26	32.00
77.952	0.472	27.10	62.05	0.00	0.00	37.84	33.04
78.424	0.472	27.10	65.44	0.00	0.00	37.35	34.91
78.896	0.472	27.10	68.83	0.00	0.00	36.93	35.83
79.369	0.472	27.10	72.22	0.00	0.00	36.45	37.86
79.841	0.299	27.10	47.52	0.00	0.00	36.10	38.66
80.140	0.472	27.49	77.74	0.00	0.00	35.90	39.41
80.612	0.472	27.49	81.09	0.00	0.00	35.63	40.55
81.084	0.206	27.49	36.41	0.00	0.00	35.42	41.46
81.290	0.472	27.49	86.72	0.00	0.00	35.42	40.79
81.762	0.472	27.49	91.70	0.00	0.00	35.29	41.77
82.234	0.472	27.49	96.67	0.00	0.00	35.29	41.50
82.706	0.354	27.49	75.66	0.00	0.00	35.35	41.26
83.060	0.286	27.49	63.18	0.00	0.00	35.42	41.28
83.346	0.472	44.80	107.38	0.00	0.00	35.49	41.28
83.818	0.422	44.80	98.52	0.00	0.00	35.69	39.98
84.240	0.472	44.80	112.63	0.00	0.00	35.83	39.45
84.712	0.472	44.80	114.84	0.00	0.00	35.97	38.86
85.184	0.472	44.80	117.05	0.00	0.00	36.04	38.75
85.656	0.234	44.80	58.73	0.00	0.00	36.04	39.09
85.890	0.179	44.80	45.46	0.00	0.00	36.04	38.97

86.069	0.472	45.97	121.14	0.00	0.00	36.04	38.79
86.541	0.472	45.97	123.22	0.00	0.00	35.90	39.82
87.014	0.472	45.97	125.29	0.00	0.00	35.76	40.16
87.486	0.044	45.97	11.86	0.00	0.00	35.63	40.25
87.530	0.472	45.97	128.28	0.00	0.00	35.63	40.06
88.002	0.444	45.97	123.96	0.00	0.00	35.42	40.87
88.447	0.472	44.98	135.17	0.00	0.00	35.22	41.61
88.919	0.221	44.98	64.62	0.00	0.00	34.95	42.99
89.140	0.472	44.98	140.55	0.00	0.00	34.81	43.74
89.612	0.472	44.98	144.24	0.00	0.00	34.61	44.21
90.084	0.126	44.98	39.03	0.00	0.00	34.41	44.89
90.210	0.472	44.98	148.13	0.00	0.00	34.34	45.30
90.682	0.472	44.98	150.28	0.00	0.00	34.14	45.96
91.154	0.472	44.98	152.42	0.00	0.00	33.94	46.68
91.626	0.244	44.98	79.49	0.00	0.00	33.74	47.77
91.870	0.104	44.98	34.21	0.00	0.00	33.67	47.76
91.974	0.472	43.64	156.28	0.00	0.00	33.61	48.41
92.446	0.472	43.64	158.65	0.00	0.00	33.41	49.50
92.919	0.472	43.64	161.03	0.00	0.00	33.27	49.67
93.391	0.129	43.64	44.52	0.00	0.00	33.14	49.96
93.520	0.472	43.64	163.88	0.00	0.00	33.08	50.60
93.992	0.104	43.64	36.52	0.00	0.00	32.94	51.12
94.097	0.472	43.23	166.36	0.00	0.00	32.88	51.91
94.569	0.472	43.23	168.43	0.00	0.00	32.75	52.57
95.041	0.472	43.23	170.50	0.00	0.00	32.68	52.11
95.513	0.107	43.23	38.95	0.00	0.00	32.55	53.17
95.620	0.472	43.23	173.04	0.00	0.00	32.55	52.95
96.092	0.472	43.23	175.11	0.00	0.00	32.48	53.30
96.564	0.456	43.23	170.99	0.00	0.00	32.42	53.87
97.020	0.472	43.23	178.58	0.00	0.00	32.42	53.44
97.492	0.472	43.23	179.46	0.00	0.00	32.42	53.40
97.964	0.389	43.23	148.46	0.00	0.00	32.42	53.77
98.353	0.472	45.49	180.89	0.00	0.00	32.48	53.06
98.825	0.472	45.49	181.45	0.00	0.00	32.48	53.63
99.297	0.472	45.49	182.00	0.00	0.00	32.55	52.85
99.769	0.472	45.49	182.55	0.00	0.00	32.55	53.22
100.242	0.472	45.49	183.10	0.00	0.00	32.55	53.49
100.714	0.176	45.49	68.49	0.00	0.00	32.55	53.48
100.890	0.380	45.49	147.95	0.00	0.00	32.55	53.41
101.270	0.050	45.49	19.50	0.00	0.00	32.55	53.07
101.320	0.050	45.49	19.51	0.00	0.00	32.55	53.01
101.370	0.180	45.49	70.21	0.00	0.00	32.55	52.95
101.550	0.472	45.49	183.93	0.00	0.00	32.55	52.72
102.022	0.472	45.49	183.59	0.00	0.00	32.48	53.17
102.494	0.472	45.49	183.24	0.00	0.00	32.42	53.39
102.966	0.472	45.49	182.90	0.00	0.00	32.29	54.72
103.439	0.427	45.49	165.31	0.00	0.00	32.22	54.76
103.866	0.174	42.55	67.23	0.00	0.00	32.16	55.20
104.040	0.472	42.55	182.50	0.00	0.00	32.16	55.03
104.512	0.058	42.55	22.38	0.00	0.00	32.16	55.12
104.570	0.472	42.55	182.61	0.00	0.00	32.16	55.18
105.042	0.472	42.55	182.69	0.00	0.00	32.22	55.01
105.514	0.196	42.55	75.77	0.00	0.00	32.35	54.37
105.710	0.472	42.55	182.82	0.00	0.00	32.48	52.89
106.182	0.472	42.55	182.91	0.00	0.00	32.68	52.22
106.654	0.046	42.55	17.72	0.00	0.00	32.94	51.17
106.700	0.047	42.55	18.32	0.00	0.00	32.94	51.61
106.747	0.472	52.51	183.07	0.00	0.00	33.01	50.90
107.219	0.472	52.51	182.98	0.00	0.00	33.34	49.87
107.692	0.472	52.51	182.89	0.00	0.00	33.74	47.87
108.164	0.472	52.51	182.80	0.00	0.00	34.14	45.68
108.636	0.472	52.51	182.70	0.00	0.00	34.48	44.31
109.108	0.472	52.51	182.61	0.00	0.00	34.75	43.96
109.580	0.472	52.51	182.52	0.00	0.00	35.08	42.03
110.052	0.472	52.51	182.43	0.00	0.00	35.29	42.02
110.524	0.076	52.51	29.24	0.00	0.00	35.49	41.23
110.600	0.472	52.51	181.41	0.00	0.00	35.56	40.52
111.072	0.472	52.51	179.48	0.00	0.00	35.76	39.89
111.544	0.297	52.51	111.99	0.00	0.00	36.04	38.76
111.841	0.472	56.47	175.92	0.00	0.00	36.17	38.88
112.314	0.472	56.47	173.12	0.00	0.00	36.52	37.33
112.786	0.472	56.47	170.33	0.00	0.00	36.86	35.93
113.258	0.472	56.47	167.54	0.00	0.00	37.14	35.46
113.730	0.400	56.47	139.77	0.00	0.00	37.49	34.05
114.130	0.472	56.47	162.59	0.00	0.00	37.70	33.92
114.602	0.472	56.47	160.21	0.00	0.00	37.98	32.84
115.074	0.472	56.47	157.83	0.00	0.00	38.19	32.45
115.546	0.151	56.47	49.85	0.00	0.00	38.40	31.79
115.697	0.472	57.89	154.51	0.00	0.00	38.47	31.59
116.169	0.472	57.89	151.78	0.00	0.00	38.68	31.03
116.641	0.472	57.89	149.04	0.00	0.00	38.97	30.02
117.113	0.472	57.89	146.30	0.00	0.00	39.25	29.28
117.586	0.472	57.89	143.57	0.00	0.00	39.54	28.84
118.058	0.472	57.89	140.83	0.00	0.00	39.90	27.93
118.530	0.472	57.89	138.09	0.00	0.00	40.34	26.62
119.002	0.472	57.89	135.36	0.00	0.00	40.77	25.71
119.474	0.204	57.89	57.68	0.00	0.00	41.21	25.05
119.678	0.472	62.68	130.71	0.00	0.00	41.51	24.02
120.150	0.472	62.68	126.53	0.00	0.00	42.03	23.19
120.622	0.472	62.68	122.34	0.00	0.00	42.63	21.99
121.095	0.425	62.68	106.64	0.00	0.00	43.23	20.92
121.520	0.472	62.68	113.24	0.00	0.00	43.77	20.18
121.992	0.472	62.68	106.77	0.00	0.00	44.46	18.82
122.464	0.472	62.68	100.30	0.00	0.00	45.17	17.65
122.936	0.472	62.68	93.83	0.00	0.00	45.88	16.61
123.409	0.111	62.68	21.20	0.00	0.00	46.60	15.62
123.520	0.472	65.25	85.33	0.00	0.00	46.76	15.57
123.992	0.472	65.25	77.87	0.00	0.00	47.66	14.19
124.464	0.472	65.25	70.42	0.00	0.00	48.49	13.55
124.936	0.472	65.25	62.96	0.00	0.00	49.50	12.30
125.408	0.472	65.25	55.50	0.00	0.00	50.53	11.29
125.881	0.472	65.25	48.04	0.00	0.00	51.68	10.32
126.353	0.472	65.25	40.58	0.00	0.00	53.13	9.07
126.825	0.016	65.25	1.25	0.00	0.00	54.26	8.51

126.841	0.472	65.77	32.75	0.00	0.00	54.35	8.31
127.313	0.472	65.77	25.07	0.00	0.00	55.70	7.57
127.785	0.472	65.77	17.39	0.00	0.00	57.62	6.59
128.257	0.470	65.77	9.69	0.00	0.00	60.53	5.56
128.728	0.472	53.29	3.92	0.00	0.00	61.79	5.31

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
w(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

qPATH	X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_p-
)	(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)
71.271	0.000	145.309	0.370	0.000000000E+000	0.000000000E+000	0.000000000E+000	7.010415741E+001	0.033	50.000	1.263
71.743	0.142	145.484	0.370	3.0752410311E+001	3.2663407518E-001	6.0166241247E+001	0.033	50.000	1.267	
72.216	0.284	145.659	0.404	5.6812812631E+001	1.4332343073E+000	5.9066692164E+001	0.036	50.000	1.237	
72.688	0.426	145.835	0.409	8.6526958381E+001	5.3010859370E+000	6.4368031239E+001	0.051	50.000	1.306	
73.160	0.568	146.010	0.402	1.1759322408E+002	1.1676557027E+001	7.5390737379E+001	0.070	50.000	1.376	
73.632	0.710	146.185	0.436	1.5771574820E+002	2.3806600503E+001	1.0748140718E+002	0.091	46.112	1.430	
73.710	0.808	146.285	0.523	1.6639802639E+002	2.6882270686E+001	1.1159992115E+002	0.095	43.102	1.438	
74.182	1.023	146.532	0.505	2.2022340122E+002	4.8060355338E+001	1.0431066908E+002	0.119	30.249	1.473	
74.654	1.219	146.761	0.474	2.6489483082E+002	7.0185958422E+001	8.9147482438E+001	0.142	22.923	1.486	
75.126	1.406	146.980	0.466	3.0440215514E+002	9.1921737137E+001	8.2622635711E+001	0.174	8.375	1.493	
75.599	1.594	147.201	0.468	3.4291240719E+002	1.1498855836E+002	8.0876747344E+001	0.217	3.230	1.495	
75.600	1.595	147.201	0.502	3.4303146265E+002	1.1506580333E+002	8.0872497387E+001	0.217	3.228	1.495	
76.072	1.799	147.439	0.503	3.8089671019E+002	1.4205498478E+002	8.0192754944E+001	0.262	2.907	1.484	
76.072	1.810	147.451	0.570	3.8269774353E+002	1.4345187053E+002	8.0167548363E+001	0.264	2.896	1.483	
76.567	1.838	147.720	0.624	4.2030045155E+002	1.7594334341E+002	8.2041793459E+001	0.305	2.710	1.459	
77.039	1.915	148.039	0.693	4.6099415981E+002	2.1629645334E+002	8.4822481975E+001	0.348	2.527	1.422	
77.480	2.003	148.353	0.749	4.9784838461E+002	2.5772316875E+002	8.4600606269E+001	0.386	2.356	1.380	
77.952	2.132	148.724	0.814	5.3832522378E+002	3.0832986783E+002	8.6959474654E+001	0.427	2.161	1.327	
78.424	2.288	149.122	0.865	5.7996108166E+002	3.6382094058E+002	8.8985980337E+001	0.471	1.957	1.271	
78.896	2.466	149.541	0.885	6.2235147709E+002	4.2275798656E+002	8.8232143046E+001	0.521	1.754	1.213	
79.369	2.641	149.958	0.859	6.6327551359E+002	4.8149395360E+002	8.3480865011E+001	0.570	1.572	1.161	
79.841	2.793	150.352	0.831	7.0117944845E+002	5.3641555800E+002	7.9358706090E+001	0.611	1.429	1.118	
80.140	2.887	150.599	0.809	7.2474849341E+002	5.7005375742E+002	7.6993880935E+001	0.633	1.357	1.095	
80.612	3.018	150.976	0.800	7.5977409361E+002	6.1969180097E+002	7.2276656708E+001	0.661	1.270	1.065	
81.084	3.151	151.354	0.800	7.9299673478E+002	6.6651937160E+002	6.7022419685E+001	0.685	1.209	1.040	
81.290	3.208	151.518	0.827	8.0649470872E+002	6.8550788534E+002	6.5129123893E+001	0.693	1.191	1.031	
81.662	3.356	151.911	0.851	8.3677352440E+002	7.2818692889E+002	6.1838390521E+001	0.710	1.161	1.014	
82.234	3.520	152.321	0.938	8.6488647163E+002	7.6829792863E+002	5.7743409710E+001	0.724	1.146	0.999	
82.706	3.750	152.797	1.020	8.9129854355E+002	8.0773899886E+002	5.1968945833E+001	0.737	1.144	0.987	
83.060	3.933	153.164	1.061	9.0862274466E+002	8.3480056755E+002	4.5975641046E+001	0.745	1.148	0.980	
83.346	4.095	153.475	1.079	9.2106316614E+002	8.5545960304E+002	3.9509487651E+001	0.752	1.153	0.975	
83.818	4.133	153.982	1.120	9.3657484263E+002	8.8440701293E+002	2.8986185933E+001	0.761	1.163	0.968	
84.240	4.209	154.477	1.193	9.4735067710E+002	9.0773875258E+002	2.2362169022E+001	0.768	1.170	0.963	
84.712	4.311	155.048	1.173	9.5623704963E+002	9.3037967569E+002	1.4486781401E+001	0.775	1.175	0.959	
85.184	4.379	155.585	1.131	9.6103002253E+002	9.471965928E+002	7.8312605628E+001	0.780	1.173	0.956	
85.656	4.441	156.116	1.139	9.6363182666E+002	9.6062175963E+002	3.6659757534E+001	0.783	1.166	0.954	
85.890	4.482	156.388	1.140	9.6427498660E+002	9.6251564888E+002	1.9462795651E+001	0.784	1.159	0.953	
86.069	4.502	156.656	1.150	9.6451292373E+002	9.6399489012E+002	9.3738514306E+001	0.784	1.154	0.953	
86.541	4.565	157.137	1.185	9.6450570267E+002	9.7859219001E+002	-8.5861134916E-001	0.783	1.134	0.952	
87.014	4.644	157.705	1.185	9.6370216998E+002	9.8479211238E+002	-1.8914335688E+000	0.780	1.107	0.951	
87.486	4.706	158.256	1.161	9.6271969013E+002	9.8930881911E+002	-2.1381320447E+000	0.775	1.078	0.951	
87.530	4.709	158.305	1.155	9.6262478498E+002	9.8964034511E+002	-2.1762087681E+000	0.775	1.076	0.950	
88.002	4.769	158.853	1.192	9.6143262922E+002	9.9275316141E+002	-2.8159524382E+000	0.768	1.046	0.950	
88.447	4.854	159.397	1.290	9.6005943984E+002	9.9496739431E+002	-3.4934647978E+000	0.760	1.017	0.949	
88.919	5.019	160.035	1.362	9.5820759408E+002	9.9667796702E+002	-4.1867011768E+000	0.749	0.984	0.948	
89.140	5.105	160.342	1.322	9.5725361775E+002	9.9728609667E+002	-4.2970128122E+000	0.744	0.969	0.947	
89.612	5.243	160.952	1.247	9.5523858069E+002	9.9804576692E+002	-4.3030670443E+000	0.733	0.941	0.946	
90.084	5.340	161.520	1.205	9.5319038666E+002	9.9816313320E+002	-4.5662893086E+000	0.723	0.918	0.944	
90.210	5.366	161.672	1.232	9.5260860118E+002	9.9810040541E+002	-4.7041525586E+000	0.720	0.912	0.943	
90.182	5.490	162.269	1.268	9.5025090944E+002	9.9769212301E+002	-5.1238933775E+000	0.708	0.891	0.941	
91.554	5.620	162.870	1.200	9.4777029338E+002	9.9696537505E+002	-5.0381317078E+000	0.697	0.872	0.938	
91.626	5.680	163.402	1.110	9.4549358329E+002	9.9603635984E+002	-4.6791765467E+000	0.687	0.858	0.936	
91.870	5.699	163.664	1.075	9.4437169238E+002	9.9550786099E+002	-4.5354233590E+000	0.682	0.852	0.934	
91.974	5.707	163.776	1.143	9.4390174589E+002	9.9527824662E+002	-4.5604788969E+000	0.680	0.850	0.934	
92.446	5.804	164.323	1.125	9.4163103325E+002	9.9395967562E+002	-4.6639091726E+000	0.670	0.839	0.932	
92.919	5.868	164.838	1.082	9.3949778459E+002	9.9256103797E+002	-4.4981679757E+000	0.661	0.831	0.929	
93.391	5.925	165.345	1.071	9.3738357539E+002	9.9105356354E+002	-4.4784804080E+000	0.652	0.825	0.927	
93.520	5.939	165.483	1.028	9.3680449893E+002	9.9062315301E+002	-4.4432233050E+000	0.650	0.823	0.927	
93.992	5.970	165.963	1.023	9.3476771856E+002	9.898363684E+002	-4.4792059231E+000	0.641	0.819	0.926	
94.097	5.979	166.072	1.027	9.3429619477E+002	9.8857543732E+002	-4.5051028290E+000	0.640	0.818	0.925	
94.569	6.018	166.535	1.058	9.3219190770E+002	9.866534690E+002	-4.7241052254E+000	0.632	0.815	0.924	
95.041	6.090	167.071	1.103	9.2983539721E+002	9.848712056E+002	-5.2370679738E+000	0.623	0.812	0.924	
95.513	6.172	167.597	1.083	9.2724673321E+002	9.8148650371E+002	-5.2114466325E+000	0.615	0.811	0.923	
95.620	6.173	167.698	1.020	9.2669541005E+002	9.8085832385E+002	-5.3199333026E+000	0.614	0.810	0.923	
96.092	6.218	168.187	1.066	9.2382963713E+002	9.7751422682E+002	-6.6726771547E+000	0.607	0.810	0.923	
96.564	6.292	168.705	1.129	9.2039464156E+002	9.7339462496E+002	-8.0307407589E+000	0.600	0.810	0.923	
97.020	6.393	169.235	1.161	9.1640250532E+002	9.6855277416E+002	-9.5838838120E+000	0.594	0.810	0.924	
97.492	6.497	169.782	1.196	9.1147455138E+002	9.6261608718E+002	-1.2077505155E+001	0.588	0.811	0.925	
97.964	6.634	170.364	1.297	9.0499815259E+002	9.5515780148E+002	-1.6000087070E+001	0.581	0.812	0.926	
98.353	6.804	170.899	1.326	8.9804572020E+002	9.4756882710E+002	-1.8000055650E+001	0.576	0.813	0.927	
98.825	6.930	171.505	1.221	8.9478544855E+002	9.3855452252E+002	-1.8000430472E+001	0.571	0.815	0.928	
99.297	6.997	172.052	1.081	8.8104856262E+002	9.300369507E+002	-1.7393575750E+001	0.566	0.816	0.930	
99.769	6.990	172.526	0.962	8.7305442200E+002	9.2231278191E+002	-1.6685875056E+001	0.562	0.818	0.931	
100.242	6.944	172.960	0.903	8.6529269232E+002	9.1508151330E+002	-1.6549308461E+001	0.559	0.819	0.932	
100.714	6.883	173.379	0.872	8.5742750662E+002	9.0800410263E+002	-1.6216447912E+001	0.556	0.820	0.933	
100.890	6.850	173.526	0.857	8.5459862997E+002	9.0550385615E+002	-1.6263367486E+001	0.554	0.820	0.933	
101.270	6.794	173.855	0.866	8.4824479365E+002	8.998790755E+002	-1.6542112187E+001	0.552	0.821	0.934	
101.320	6.785	173.898	0.854	8.4741886245E+002	8.9914888440E+002	-1.6521435068E+001	0.551	0.822	0.934	
101.370	6.777	173.941	0.853	8.4659265015E+002	8.9841829662E+002	-1.6524389091E+001	0.551	0.822	0.934	
101.550										

110.052	6.732	183.388	1.321	6.2230055696E+002	6.5888673028E+002	-4.9306453987E+001	0.511	0.885	0.952
110.524	6.701	183.973	1.218	6.0031408020E+002	6.3565840911E+002	-4.1968167845E+001	0.508	0.892	0.955
110.600	6.685	184.055	1.128	5.9719304213E+002	6.3232348262E+002	-4.1545894044E+001	0.507	0.893	0.955
111.072	6.605	184.591	1.139	5.7664942204E+002	6.1034064110E+002	-4.3932631162E+001	0.503	0.901	0.958
111.544	6.530	185.131	1.160	5.570904228E+002	5.8789027153E+002	-4.525161364E+001	0.500	0.909	0.961
111.841	6.494	185.483	1.220	5.419605647E+002	5.7316113002E+002	-4.7220903383E+001	0.497	0.914	0.963
112.314	6.368	186.069	1.283	5.1894763094E+002	5.4859467215E+002	-5.0312560586E+001	0.492	0.924	0.966
112.786	6.281	186.695	1.337	4.9445222756E+002	5.2240509721E+002	-5.2204276553E+001	0.487	0.934	0.970
113.258	6.206	187.332	1.363	4.6965301455E+002	4.9582173356E+002	-5.2729618453E+001	0.481	0.945	0.975
113.730	6.143	187.982	1.390	4.4466154975E+002	4.6891087830E+002	-5.3090372247E+001	0.474	0.956	0.980
114.130	6.102	188.544	1.345	4.2337065552E+002	4.4588884941E+002	-5.0733463042E+001	0.468	0.966	0.984
114.602	6.000	189.155	1.297	4.0080530971E+002	4.2135713588E+002	-4.7326329908E+001	0.461	0.976	0.989
115.074	5.902	189.769	1.271	3.7868210829E+002	3.9721895438E+002	-4.5145431321E+001	0.452	0.987	0.995
115.546	5.776	190.356	1.247	3.5817610640E+002	3.7469518930E+002	-4.3172347266E+001	0.444	0.997	1.000
115.697	5.738	190.546	1.268	3.5168636032E+002	3.6751475669E+002	-4.2966396568E+001	0.440	1.001	1.002
116.169	5.586	191.146	1.327	3.3158240597E+002	3.451710826E+002	-4.3661876941E+001	0.430	1.012	1.008
116.641	5.487	191.799	1.395	3.1045802393E+002	3.2132362816E+002	-4.4493627759E+001	0.419	1.025	1.015
117.113	5.398	192.462	1.418	2.8956867726E+002	2.9752529101E+002	-4.4050399843E+001	0.406	1.040	1.022
117.586	5.322	193.138	1.438	2.6886281936E+002	2.7375635865E+002	-4.3449173341E+001	0.393	1.056	1.030
118.058	5.252	193.820	1.454	2.4854118921E+002	2.5028978695E+002	-4.2777274455E+001	0.379	1.074	1.038
118.530	5.191	194.511	1.472	2.2846978120E+002	2.2707812742E+002	-4.2299772165E+001	0.364	1.093	1.047
119.002	5.138	195.211	1.442	2.0859903925E+002	2.0418567157E+002	-4.0463004636E+001	0.349	1.114	1.057
119.474	5.048	195.873	1.411	1.9026202461E+002	1.8328092741E+002	-3.8921839409E+001	0.333	1.136	1.067
119.678	5.015	196.165	1.450	1.8230890134E+002	1.7434602163E+002	-3.8961436490E+001	0.327	1.146	1.071
120.150	4.789	196.854	1.498	1.6390995557E+002	1.5413533918E+002	-3.9432040373E+001	0.309	1.170	1.082
120.622	4.601	197.580	1.534	1.4507464713E+002	1.3386955030E+002	-3.9217730702E+001	0.290	1.198	1.094
121.095	4.410	198.302	1.520	1.2687806625E+002	1.1468590297E+002	-3.7562517186E+001	0.271	1.226	1.107
121.520	4.238	198.944	1.512	1.1127436976E+002	9.8589749441E+001	-3.6022263526E+001	0.254	1.252	1.119
121.992	4.029	199.659	1.513	9.461209973E+001	8.1787127124E+001	-3.4265819925E+001	0.235	1.282	1.133
122.464	3.829	200.373	1.511	7.8918391279E+001	6.6386677134E+001	-3.2067101855E+001	0.215	1.313	1.148
122.936	3.628	201.086	1.489	6.4332285453E+001	5.2500695791E+001	-2.8845039042E+001	0.194	1.347	1.164
123.409	3.407	201.779	1.490	5.1681060768E+001	4.0963115423E+001	-2.5893079272E+001	0.166	1.382	1.180
123.520	3.368	201.956	1.564	4.8819969175E+001	3.8475963085E+001	-2.5273008529E+001	0.158	1.392	1.185
123.992	3.080	202.692	1.562	3.7702099443E+001	2.9162529700E+001	-2.2154643650E+001	0.126	1.435	1.205
124.464	2.794	203.430	1.568	2.7900137846E+001	2.1410088983E+001	-1.9328512237E+001	0.102	1.483	1.226
124.936	2.511	204.172	1.564	1.9450882127E+001	1.5119025042E+001	-1.6290264470E+001	0.083	1.539	1.249
125.408	2.222	204.907	1.560	1.2517828367E+001	1.0296315791E+001	-1.4178398359E+001	0.069	1.598	1.273
125.881	1.936	205.645	1.644	6.0627316839E+000	6.0233585628E+000	-1.3682573056E+001	0.058	1.661	1.299
126.353	1.726	206.460	1.568	-4.0213211628E-001	-2.1443402956E+000	-1.0450138490E+001	0.048	1.732	1.327
126.825	1.367	207.125	1.405	-3.8049573670E+000	-4.4025961500E-001	-5.1290881089E+000	0.041	1.804	1.354
126.841	1.354	207.146	1.357	-3.8863363481E+000	-4.0303618835E-001	-5.001098983E+000	0.040	1.806	1.355
127.313	0.946	207.787	1.456	-5.4554037672E+000	-2.3196631433E-001	-1.9426211820E+000	0.036	1.897	1.387
127.785	0.631	208.521	1.748	-5.7206834992E+000	-2.8867547507E-001	-8.4960228278E-001	0.033	2.091	1.451
128.257	0.498	209.438	1.780	-4.6531549559E+000	-1.2824074836E-001	-3.3197066104E+000	0.033	2.421	1.554
128.728	0.214	210.199	1.780	-2.5956747576E+000	-2.7881427011E-002	4.9349966613E+000	0.033	2.421	1.837

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x) (kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x) (kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio Zhu et al.(2003)
FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_p-qPATH(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by p-qPATH Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dI (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
71.271	0.472	0.473	3.937	-94.359	-44.655	109.314	51.733
71.743	0.472	0.473	3.937	0.840	0.398	28.453	13.465
72.216	0.472	0.473	3.937	1.400	0.663	45.372	21.472
72.688	0.472	0.473	3.937	1.960	0.928	59.465	28.142
73.160	0.472	0.473	3.937	2.520	1.193	79.292	37.525
73.632	0.078	0.078	3.937	2.847	0.223	94.930	7.429
73.710	0.472	0.473	3.937	3.278	1.551	105.442	49.900
74.182	0.472	0.473	3.937	4.049	1.916	115.813	54.808
74.654	0.472	0.473	3.937	4.819	2.281	123.626	58.506
75.126	0.472	0.473	3.937	5.589	2.645	134.375	63.593
75.599	0.001	0.001	3.937	5.976	0.009	140.915	0.208
75.600	0.472	0.473	3.937	6.364	3.012	149.293	70.653
76.072	0.022	0.023	3.937	6.770	0.152	156.810	3.531
76.095	0.472	0.530	27.104	41.687	22.110	113.225	60.052
76.567	0.472	0.530	27.104	44.663	23.688	120.945	64.147
77.039	0.441	0.496	27.104	47.542	23.560	126.537	62.707
77.480	0.472	0.530	27.104	50.388	26.725	133.036	70.559
77.952	0.472	0.530	27.104	53.301	28.269	138.470	73.441
78.424	0.472	0.530	27.104	56.213	29.814	143.452	76.084
78.896	0.472	0.530	27.104	59.125	31.359	146.170	77.525
79.369	0.472	0.530	27.104	62.038	32.904	148.159	78.580
79.841	0.299	0.336	27.104	64.417	21.651	149.705	50.318
80.140	0.472	0.532	27.492	67.427	35.887	149.916	79.791
80.612	0.472	0.532	27.492	70.336	37.435	152.609	81.224
81.084	0.206	0.232	27.492	72.425	16.809	154.196	35.786
81.290	0.472	0.532	27.492	75.216	40.033	157.062	83.594
81.762	0.472	0.532	27.492	79.531	42.329	162.345	86.406
82.234	0.472	0.532	27.492	83.845	44.626	167.740	89.277
82.706	0.354	0.399	27.492	87.618	34.926	172.014	68.568
83.060	0.286	0.322	27.492	90.540	29.164	175.802	56.629
83.346	0.472	0.665	44.799	113.715	75.662	114.203	75.987
83.818	0.422	0.595	44.799	116.696	69.422	116.694	69.421
84.240	0.472	0.665	44.799	119.274	79.361	119.568	79.557
84.712	0.472	0.665	44.799	121.616	80.919	122.890	81.767
85.184	0.472	0.665	44.799	123.958	82.478	125.727	83.655
85.656	0.234	0.329	44.799	125.708	41.385	127.932	42.117
85.890	0.179	0.253	44.799	126.740	32.030	129.034	32.610
86.069	0.472	0.679	45.974	128.220	87.106	126.208	85.739
86.541	0.472	0.679	45.974	130.416	88.597	129.078	87.689
87.014	0.472	0.679	45.974	132.611	90.089	131.011	89.002
87.486	0.044	0.064	45.974	133.812	8.525	131.774	8.395
87.530	0.472	0.679	45.974	135.772	92.236	133.084	90.410
88.002	0.444	0.639	45.974	139.378	89.130	135.902	86.907
88.447	0.472	0.667	44.983	143.146	95.549	142.181	94.905
88.919	0.221	0.313	44.983	145.992	45.678	144.664	45.263
89.140	0.472	0.667	44.983	148.850	99.357	147.059	98.161
89.612	0.472	0.667	44.983	152.752	101.961	149.656	99.894
90.084	0.126	0.178	44.983	155.222	27.593	151.354	26.905

90.210	0.472	0.667	44.983	156.877	104.715	152.687	101.918
90.682	0.472	0.667	44.983	159.150	106.231	154.196	102.925
91.154	0.472	0.667	44.983	161.422	107.748	155.704	103.931
91.626	0.244	0.344	44.983	163.144	56.188	157.171	54.130
91.870	0.104	0.147	44.983	163.986	24.182	157.454	23.219
91.974	0.472	0.652	43.640	165.315	107.851	164.038	107.018
92.446	0.472	0.652	43.640	167.830	109.493	166.039	108.324
92.919	0.472	0.652	43.640	170.346	111.134	167.396	109.209
93.391	0.129	0.179	43.640	171.948	30.721	168.221	30.055
93.520	0.472	0.652	43.640	173.357	113.098	169.553	110.616
93.992	0.104	0.144	43.640	174.656	25.200	170.433	24.591
94.097	0.472	0.648	43.231	175.848	113.949	173.466	112.406
94.569	0.472	0.648	43.231	178.035	115.366	175.173	113.511
95.041	0.472	0.648	43.231	180.222	116.783	176.039	114.072
95.513	0.107	0.147	43.231	181.563	26.677	177.398	26.066
95.620	0.472	0.648	43.231	182.905	118.521	178.283	115.527
96.092	0.472	0.648	43.231	185.091	119.939	180.070	116.685
96.564	0.456	0.625	43.231	187.240	117.117	182.090	113.896
97.020	0.472	0.648	43.231	188.760	122.315	183.004	118.586
97.492	0.472	0.648	43.231	189.687	122.917	184.119	119.308
97.964	0.389	0.534	43.231	190.533	101.683	185.671	99.088
98.353	0.472	0.673	45.487	191.544	128.995	176.550	118.897
98.825	0.472	0.673	45.487	192.128	129.388	177.285	119.392
99.297	0.472	0.673	45.487	192.711	129.781	176.843	119.095
99.769	0.472	0.673	45.487	193.295	130.174	177.385	119.460
100.242	0.472	0.673	45.487	193.878	130.567	177.966	119.851
100.714	0.176	0.251	45.487	194.279	48.839	178.051	44.760
100.890	0.380	0.542	45.487	194.642	105.502	178.326	96.658
101.270	0.050	0.071	45.487	194.987	13.906	178.163	12.707
101.320	0.050	0.071	45.487	195.074	13.913	178.160	12.706
101.370	0.180	0.257	45.487	195.007	50.068	178.066	45.719
101.550	0.472	0.673	45.487	194.763	131.162	177.693	119.667
102.022	0.472	0.673	45.487	194.398	130.917	177.845	119.769
102.494	0.472	0.673	45.487	194.032	130.671	177.579	119.590
102.966	0.472	0.673	45.487	193.667	130.425	178.436	120.167
103.439	0.427	0.610	45.487	193.320	117.879	178.137	108.621
103.866	0.174	0.236	42.554	192.493	45.465	189.882	44.849
104.040	0.472	0.641	42.554	192.564	123.419	189.832	121.668
104.512	0.058	0.079	42.554	192.628	15.132	189.723	14.904
104.570	0.472	0.641	42.554	192.680	123.494	189.891	121.706
105.042	0.472	0.641	42.554	192.772	123.552	189.815	121.657
105.514	0.196	0.266	42.554	192.837	51.240	190.050	50.499
105.710	0.472	0.641	42.554	192.904	123.637	189.493	121.451
106.182	0.472	0.641	42.554	192.999	123.698	190.264	121.945
106.654	0.046	0.062	42.554	193.051	11.986	190.877	11.851
106.700	0.047	0.064	42.554	193.137	12.388	191.455	12.280
106.747	0.472	0.776	52.511	187.252	145.261	151.185	117.281
107.219	0.472	0.776	52.511	187.158	145.188	153.077	118.750
107.692	0.472	0.776	52.511	187.064	145.115	153.476	119.059
108.164	0.472	0.776	52.511	186.970	145.042	153.715	119.244
108.636	0.472	0.776	52.511	186.876	144.969	154.352	119.738
109.108	0.472	0.776	52.511	186.783	144.896	155.050	120.279
109.580	0.472	0.776	52.511	186.689	144.824	154.706	120.013
110.052	0.472	0.776	52.511	186.595	144.751	154.234	119.647
110.524	0.076	0.124	52.511	186.540	23.201	152.945	19.023
110.600	0.472	0.776	52.511	185.550	143.940	152.478	118.285
111.072	0.472	0.776	52.511	183.584	142.415	151.652	117.644
111.544	0.297	0.488	52.511	181.982	88.860	150.955	73.710
111.841	0.472	0.855	56.470	171.566	146.645	134.424	114.897
112.314	0.472	0.855	56.470	168.843	144.317	133.249	113.893
112.786	0.472	0.855	56.470	166.120	141.989	131.581	112.468
113.258	0.472	0.855	56.470	163.397	139.662	130.609	111.637
113.730	0.400	0.724	56.470	160.881	116.511	128.925	93.368
114.130	0.472	0.855	56.470	158.567	135.534	126.865	108.437
114.602	0.472	0.855	56.470	156.246	133.550	125.098	106.926
115.074	0.472	0.855	56.470	153.925	131.566	123.260	105.356
115.546	0.151	0.273	56.470	152.395	41.553	122.313	33.351
115.697	0.472	0.888	57.886	147.356	130.870	115.825	102.866
116.169	0.472	0.888	57.886	144.747	128.553	115.151	102.269
116.641	0.472	0.888	57.886	142.137	126.235	113.415	100.726
117.113	0.472	0.888	57.886	139.528	123.918	111.947	99.423
117.586	0.472	0.888	57.886	136.918	121.600	110.625	98.249
118.058	0.472	0.888	57.886	134.309	119.283	108.996	96.802
118.530	0.472	0.888	57.886	131.699	116.965	107.068	95.089
119.002	0.472	0.888	57.886	129.090	114.648	104.783	93.060
119.474	0.204	0.384	57.886	127.221	48.855	103.912	39.904
119.678	0.472	1.029	62.681	112.890	116.135	85.148	87.596
120.150	0.472	1.029	62.681	109.273	112.415	83.469	85.868
120.622	0.472	1.029	62.681	105.657	108.694	80.958	83.286
121.095	0.425	0.927	62.681	102.219	94.748	78.540	72.799
121.520	0.472	1.029	62.681	97.796	100.608	75.939	78.122
121.992	0.472	1.029	62.681	92.208	94.859	72.163	74.237
122.464	0.472	1.029	62.681	86.620	89.110	68.443	70.411
122.936	0.472	1.029	62.681	81.032	83.361	64.458	66.311
123.409	0.111	0.243	62.681	77.578	18.833	62.144	15.086
123.520	0.472	1.128	65.252	68.714	77.497	53.095	59.881
123.992	0.472	1.128	65.252	62.708	70.723	49.009	55.273
124.464	0.472	1.128	65.252	56.701	63.949	45.517	51.335
124.936	0.472	1.128	65.252	50.695	57.174	41.458	46.757
125.408	0.472	1.128	65.252	44.688	50.400	37.832	42.668
125.881	0.472	1.128	65.252	38.682	43.626	34.190	38.560
126.353	0.472	1.128	65.252	32.675	36.852	29.686	33.480
126.825	0.016	0.038	65.252	29.570	1.136	27.768	1.067
126.841	0.472	1.150	65.769	25.964	29.868	24.793	28.521
127.313	0.472	1.150	65.769	19.875	22.863	20.700	23.813
127.785	0.472	1.150	65.769	13.786	15.859	16.336	18.792
128.257	0.470	1.146	65.769	7.708	8.834	11.681	13.387
128.728	0.472	0.790	53.291	3.981	3.144	10.851	8.570

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio

TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
 TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
 TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
 Taus (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

RISULTATI INTERAZIONI CON SISTEMA WIREMESH (Reti in Aderenza) E RINFORZI DI FISSAGGIO
 TABELLA INTERAZIONI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS - Versione 1.0 della tabella -

Nrete (-)	X (m)	Y (m)	T1 (kN/m)	T2 (kN/m)	Delta (°)	alphaMax (-)	Th (kN/m)
1	71.2713	145.3091	180.00	180.00	3.937	0.300	44.894

LEGENDA SIMBOLI

Nrete(-) : Numero Wiremesh
 X(m) : Progressiva intersezione
 Y(m) : Quota intersezione
 T1 (kN/m) : Tensione di Progetto Tirante/chiodo inferiore
 T2 (kN/m) : Tensione di Progetto Tirante/chiodo superiore
 Delta(°) : Angolo pendenza locale superficie scivolamento
 alphaMax(-) : Coefficiente mobilitazione massima tensione limite Wiremesh
 Th(kN/m) : Reazione passiva Wiremesh (componente orizzontale)

Strato 1 -- Parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso roccioso
 stimati secondo criterio di rottura non lineare Hoek et al.(2002)
 CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - Generalizzato secondo Lei et al.(2016)

Fattore di riduzione NTC2018 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO

SigmaN'(kPa)	TauStrength(kPa)	Phi'(deg)	c'(kPa)
25.00	41.66	49.33	12.57
50.00	67.97	43.92	19.82
75.00	90.73	40.55	26.55
100.00	111.23	38.12	32.76
125.00	129.87	36.24	38.24
150.00	147.64	34.68	43.86
175.00	164.68	33.34	49.55
200.00	180.46	32.22	54.41
225.00	196.50	31.18	60.34
250.00	210.46	30.34	64.13
275.00	225.33	29.51	69.68
300.00	238.98	28.80	74.08
325.00	253.09	28.10	79.53
350.00	265.92	27.51	83.65
375.00	278.67	26.95	88.02
400.00	291.26	26.42	92.52
425.00	303.64	25.93	97.02
450.00	315.73	25.47	101.42
475.00	327.47	25.04	105.59
500.00	338.78	24.64	109.43
600.00	383.25	23.22	125.89
700.00	425.02	22.05	141.54
800.00	464.38	21.06	156.27
900.00	502.48	20.21	171.25
1000.00	538.31	19.47	184.79
1100.00	572.40	18.82	197.41
1200.00	605.71	18.24	210.23
1300.00	639.60	17.69	225.04
1400.00	670.01	17.22	236.03
1500.00	700.20	16.79	247.67
2000.00	842.89	15.03	305.83
2500.00	971.67	13.77	359.19
3000.00	1089.76	12.80	408.28
3500.00	1198.51	12.03	452.49
4000.00	1301.48	11.40	495.23

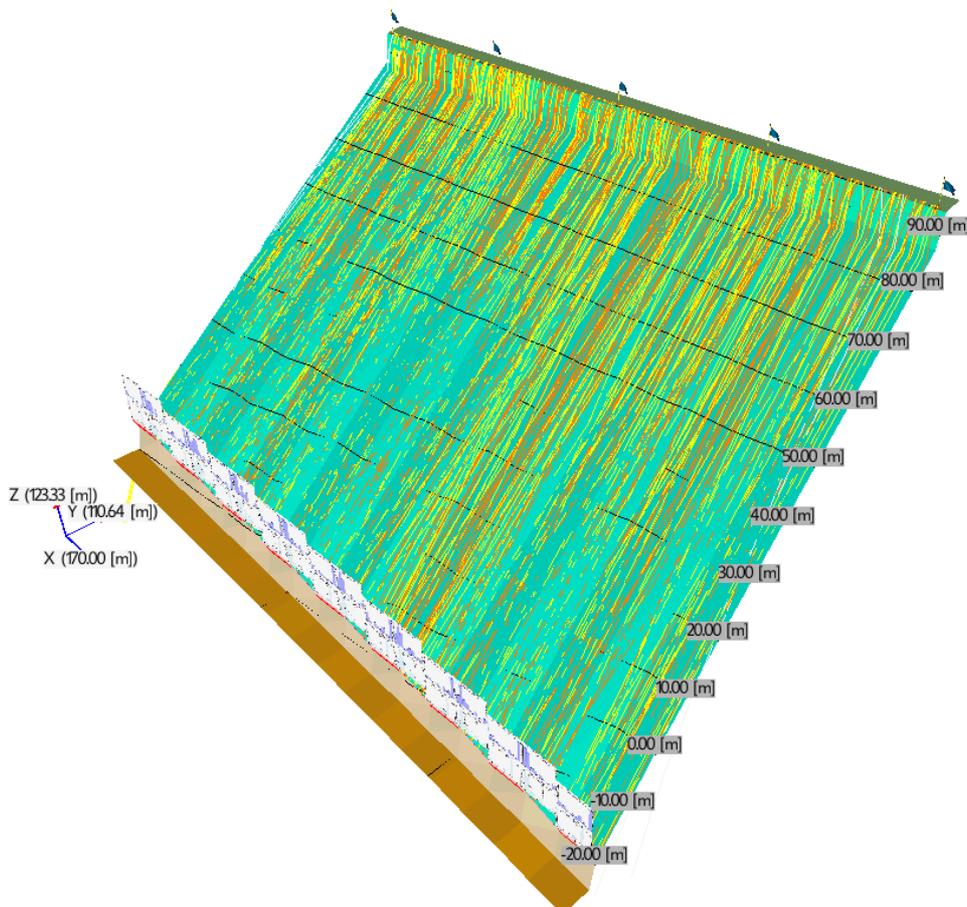
4.3 ANALISI CADUTA MASSI

Per eseguire l'analisi di caduta massi è stato utilizzato il metodo "Lumped Mass Ibrido".

Di seguito sono elencate le ipotesi utilizzate dal modello. Il masso è schematizzato come un punto materiale, ignorando aspetti collegati alla forma e orientamento dei blocchi all'istante dell'impatto con la superficie del pendio. Il fenomeno d'impatto è schematizzato con riferimento ai coefficienti di restituzione dell'energia, che rappresentano completamente le caratteristiche dell'impatto. Tali coefficienti sono considerati distintamente nella componente normale e tangenziale. Il fenomeno di rotoscivolamento è schematizzato con riferimento al coefficiente di attrito volvente dei terreni sul pendio. Il calcolo delle velocità post-impatto è eseguito con modello CRSP basato sulla conservazione dell'energia. L'effetto della parte aerea della vegetazione, se presente, è rappresentato da una resistenza viscosa lineare equivalente. La forza resistente risultante è applicata al centro di massa di ciascun blocco. La geometria del versante è rappresentata da una maglia di triangoli. L'analisi del rimbalzo e del roto-scivolamento su ciascun triangolo è eseguita con riferimento al piano che lo contiene; è però possibile definire un valore di rugosità del terreno (altezza media delle asperità), che influisce sull'angolo di rimbalzo, secondo le dimensioni del blocco. L'analisi delle varie fasi del moto (rimbalzo - volo - rotoscivolamento) prosegue fino all'arresto del blocco, che avviene quando l'energia traslazionale è inferiore a $1E-06$ [kJ] o la velocità traslazionale è inferiore a 0.005 [m/s].

Nella necessità di schematizzare un fenomeno complesso, considerando l'aleatorietà dei parametri che governano l'analisi (topografia, interazione blocco-terreno, condizioni iniziali ...), si utilizza un modello statistico. Ad alcuni parametri, tra cui le dimensioni del blocco, la velocità iniziale, i coefficienti di restituzione, l'angolo d'attrito, la scabrezza ed altri, si può associare una distribuzione normale, definita dal valor medio m e dallo scarto quadratico medio (o deviazione standard) s ; nel caso in cui si assegni uno scarto nullo, il parametro avrà natura deterministica. Ad ogni evento lungo il percorso di un blocco, viene valutato un nuovo valore casuale.

4.3.1 ZONA BARRIERA DA 500 kJ.



4.3.2 Tipi terreno.

I terreni sono caratterizzati dai coefficienti di restituzione e dall'angolo di attrito. Il loro valore è definito dalla coppia di parametri valor medio e scarto quadratico medio (o deviazione standard); lo scarto s può essere nullo. La rugosità del terreno è definita dal parametro di scabrezza, misura lineare (altezza) della massima asperità. La distribuzione di questo parametro è uniforme tra zero ed il valore massimo definito.

descr. terreno	Rn	Rn-s	Rt	Rt-s	Mu	Mu-s	S [m]
Roccia in posto	0.4	0	0.87	0	0	0	0
Affioramenti di roccia con detrito	0.38	0	0.85	0	0	0	0
Strada asfaltata	0.35	0	0.9	0	0	0	0
detrito vegetato ad arbusti	0.3	0	0.6	0	0	0	0

4.3.3 Tipi vegetazione aerea.

Le foreste sono caratterizzate dall'altezza "efficace" rispetto al suolo e dalla viscosità lineare equivalente. Il loro valore è definito dalla coppia di parametri valor medio e scarto quadratico medio (o deviazione standard); lo scarto s può essere nullo. A favore di sicurezza si è considerata l'area boschiva priva di vegetazione.

descr. vegetazione aerea	altezza [m]	H-s[m]	Mu _x [kN*s/m ²]	Mu _x -s [kN*s/m ²]	Mu _y [kN*s/m ²]	Mu _y -s [kN*s/m ²]	Mu _z [kN*s/m ²]	Mu _z -s [kN*s/m ²]
Assenza di vegetazione	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3.4 Zone di distacco.

Nel modello sono state definite 4 zone di distacco, con le seguenti caratteristiche.

Zona di distacco "Zona 1 - A":

- linea di distacco
- coord. $X_1 = 2$ [m]
- coord. $Y_1 = 104$ [m]
- coord. $Z_1 = 95$ [m]
- coord. $X_2 = 42.5$ [m]
- coord. $Y_2 = 104$ [m]
- coord. $Z_2 = 95$ [m]
- n° massi generati = 100
- peso di volume = 25 [kN/m³]
- diametro = 1 [m] (s = 0 [m])
- velocità iniziali :
 - lungo X = 0 [m/s] (s = 1 [m/s])
 - lungo Y = -2 [m/s] (s = 0 [m/s])
 - lungo Z = 0 [m/s] (s = 0 [m/s])

Zona di distacco "Zona 4 - A":

- linea di distacco
- coord. $X_1 = 127.5$ [m]
- coord. $Y_1 = 104$ [m]
- coord. $Z_1 = 95$ [m]
- coord. $X_2 = 168$ [m]
- coord. $Y_2 = 104$ [m]
- coord. $Z_2 = 95$ [m]
- n° massi generati = 100
- peso di volume = 25 [kN/m³]
- diametro = 1 [m] (s = 0 [m])
- velocità iniziali :
 - lungo X = 0 [m/s] (s = 1 [m/s])
 - lungo Y = -2 [m/s] (s = 0 [m/s])
 - lungo Z = 0 [m/s] (s = 0 [m/s])

Zona di distacco "Zona2 - A":

- linea di distacco
- coord. $X_1 = 42.5$ [m]
- coord. $Y_1 = 104$ [m]
- coord. $Z_1 = 95$ [m]
- coord. $X_2 = 85$ [m]
- coord. $Y_2 = 104$ [m]

- coord. $Z_2 = 95$ [m]
- n° massi generati = 100
- peso di volume = 25 [kN/m³]
- diametro = 1 [m] ($s = 0$ [m])
- velocità iniziali :
 - lungo $X = 0$ [m/s] ($s = 1$ [m/s])
 - lungo $Y = -2$ [m/s] ($s = 0$ [m/s])
 - lungo $Z = 0$ [m/s] ($s = 0$ [m/s])

Zona di distacco "Zona3 - A":

- linea di distacco
- coord. $X_1 = 85$ [m]
- coord. $Y_1 = 104$ [m]
- coord. $Z_1 = 95$ [m]
- coord. $X_2 = 127.5$ [m]
- coord. $Y_2 = 104$ [m]
- coord. $Z_2 = 95$ [m]
- n° massi generati = 100
- peso di volume = 25 [kN/m³]
- diametro = 1 [m] ($s = 0$ [m])
- velocità iniziali :
 - lungo $X = 0$ [m/s] ($s = 1$ [m/s])
 - lungo $Y = -2$ [m/s] ($s = 0$ [m/s])
 - lungo $Z = 0$ [m/s] ($s = 0$ [m/s])

4.3.5 Barriere.

Nel modello è stata definita una sola barriera, con le seguenti caratteristiche.

Barriera "Barriera 1 - A":

La barriera ha 18 montanti:

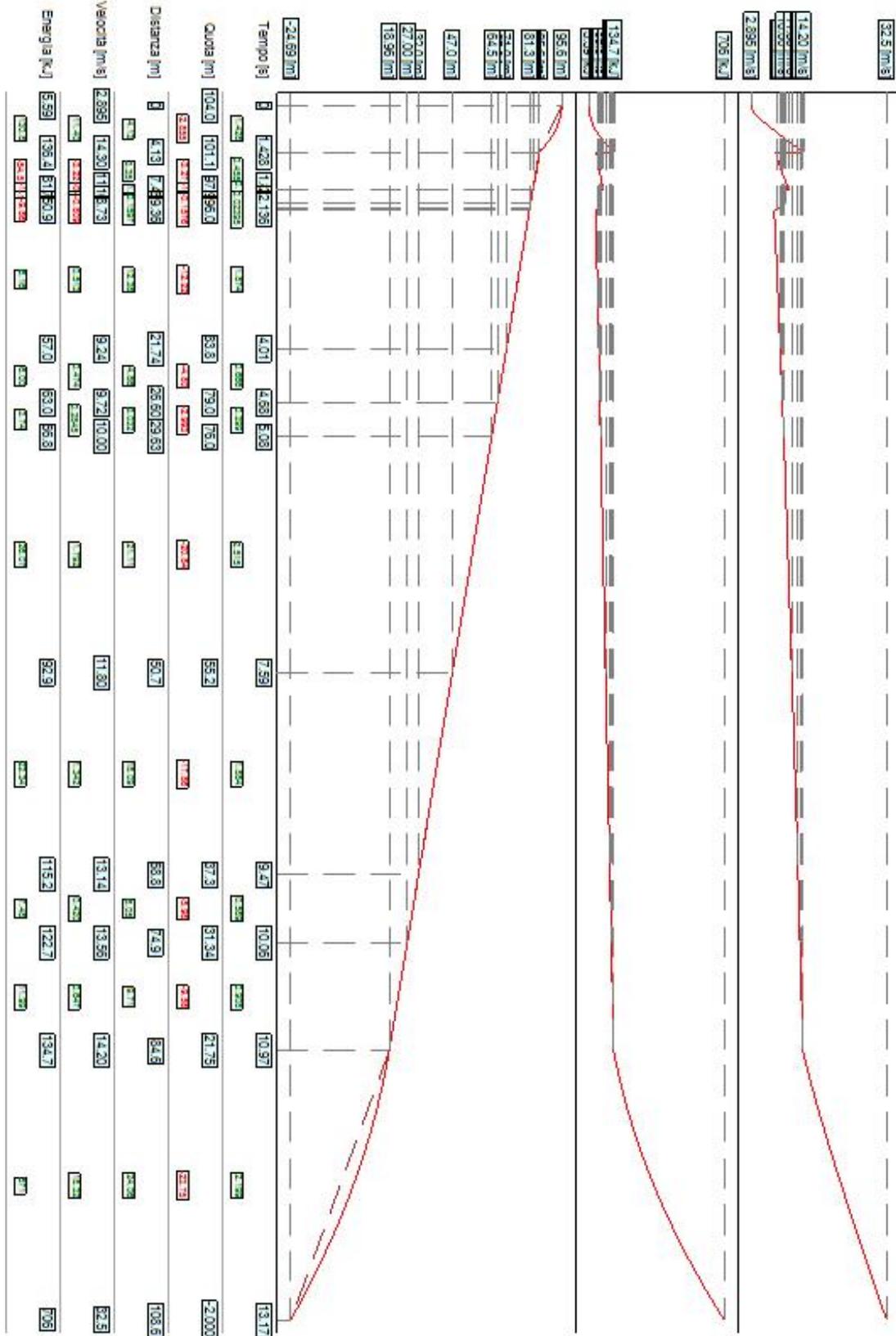
n.	x[m]	y[m]	z[m]	H[m]
1	0	7.5	7	4
2	10	7.5	7	4
3	20	7.5	4.122	4
4	30	7.5	4.122	4
5	40	7.5	1.1552	4
6	50	7.5	1.1552	4
7	60	7.5	-1.9063	4
8	70	7.5	-1.9063	4
9	80	7.5	-5.069	4
10	90	7.5	-5.069	4
11	100	7.5	-8.3403	4
12	110	7.5	-8.3403	4
13	120	7.5	-11.7278	4
14	130	7.5	-11.7278	4
15	140	7.5	-15.2399	4
16	150	7.5	-15.2399	4
17	160	7.5	-18.8861	4
18	170	7.5	-18.8861	4

La barriera è inclinata di 25 [°] rispetto alla verticale.

4.3.6 Risultati.

4.3.7 Percorso della traiettoria più lunga.

Dettaglio dei risultati per la traiettoria che raggiunge la maggior distanza dall'origine (misurata sul piano orizzontale):



Percorso della traiettoria più lunga

Nella seguente tabella si riporta il dettaglio della traiettoria che ha raggiunto la massima distanza sul piano orizzontale dal punto di distacco.

Diametro = 1 [m]. Volume = 0.52359878 [m³]. Massa = 1.33481 [t].

n.	Xr,Yr,Zr,dZr[m]	t.sup.	d.sup.	t[s]	t.m.	Vu[m/s]	E.c.p.[kJ]	E.c.d.[kJ]	E.di.[kJ]
1	x= 16.0023 y= 16.0023 z= 104 dz= -	-	-	0	volo	2.9 x: -2.09 y: -2.09 z: -2	5.594	-	-
2	x= 13.0136 y= 13.0136 z= 101.1446 dz= 2.8554	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	1	volo	8.3 x: -1.58 y: -1.58 z: -7.2	136.426	45.935	90.491
3	x= 12.2939 y= 12.2939 z= 97.8715 dz= 3.273	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	2	volo	9.31 x: -1.34 y: -1.34 z: -7.44	81.885	57.858	24.027
4	x= 12.0699 y= 12.0699 z= 96.6299 dz= 1.2416	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	2	volo	9.15 x: -1.19 y: -1.19 z: -7.1	71.496	55.825	15.671
5	x= 11.9949 y= 11.9949 z= 96.1823 dz= 0.4476	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	2	volo	8.58 x: -1.07 y: -1.07 z: -6.58	60.741	49.147	11.594
6	x= 11.9693 y= 11.9693 z= 96.0247 dz= 0.1576	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	2	attrito	7.91 x: -0.97 y: -0.97 z: -6.04	50.878	41.752	9.127
7	x= 10 y= 10 z= 83.8047 dz= 12.22	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	4	attrito	9.24 x: -1.13 y: -1.13 z: -7.03	57.037	57.037	0
8	x= 9.2266 y= 9.2266 z= 79.0052 dz= 4.7995	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	5	attrito	9.72 x: -1.19 y: -1.19 z: -7.39	63.04	63.04	0
9	x= 8.7442 y= 8.7442 z= 76.012 dz= 2.9932	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	5	attrito	10 x: -1.23 y: -1.23 z: -7.61	66.784	66.784	0

10	x= 5.3855 y= 5.3855 z= 55.1701 dz= 20.8419	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	8	attrito	11.8 x: -1.45 y: -1.45 z: -8.97	92.855	92.855	0
11	x= 2.5077 y= 2.5077 z= 37.3122 dz= 17.8579	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	9	attrito	13.14 x: -1.61 y: -1.61 z: -9.99	115.194	115.194	0
12	x= 1.5445 y= 1.5445 z= 31.3351 dz= 5.9771	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	10	attrito	13.56 x: -1.66 y: -1.66 z: -10.31	122.671	122.671	0
13	x= 0 y= 0 z= 21.751 dz= 9.5841	-	-	11	volo	14.2 x: -1.74 y: -1.74 z: -10.8	134.659	134.659	0
14	x= -3.8275 y= -3.8275 z= -2 dz= 23.751	-	-	13	-	0 x: 0 y: 0 z: 0	705.996	0	705.996

n.= indice dell'evento. X= coordinata X dell'evento. Z= coordinata Z dell'evento. dZ= altezza di caduta dell'evento precedente. t.sup.= tipo di materiale su cui avviene l'evento. d.sup.= descrizione del materiale su cui avviene l'evento. t= istante in cui avviene l'evento. t.m.= tipo moto successivo all'evento. Vu= velocità di uscita. E.c.p.= energia cinetica traslazionale prima dell'impatto. E.c.d.= energia cinetica traslazionale dopo l'impatto. E.di.= energia dissipata nell'impatto.

4.3.8 Dati traiettorie.

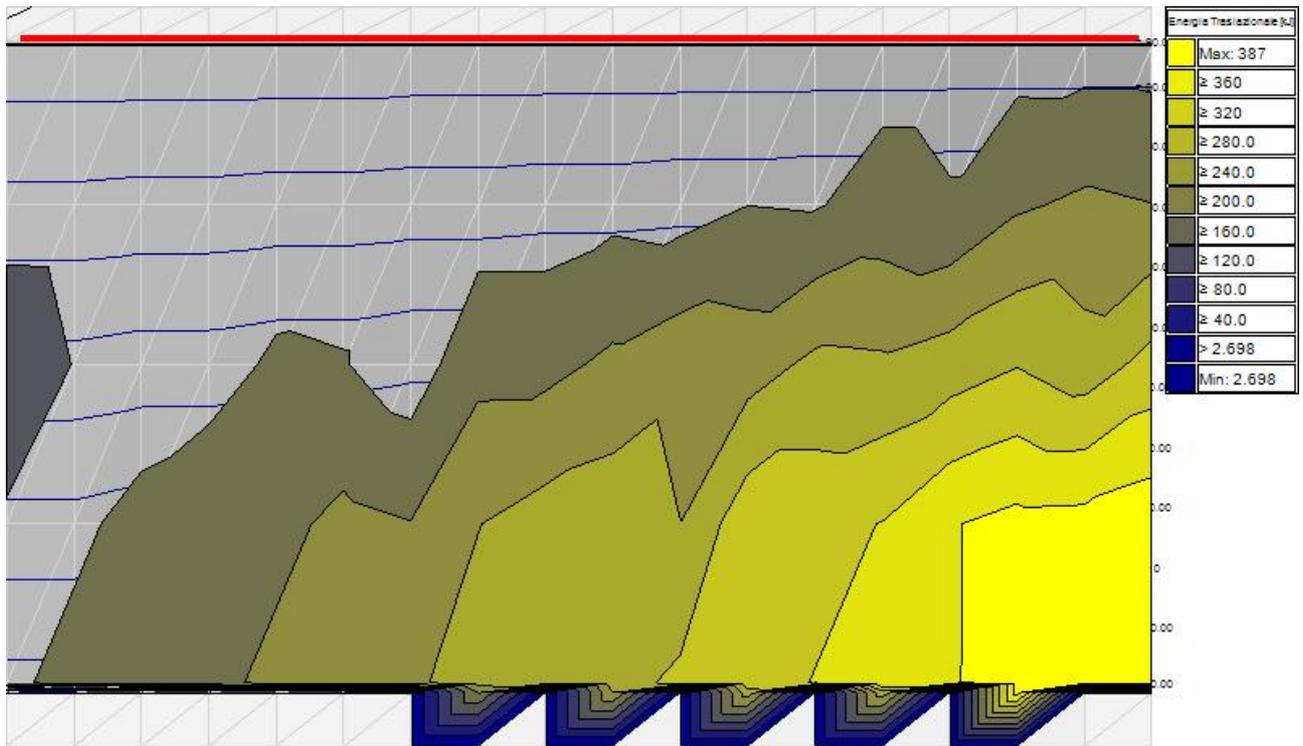


Figura 15 – Energia massima registrata lungo sul versante - isolinee 2D.

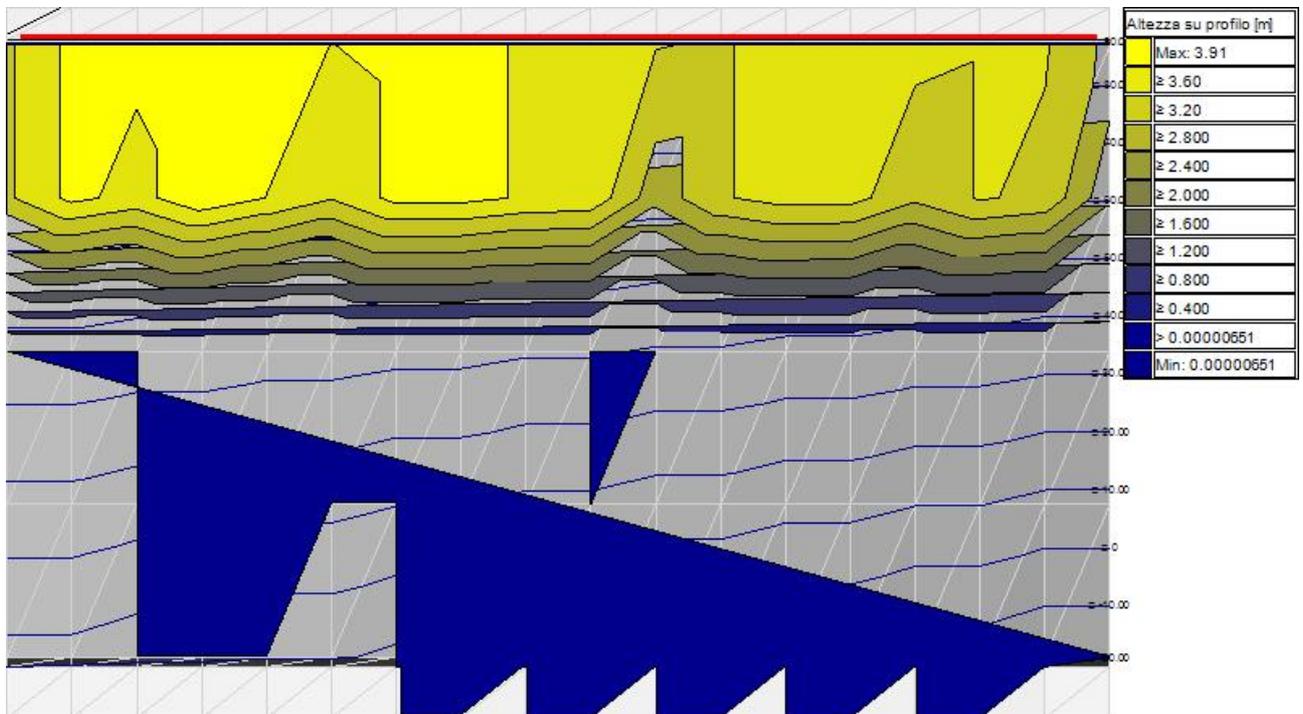


Figura 16 – Altezza sul profilo lungo il versante - isolinee 2D.

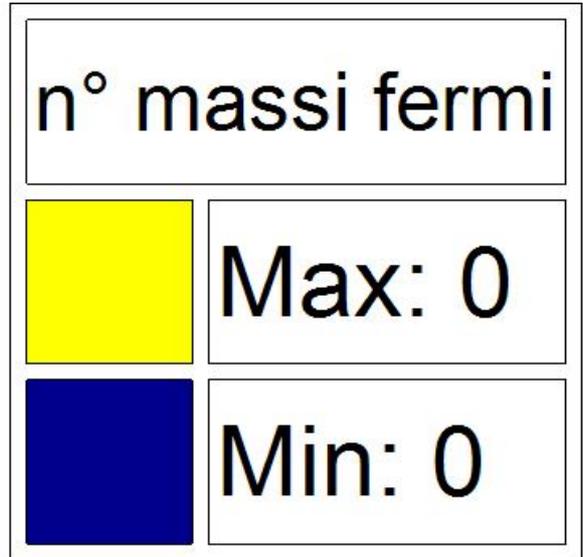
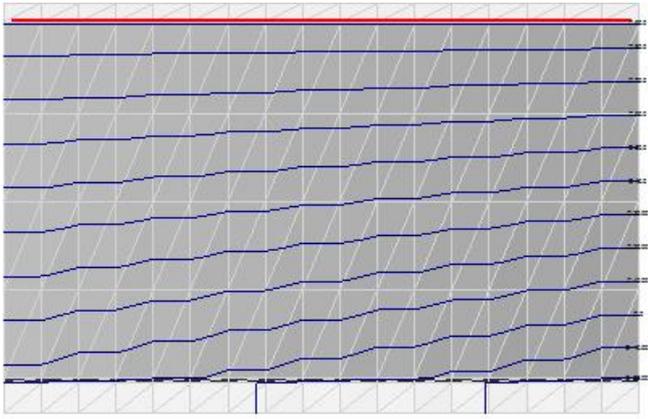


Figura 17 – Numero di punti di arresto delle traiettorie sul versante - isolinee 2D.

4.3.9 Impatti sulle barriere.

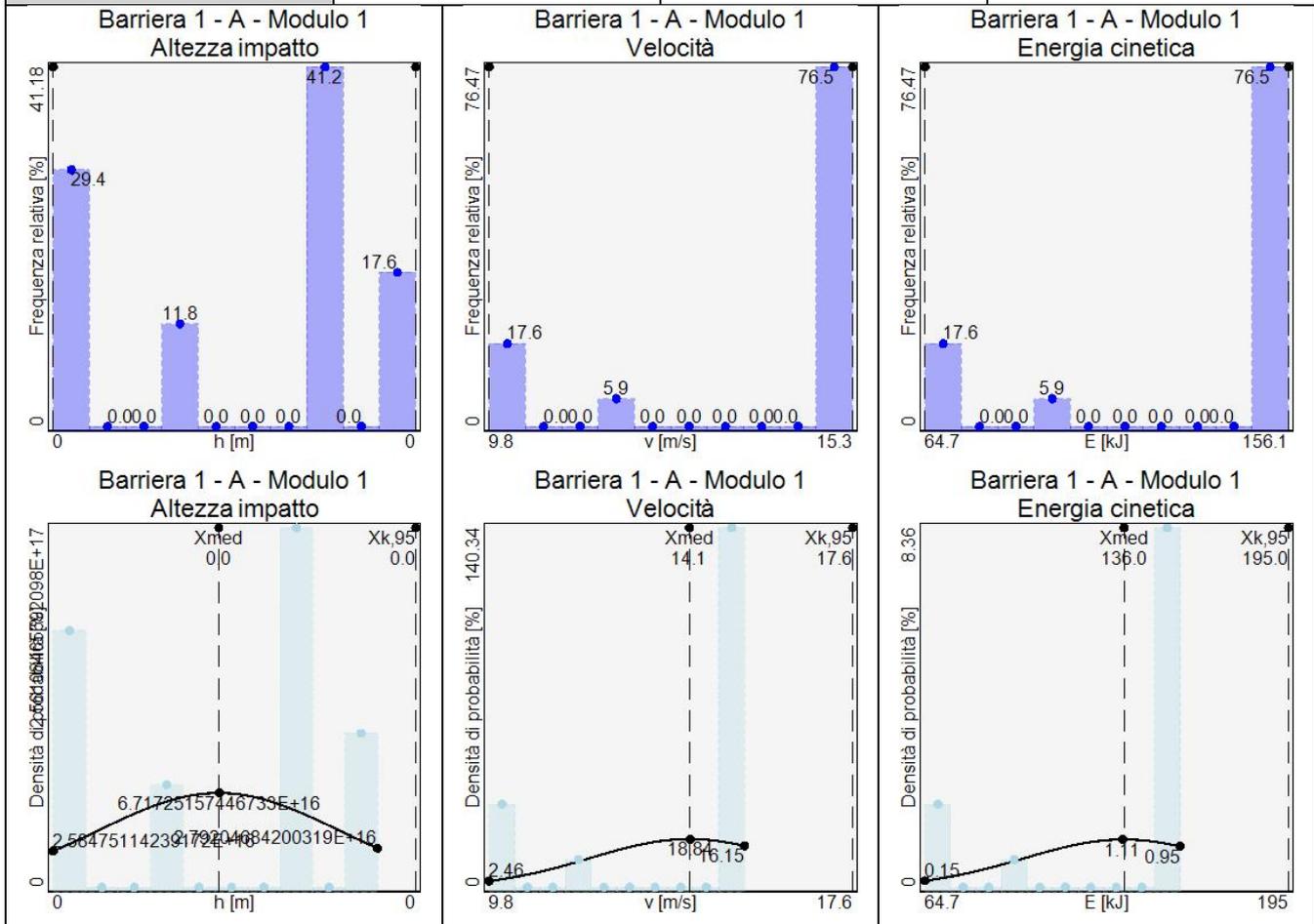
Si riporta l'analisi di tutte le collisioni con le barriere e si elencano le massime energie di impatto per ogni barriera:

Nome	n°	H _{MAX} [m]	H _{0.95} [m]	V _{tr,MAX} [m/s]	V _{tr,0.95} [m/s]	E _{tr,MAX} [kJ]	E _{tr,0.95} [kJ]
Barriera 1 (Barriera 1 - A - Modulo 1)	17	0	0	15.29	17.6	156.103	194.957
Barriera 2 (Barriera 1 - A - Modulo 2)	17	0	0	13.91	12.72	129.139	108.227
Barriera 3 (Barriera 1 - A - Modulo 3)	19	0	0	16.55	18.33	182.849	215.136
Barriera 4 (Barriera 1 - A - Modulo 4)	26	0	0	15.11	13.55	152.468	122.063
Barriera 5 (Barriera 1 - A - Modulo 5)	31	0	0	17.75	20.38	210.355	260.116
Barriera 6 (Barriera 1 - A - Modulo 6)	18	0	0	15.03	13.64	150.735	124.415
Barriera 7 (Barriera 1 - A - Modulo 7)	30	0	0	18.91	21.07	238.684	280.401
Barriera 8 (Barriera 1 - A - Modulo 8)	26	0.0024	0.001	20.06	16.75	268.564	190.49
Barriera 9 (Barriera 1 - A - Modulo 9)	24	0	0	20.03	23.12	267.876	333.5
Barriera 10 (Barriera 1 - A - Modulo 10)	18	0.0085	0.004	18.87	16.07	237.595	175.631
Barriera 11 (Barriera 1 - A - Modulo 11)	25	0	0	21.13	23.87	298.002	355.627
Barriera 12 (Barriera 1 - A - Modulo 12)	25	0.0092	0.0054	19.81	17.9	261.805	214.135
Barriera 13 (Barriera 1 - A - Modulo 13)	20	0	0	22.21	25.11	329.125	395.98
Barriera 14 (Barriera 1 - A - Modulo 14)	26	0.0124	0.0046	20.36	18.12	276.71	221.079
Barriera 15 (Barriera 1 - A - Modulo 15)	25	0	0	23.27	26.98	361.519	449.149
Barriera 16 (Barriera 1 - A - Modulo 16)	15	0.011	0.0084	23.74	20.3	376.252	281.584
Barriera 17 (Barriera 1 - A - Modulo 17)	27	0	0	24.32	27.9	394.67	481.016

Segue l'analisi dettagliata per ciascun modulo delle barriere su cui si sono verificati impatti:

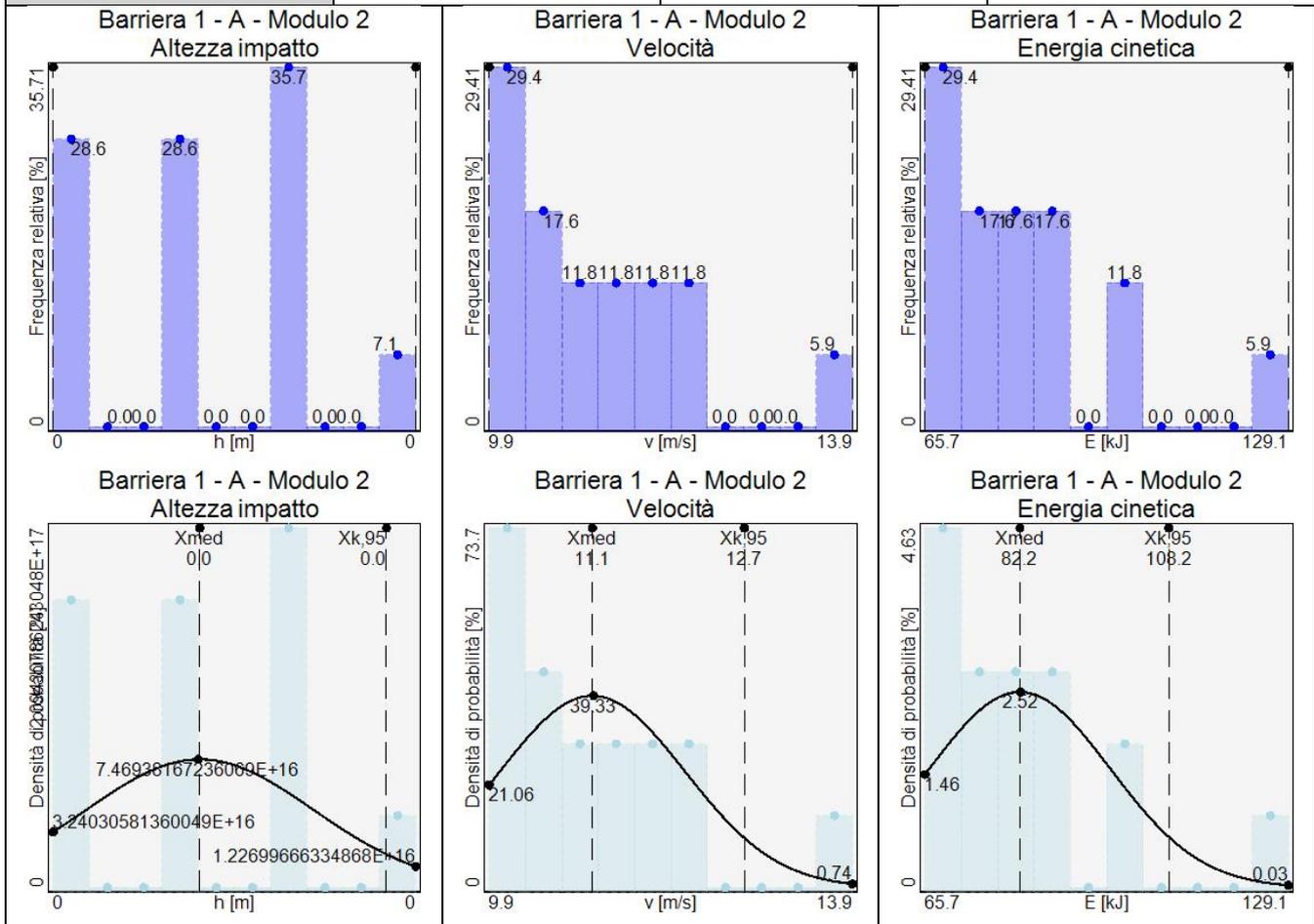
Barriera 1 - A, modulo 1

Analisi statistica - Numerosità campione = 17			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	9.84	64.685
Massimo	0	15.29	156.103
Media	0	14.12	136.02
Dev. standard	0	2.12	35.855
95° percentile	0	17.6	194.957



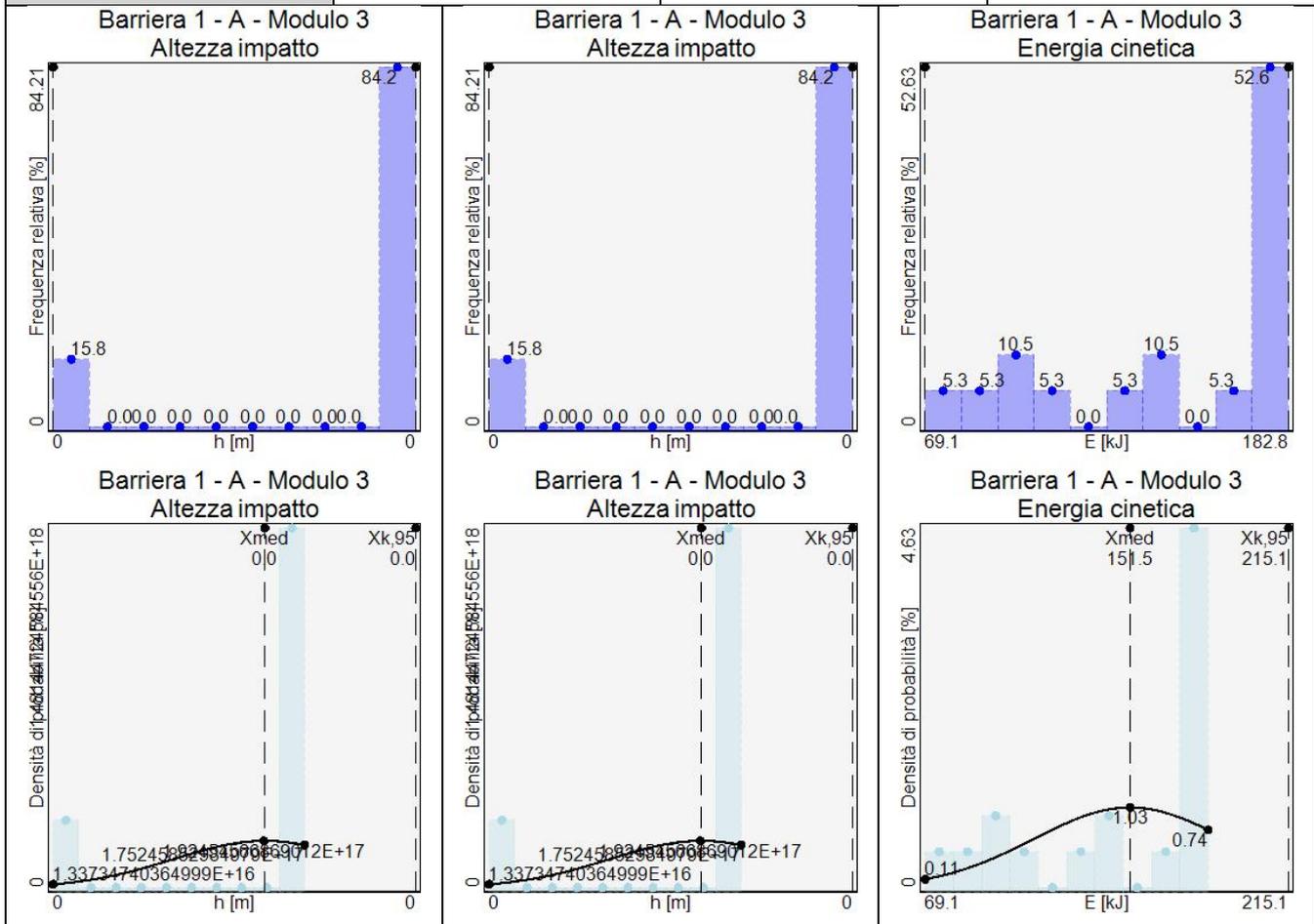
Barriera 1 - A, modulo 2

Analisi statistica - Numerosità campione = 17			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	9.92	65.669
Massimo	0	13.91	129.139
Media	0	11.05	82.226
Dev. standard	0	1.01	15.818
95° percentile	0	12.72	108.227



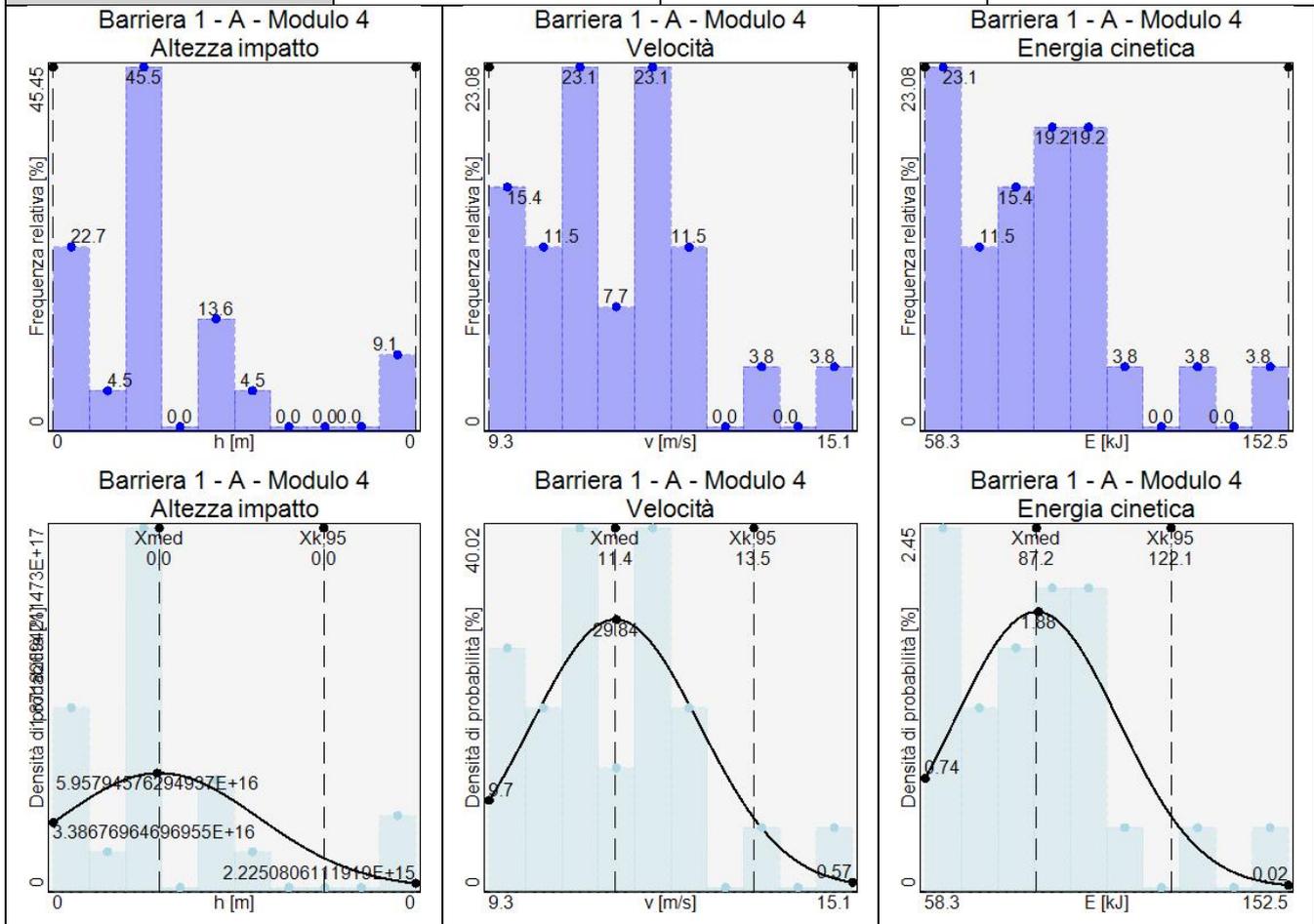
Barriera 1 - A, modulo 3

Analisi statistica - Numerosità campione = 19			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	10.17	69.092
Massimo	0	16.55	182.849
Media	0	14.92	151.473
Dev. standard	0	2.07	38.73
95° percentile	0	18.33	215.136



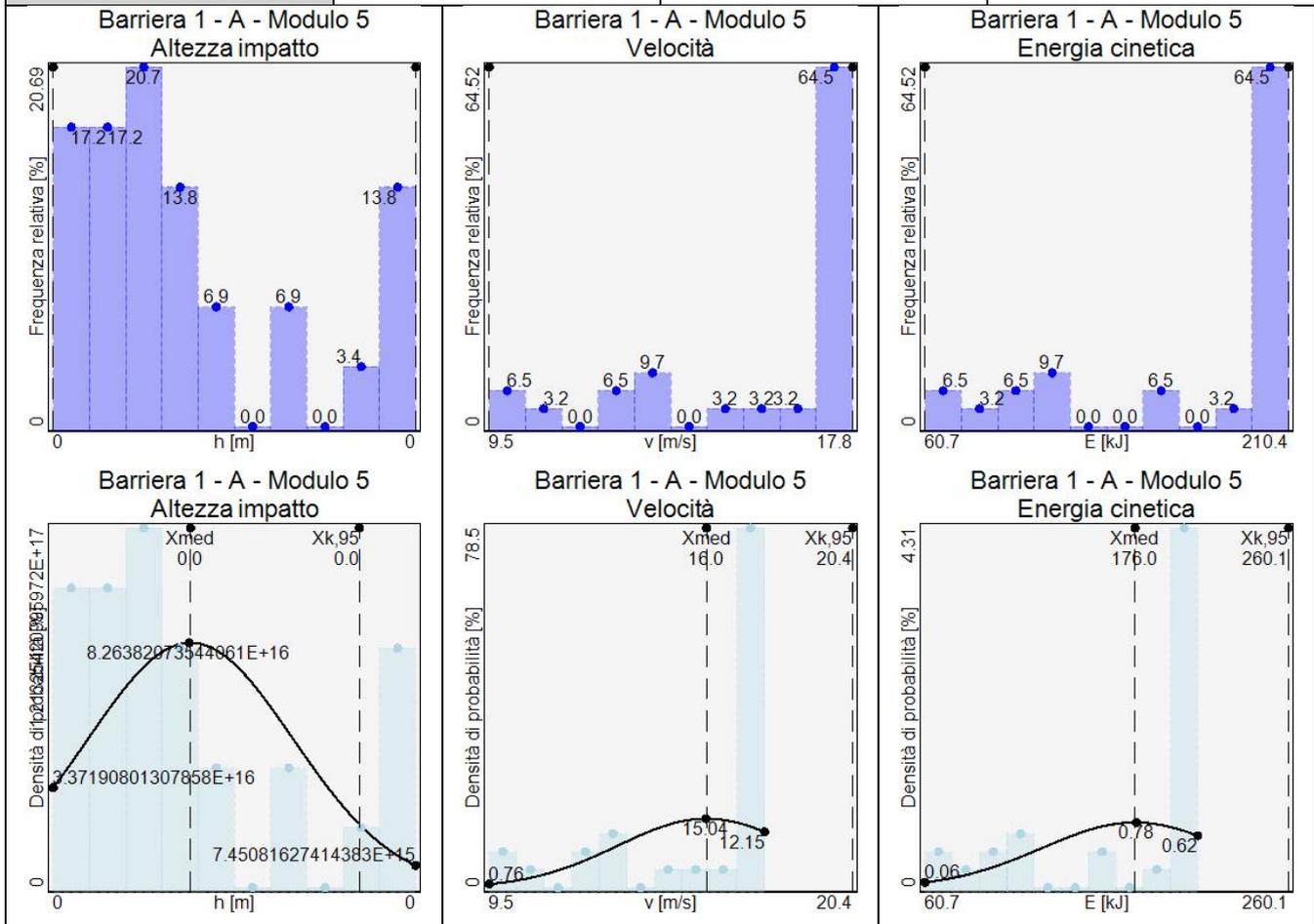
Barriera 1 - A, modulo 4

Analisi statistica - Numerosità campione = 26			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	9.35	58.322
Massimo	0	15.11	152.468
Media	0	11.35	87.196
Dev. standard	0	1.34	21.212
95° percentile	0	13.55	122.063



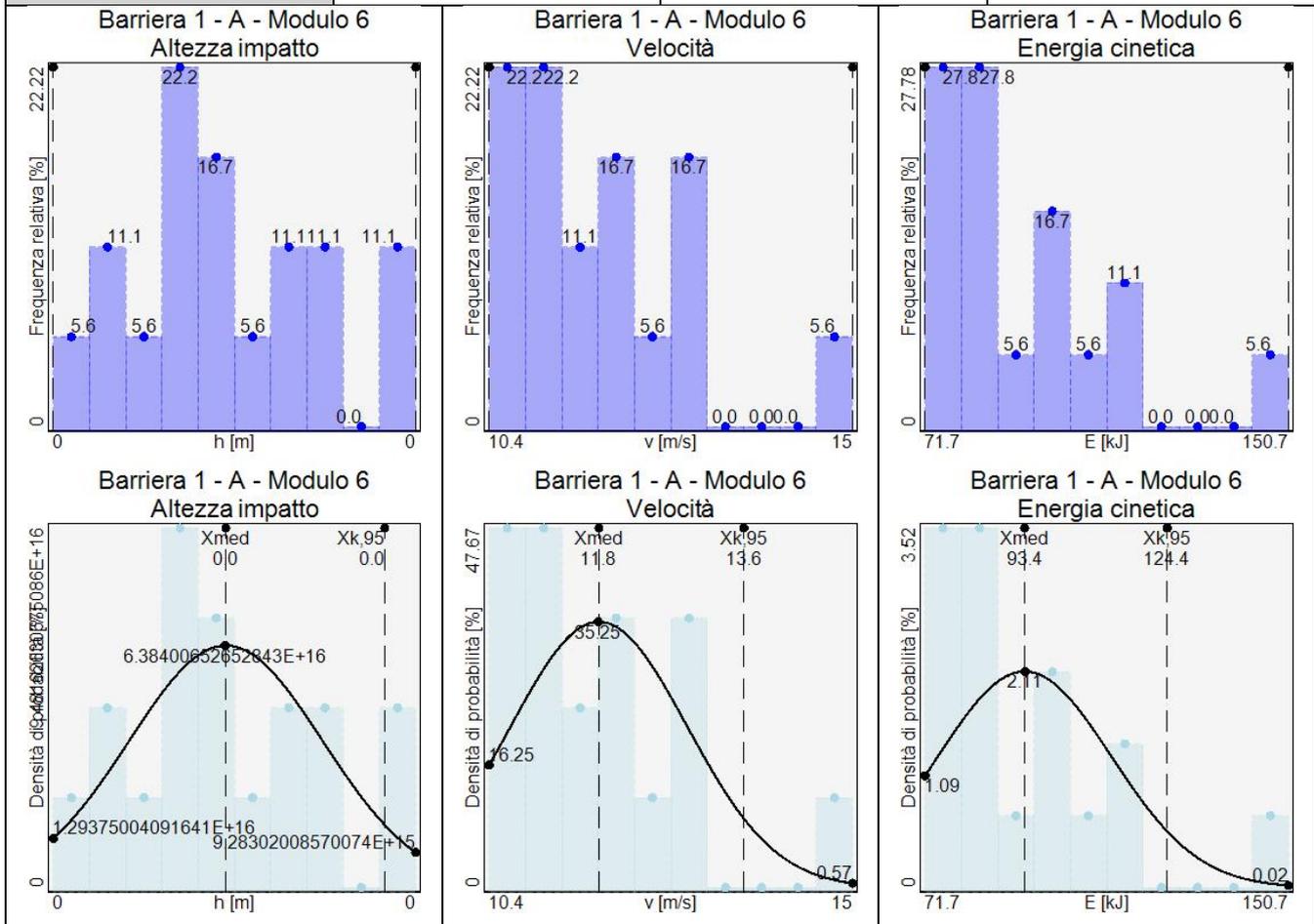
Barriera 1 - A, modulo 5

Analisi statistica - Numerosità campione = 31			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	9.53	60.67
Massimo	0	17.75	210.355
Media	0	16.02	175.975
Dev. standard	0	2.65	51.189
95° percentile	0	20.38	260.116



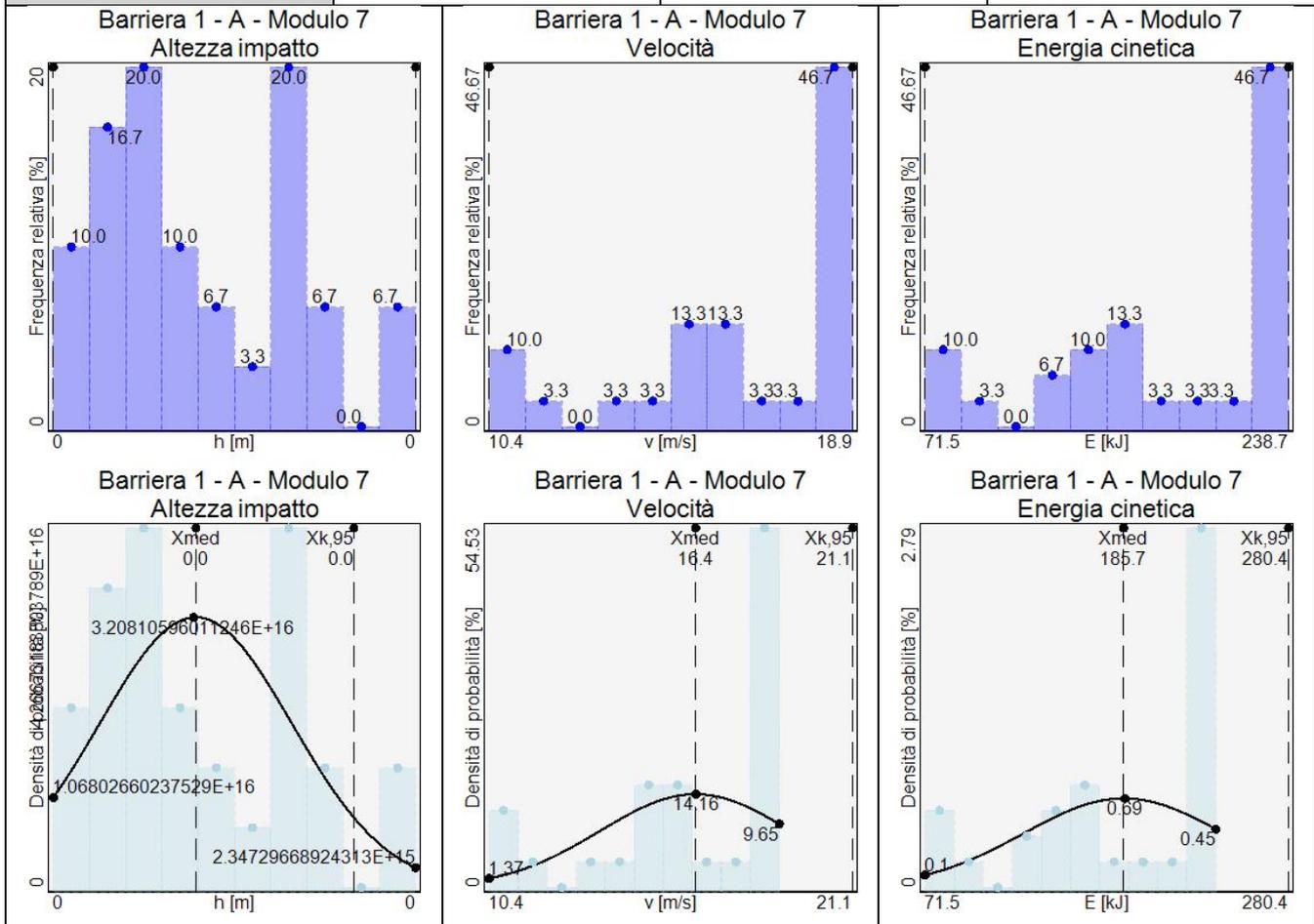
Barriera 1 - A, modulo 6

Analisi statistica - Numerosità campione = 18			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	10.37	71.725
Massimo	0	15.03	150.735
Media	0	11.77	93.389
Dev. standard	0	1.13	18.875
95° percentile	0	13.64	124.415



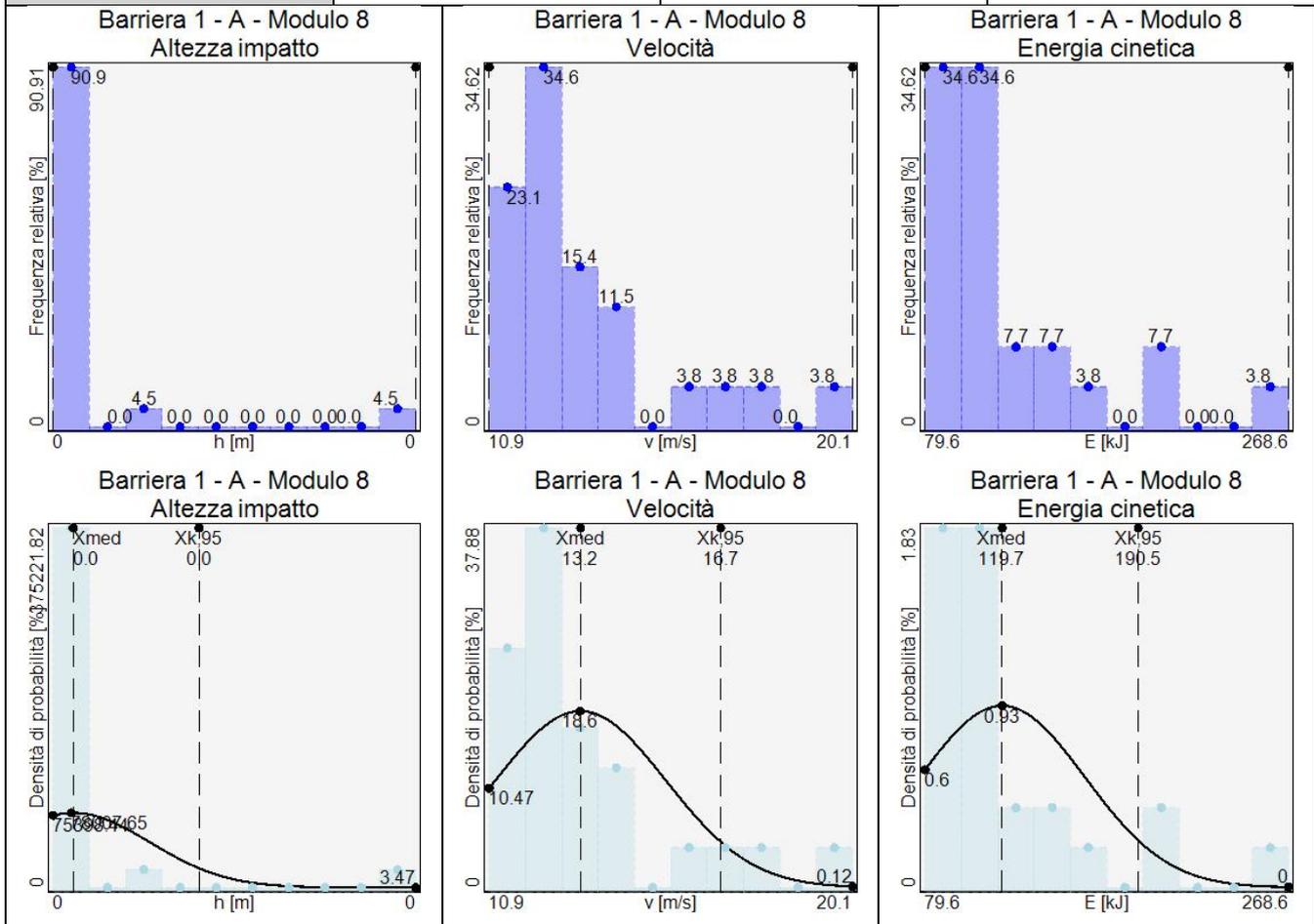
Barriera 1 - A, modulo 7

Analisi statistica - Numerosità campione = 30			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	10.35	71.546
Massimo	0	18.91	238.684
Media	0	16.44	185.74
Dev. standard	0	2.82	57.588
95° percentile	0	21.07	280.401



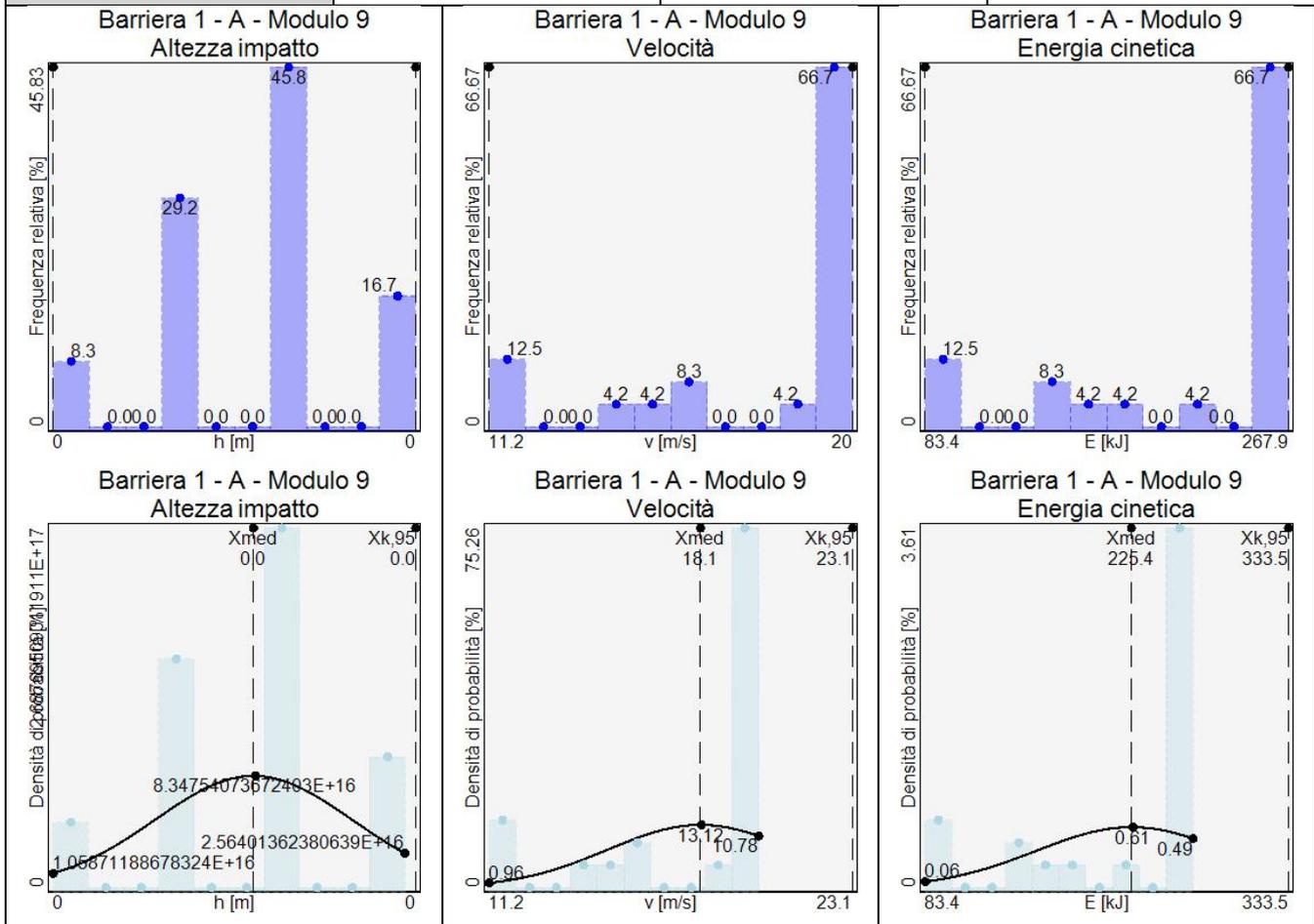
Barriera 1 - A, modulo 8

Analisi statistica - Numerosità campione = 26			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	10.92	79.606
Massimo	0.0024	20.06	268.564
Media	0.0001	13.22	119.724
Dev. standard	0.0005	2.15	43.052
95° percentile	0.001	16.75	190.49



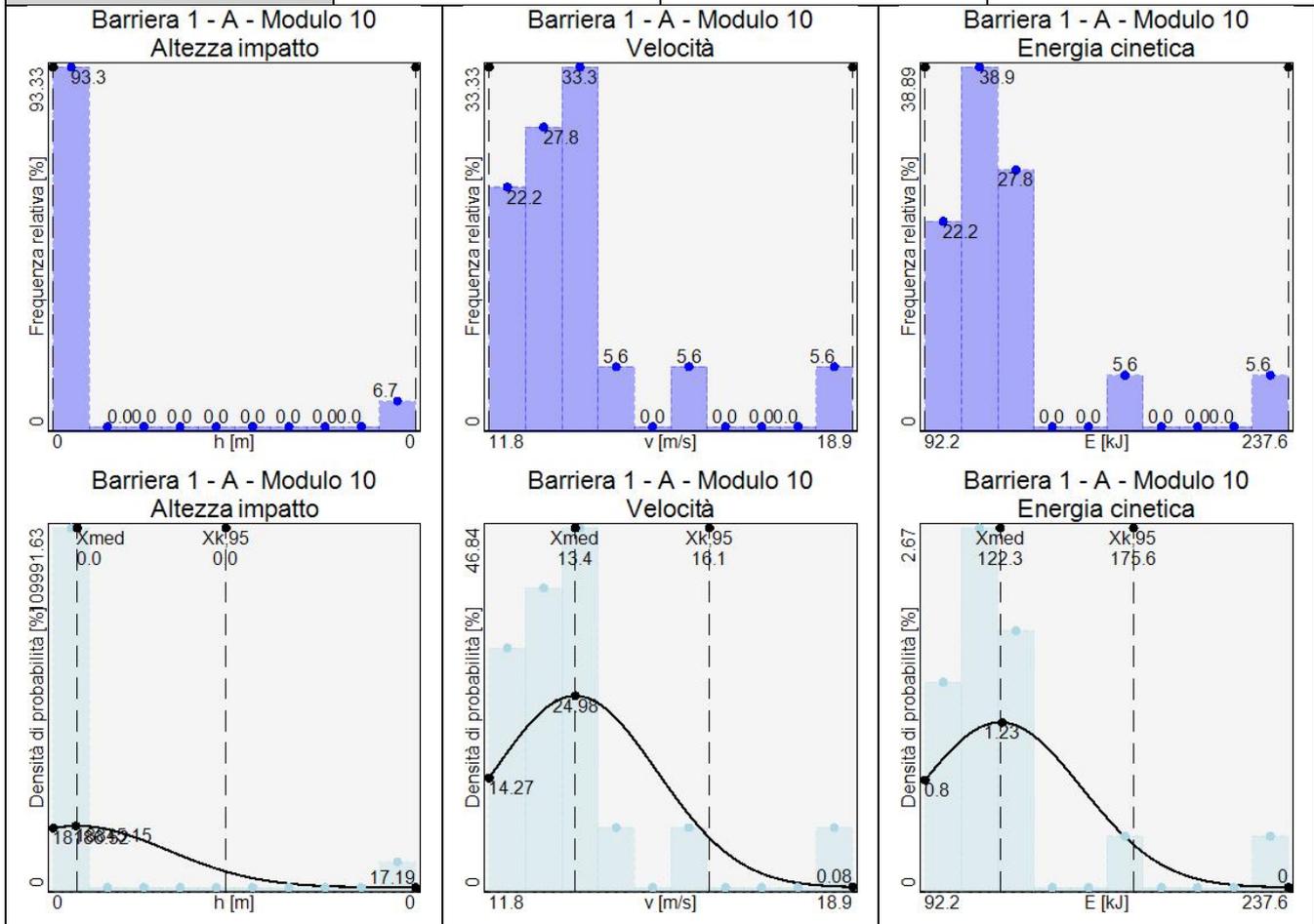
Barriera 1 - A, modulo 9

Analisi statistica - Numerosità campione = 24			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	11.18	83.37
Massimo	0	20.03	267.876
Media	0	18.13	225.437
Dev. standard	0	3.04	65.742
95° percentile	0	23.12	333.5



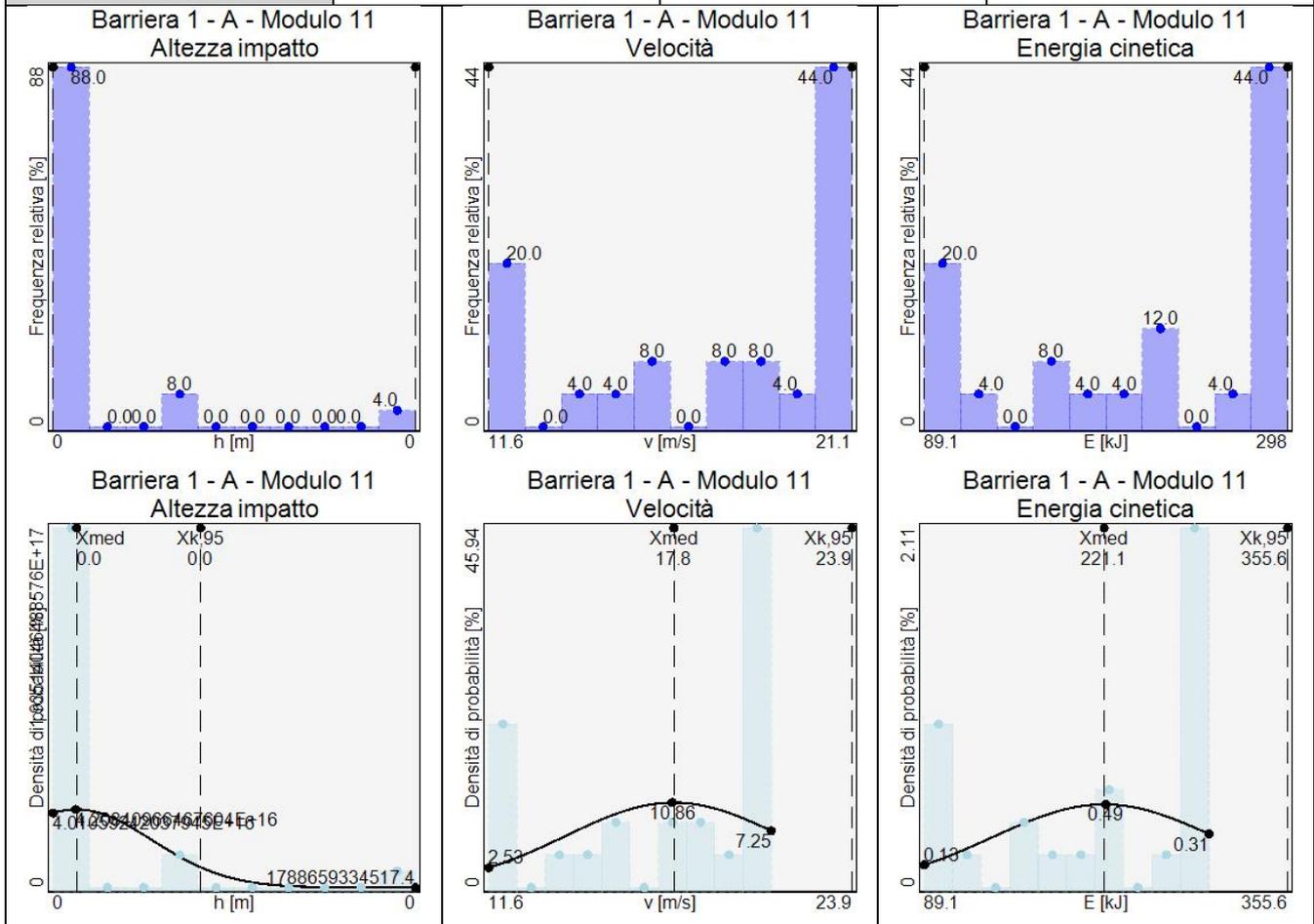
Barriera 1 - A, modulo 10

Analisi statistica - Numerosità campione = 18			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	11.75	92.172
Massimo	0.0085	18.87	237.595
Media	0.0006	13.44	122.292
Dev. standard	0.0021	1.6	32.45
95° percentile	0.004	16.07	175.631



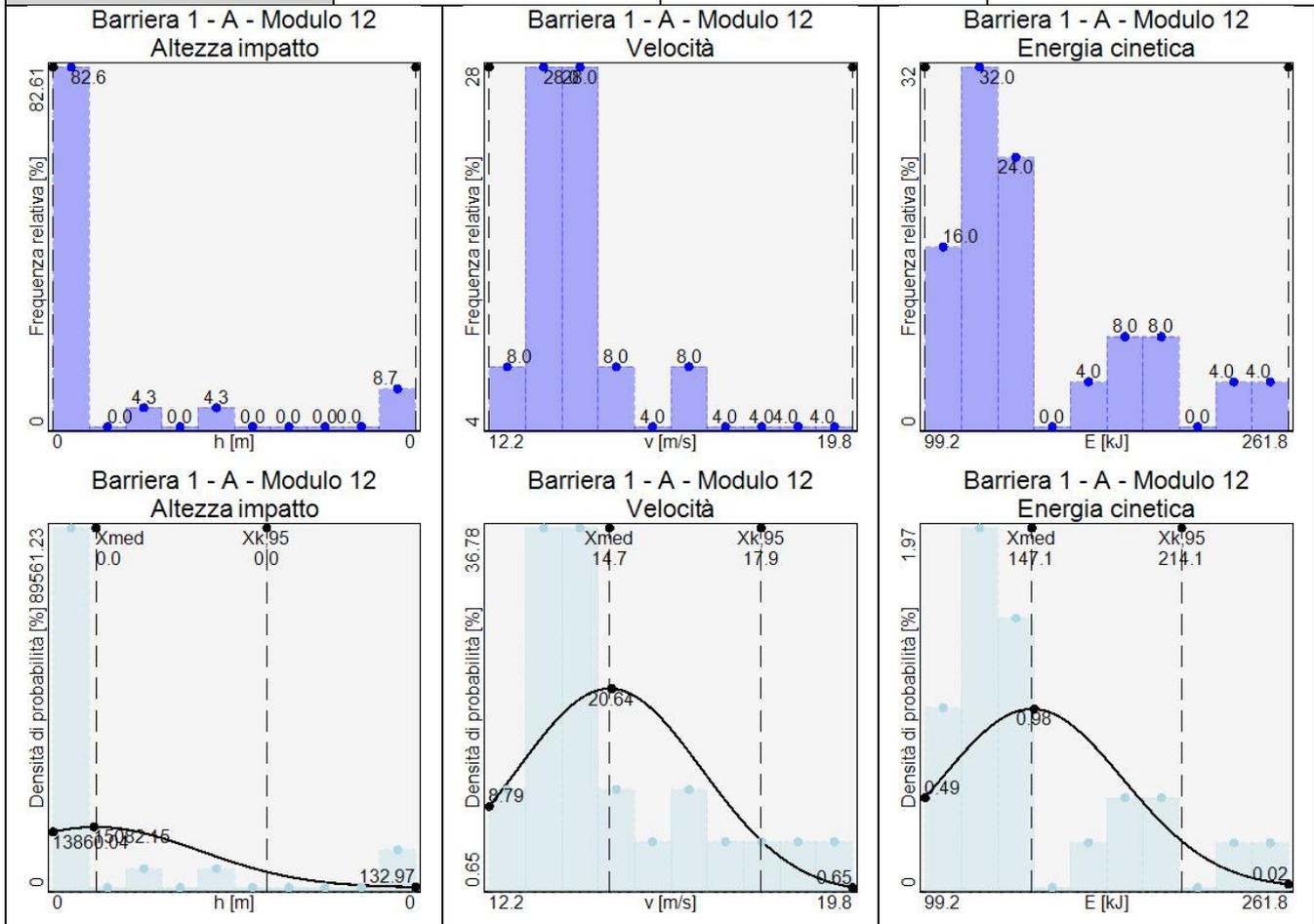
Barriera 1 - A, modulo 11

Analisi statistica - Numerosità campione = 25			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	11.55	89.078
Massimo	0	21.13	298.002
Media	0	17.83	221.096
Dev. standard	0	3.67	81.844
95° percentile	0	23.87	355.627



Barriera 1 - A, modulo 12

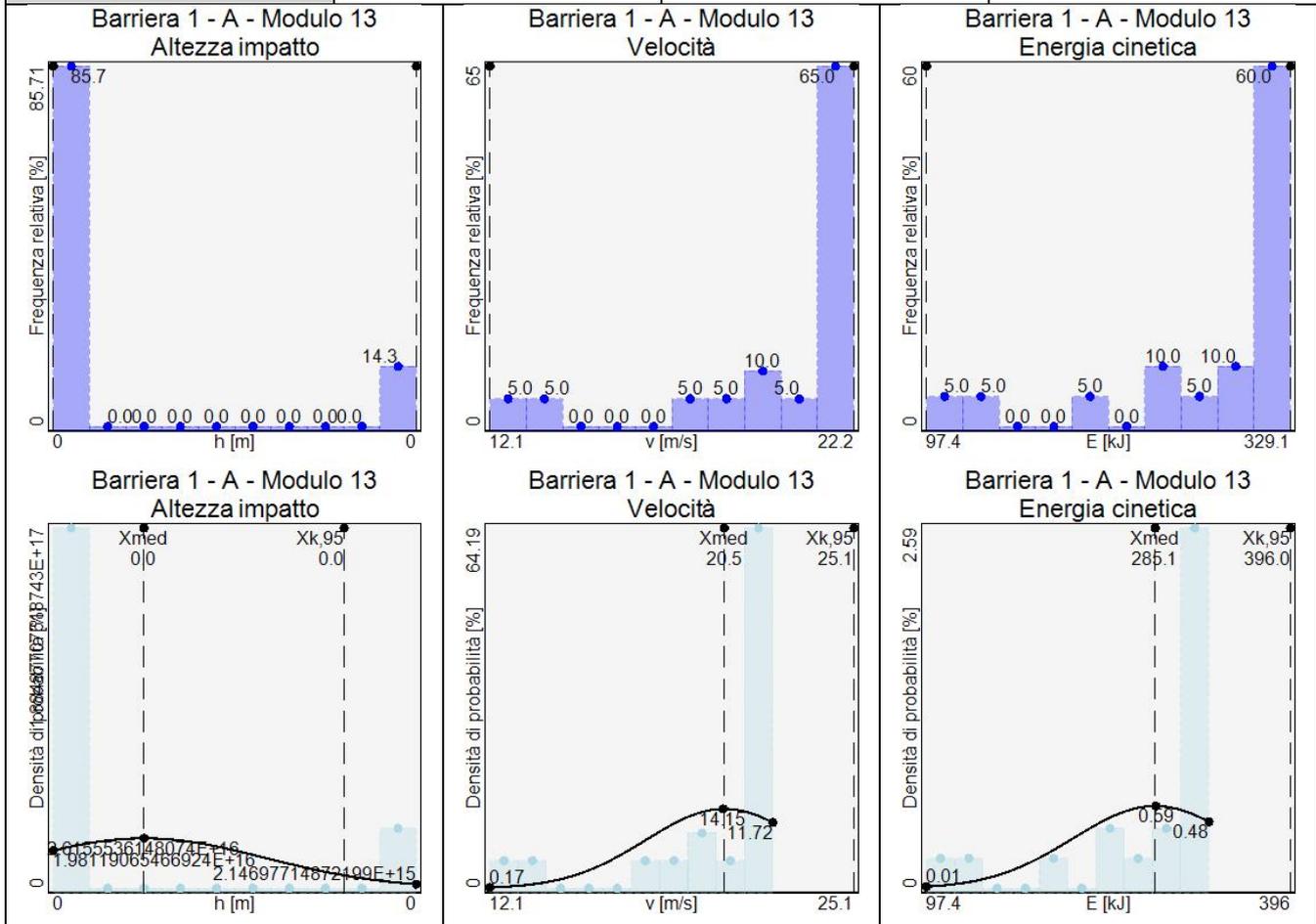
Analisi statistica - Numerosità campione = 25			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	12.19	99.23
Massimo	0.0092	19.81	261.805
Media	0.0011	14.72	147.083
Dev. standard	0.0026	1.93	40.792
95° percentile	0.0054	17.9	214.135



Barriera 1 - A, modulo 13

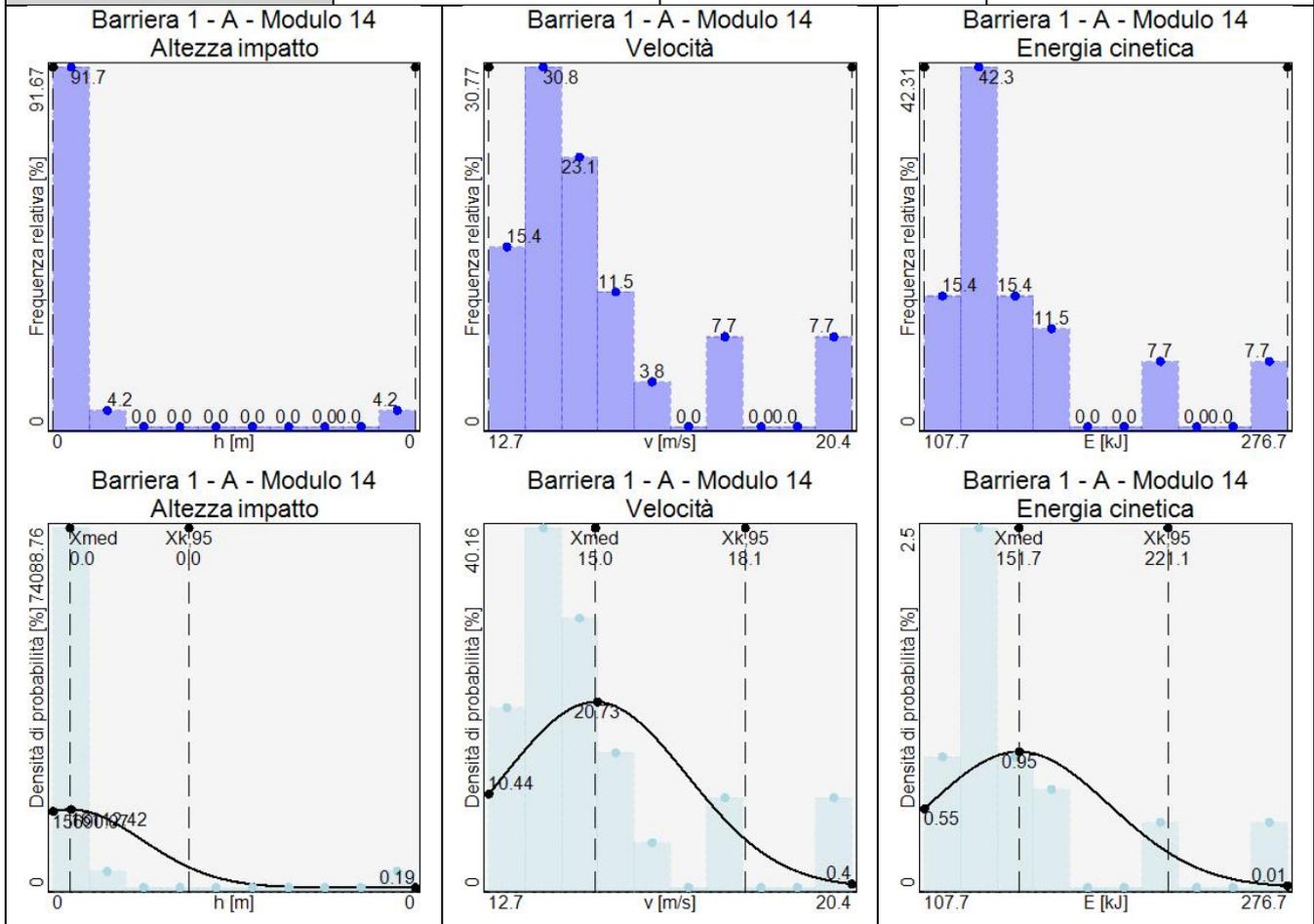
Analisi statistica - Numerosità campione = 20

	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	12.08	97.411
Massimo	0	22.21	329.125
Media	0	20.48	285.11
Dev. standard	0	2.82	67.45
95° percentile	0	25.11	395.98



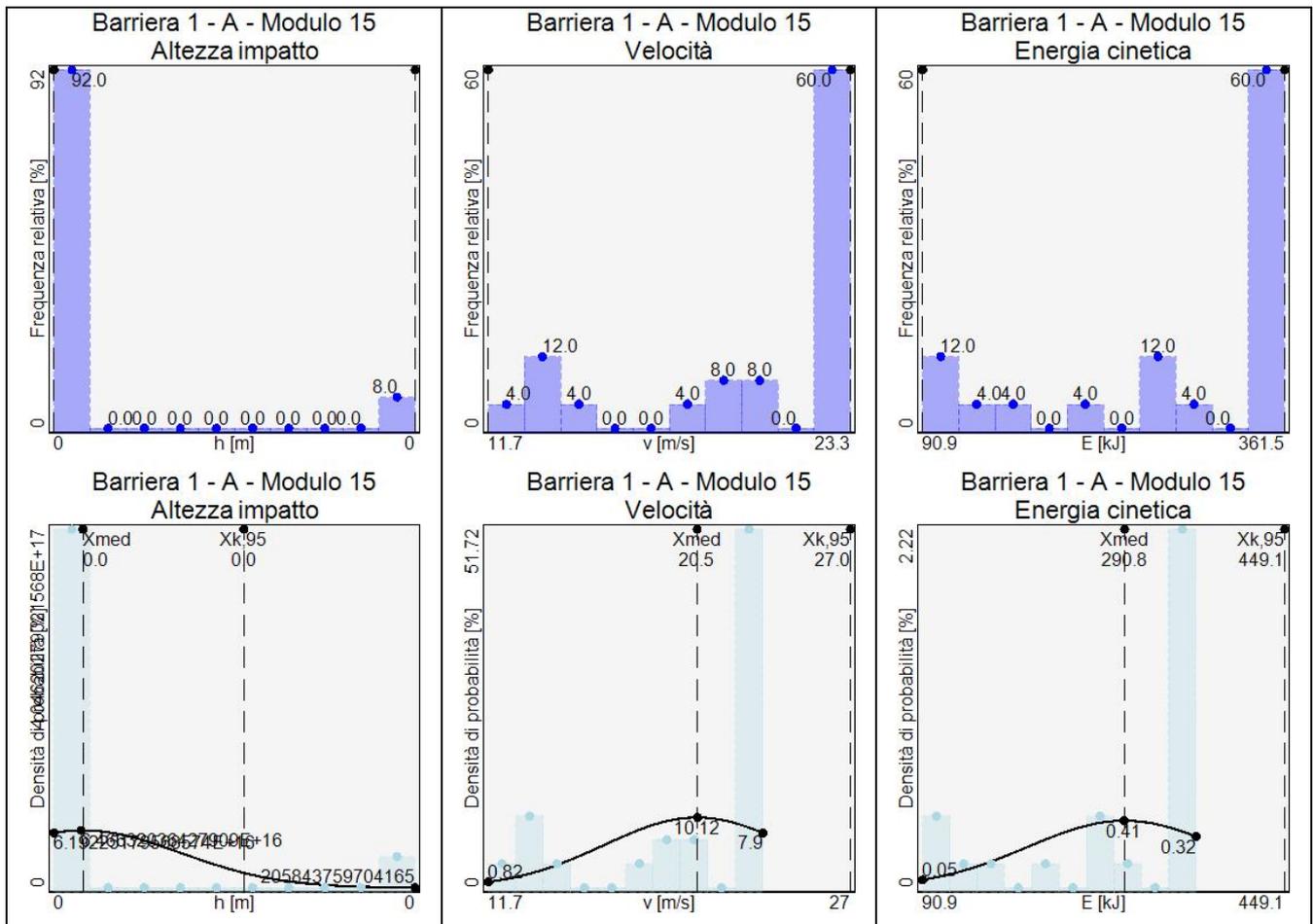
Barriera 1 - A, modulo 14

Analisi statistica - Numerosità campione = 26			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	12.7	107.658
Massimo	0.0124	20.36	276.71
Media	0.0006	14.95	151.72
Dev. standard	0.0025	1.92	42.195
95° percentile	0.0046	18.12	221.079



Barriera 1 - A, modulo 15

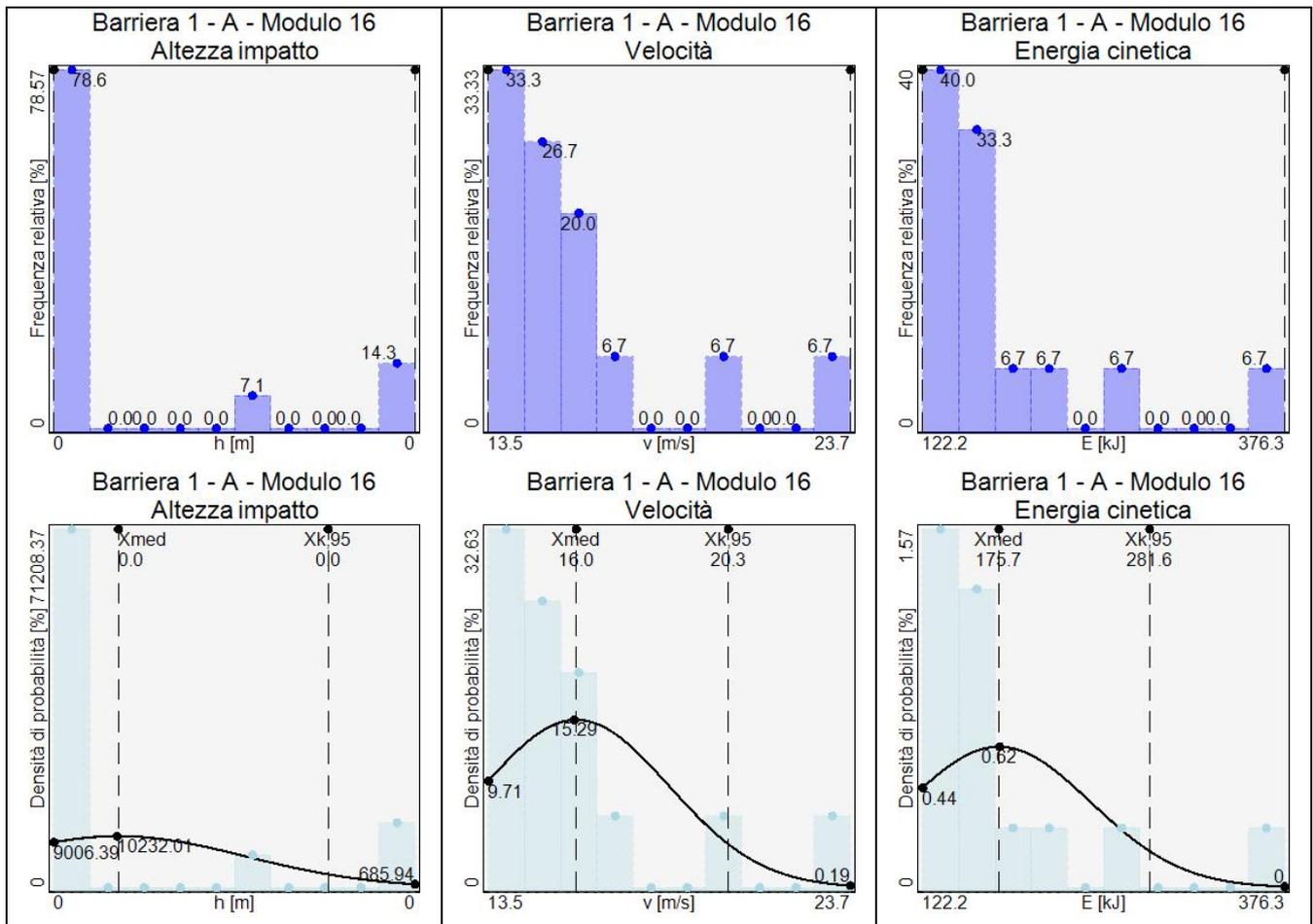
Analisi statistica - Numerosità campione = 25			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	11.67	90.924
Massimo	0	23.27	361.519
Media	0	20.5	290.816
Dev. standard	0	3.94	96.324
95° percentile	0	26.98	449.149



Barriera 1 - A, modulo 16

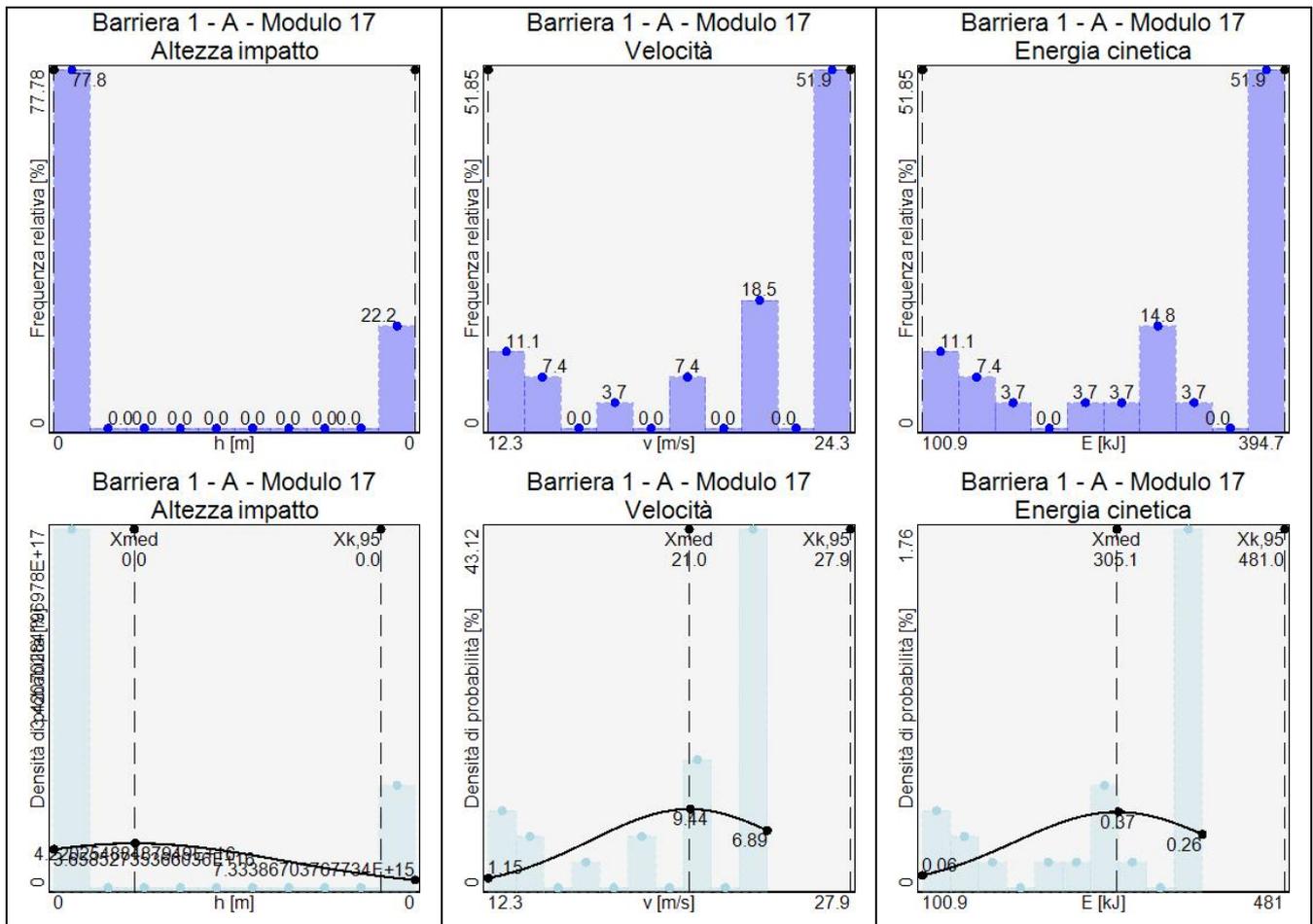
Analisi statistica - Numerosità campione = 15

	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	13.53	122.155
Massimo	0.011	23.74	376.252
Media	0.002	16.02	175.731
Dev. standard	0.0039	2.61	64.397
95° percentile	0.0084	20.3	281.584



Barriera 1 - A, modulo 17

Analisi statistica - Numerosità campione = 27			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0	12.29	100.863
Massimo	0	24.32	394.67
Media	0	20.96	305.116
Dev. standard	0	4.22	107.011
95° percentile	0	27.9	481.016



4.3.10 Statistiche raccolte per i tipi di terreno sul versante.

Si riportano i valori massimi misurati per ciascuna tipologia di terreno.

Valori massimi - tutti i massi che transitano (sorvolano, colpiscono o si fermano) / solo i massi che colpiscono								
Nome	n°_{tra}	H_{MAX} [m]	$V_{tr,MAX}$ [m/s]	$E_{tr,MAX}$ [kJ]	n°_{col}	$V_{tr,MAX}$ [m/s]	$E_{tr,MAX}$ [kJ]	n°_{fer}
Gruppo 1 (Roccia in posto)	14	0.0005	23.74	376.183	0	0	0	0
Gruppo 2 (Affioramenti di roccia con detrito)	394	3.9116	24.08	387.116	393	24.08	387.116	0
Gruppo 4 (Strada asfaltata)	0	0	0	0	0	0	0	0
Gruppo 5 (detrito)	394	0.4885	4.01	10.752	0	0	0	0

vegetato ad arbusti)								
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Segue l'analisi dettagliata per ciascun tipo di terreno su cui sono stati misurati eventi:

Roccia in posto

Analisi statistica - tutti i massi che transitano (sorvolano, colpiscono o si fermano) / solo i massi che colpiscono					
Numerosità campione = 14				Numerosità campione = 0	
	Quota sul profilo [m]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]
Minimo	0	13.53	122.209	0	0
Massimo	0.0005	23.74	376.183	0	0
Media	0.0002	17.7	213.973	0	0
Dev. standard	0.0002	2.69	65.273	0	0
95° percentile	0.0005	22.12	321.266	0	0

Affioramenti di roccia con detrito

Analisi statistica - tutti i massi che transitano (sorvolano, colpiscono o si fermano) / solo i massi che colpiscono					
Numerosità campione = 394				Numerosità campione = 393	
	Quota sul profilo [m]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]
Minimo	0	2.69	4.819	7.35	36.02
Massimo	3.9116	24.08	387.116	24.08	387.116
Media	0.05	8.93	69.153	13.18	121.296
Dev. standard	0.3049	4.88	67.126	2.85	55.251
95° percentile	0.5511	16.96	179.491	17.87	212.114

detrito vegetato ad arbusti

Analisi statistica - tutti i massi che transitano (sorvolano, colpiscono o si fermano) / solo i massi che colpiscono					
Numerosità campione = 394				Numerosità campione = 0	
	Quota sul profilo [m]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]
Minimo	0.3974	2.01	2.698	0	0
Massimo	0.4885	4.01	10.752	0	0
Media	0.4061	2.81	5.3	0	0
Dev. standard	0.0231	0.26	1.043	0	0
95° percentile	0.4442	3.24	7.015	0	0

4.3.11 ZONA BARRIERA DA 1000 kJ(tra sperone roccioso e grotta Costa Cavallina)

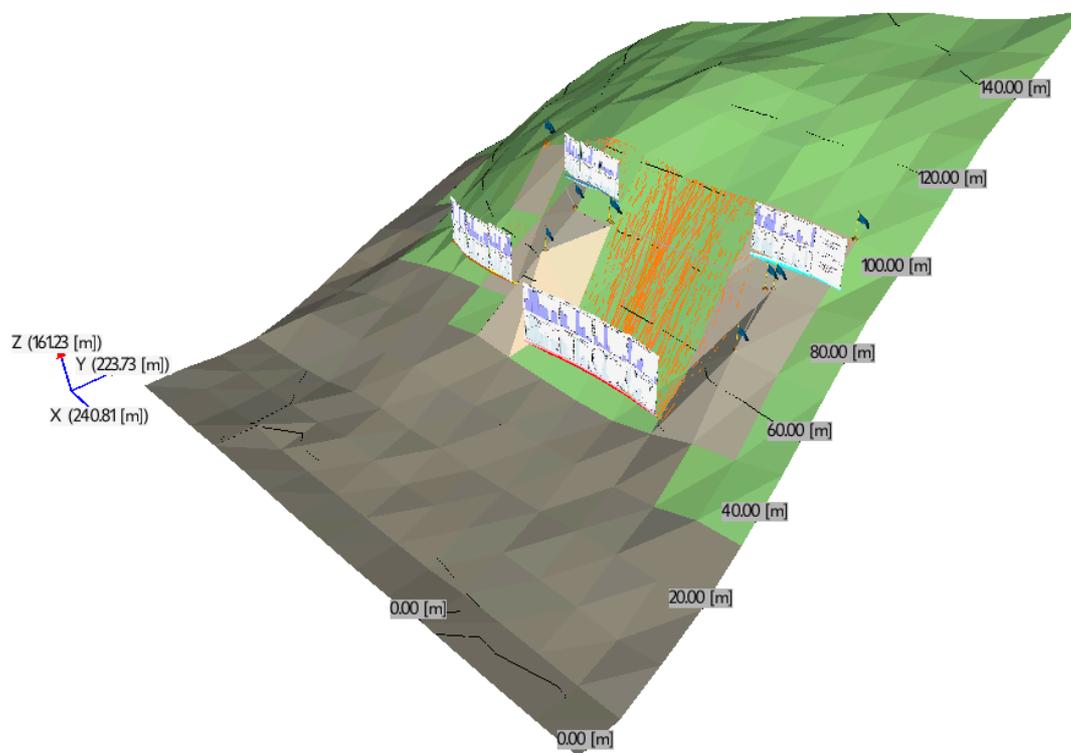


Figura 18 –vista modello 3d

4.3.12 Tipi terreno.

I terreni sono caratterizzati dai coefficienti di restituzione e dall'angolo di attrito. Il loro valore è definito dalla coppia di parametri valor medio e scarto quadratico medio (o deviazione standard); lo scarto s può essere nullo. La rugosità del terreno è definita dal parametro di scabrezza, misura lineare (altezza) della massima asperità. La distribuzione di questo parametro è uniforme tra zero ed il valore massimo definito.

descr. terreno	Rn	Rn-s	Rt	Rt-s	Mu	Mu-s	S [m]
Roccia in posto	0.4	0	0.87	0	0	0	0
Affioramenti di roccia con detrito	0.38	0	0.85	0	0	0	0
Superfici pavimentate	0.4	0	0.99	0	0	0	0

4.3.13 Tipi vegetazione aerea.

Le foreste sono caratterizzate dall'altezza "efficace" rispetto al suolo e dalla viscosità lineare equivalente. Il loro valore è definito dalla coppia di parametri valor medio e scarto quadratico medio (o deviazione standard); lo scarto s può essere nullo. A favore di sicurezza si è considerata l'area, anche se boschiva priva di vegetazione.

descr. vegetazione aerea	altezza [m]	H-s[m]	MuX[kN*s/m2]	MuX-s[kN*s/m2]	MuY[kN*s/m2]	MuY-s[kN*s/m2]	MuZ[kN*s/m2]	MuZ-s[kN*s/m2]
Assenza di vegetazione	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3.14 Zone di distacco.

Nel modello è stata definita una sola zona di distacco, con le seguenti caratteristiche.

Zona di distacco "Zona 6 - f":

- linea di distacco
- coord. X1 = 88.0296 [m]
- coord. Y1 = 137.9501 [m]
- coord. Z1 = 89.3462 [m]
- coord. X2 = 223.0849 [m]
- coord. Y2 = 137.0941 [m]
- coord. Z2 = 104.2583 [m]
- n° massi generati = 200
- peso di volume = 25 [kN/m3]
- diametro = 1 [m] (s = 0 [m])
- velocità iniziali :
 - lungo X = 0 [m/s] (s = 2 [m/s])
 - lungo Y = -2 [m/s] (s = 0 [m/s])
 - lungo Z = 0 [m/s] (s = 0 [m/s])

4.3.15 Barriere.

Nel modello sono state definite 4 barriere, con le seguenti caratteristiche.

Barriera "Barriera 1 - A":

La barriera ha 4 montanti:

n.	x[m]	y[m]	z[m]	H[m]
1	65.5	112	46.3918	4
2	78.5	108	46.1945	4

3	92	107	46.5997	4
4	105.5	106	48.0512	4

La barriera è inclinata di 60 [°] rispetto alla verticale.

Barriera "Barriera 2 - B":

La barriera ha 5 montanti:

n.	x[m]	y[m]	z[m]	H[m]
1	125	91	38.0416	3
2	141	92.5	39.0199	3
3	157	93	39.5032	3
4	173	92.5	39.7774	3
5	189	90	40.5564	3

La barriera è inclinata di 30 [°] rispetto alla verticale.

Barriera "Barriera 3 - C":

La barriera ha 4 montanti:

n.	x[m]	y[m]	z[m]	H[m]
1	108	129	84.6109	3
2	118	126.5	86.4742	3
3	128	126	87.3887	3
4	138	125	86.5061	3

La barriera è inclinata di 30 [°] rispetto alla verticale.

Barriera "Barriera 4 - D":

La barriera ha 4 montanti:

n.	x[m]	y[m]	z[m]	H[m]
1	194	126.5	89.605	3
2	205.3	126.5	91.4037	3
3	216.7	126.5	92.0686	3
4	228	126	91.9675	3

La barriera è inclinata di 30 [°] rispetto alla verticale.

4.3.16 Risultati

4.3.17 Percorso della traiettoria più lunga.

Dettaglio dei risultati per la traiettoria che raggiunge la maggior distanza dall'origine (misurata sul piano orizzontale):

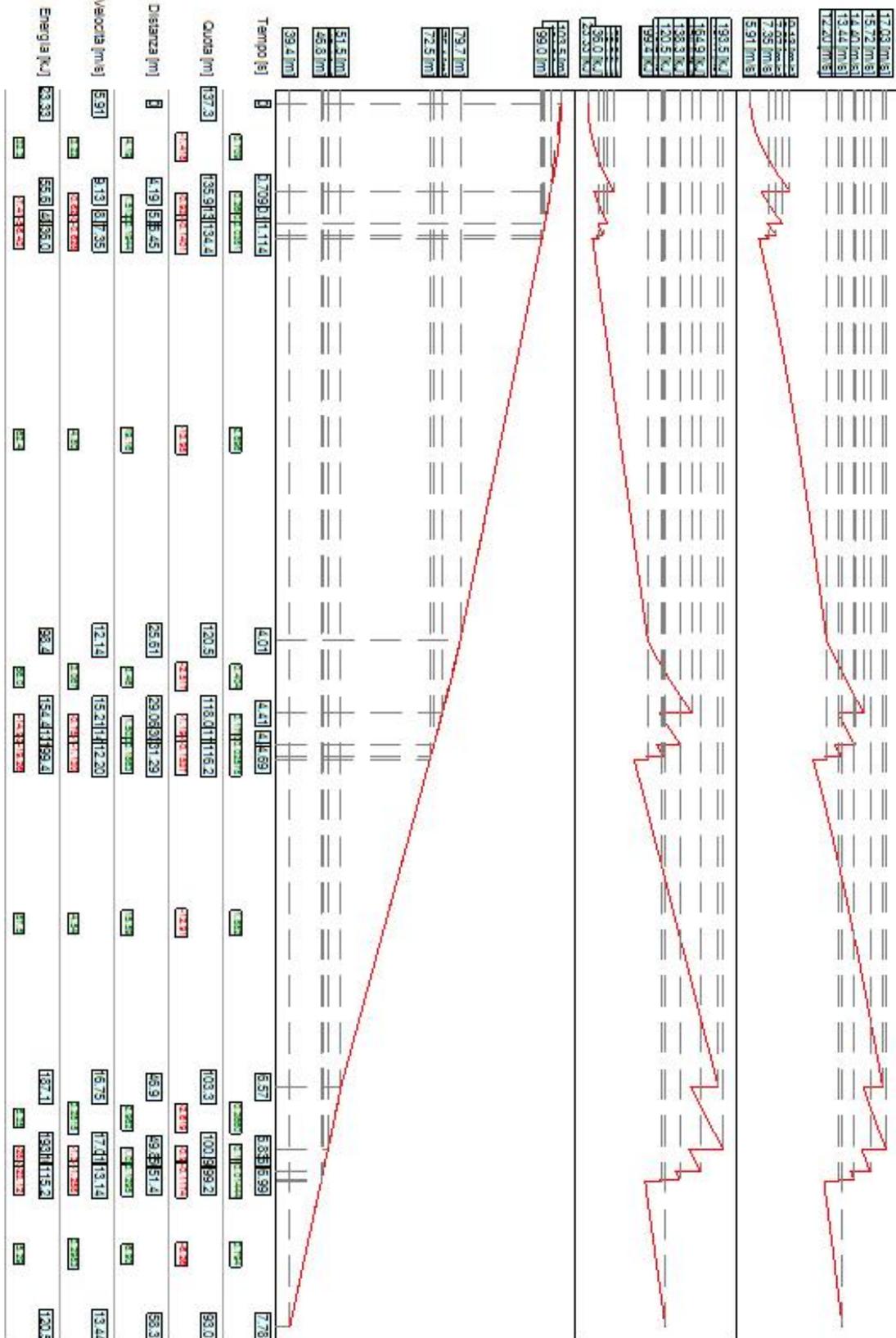


Figura 19 - Percorso della traiettoria più lunga

Nella seguente tabella si riporta il dettaglio della traiettoria che ha raggiunto la massima distanza sul piano orizzontale dal punto di distacco.

Diametro = 1 [m]. Volume = 0.52359878 [m³]. Massa = 1.33481 [t].

n.	Xr,Yr,Zr,dZr[m]	t.sup.	d.sup.	t[s]	t.m.	Vu[m/s]	E.c.p.[kJ]	E.c.d.[kJ]	E.di.[kJ]
1	x= 192.2953 y= 192.2953 z= 137.2893 dz= -	-	-	0	volo	5.91 x: -5.56 y: -5.56 z: -2	23.326	-	-
2	x= 188.3499 y= 188.3499 z= 135.8709 dz= 1.4184	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	0	volo	6.79 x: -4.47 y: -4.47 z: -3.51	55.607	30.734	24.873
3	x= 187.1593 y= 187.1593 z= 134.9378 dz= 0.9331	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	0	volo	7.29 x: -3.94 y: -3.94 z: -3.8	48.202	35.477	12.725
4	x= 186.7637 y= 186.7637 z= 134.5564 dz= 0.3814	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	1	volo	7.08 x: -3.54 y: -3.54 z: -3.68	42.442	33.477	8.965
5	x= 186.6289 y= 186.6289 z= 134.4163 dz= 0.1401	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	1	attrito	6.62 x: -3.2 y: -3.2 z: -3.43	36.016	29.24	6.776
6	x= 173.4966 y= 173.4966 z= 120.47 dz= 13.9463	-	-	4	volo	12.14 x: -5.87 y: -5.87 z: -6.23	98.414	98.414	0
7	x= 171.1261 y= 171.1261 z= 117.9526 dz= 2.5174	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	4	volo	13.07 x: -5.09 y: -5.09 z: -6.68	154.399	113.938	40.461
8	x= 170.2143 y= 170.2143 z= 116.7573 dz= 1.1954	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	5	volo	12.8 x: -4.53 y: -4.53 z: -6.41	139.458	109.375	30.083
9	x= 169.9073 y= 169.9073 z= 116.322 dz= 0.4352	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	5	volo	12 x: -4.08 y: -4.08 z: -5.96	118.653	96.115	22.538

10	x= 169.8021 y= 169.8021 z= 116.1683 dz= 0.1537	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	5	attrito	11.06 x: -3.7 y: -3.7 z: -5.48	99.39	81.591	17.799
11	x= 161.0551 y= 161.0551 z= 103.26 dz= 12.9083	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	7	volo	15.15 x: -5.2 y: -5.2 z: -9.85	187.144	153.189	33.955
12	x= 159.6721 y= 159.6721 z= 100.6408 dz= 2.6192	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	7	volo	15.01 x: -4.62 y: -4.62 z: -9.5	193.49	150.324	43.165
13	x= 159.2095 y= 159.2095 z= 99.6891 dz= 0.9517	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	7	volo	14.13 x: -4.16 y: -4.16 z: -8.85	164.944	133.169	31.775
14	x= 159.0512 y= 159.0512 z= 99.3527 dz= 0.3364	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	7	volo	13.04 x: -3.77 y: -3.77 z: -8.13	138.333	113.412	24.922
15	x= 158.9967 y= 158.9967 z= 99.2353 dz= 0.1174	Terreno	Affioramenti di roccia con detrito	7	attrito	11.93 x: -3.43 y: -3.43 z: -7.43	115.214	95.056	20.159
16	x= 156.101 y= 156.101 z= 92.9719 dz= 6.2634	Barriera	5	8	-	0 x: 0 y: 0 z: 0	120.506	0	120.506

n.= indice dell'evento. X= coordinata X dell'evento. Z= coordinata Z dell'evento. dZ= altezza di caduta dell'evento precedente. t.sup.= tipo di materiale su cui avviene l'evento. d.sup.= descrizione del materiale su cui avviene l'evento. t.= istante in cui avviene l'evento. t.m.= tipo moto successivo all'evento. Vu= velocità di uscita. E.c.p.= energia cinetica traslazionale prima dell'impatto. E.c.d.= energia cinetica traslazionale dopo l'impatto. E.di.= energia dissipata nell'impatto.

4.3.18 Dati traiettorie.

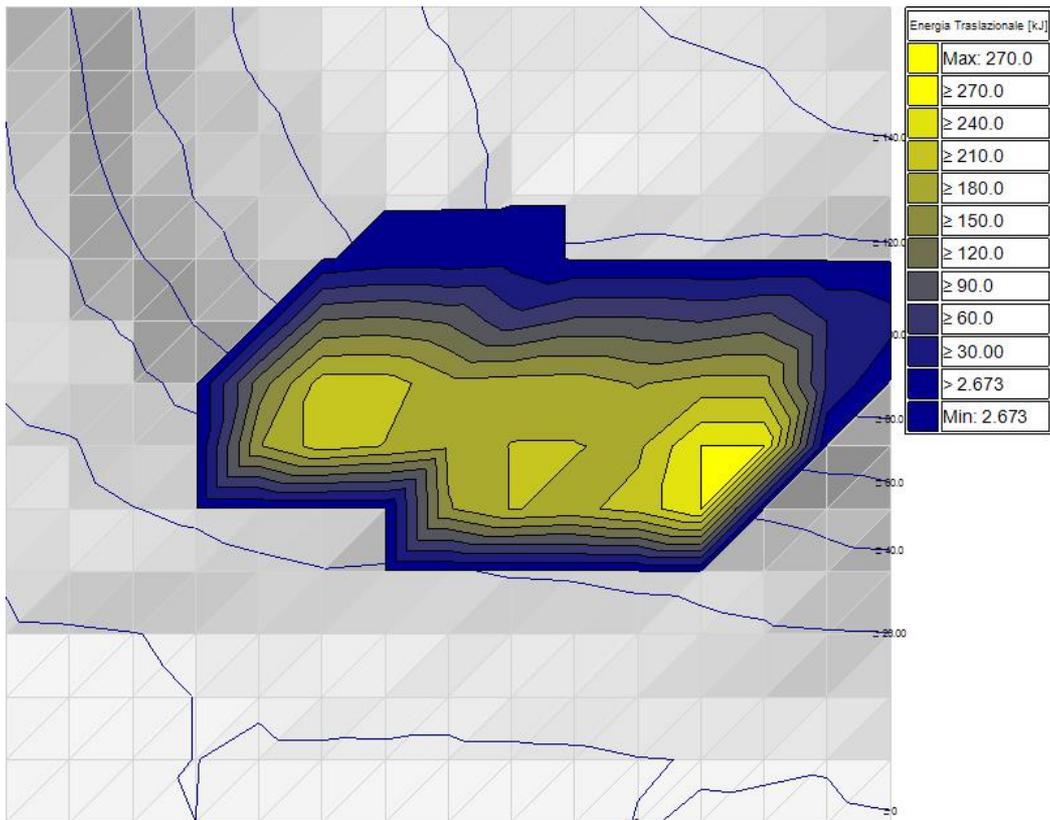


Figura 20 – Energia massima registrata lungo sul versante - isolinee 2D.

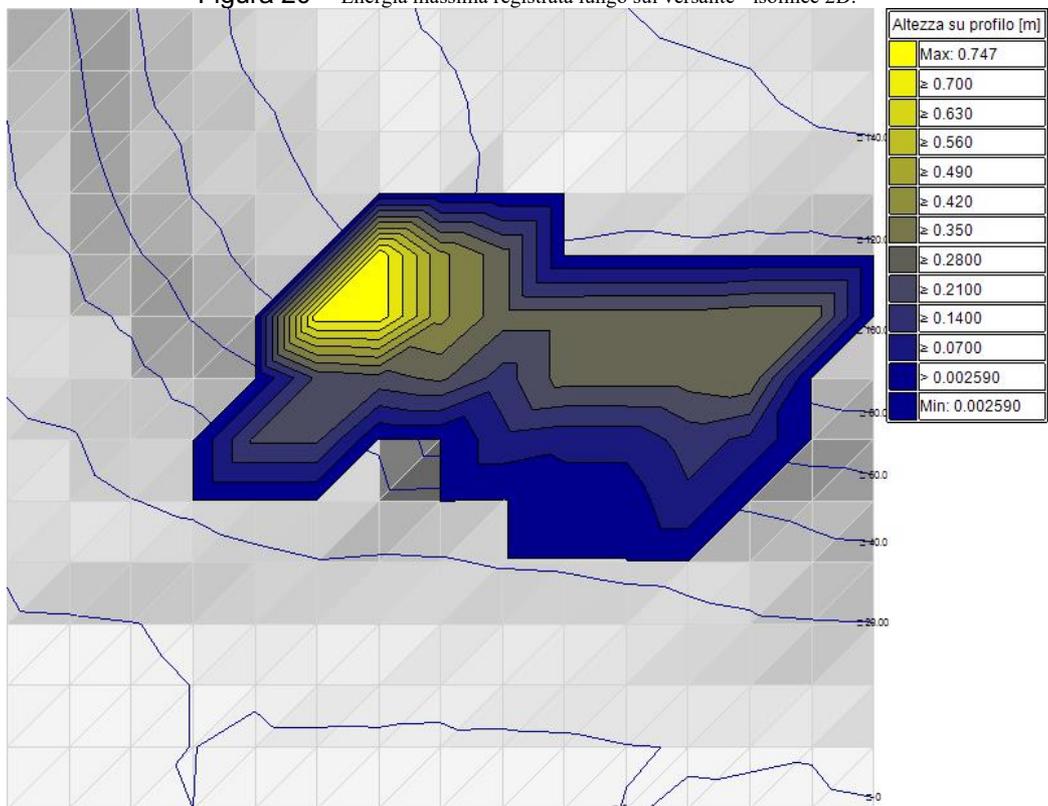


Figura 21 – Altezza sul profilo lungo il versante - isolinee 2D.

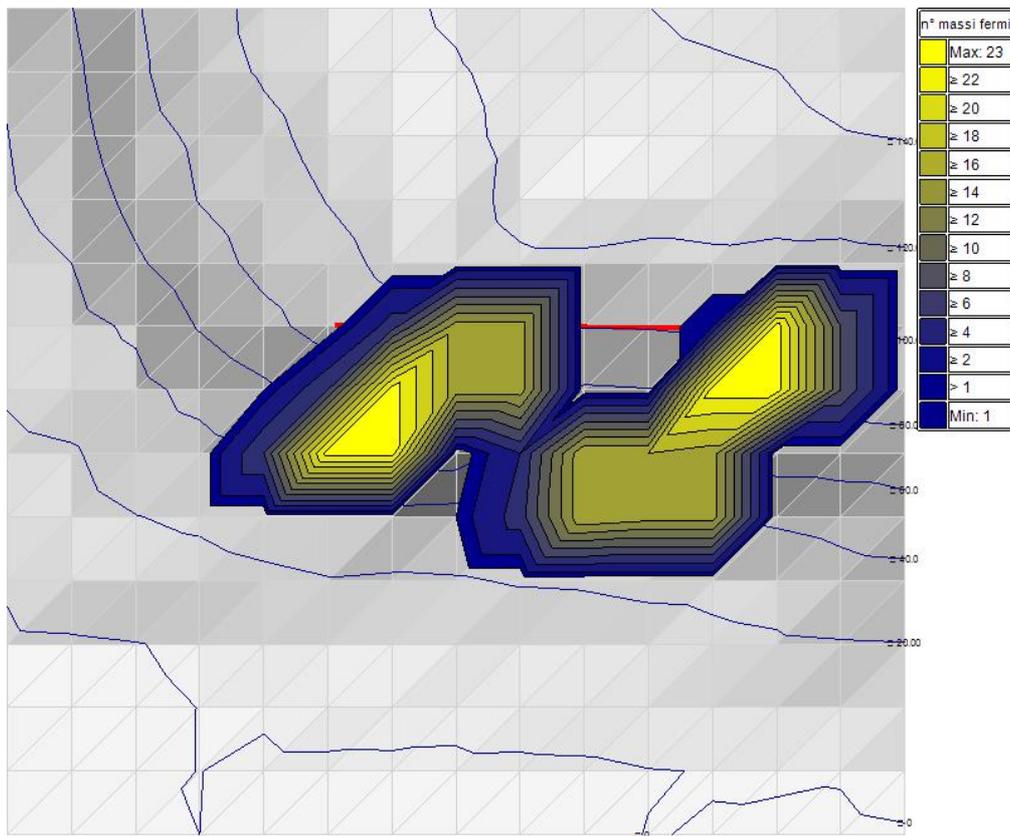


Figura 22 – Numero di punti di arresto delle traiettorie sul versante - isolinee 2D.

4.3.19 Impatti sulle barriere.

Si riporta l'analisi di tutte le collisioni con le barriere e si elencano le massime energie di impatto per ogni barriera:

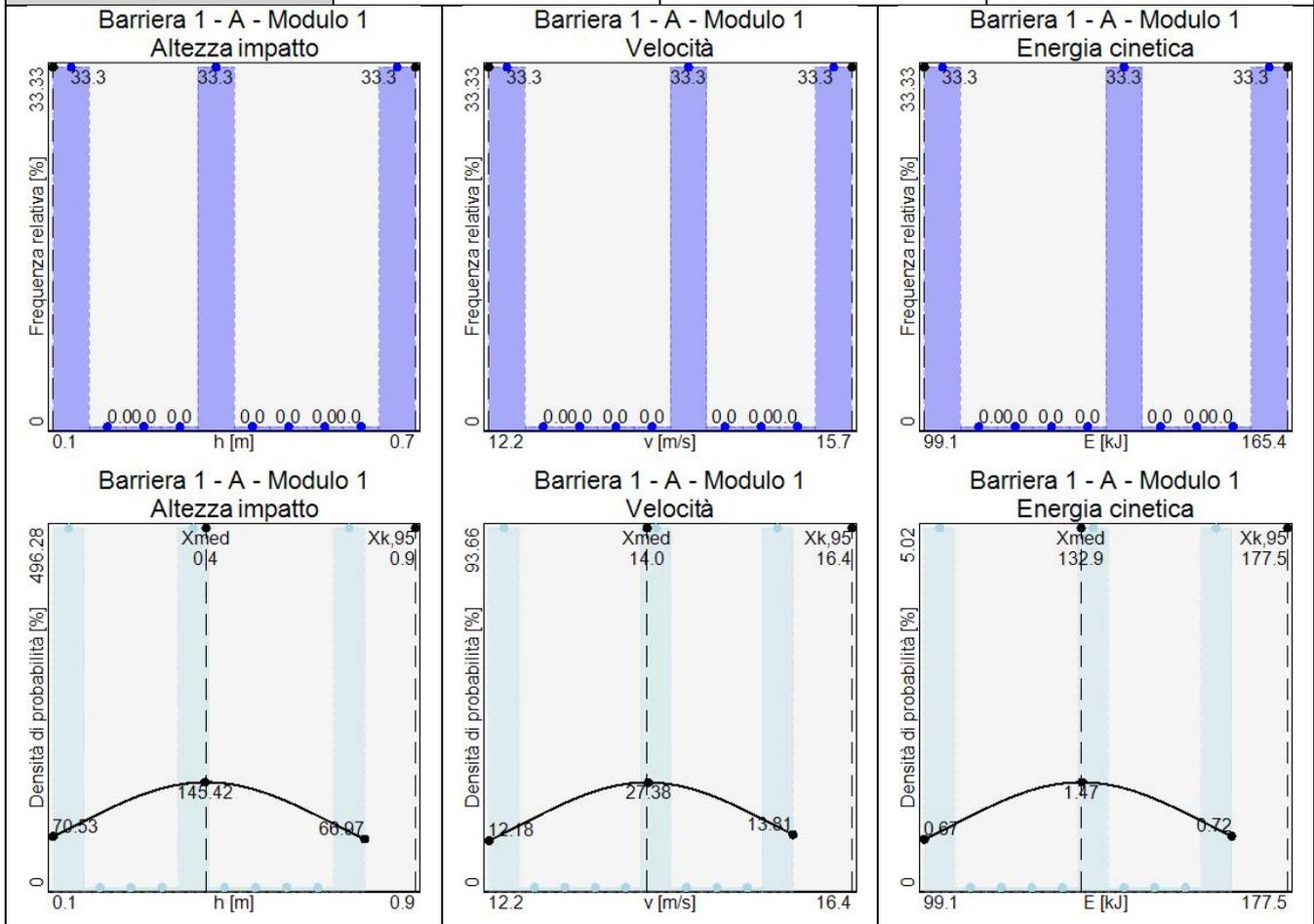
Nome	n°	HMAX[m]	H0.95[m]	Vtr,MAX[m/s]	Vtr,0.95[m/s]	Etr,MAX[kJ]	Etr,0.95[kJ]
Barriera 1 (Barriera 1 - A - Modulo 1)	3	0.7457	0.855	15.74	16.43	165.421	177.495
Barriera 2 (Barriera 1 - A - Modulo 2)	13	0.2775	0.2841	16.12	16.19	173.435	173.885
Barriera 3 (Barriera 1 - A - Modulo 3)	21	0.7043	0.7358	17.68	18.19	208.623	218.07
Barriera 4 (Barriera 2 - B - Modulo 1)	12	0.1256	0.139	13.87	13.77	128.43	126.456
Barriera 5 (Barriera 2 - B - Modulo 2)	30	0.1095	0.1251	14.37	14.15	137.887	132.101
Barriera 6 (Barriera 2 - B - Modulo 3)	18	0.0584	0.0584	17.17	15.92	196.702	168.953
Barriera 7 (Barriera 2 - B - Modulo 4)	18	0.345	0.3316	16.17	15.2	174.543	153.648
Barriera 8 (Barriera 3 - C - Modulo 1)	16	0.2412	0.2412	12.31	12.08	101.109	96.344

Barriera 9 (Barriera 3 - C - Modulo 2)	16	0.5375	0.5505	11.47	11.16	87.827	82.371
Barriera 10 (Barriera 3 - C - Modulo 3)	12	0.0407	0.0412	10.4	10.62	72.185	74.956
Barriera 11 (Barriera 4 - D - Modulo 1)	25	0.1546	0.1727	10.44	10.21	72.803	69.352
Barriera 12 (Barriera 4 - D - Modulo 2)	16	0.1867	0.1902	9.39	9.81	58.855	63.376
Barriera 13 (Barriera 4 - D - Modulo 3)	0	0	0	0	0	0	0

Segue l'analisi dettagliata per ciascun modulo delle barriere su cui si sono verificati impatti:

Barriera 1 - A, modulo 1

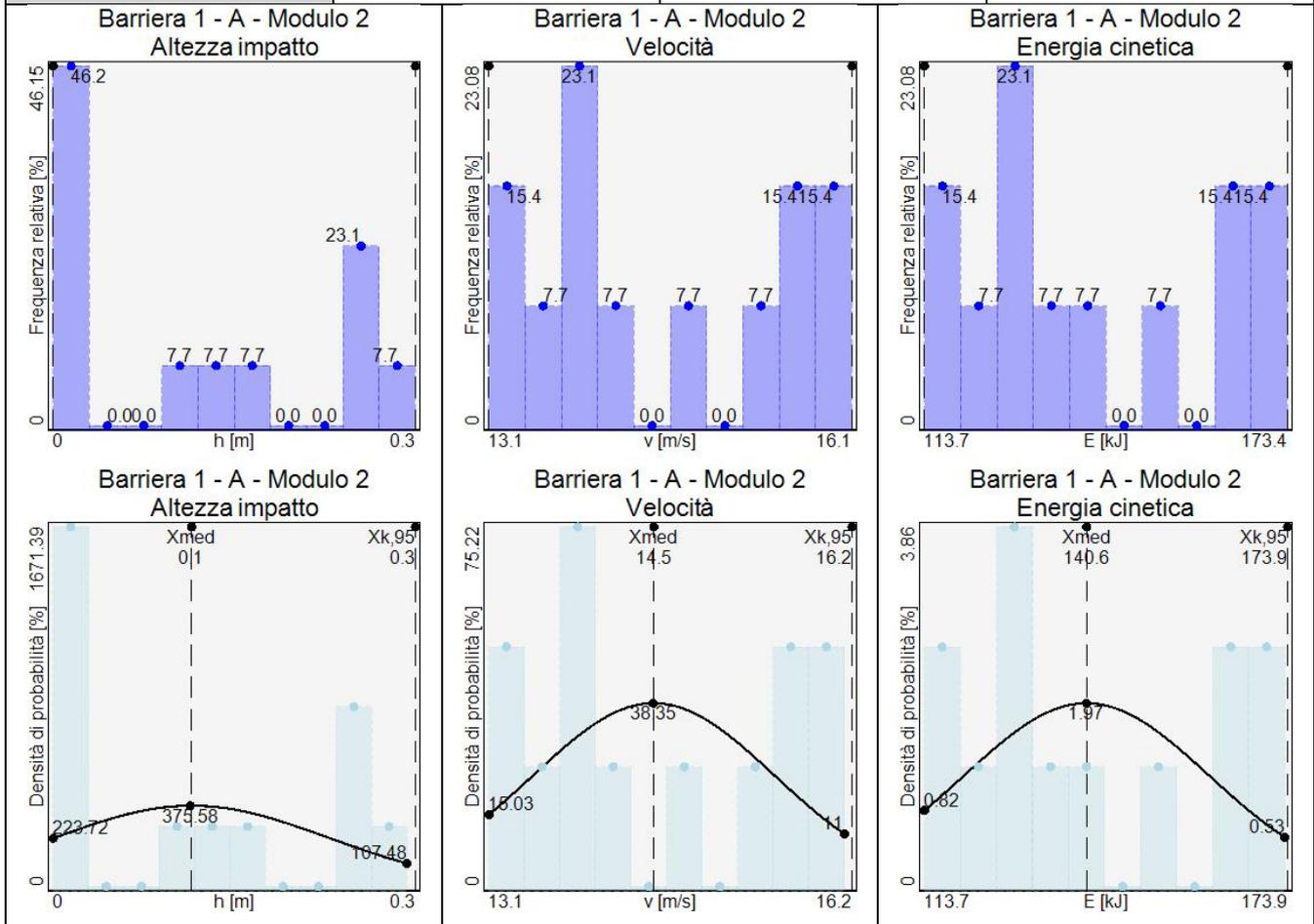
Analisi statistica - Numerosità campione = 3			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.074	12.18	99.083
Massimo	0.7457	15.74	165.421
Media	0.4041	14.04	132.949
Dev. standard	0.2743	1.46	27.1
95° percentile	0.855	16.43	177.495



Barriera 1 - A, modulo 2

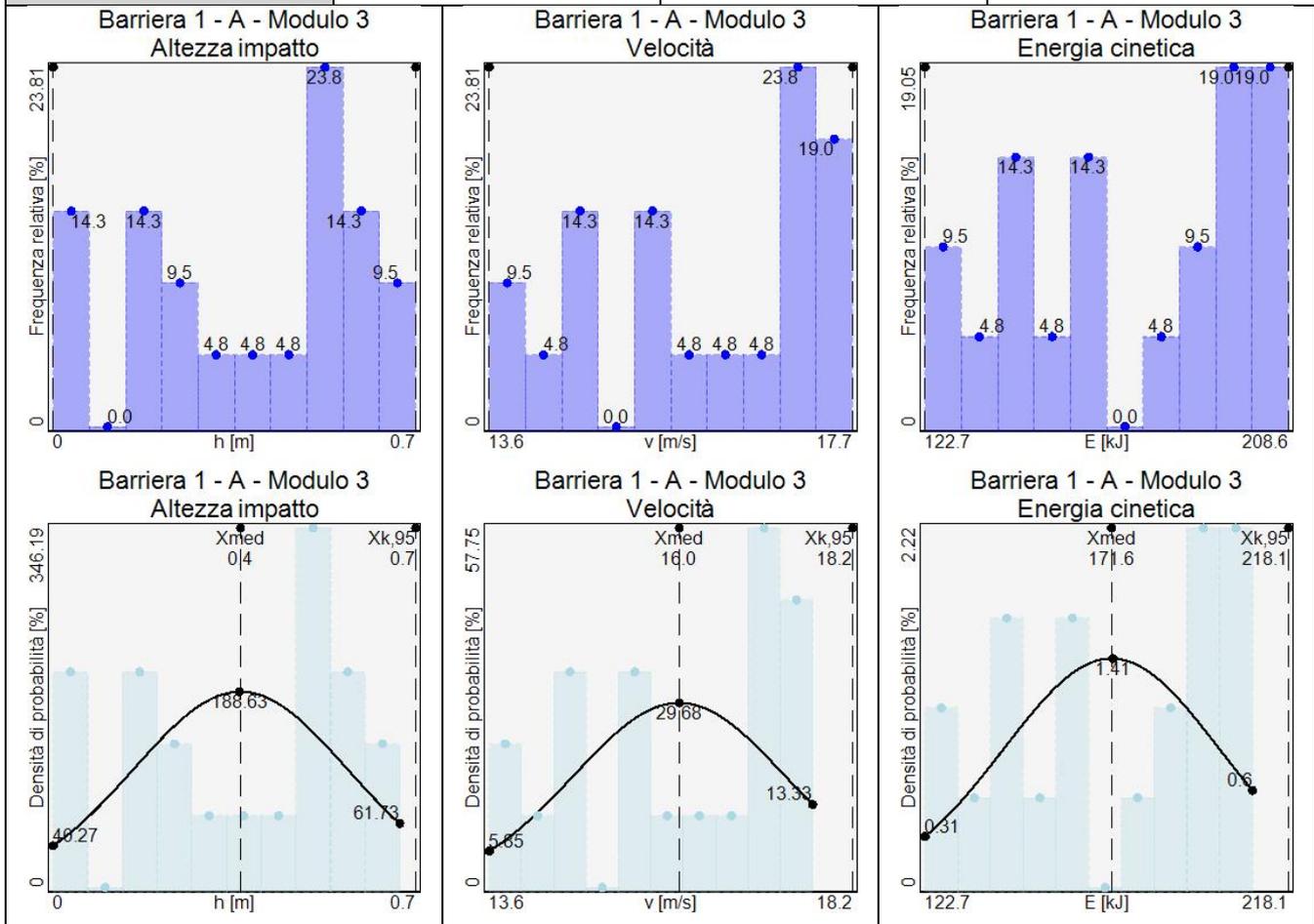
Analisi statistica - Numerosità campione = 13

	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0014	13.05	113.702
Massimo	0.2775	16.12	173.435
Media	0.1095	14.48	140.586
Dev. standard	0.1062	1.04	20.258
95° percentile	0.2841	16.19	173.885



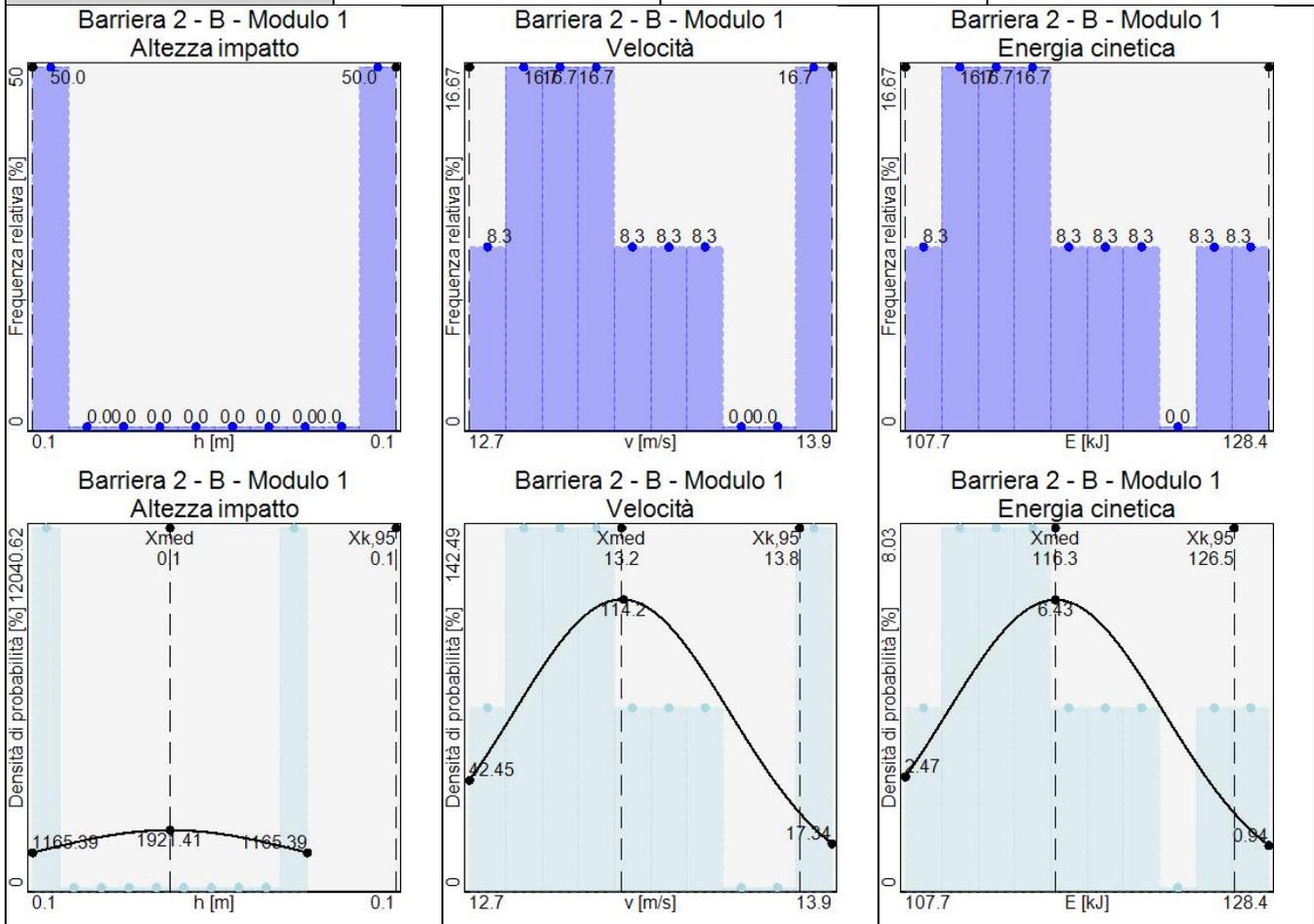
Barriera 1 - A, modulo 3

Analisi statistica - Numerosità campione = 21			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0165	13.56	122.67
Massimo	0.7043	17.68	208.623
Media	0.3882	15.98	171.626
Dev. standard	0.2115	1.34	28.255
95° percentile	0.7358	18.19	218.07



Barriera 2 - B, modulo 1

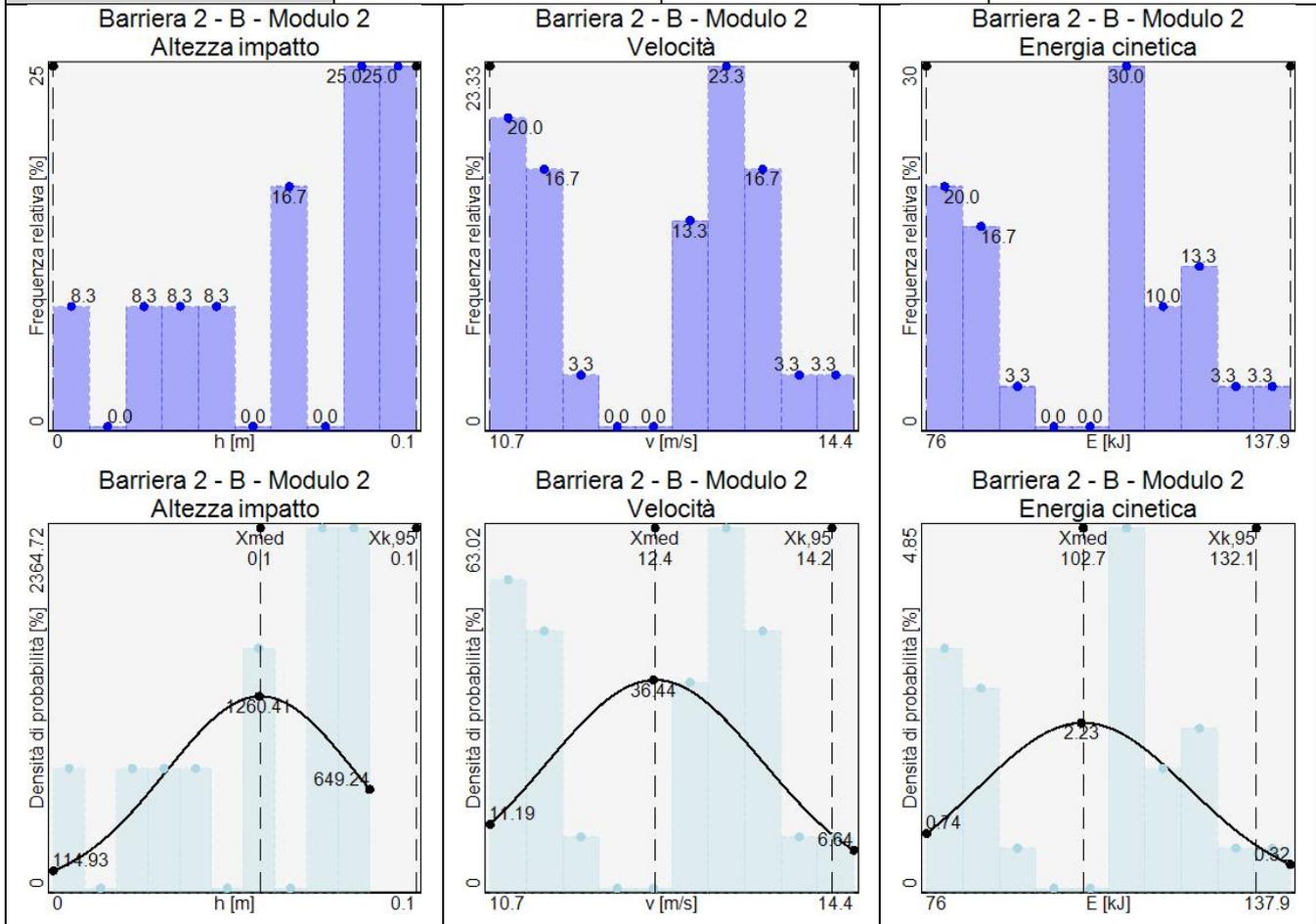
Analisi statistica - Numerosità campione = 12			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0841	12.7	107.686
Massimo	0.1256	13.87	128.43
Media	0.1049	13.19	116.26
Dev. standard	0.0208	0.35	6.203
95° percentile	0.139	13.77	126.456



Barriera 2 - B, modulo 2

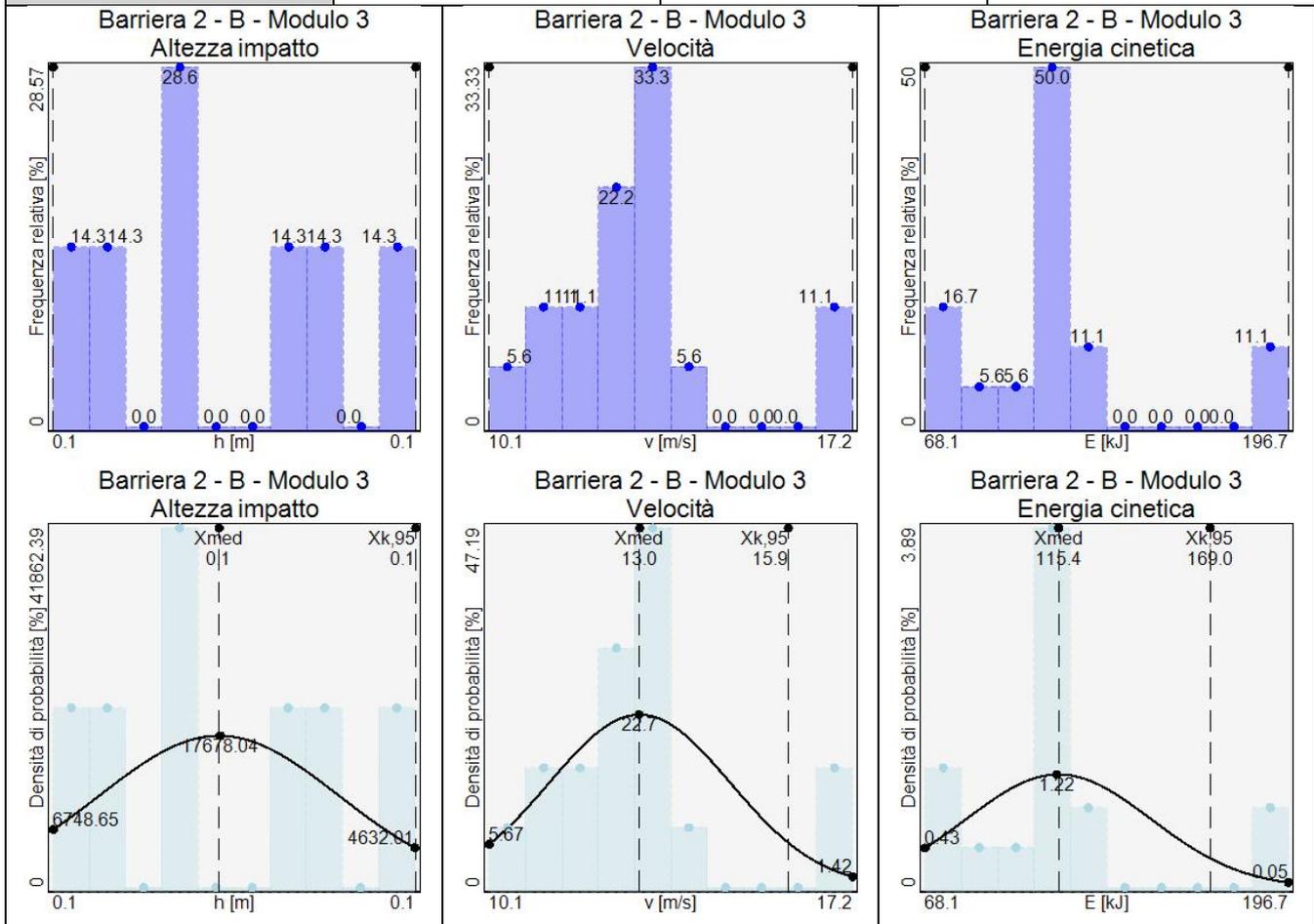
Analisi statistica - Numerosità campione = 30

	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0038	10.67	76
Massimo	0.1095	14.37	137.887
Media	0.0731	12.35	102.651
Dev. standard	0.0316	1.09	17.917
95° percentile	0.1251	14.15	132.101



Barriera 2 - B, modulo 3

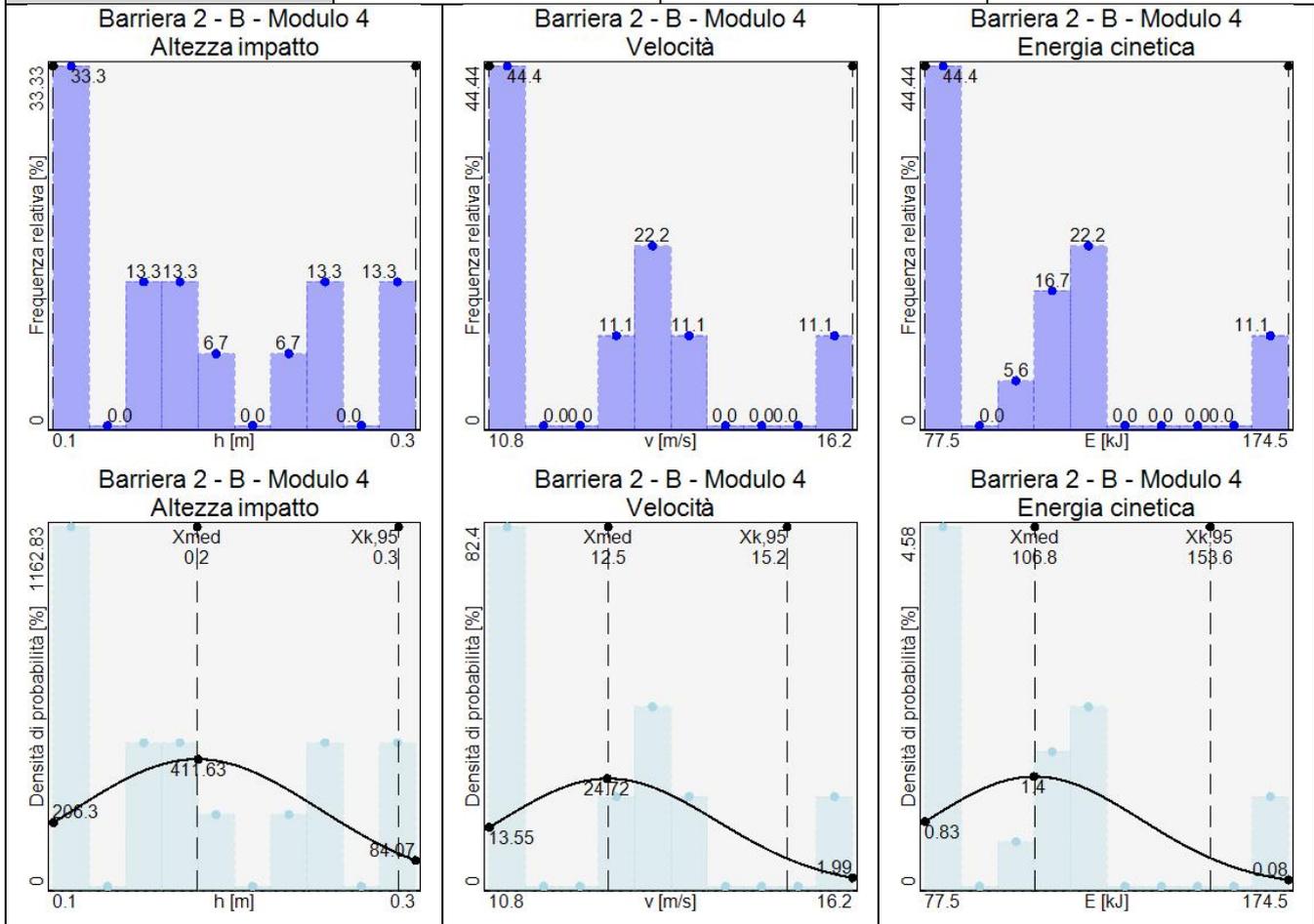
Analisi statistica - Numerosità campione = 18			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0516	10.1	68.132
Massimo	0.0584	17.17	196.702
Media	0.0547	13.03	115.393
Dev. standard	0.0023	1.76	32.584
95° percentile	0.0584	15.92	168.953



Barriera 2 - B, modulo 4

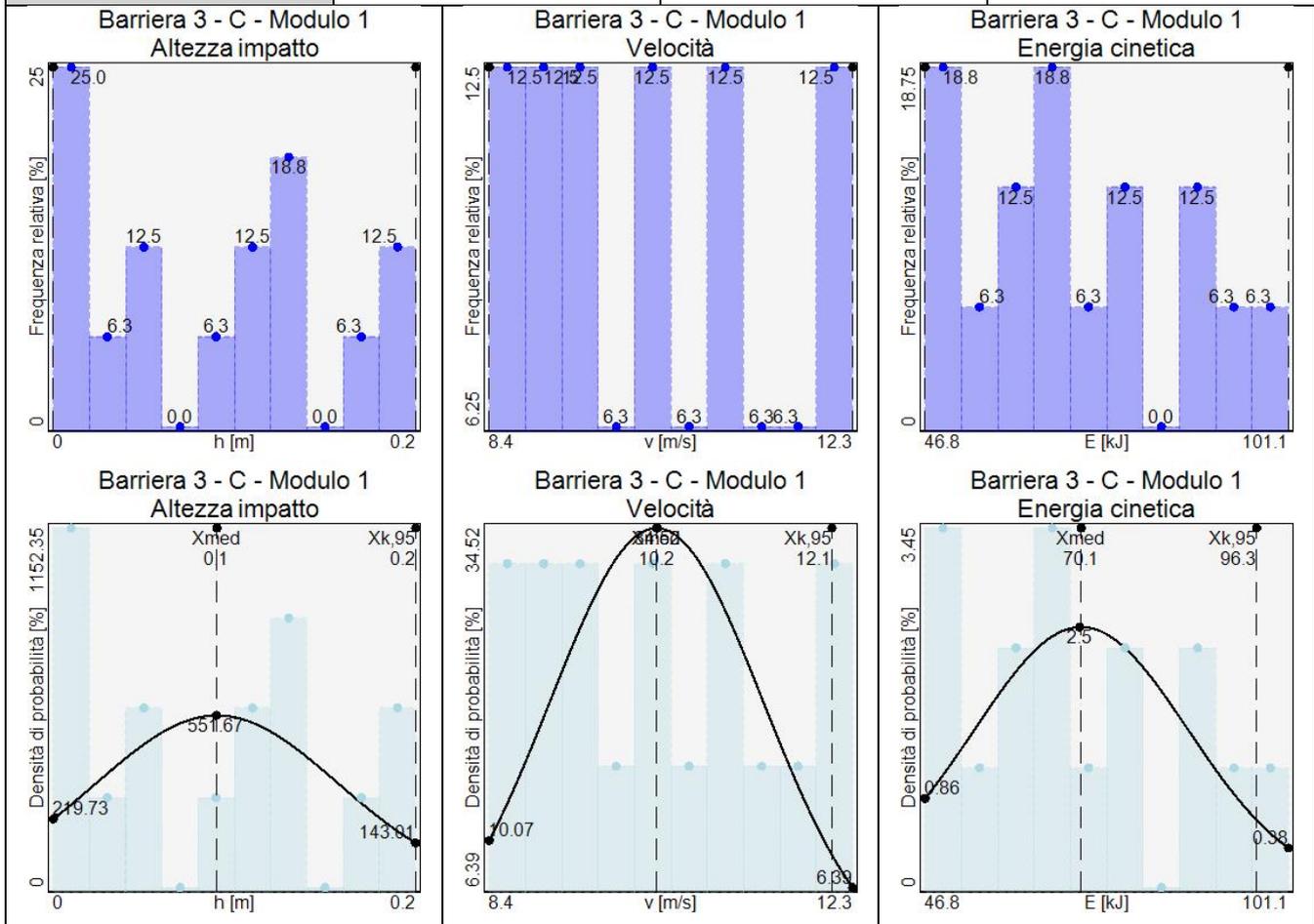
Analisi statistica - Numerosità campione = 18

	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0583	10.78	77.525
Massimo	0.345	16.17	174.543
Media	0.1722	12.55	106.812
Dev. standard	0.0969	1.61	28.494
95° percentile	0.3316	15.2	153.648



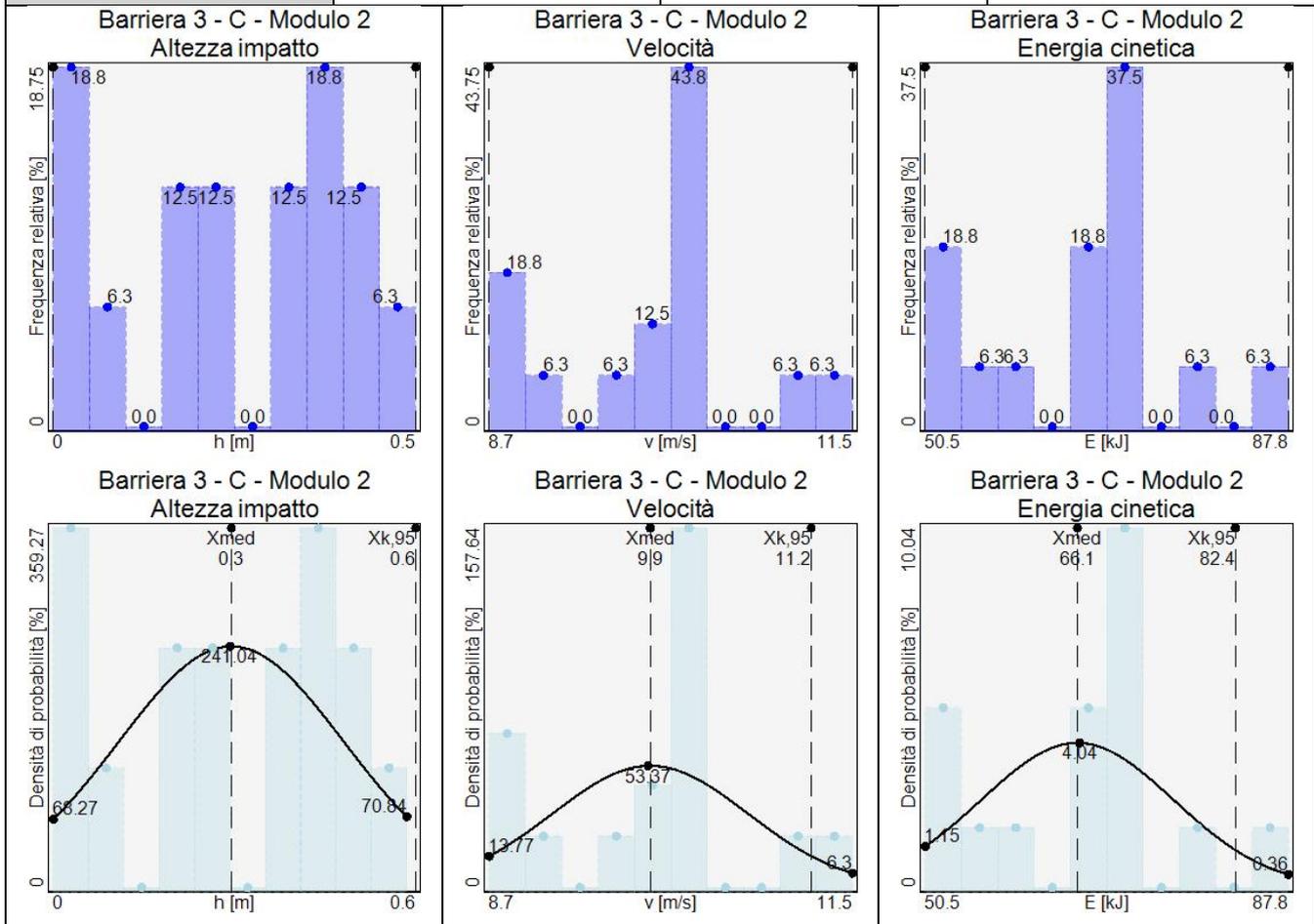
Barriera 3 - C, modulo 1

Analisi statistica - Numerosità campione = 16			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0242	8.37	46.773
Massimo	0.2412	12.31	101.109
Media	0.1224	10.19	70.13
Dev. standard	0.0723	1.16	15.947
95° percentile	0.2412	12.08	96.344



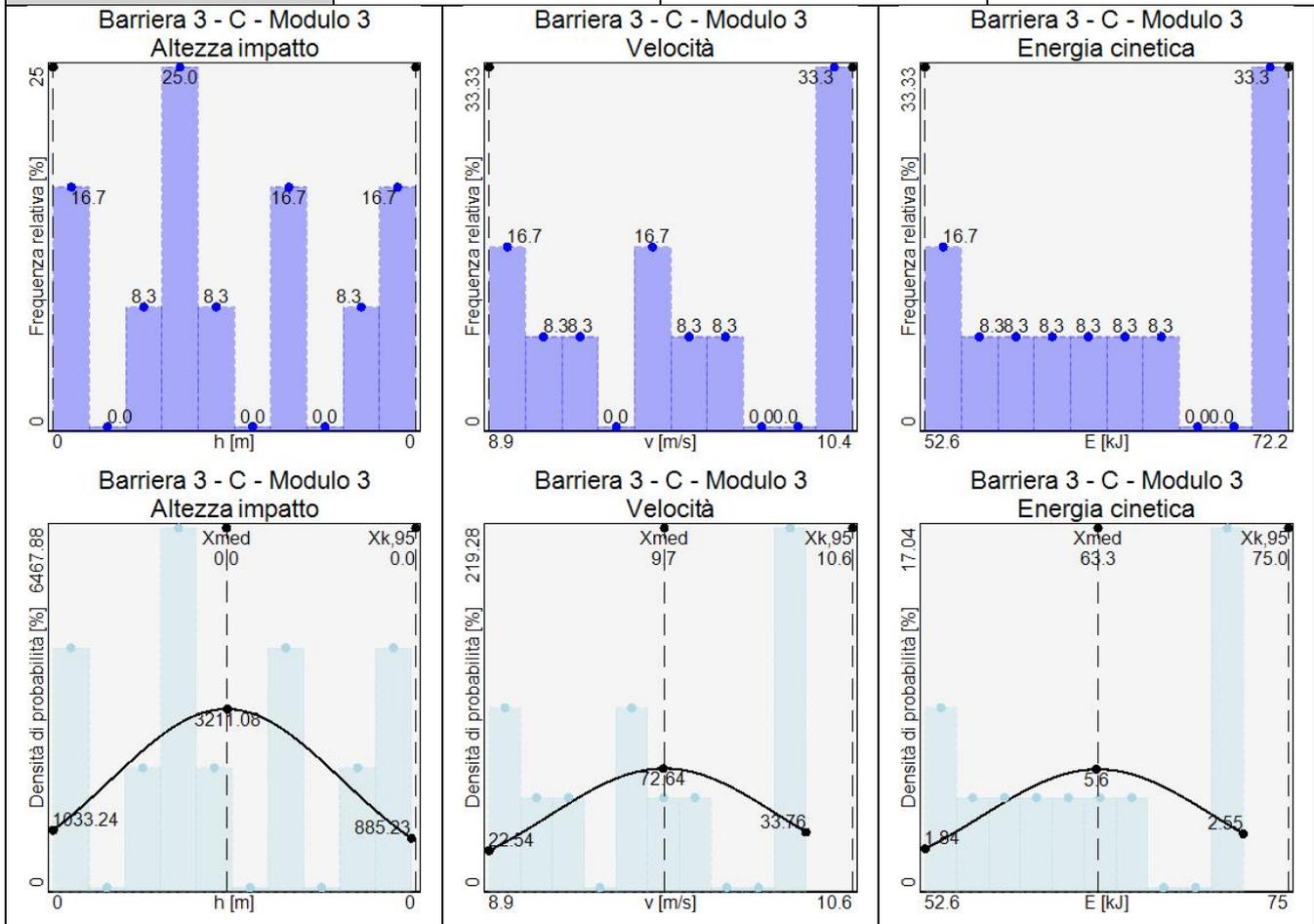
Barriera 3 - C, modulo 2

Analisi statistica - Numerosità campione = 16			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0156	8.7	50.472
Massimo	0.5375	11.47	87.827
Media	0.2785	9.93	66.137
Dev. standard	0.1655	0.75	9.876
95° percentile	0.5505	11.16	82.371



Barriera 3 - C, modulo 3

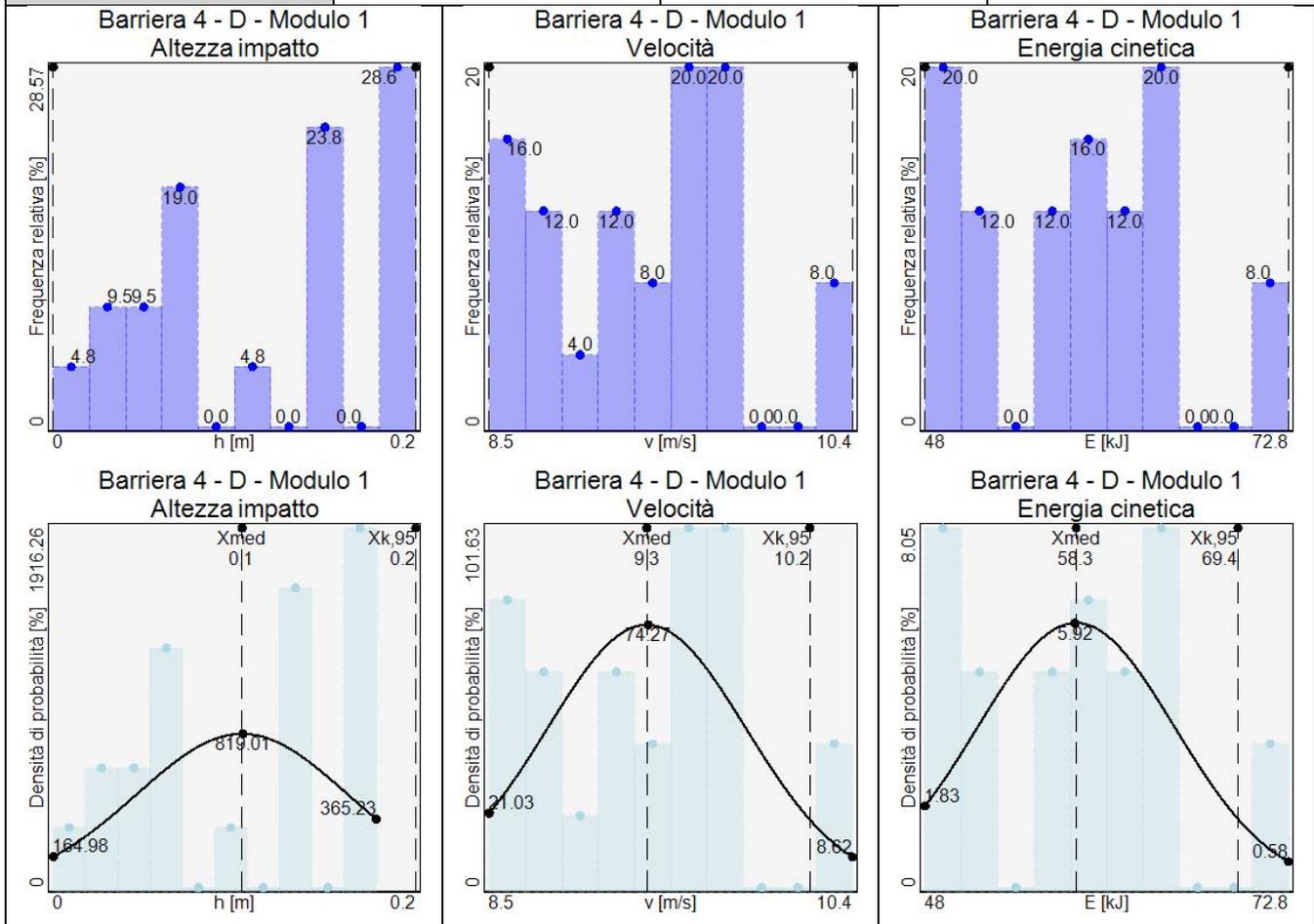
Analisi statistica - Numerosità campione = 12			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0021	8.88	52.625
Massimo	0.0407	10.4	72.185
Media	0.0208	9.72	63.257
Dev. standard	0.0124	0.55	7.117
95° percentile	0.0412	10.62	74.956



Barriera 4 - D, modulo 1

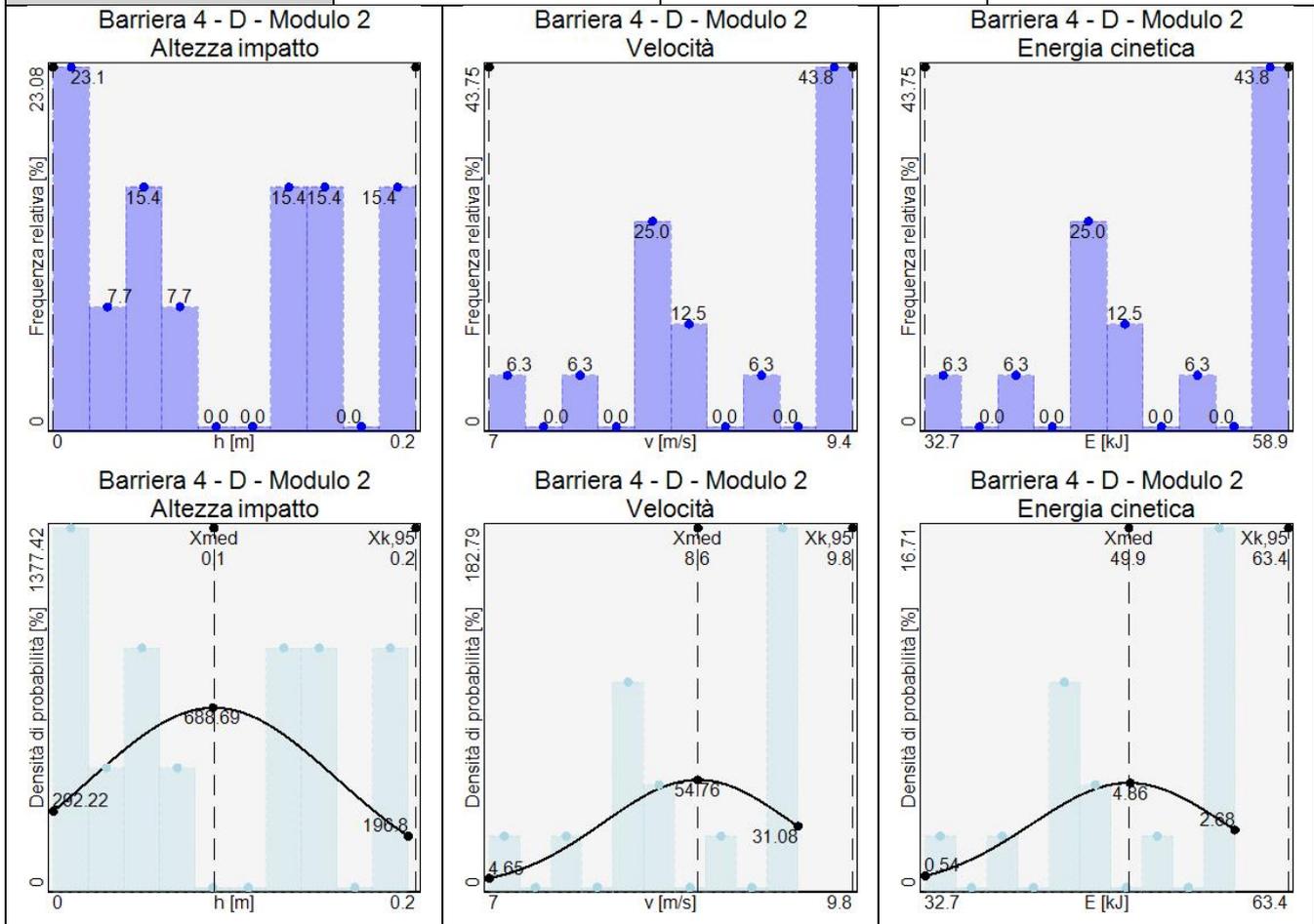
Analisi statistica - Numerosità campione = 25

	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0055	8.48	47.953
Massimo	0.1546	10.44	72.803
Media	0.0927	9.33	58.285
Dev. standard	0.0487	0.54	6.733
95° percentile	0.1727	10.21	69.352



Barriera 4 - D, modulo 2

Analisi statistica - Numerosità campione = 16			
	Altezza impatto [m]	Velocità impatto [m/s]	Energia impatto [kJ]
Minimo	0.0191	7	32.677
Massimo	0.1867	9.39	58.855
Media	0.095	8.62	49.892
Dev. standard	0.0579	0.73	8.203
95° percentile	0.1902	9.81	63.376



4.3.20 Statistiche raccolte per i tipi di terreno sul versante.

Si riportano i valori massimi misurati per ciascuna tipologia di terreno.

Valori massimi - tutti i massi che transitano (sorvolano, colpiscono o si fermano) / solo i massi che colpiscono								
Nome	n° _{tra}	H _{MAX} [m]	V _{tr,MAX} [m/s]	E _{tr,MAX} [kJ]	n° _{col}	V _{tr,MAX} [m/s]	E _{tr,MAX} [kJ]	n° _{fer}
Gruppo 1 (Roccia in posto)	110	0.3322	20.12	270.042	106	20.12	270.042	81
Gruppo 2 (Affioramenti di roccia con detrito)	160	0.7467	18.32	223.974	153	18.32	223.974	95
Gruppo 8 (Superfici pavimentate)	0	0	0	0	0	0	0	0

Segue l'analisi dettagliata per ciascun tipo di terreno su cui sono stati misurati eventi:

Roccia in posto

Analisi statistica - tutti i massi che transitano (sorvolano, colpiscono o si fermano) / solo i massi che colpiscono					
Numerosità campione = 110			Numerosità campione = 106		
	Quota sul profilo [m]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]
Minimo	0	2.37	3.743	4.31	12.371
Massimo	0.3322	20.12	270.042	20.12	270.042
Media	0.0074	10.34	79.958	10.03	75.669
Dev. standard	0.0414	3.58	54.534	3.57	53.857
95° percentile	0.0754	16.23	169.599	15.9	164.195

Affioramenti di roccia con detrito

Analisi statistica - tutti i massi che transitano (sorvolano, colpiscono o si fermano) / solo i massi che colpiscono					
Numerosità campione = 160			Numerosità campione = 153		
	Quota sul profilo [m]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]	Velocità traslazionale [m/s]	Energia traslazionale [kJ]
Minimo	0	2	2.673	5.5	20.224
Massimo	0.7467	18.32	223.974	18.32	223.974
Media	0.0405	10.89	91.905	11.75	101.341
Dev. standard	0.1106	4.36	59.871	3.7	57.649
95° percentile	0.2224	18.06	190.317	17.83	196.101

5. VERIFICHE CONNESSIONI

5.1 PREMESSA

La barriera Paramassi dovrà essere conforme alle norme di ETAG 027 e quindi in possesso di Valutazione Tecnica Europea e certificazione di Costanza delle Prestazioni in conformità alla normativa ETAG 027 e al Regolamento Europeo per i prodotti da Costruzione (CPR 305/11).

Tabella 2

Spazio massimo di frenata in base alla classe d'energia

Livello d'energia	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Valore MEL (kJ)	100	250	500	1000	1500	2000	3000	4500	>4500
Spazio max. di frenata (m)	4	5,5	6,5	7,5	8,5	9	9,5	10	w*

Le barriere dovranno essere opportunamente dalle persone, automezzi, cose e abitazioni da proteggere

ANALISI DI CADUTA MASSI

Per esaminare la pericolosità della caduta massi, è stata adottata la seguente procedura:

- – È stata individuata la sezione più rappresentativa per caratterizzare il fenomeno, che coincide con la sezione più gravosa da un punto di vista geomorfologico e in termini di energia potenziale dei blocchi che potrebbero distaccarsi dall'ammasso roccioso.
- – È stata definita la dimensione dei massi instabili sulla base di quanto rilevato durante i sopralluoghi; si è quindi deciso di considerare un valore prudenziale pari a $1,0 \text{ m}^3$, la massa del blocco è quindi stato stimato in circa 2700 kg, prendendo in considerazione un peso specifico della roccia pari a 2700 kg/m^3 .
- – Si è proceduto con l'esecuzione di analisi numeriche di caduta massi che hanno consentito di determinare il probabile cinematismo degli scoscendimenti lungo le direttrici rappresentative del pendio.
- Il nuovo intervento prevedrà l'inserimento di barriere paramassi deformabili posizionate in modo tale da permettere la libera deformazione della barriera (se impattata) senza avere interferenze con le infrastrutture. La progettazione, come precedentemente indicato, è stata eseguita al MEL (*Maximum Energy Level*), ovvero considerando lo stato limite ultimo della barriera.

L'unico parametro in grado di descrivere in modo riassuntivo il comportamento di una barriera paramassi a rete è l'energia che questa è in grado di dissipare in condizioni di sicurezza e questo valore può essere determinato solo con prove in vera grandezza specificamente realizzate.

METODO DI CALCOLO E SUA TARATURA

- L'analisi di caduta massi è stata eseguita con un programma di calcolo commerciale che consente di analizzare in modo probabilistico le traiettorie e le energie prodotte dai massi (software Geomassi della CDM DOLMEN). Il programma adotta un metodo di calcolo ibrido dove la massa viene trattata come puntiforme (*lumped mass*) nelle equazioni del moto, e come dotata di dimensione nel calcolo delle energie e dei coefficienti di restituzione lungo il pendio
- Le simulazioni devono essere opportunamente tarate affinché la dinamica delle traiettorie di caduta sia descritta in modo realistico. I dati d'ingresso utilizzati nella simulazione di caduta sono riportati di [seguito nel testo](#).

CRITERI DI PROGETTAZIONE E DIMENSIONAMENTO DELLA BARRIERA PARAMASSI

Azioni

Il valore di dimensionamento E_d della sollecitazione è calcolato in base al carico statico sostitutivo E_s e al coefficiente di carico γ_F nel modo seguente: $E_d = E_s \times \gamma_F$

A questo riguardo viene applicato il coefficiente di carico $\gamma_F = 1,15$.

Barriera 500kJ

Lateralmente $E_{dl} = E_{kl} \times \gamma_F = 1,15 \times 130 = 149.5 \text{ kN @ } 150 \text{ kN}$

A monte $E_{dm} = E_{km} \times \gamma_F = 1,15 \times 70 = 80.5 \text{ kN @ } 81 \text{ kN}$

Barriera 1000kJ

Lateralmente $E_{dl} = E_{kl} \times \gamma_F = 1,15 \times 150 = 172.5 \text{ kN @ } 173 \text{ kN}$

A monte $E_{dm} = E_{km} \times \gamma_F = 1,15 \times 100 = 115 \text{ kN}$

Resistenza ultima

Il valore di dimensionamento R_d della resistenza ultima è stabilito a partire dalla resistenza ultima R_k dell'elemento di costruzione considerato e dal coefficiente di resistenza γ_M :

$$R_d = R_k / \gamma_M$$

A questo riguardo viene applicato un coefficiente di resistenza $\gamma_M = 1,35$.

Il valore caratteristico R_k corrisponde al valore più basso della resistenza ultima interna e di quella esterna dell'ancoraggio.

La resistenza ultima interna R_{ik} dell'ancoraggio è determinata dalla sezione d'acciaio A e dalla qualità dell'acciaio f_{sk} (limite di scorrimento) ed è pari a:

$$R_{ik} = A \times f_{sk}$$

La resistenza ultima esterna dell'ancoraggio è determinata attraverso prove di estrazione e corrisponde alla forza con la quale lo spostamento del corpo di ancoraggio non diminuisce più. Tuttavia dopo un certo tempo si verifica una frattura tra il corpo di ancoraggio e il terreno di fondazione. Come strumento per una stima sommaria della resistenza ultima esterna si può utilizzare la tabella sotto per i diametri usuali dei fori (90 – 110 mm).

Ordini di grandezza delle resistenze ultime esterne caratteristiche

Tipo di terreno	Limiti delle resistenze ultime esterne
Roccia dura, compatta	> 90 kN/m
Roccia fessurata, rocce sedimentarie dure, morena dura	> 50 kN/m und < 90 kN/m
Sedimento disgregato, morena disgregata, ghiaia densa	> 25 kN/m und < 50 kN/m
Detrito di falda sciolto, ghiaia sciolta	< 25 kN/m

Il valore caratteristico R_{ak} della resistenza ultima esterna dipende dal numero di prove. Se un ancoraggio è stato sottoposto a quattro o più prove di estrazione, il valore caratteristico R_{ak} della resistenza ultima esterna viene calcolato in base al valore medio del carico di rottura a cui viene sottratto lo scostamento standard.

Se sono state eseguite tre prove di estrazione, per il valore caratteristico R_{ak} della resistenza ultima esterna occorre considerare il valore più basso di R_a .

Se le prove di estrazione sono state solo una o due per tipo di terreno, per definire il valore caratteristico R_{ak} della resistenza ultima esterna occorre ridurre il valore più basso di R_a del 40 o del 20 per cento.

Valore caratteristico R_{ak} della resistenza ultima esterna secondo il numero di prove di estrazione

Numero di prove di estrazione	Valore caratteristico R_{ak} della resistenza ultima esterna	Coefficiente di resistenza γ_M
4	Valore medio delle 4 prove dedotto lo scostamento standard	1,35
3	Valore più basso delle 3 prove	1,35
2	80% del valore più basso	1,35
1	60% del valore	1,35
0	Valore dedotto dal diagramma	1,50

La procedura di calcolo utilizza i coefficienti di sicurezza parziali incrementando le forze agenti (massa, velocità e quindi energia) e riducendo le forze resistenti (le prestazioni della barriera), in accordo con i suggerimenti della letteratura tecnica, Eurocodici e le linee guida di progettazione. I coefficienti dipendono dalla qualità della simulazione della caduta massi e delle informazioni geomeccaniche. In particolare, la progettazione delle barriere è stata effettuata secondo la nuova Norma Italiana UNI 11211-4:2018 "Opere di Difesa Dalla Caduta massi - Parte 4: Progetto definitivo ed Esecutivo".

L'energia sollecitante di progetto è definita come: $E_{sd} = 1/2 M_d V_d^2$

dove:

$V_d = V_t * \gamma * \Delta\pi * \gamma_{\tau\rho} =$ velocità del blocco di progetto

$M_d = Vol_b * \gamma * \gamma_{volF1} * \gamma_{\psi} =$ massa del blocco di progetto

dove:

V_t = velocità in corrispondenza del punto di impatto con l'opera corrispondente al frattile del 95% delle velocità calcolate nelle analisi delle traiettorie (m/s).

Vol_b = volume del blocco di progetto (m^3)

γ = massa per unità di volume della roccia in posto (kg/m^3)

γ_{Dp} = coefficiente che tiene conto della qualità della discretizzazione topografica del pendio; il suo valore è compreso tra 1,01 (pendii discretizzati con rilievo topografico di buona precisione in rapporto alle caratteristiche del sito) e 1,1 (per pendii discretizzati con precisione medio-bassa);

γ_{tr} = coefficiente di affidabilità di calcolo delle traiettorie; il suo valore è compreso tra 1,02 (per simulazioni di caduta basate su coefficienti di restituzione ottenuti da analisi a ritroso) e 1,1 (per simulazioni di caduta basate su coefficienti di restituzione derivate da sole informazioni bibliografiche);

γ_{VolF1} = coefficiente legato alla precisione del rilievo del volume del blocco; il suo valore è compreso tra 1,02 (per rilievi accurati della parete) e 1,1 (in assenza di rilievi finalizzati al progetto);

γ_{ψ} = coefficiente legato alla valutazione della massa per unità di volume della roccia, che può essere generalmente assunto pari a 1,0.

Nel caso di elevato rischio per la vita umana (per esempio nel caso di scuole, strade e ferrovie ad alta percorrenza, ospedali, ecc.) all'energia sollecitante di progetto E_{Sd} può essere applicato un ulteriore coefficiente amplificativo di protezione variabile da 1,0 a 1,2 in funzione del grado di rischio valutato; per la valutazione del grado di rischio si fa riferimento al punto 2.4.2 Classi d'uso delle NTC D.M. 17/01/2018.

L'altezza di impatto di progetto (H_d) è definita come: $H_d = H_t \gamma_{tr} \gamma_{Dp}$

Dove:

H_t = altezza del punto di impatto del baricentro del blocco con l'opera (sul piano della barriera), corrispondente al frattile del 95% delle altezze calcolate nelle analisi delle traiettorie;

γ_{Dp} = coefficiente che tiene conto della qualità della discretizzazione topografica del pendio; il

suo valore è compreso tra 1,01 (pendii discretizzati con rilievo topografico di buona precisione in rapporto alle caratteristiche del sito) e 1,1 (per pendii discretizzati con precisione medio-bassa);

γ_{tr} = coefficiente di affidabilità di calcolo delle traiettorie; il suo valore è compreso tra 1,02 (per simulazioni di caduta basate su coefficienti di restituzione ottenuti da analisi a ritroso) e 1,1 (per simulazioni di caduta basate su coefficienti di restituzione derivate da sole informazioni bibliografiche).

Le caratteristiche prestazionali di una barriera paramassi a rete sono:

- E_{Rdu} : resistenza della barriera allo stato limite ultimo, definito come il valore di energia MEL (Livello Energetico Massimo) e parametro preso in considerazione per le verifiche allo stato limite ultimo;

- E_{Rds} : resistenza della barriera allo stato limite di servizio, definito come il valore di energia

SEL (Livello Energetico di Servizio) e parametro preso in considerazione per le verifiche allo stato limite di esercizio (in presenza di impatti multipli o ripetuti).

VERIFICA DEL SISTEMA DI FONDAZIONE E DI ANCORAGGIO DELLA BARRIERA PARAMASSI

Per quanto non espressamente citato nel corpo della presente si è inteso far riferimento alla seguente normativa:

- D.M. 17/01/2018 – “Norme tecniche per le costruzioni”
- A.I.C.A.P. - Ancoraggi nei terreni e nelle rocce: raccomandazioni Il calcolo e la verifica degli elementi costruttivi sono stati condotti secondo gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni. Tenuto conto delle caratteristiche prestazionali delle strutture delle barriere paramassi, le verifiche sono eseguite allo stato limite ultimo.

DATI DI INPUT

Il calcolo è stato effettuato considerando un terreno di matrice omogenea caratterizzato quindi da parametri geotecnici, fisici e meccanici costanti per tutto il suo spessore.

Si prevede, inoltre, che la miscela di iniezione, per la realizzazione degli elementi di trasmissione al terreno degli sforzi indotti nella struttura in elevazione, sia di tipo cementizio e sia posta in opera secondo il processo di iniezione di tipo globale e messa in pressione unica (modello IGU: Iniezione Globale Unica) ed abbia un R_{ck} non inferiore a 300 daN/cm².

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali utilizzati devono soddisfare alle caratteristiche fisico-meccaniche impartite dalle normative vigenti ed indicate nei riferimenti del paragrafo precedente.

Si riportano in questa sede, per semplicità, le sole caratteristiche di resistenza dei materiali:

Acciaio per profilati, piastre del tipo S275 EN 10025 e tubi del tipo S275 EN 10219

Tensione caratteristica a rottura dell'acciaio	$f_{tka} = 4300 \text{ daN/cm}^2$
Tensione caratteristica a snervamento dell'acciaio	$f_{yka} = 2750 \text{ daN/cm}^2$
Coefficiente di sicurezza	$\gamma_M = 1,05$
Resistenza di calcolo dell'acciaio	$= f_{yka}/\gamma_M = f_{yda} = 2619 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza di calcolo di taglio acciaio daN/cm ²	$= f_{yka}/\sqrt{3} \gamma_M = f_{vda} = 1512$
Modulo elastico dell'acciaio	$E = 2060000 \text{ daN/cm}^2$

Ancoraggio in doppia fune spiroidale (EN 12385-10) tipo I

Carico rottura minimo per diametro nominale Φ 10.5	$A_{\Phi 10.5} = 180,0 \text{ kN}$	$\gamma_M = 2,0$
	$R_{A\Phi 10.5d} = 90,0 \text{ kN}$	$\gamma_M = 2,0$

Ancoraggio in doppia fune spiroidale (EN 12385-10) tipo II

Carico rottura minimo per diametro nominale Φ 14.5	$A_{\Phi 14.5} = 350,0 \text{ kN}$	
	$R_{A\Phi 14.5d} = 175,0 \text{ kN}$	$\gamma_M = 2,0$

Ancoraggio in doppia fune spiroidale (EN 12385-10) tipo III

Carico rottura minimo per diametro nominale Φ 18.5	$A_{\Phi 18.5} = 525,0 \text{ kN}$	
	$R_{A\Phi 18.5d} = 262,5 \text{ kN}$	$\gamma_M = 2,0$

Miscela cementizia per iniezioni Rck 30 MPa (Classe C25/30)

La Miscela confezionata con cemento tipo 325 o superiore, utilizzo iniezione IGU

Resistenza cubica a compressione caratteristica	$R_{ck} = 300,0 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza monoassiale per carichi di breve durata	$f_{ck} = 249,0 \text{ daN/cm}^2 = 0,83 \times R_{ck}$
Coefficiente di sicurezza	$\gamma_m = 1,50$
Coefficiente di sicurezza per carico per lunga durata	$\alpha_{cc} = 0,85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = 141,1 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza caratteristica di aderenza	$f_{bk} = 40,3 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza di calcolo di aderenza per sezioni con acciaio nervato	$f_{bd} = 26,9 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza di calcolo di aderenza per sezioni circolari in acciaio riempite di malta	$f_{bdc} = 5,5 \text{ daN/cm}^2$

CARATTERISTICHE DI PROGETTO DEL TERRENO

Resistenza di calcolo aderenza malta – roccia	$\tau_{ds} = 5,0 \text{ daN/cm}^2$
---	------------------------------------

Secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche D.M. 17/01/2018 (art. 6.6 e seguenti) la verifica di sicurezza agli stati limite ultimi degli ancoraggi sono stati condotti utilizzando nel calcolo l'Approccio 2, con il set di coefficienti parziali (A1+M1+R3), tenuto conto che, in tale combinazione, il coefficiente parziale per la resistenza di ancoraggi di tipo permanente vale $\gamma_R = 1,20$ e si assume, a favore di sicurezza, il fattore di correlazione con il suo valore massimo $\xi_a = 1,80$.

Per quanto riguarda invece la verifica di sicurezza dei pali, secondo le Norme Tecniche D.M. 17/01/2018 (art. 6.4.3 e seguenti), si utilizzerà l'Approccio 2, con il set di coefficienti parziali (A1+M1+R3), tenuto conto che, in tale combinazione, il coefficiente parziale per la resistenza dei pali viene assunto pari a $\gamma_R = 1,15$ (pali trivellati) e si assume, a favore di sicurezza, il fattore di correlazione massimo $\xi_b = 1,70$.

Nel corso del calcolo, pertanto, saranno determinati dei coefficienti di sicurezza che andranno confrontati con quelli previsti dai suddetti approcci.

COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni agenti su una barriera paramassi possono essere classificate, secondo la variazione della loro intensità nel tempo in:

a) *permanenti* (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare, con sufficiente approssimazione, costanti nel tempo (peso proprio di tutti gli elementi strutturali e carico permanente)

b) *eccezionali* (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura (urti ed impatti);

Dal momento che il carico eccezionale, derivante dall'impatto di un masso in movimento, è molto superiore a tutte le altre azioni nelle varie condizioni di carico si utilizza convenientemente la sola seguente combinazione (art. 2.5.3. NTC 2018), impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d :

$$G + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Poiché infine, come detto, i valori di G e Q_{ki} sono molto inferiori alle sollecitazioni derivanti dall'urto, gli stessi possono essere convenientemente trascurati.

DETERMINAZIONE DEI CARICHI DI PROGETTO CON SOLLECITAZIONE MAX BARRIERA 1000kJ

Durante l'esecuzione delle prove di impatto in scala reale, sono stati registrati con idonee celle di carico, gli sforzi massimi agenti sulle funi principali e/o direttamente sugli ancoraggi, in accordo a EAD 340059-00-0106.

Tenuto conto della geometria della barriera e dei valori di picco registrati dalle celle di carico durante la prova MEL (Maximum Energy Level), vengono qui di seguito riportati i carichi massimi agenti sugli ancoraggi:

- ① TM= 100 kN = massimo carico su ancoraggi di monte
- ② TL = 150 kN = massimo carico su ancoraggi laterali
- B NF = 90 kN = Sforzo normale dell'ancoraggio
- D AF = 90 kN = ancoraggio di testa dell'ancoraggio

VERIFICA FONDAZIONI DEL MONTANTE

A favore di sicurezza si considera che tutte le fondazioni dei montanti sollecitate siano sollecitate con il massimo carico $Bd = Dd = B \cdot \gamma_F = D \cdot \gamma_F = 103.5 \text{ kN}$.

La fondazione del montante verrà realizzata con n. 2 barre in acciaio B450C inserite in perforazioni del diametro pari a $D = 42 \text{ mm}$ e lunghezza $L = 4,0 \text{ m}$.

Si determina la resistenza allo sfilamento delle prove effettuate in numero > 2 .

La prova è stata fatta su una profondità di ancoraggio di 3 m.

$$R_{ak} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{a,m})_{medio}}{\xi_{a1}}, \frac{(R_{a,m})_{min}}{\xi_{a2}} \right\} \quad [6.6.1] = \text{Min}(143, 139) = 139 \text{ kN}$$

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	γ_R	1,1
Permanenti	γ_R	1,2

$$R_{ad} = R_{ak} / \gamma_R = 139 / 1.2 = 116 \text{ kN} > Bd = Dd = 103.5 \text{ kN}$$

Si è tenuto conto di α coefficiente di maggiorazione funzione della qualità del terreno e che tiene conto del grado di penetrazione dell'iniezione nel terreno circostante alla perforazione e che vale, per il caso in esame $\alpha = 1.10$ aumentando la profondità di ancoraggio da 3m della prova a 4m di progetto.

VERIFICA ANCORAGGIO LATERALE

Nota il carico $T = T_L = 150 \text{ kN}$ e la sollecitazione di calcolo $T_{Ld} = T_L \cdot \gamma_F = 172.5 \text{ kN}$, la disposizione delle funi, definita la stratigrafia del terreno, si determinano rispettivamente le tensioni tangenziali tra armatura e nucleo di iniezione e tra il nucleo di iniezione e terreno.

Gli ancoraggi laterali verranno realizzati con degli ancoraggi in doppia fune spiroidale $\Phi 14.5$ tipo II inseriti in perforazioni del diametro pari a $D = 90 \text{ mm}$ e lunghezza $L = 4,0 \text{ m}$.

Verifica aderenza cavallotto fune – nucleo iniettato

$$\tau = T_{Ld}/(\mu \delta A_{lat})= 17250/(0,85 \times 0,85 \times 2 \times \pi \times 1,45 \times 400)=6,55 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd}=26,9 \text{ daN/cm}^2$$

Per cui il coefficiente di sicurezza $\gamma = 4.11$, avendo indicato con:

μ = coefficiente di riduzione, funzione dello stato delle superfici posto nel presente caso = 0.85

δ = coefficiente di riduzione che dipende dal numero di trefoli inseriti in un foro posto nel caso in esame pari a 0,85 (caso di due trefoli)

A_{lat} = area laterale dei due trefoli pari a $2 \pi \Phi L$

Verifica aderenza nucleo iniettato - terreno

La resistenza di aderenza tra il nucleo iniettato e il vale: $\tau_{dR} = \tau_{ds} / (\gamma_R \xi_{sa}) = 2.31 \text{ daN/cm}^2$

$$\tau = T_{Ld} / (\pi \alpha D L) = 17250 / (\pi \times 1.2 \times 9 \times 400) = 1,27 \text{ daN/cm}^2 < \tau_{dR} = 2.31 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica resistenza ancoraggio in doppia fune

Ancoraggio in doppia fune spiroidale (EN 12385-10) tipo II

Carico rottura minimo per diametro nominale $\Phi 14.5$

$$A_{\Phi 14.5} = 350,0 \text{ kN}$$

$$R_{A\Phi 14.5d} = 175.0 \text{ kN} \quad \gamma_M = 2,0$$

$T_{Ld} = 172.5 \text{ kN} =$ Carico massimo di calcolo;

$\eta = R_{A\Phi 14.5d} / T_{Ld} = 1,01 =$ fattore di sicurezza residuo.

VERIFICA ANCORAGGIO DI MONTE

Noto il carico $T = T_M = 100 \text{ kN}$ e la sollecitazione di calcolo $T_{Md} = T_M^* \gamma_F = 115 \text{ kN}$, la disposizione delle funi, definita la stratigrafia del terreno, si determinano rispettivamente le tensioni tangenziali tra armatura e nucleo di iniezione e tra il nucleo di iniezione e terreno.

Gli ancoraggi laterali verranno realizzati con degli ancoraggi in doppia fune spiroidale $\Phi 14.5$ tipo II inseriti in perforazioni del diametro pari a $D = 90 \text{ mm}$ e lunghezza $L = 4,0 \text{ m}$.

Verifica aderenza cavallotto fune – nucleo iniettato

$$\tau = T_{Md}/(\mu \delta A_{lat}) = 11500/(0,85 \times 0,85 \times 2 \times \pi \times 1,45 \times 400) = 4,37 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 26,9 \text{ daN/cm}^2$$

Per cui il coefficiente di sicurezza $\gamma = 6.17$, avendo indicato con:

μ = coefficiente di riduzione, funzione dello stato delle superfici posto nel presente caso = 0.85

δ = coefficiente di riduzione che dipende dal numero di trefoli inseriti in un foro posto nel caso in esame pari a 0,85 (caso di due trefoli)

A_{lat} = area laterale dei due trefoli pari a $2 \pi \Phi L$

Verifica aderenza nucleo iniettato - terreno

La resistenza di aderenza tra il nucleo iniettato e il vale: $\tau_{dR} = \tau_{ds} / (\gamma_R \xi_a) = 2.31 \text{ daN/cm}^2$

$$\tau = T_{Ld} / (\pi \alpha D L) = 11500/(\pi \times 1.2 \times 9 \times 400) = 0,85 \text{ daN/cm}^2 < \tau_{dR} = 2.31 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica resistenza ancoraggio in doppia fune

Ancoraggio in doppia fune spiroidale (EN 12385-10) tipo II

Carico rottura minimo per diametro nominale $\Phi 14.5$

$$A_{\Phi 14.5} = 350,0 \text{ kN}$$

$$R_{A\Phi 14.5d} = 175.0 \text{ kN} \quad \gamma_M = 2,0$$

$T_{Ld} = 115 \text{ kN}$ = Carico massimo di calcolo;

$$\eta = R_{A\Phi 14.5d} / T_{Ld} = 1,51 = \text{fattore di sicurezza residuo.}$$