

COMMITTENTE:



## COMUNE DI SETTIMO VITTONO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Geom. Elena MANGARETTO

OGGETTO:

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA VERSANTE A MONTE  
DELL'ABITATO DELLA FRAZIONE TORREDANIELE -  
REGIMAZIONE IDRAULICA E MESSA IN SICUREZZA VERSANTI ROCCIOSI

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

COMUNE DI SETTIMO VITTONO, FRAZIONE TORREDANIELE

FASE PROGETTUALE:

### PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

8	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.
1	Novembre 2021	PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO	R.V.	P.C.	D.G.
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO

TITOLO:

## RELAZIONE GEOLOGICA - IDROLOGICO

ARCHIVIO:

5213

FILE N°:

TESTALINI

DATA:

Loranzè, Novembre 2021

TAVOLA N°

C

SCALA:



**SERTEC** s.r.l.  
ENGINEERING CONSULTING

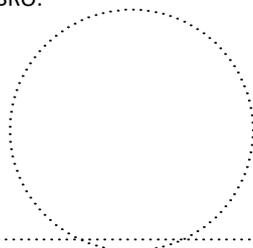
31 Strada Provinciale 222  
10010 Loranzè (TO)  
TEL. 0125.1970499 FAX 0125.564014  
e-mail:  
info.sertec@ilquadrifoglio.to.it  
[www.sertec-engineering.it](http://www.sertec-engineering.it)

IL DIRETTORE TECNICO:  
Dott. Ing. Gianluca ODETTO

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Domenico GABRIELE  
N° 7261 T ALBO INGEGNERI  
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:

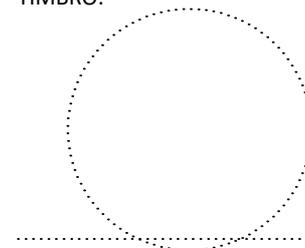


ALTRA FIGURA:

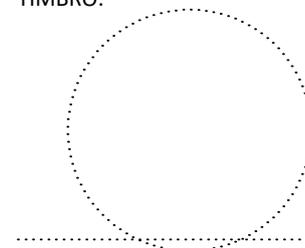
PROGETTISTA:  
Dott. Geol. Paolo CAMBULI  
N° 850 ORDINE GEOLOGI  
REGIONE PIEMONTE

ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



TIMBRO:





## Indice

1	Premessa.....	3
2	Inquadramento topografico.....	4
3	Vincoli .....	7
3.1	Prgc .....	7
3.2	Vincolo idrogeologico.....	10
4	Inquadramento geologico e geomorfologico .....	13
5	Rilievo topografico.....	16
6	Analisi idrologica .....	18
7	Analisi delle problematiche di crollo .....	22
7.1	Analisi bibliografica.....	22
7.2	Nuove analisi sulle aree interessate dai fenomeni di crollo .....	24
7.2.1	Ipotesi di calcolo.....	24
7.2.2	Aree sorgente (pareti rocciose) .....	25
7.2.3	Settore 1.....	27
7.2.4	Settore 2.....	27
7.2.5	Settore 3.....	28
7.2.6	Settore 4.....	29
7.3	Analisi delle aree di espansione.....	30
7.3.1	Area 1 situazione attuale.....	30
7.3.2	Area 1 ipotetica mancanza dei terrazzi.....	35
7.3.3	Area 2 situazione attuale.....	41
7.3.4	Area 2 ipotetica mancanza dei terrazzi.....	47
7.3.5	Area 3 situazione attuale.....	53
7.3.6	Area 3 ipotetica mancanza dei terrazzi.....	59
7.3.7	Area 4 situazione attuale.....	64
7.3.8	Area 4 ipotetica mancanza dei terrazzi.....	69
8	Stabilizzazione delle pareti rocciose e mitigazione della possibilità di distacco di blocchi .....	74



---

9	Conclusioni.....	77
---	------------------	----

## 1 Premessa

Su incarico del comune di Settimo Vittone è stato condotto uno studio preliminare rispetto alle problematiche geomorfologiche dell'area di *Torre Daniele*.

Partendo dallo studio redatto dal dott. Geol. Accotto, inerente i fenomeni di crollo che si sono manifestati in passato nell'area e le possibili misure di mitigazione degli stessi, è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio dell'intera area mediante l'utilizzo di drone e strumentazione GPS differenziale. Il rilievo ha permesso di ricostruire con ottima definizione la morfologia dell'area caratterizzata dalla presenza di numerosi terrazzamenti funzionali alla coltivazione della vite, il cui pregio naturalistico e paesaggistico è ormai riconosciuto a livello globale.

La definizione della morfologia con sufficiente precisione ha consentito di implementare un modello analitico tridimensionale volto alla definizione delle aree di espansione dei crolli che si originano da alcune falesie localizzate a monte dei terrazzamenti, già oggetto dello studio precedente.

Nello specifico, si è voluta valutare, l'importanza che i terrazzamenti hanno nella mitigazione dell'estensione dell'area interessata dal rotolamento dei blocchi potenzialmente distaccabili dalle suddette pareti rocciose.

Si ritiene infatti che gli stessi, caratterizzanti la morfologia locale, possano mitigare le aree di espansione, in quanto interrompono la continuità del pendio, favorendo l'arresto dei blocchi.

In secondo luogo è stata valutata l'idrologia locale, evidenziando i bacini idrografici secondari, al fine di studiare i fenomeni di deflusso e, per l'implementazione della raccolta acque funzionale alla protezione dei terrazzamenti stessi al fine di garantirne la funzionalità nel tempo e mitigare le problematiche di deflussi concentrati tali da generare scalzamenti ed erosioni che potrebbero minare la stabilità degli stessi.



## 2 Inquadramento topografico

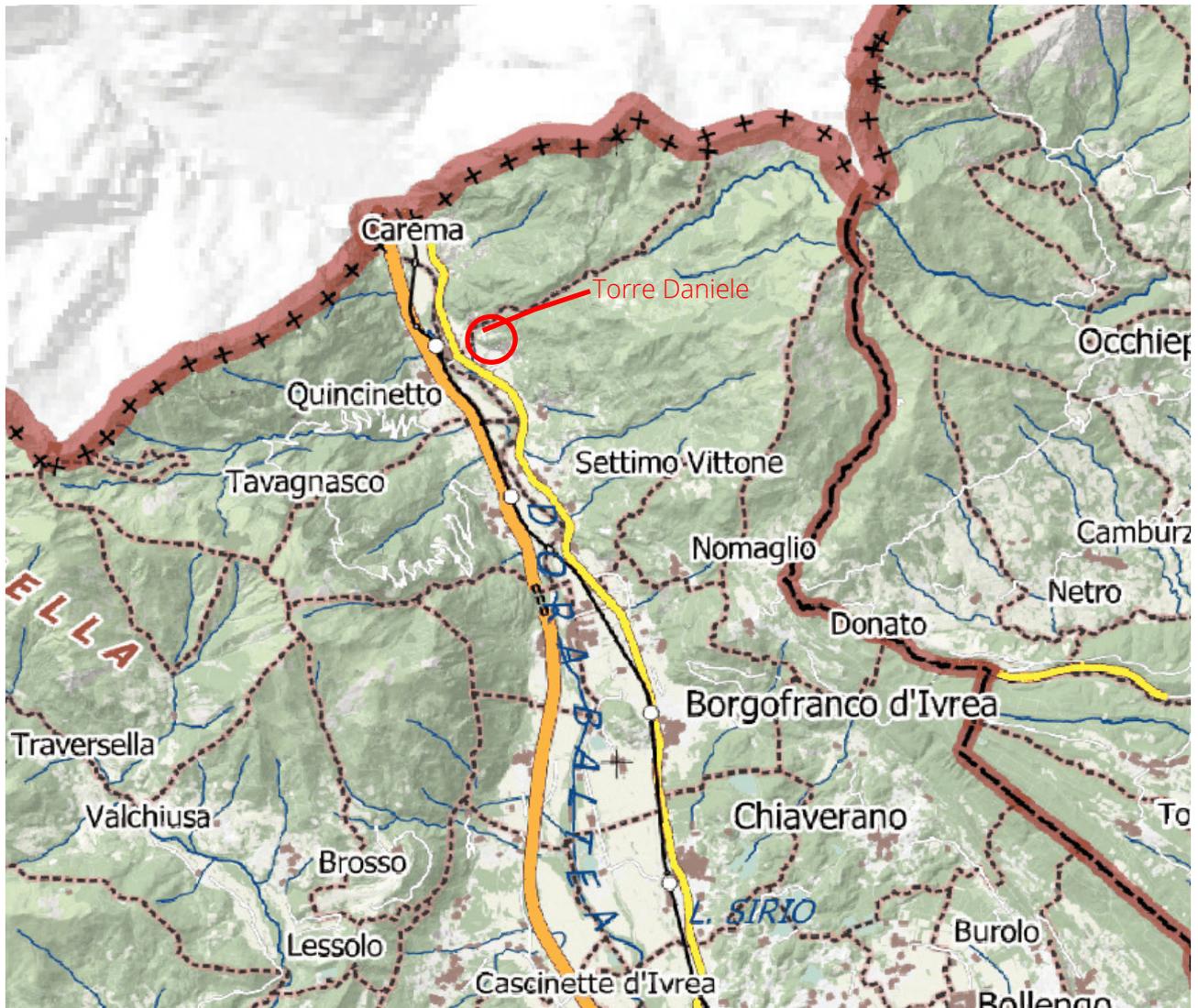


Figura 1: Inquadramento generale



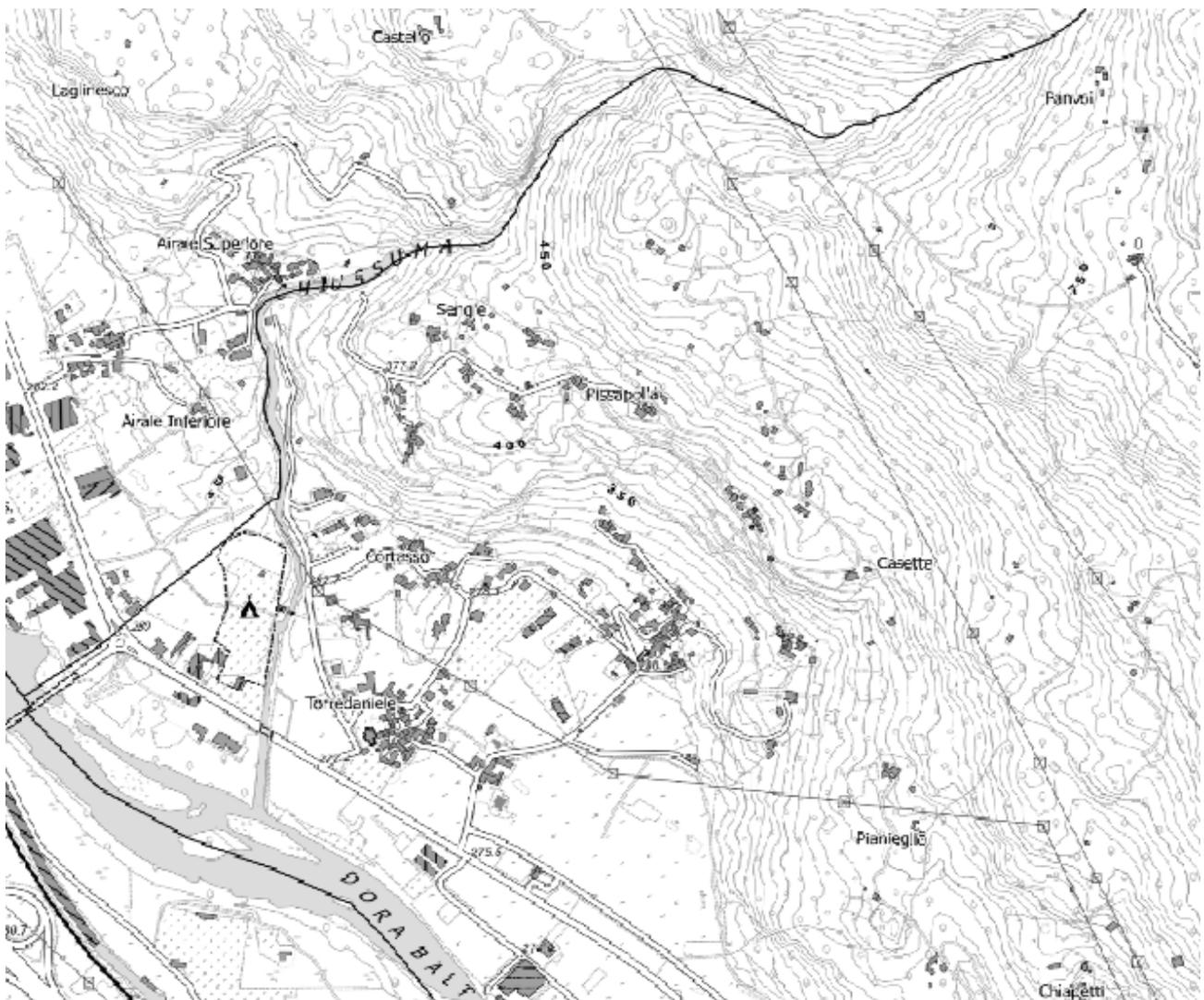


Figura 3: Inquadramento BDTRE 1:10000

L'area di intervento localizzata sul versante situato a nord-est della frazione di Torre Daniele, e delimitata a Nord dalla frazione di Pissapola, ad ovest dalla frazione di Casette. Il settore localizzato in destra idrografica del fiume Dora, si presenta come una *conca* protetta ed esposta a sud-Est, caratterizzata da elevate pendenze, tali da rendere necessari i numerosi terrazzamenti al fine di consentirne la coltivazione. Il dislivello tra la base e la sommità delle aree coltivate è di circa 100 metri. Il settore è delimitato parzialmente da alcune pareti rocciose a nord est della frazione di Cortasso, e a sud-ovest della frazione di Casette.

## 3 Vincoli

### 3.1 Prgc

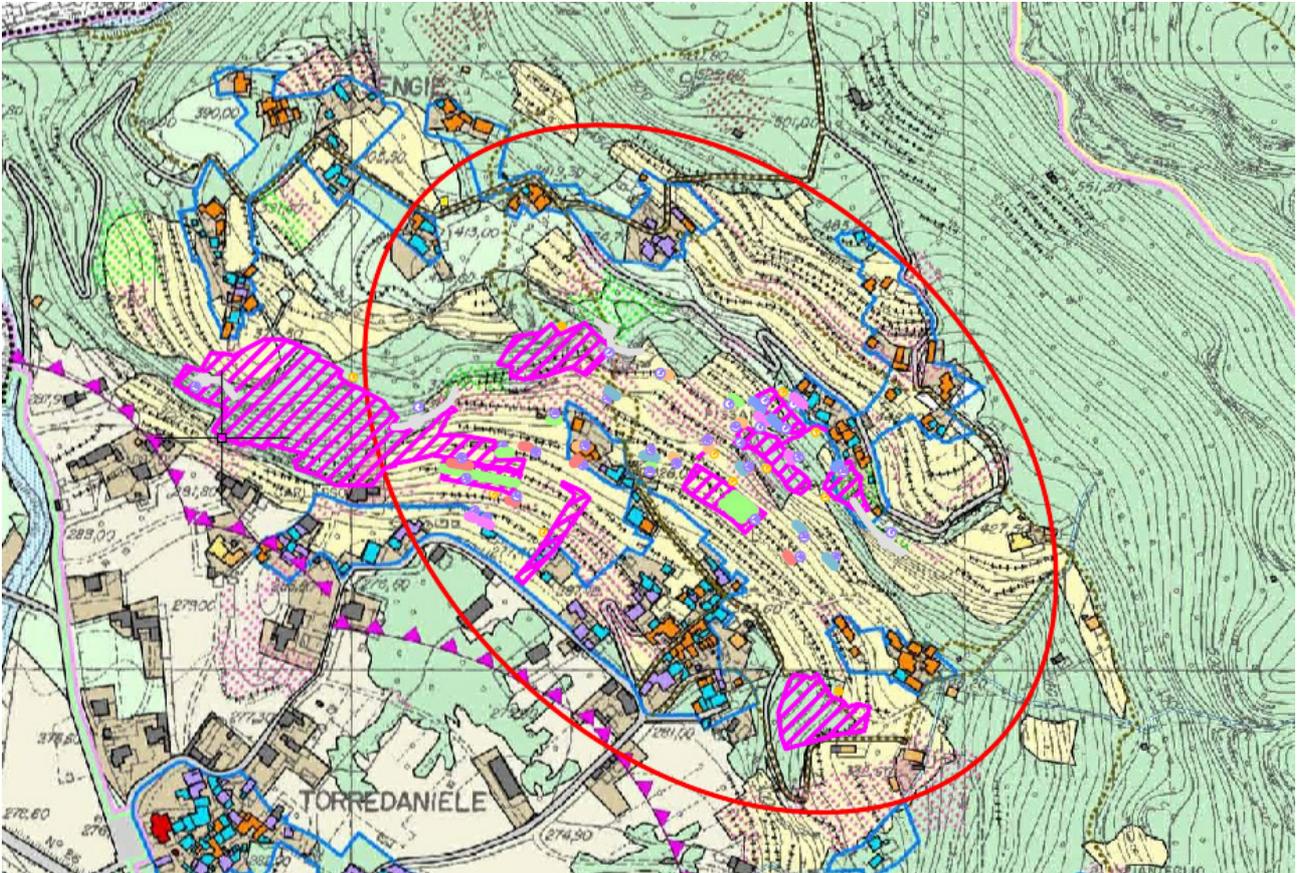
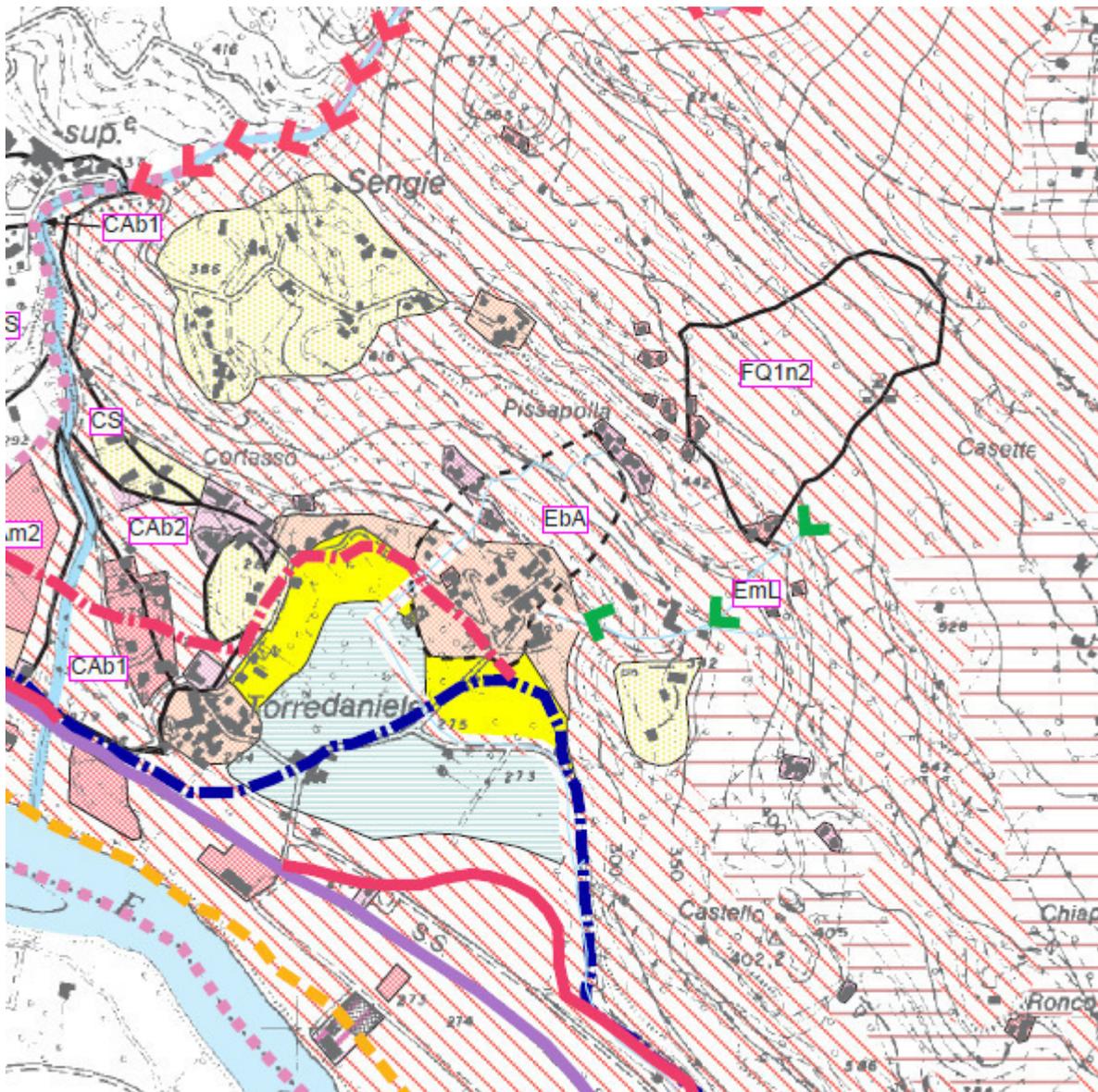


Figura 4: Interventi di pulizia della vegetazione su cartografia PRGC ASSETTO TERRITORIALE GENERALE: EMERGENZE AMBIENTALI E PAESISTICHE, VINCOLI ED USI DEL SUOLO IN ATTO

Analizzando la cartografia sull'assetto del territorio, si evidenzia che alcune aree oggetto degli interventi di Pulizia e diradamento, ovvero eliminazione della vegetazione arborea ed arbustiva ricadono in aree il cui utilizzo del suolo attuale è riferibile alla presenza di Boschi, nella fattispecie sarà necessario presentare apposita istanza di autorizzazione paesaggistica.



Nella figura precedente è riportato un estratto della *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*, nello specifico, si evidenzia che il settore è perimetrato in diverse classi, tra le quali la classe IIIb2, la classe IIIa e la classe IIIb3.

		PERICOLOSITA' GEOLOGICA	PRESCRIZIONI PER L'USO URBANISTICO-EDILIZIO
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">C L A S S E</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">II</p>	A	<p>SETTORI CARATTERIZZATI DA CONDIZIONI DI MODERATA PERICOLOSITA' GEOLOGICA</p> <p>A - Settori di versante o localizzati alla base del pendio. Settori di conoide attivo a pericolosità naturale media/moderata interessati da interventi di sistemazione a difesa dell'abitato</p>	<p>SETTORI CON MODERATE LIMITAZIONI URBANISTICHE</p> <p>A - Ogni nuovo intervento deve essere preceduto da uno studio geologico di dettaglio che illustri le caratteristiche geomorfologiche, le condizioni di stabilità dell'area ed individui ove necessario le soluzioni di mitigazione a livello di progetto esecutivo.</p> <p>B1 - Ogni nuovo intervento deve escludere la realizzazione di piani interrati.</p> <p>B2 - Ogni nuovo intervento deve escludere la realizzazione di piani interrati ed il primo piano calpestabile deve essere realizzato ad una quota non inferiore a quella della S.S. n. 26.</p> <p>B3 - Ogni nuovo intervento deve escludere la realizzazione di piani interrati ed il primo piano calpestabile deve essere innalzato rispetto al piano campagna.</p>
	B1	<p>B1 - Settori distali di conoide o di pianura potenzialmente condizionabili dalle oscillazioni della falda freatica.</p>	
	B2	<p>B2 - Settori di pianura in Loc. Torre Daniele, esterni alla Fascia B, non allagati nel 2000.</p>	
	B3	<p>B3 - Settori di pianura a Sud della Loc. Montestrutto, esterni alla "Fascia B", non allagati nel 2000.</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">C L A S S E</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">III</p>	IND.	<p>SETTORI IN CUI SUSSISTONO CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA</p>	<p>SETTORI CON LIMITAZIONI URBANISTICHE</p> <p>INDIFFERENZIATA - Porzioni inedificate. Aree complessivamente non idonee ad ospitare nuove edificazioni fatta salva l'individuazione di eventuali siti caratterizzati da pericolosità moderata da accertare mediante un'indagine geologica di dettaglio che giustifichi la fattibilità degli interventi.</p> <p>Per gli edifici isolati valgono le limitazioni previste per la classe IIIA.</p> <p>A - Porzioni inedificate. Tali settori non sono idonei ad ospitare nuovi insediamenti. Per gli edifici isolati eventualmente presenti si potranno prevedere interventi di manutenzione, di risanamento e di ampliamento funzionale senza aumento del carico abitativo.</p> <p>B2 - Porzioni edificate. Solo a seguito della realizzazione di interventi di sistemazione idrogeologica sarà possibile procedere a nuove edificazioni, cambi di destinazione d'uso, ampliamenti o completamenti. In assenza di tali opere gli edifici esistenti potranno essere oggetto di interventi di manutenzione, risanamento e di ampliamento funzionale senza aumento del carico abitativo.</p> <p>B3 - Porzioni edificate. A seguito della realizzazione di interventi di sistemazione idrogeologica sarà possibile solo un modesto aumento del carico abitativo. Da escludersi nuove unità abitative e completamenti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e risanamento conservativo.</p> <p>B4 - Porzioni edificate. Sarà in ogni caso preclusa ogni nuova realizzazione edilizia, anche in seguito ad interventi di sistemazione idrogeologica. Per gli edifici esistenti vale quanto espresso nella classe precedente.</p> <p>C - Porzioni edificate per le quali non è proponibile un'ulteriore utilizzazione urbanistica</p>
	A	<p>Aree interessate dalla dinamica dei corsi d'acqua, dalle relative fasce di rispetto e/o da processi di versante</p>	
	B2		
	B3		
	B4		
	C		

Figura 5: Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica.



## 3.2 Vincolo idrogeologico

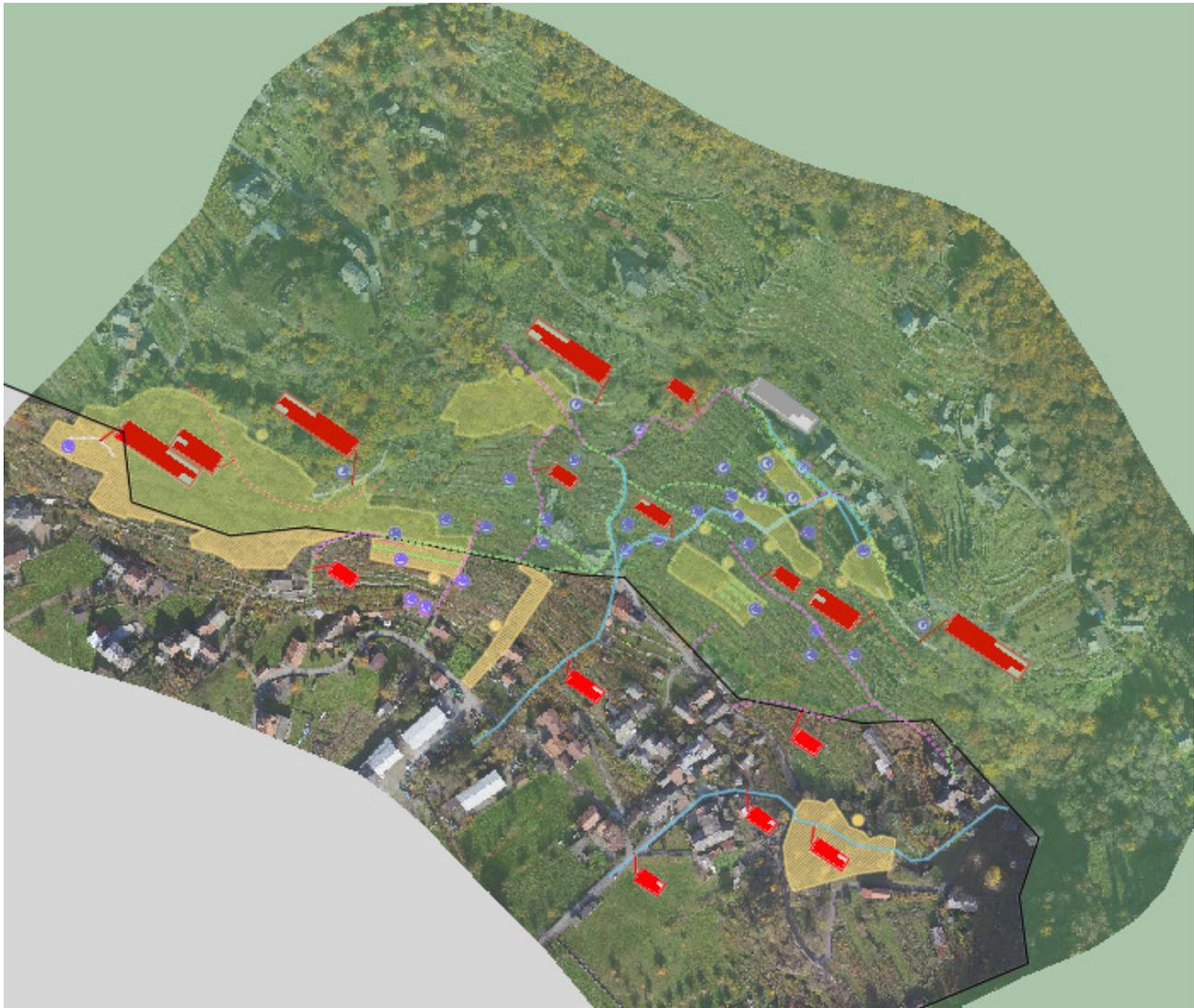


Figura 6: Planimetria vincolo idrogeologico

L'area d'intervento ricade tra le aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi della L.R. 45/1989. Come riportato all'art.11 comma b, ai sensi della L.R. 45/89, non sono soggetti all'autorizzazione di cui all'articolo 1:

1. Non sono soggetti all'autorizzazione di cui all'articolo 1:

a) **gli interventi di manutenzione, anche straordinaria, di strade, di ferrovie, di piste agro-silvo-pastorali, nonché di strutture relative a sistemi di trasporto pubblico, ivi compresi gli impianti funiviari e di risalita, e di erogazione di pubblici servizi, esclusi i casi in cui sia previsto l'ampliamento della sezione o la rettificazione del tracciato;**

b) i lavori di rimboschimento, la piantagione di alberi, i miglioramenti forestali, i **lavori e le opere pubbliche di sistemazione di frane e versanti instabili, di sistemazione idraulica e idraulico-forestale**;

In quanto opera pubblica di sistemazione di frana e versante instabile e di sistemazione idraulica e idraulico-forestale, ed in quanto i lavori sono prevalentemente riconducibili a manutenzioni straordinarie di opere esistenti non sarà assoggettata ad esplicita autorizzazione ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923, n.3267, ovvero ai sensi della L.R. 45/1989.

In merito alla trasformazione del bosco attuale per le aree 1 e 2, perimetrata in verde nella seguente figura, nelle more di un eventuale richiesta di classificazione come aree non boscate ai sensi dell':

L.R. 4/2009 art: 3, con le modalità definite dalla DGR 23/01/2017 n°2/R

*Non sono considerati bosco le tartufaie coltivate di origine artificiale, l'arboricoltura da legno di cui all'articolo 4, i castagneti da frutto in attualità di coltura, gli impianti di frutticoltura, i giardini pubblici e privati e le alberature stradali.*

*3 bis) Non sono, altresì, considerati bosco:*

- a) i nuclei edificati e colonizzati da vegetazione arborea o arbustiva a qualunque stadio d'età;*
- b) le formazioni forestali di origine artificiale realizzate su terreni agricoli a seguito dell'adesione a misure agro ambientali promosse nell'ambito delle politiche di sviluppo rurale dell'Unione europea una volta scaduti i relativi vincoli;*

**c) i terrazzamenti in origine di coltivazione agricola;**

**d) i paesaggi agrari e pastorali di interesse storico coinvolti da processi di forestazione, naturale o artificiale, oggetto di recupero a fini produttivi.**

Si ritiene che per le stesse non si possa procedere con la trasformazione del bosco ma solo con interventi di pulizia e eradicazione del sottobosco, ovvero con gli interventi selvicolturali di taglio e gestione normalmente consentiti dalla vigente normativa. Laddove si volesse procedere con la trasformazione d'uso, la stessa è realizzabile:

- Con istanza ai sensi art: 3 della L.R. 4/2009, con le modalità definite dalla DGR 23/01/2017 n°2/R con conseguente definizione delle aree non bosco.
- Con istanza ai sensi della LR45/89 per l'area 1 interessata dall'eventuale trasformazione, previa acquisizione di autorizzazione paesaggistica, le cui competenze autorizzative sono di seguito definite:

Regione: autorizzazione per interventi che interessano superfici superiori a 5.000 m<sup>2</sup> o volumi di scavo superiori a 2.500 m<sup>3</sup> e per interventi che si sviluppano sul territorio di più comuni.

Nel merito, laddove come previsto nel presente progetto, la trasformazione del suolo è limitata esclusivamente al taglio delle aree non definite bosco (tutte quelle non perimetrata nell'area 1 della seguente figura), non è necessaria autorizzazione.

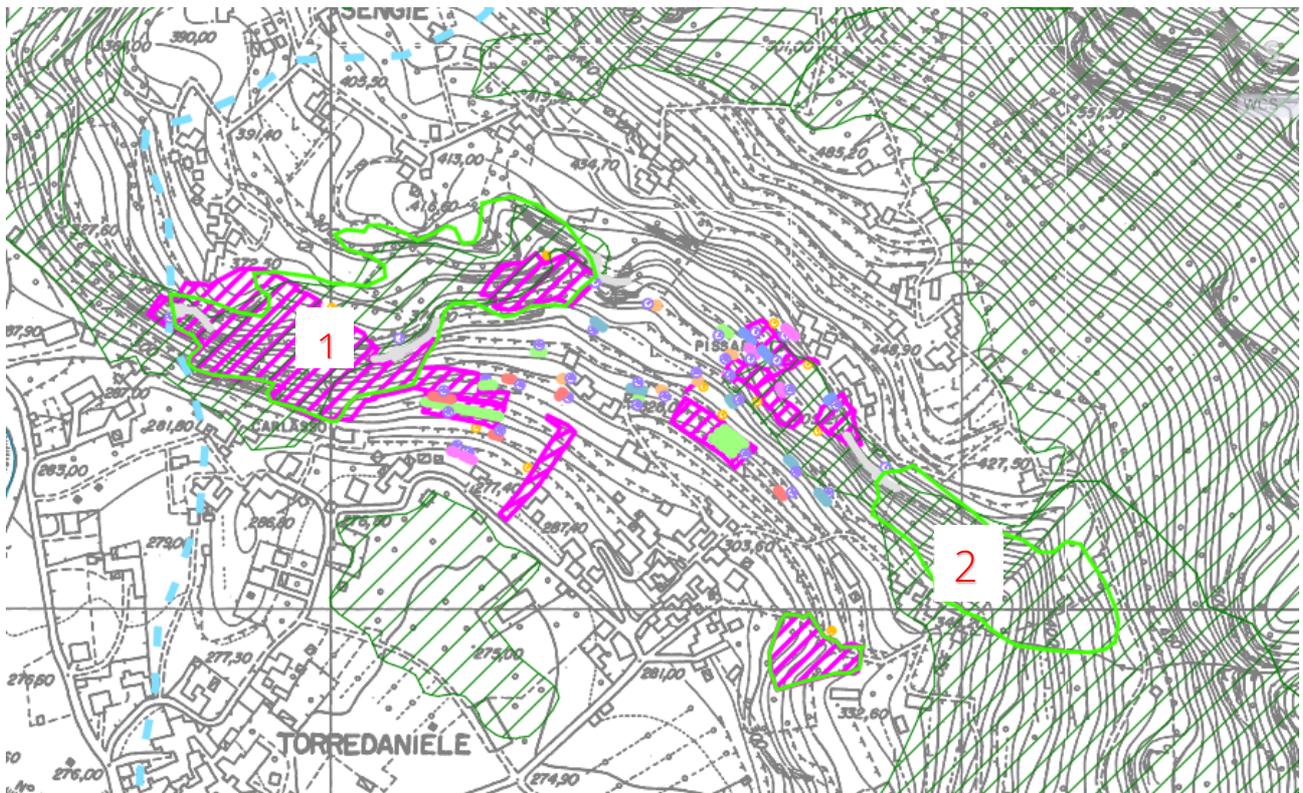


Figura 7: Perimetrazione della aree boscate reali

LR 4/2009

*Agli effetti della presente legge e di ogni altra norma in vigore nella Regione per bosco si intendono i terreni coperti da vegetazione forestale arborea associata o meno a quella arbustiva di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo, con estensione non inferiore a 2.000 metri quadrati e larghezza media non inferiore a 20 metri e copertura non inferiore al 20 per cento, con misurazione effettuata dalla base esterna dei fusti. Sono inoltre considerate bosco le tartufaie controllate che soddisfano la medesima definizione.*

## 4 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area si presenta come una conca circondata dai rilievi circostanti, con esposizione media dei versanti a Sud-Ovest. Il dislivello medio tra le parti sommitali terrazzate e la pianura a valle è di circa 200 metri. Da un punto di vista geologico l'area risulta essere ricompresa all'interno delle formazioni metamorfiche delle unità del complesso Eclogitico a Micascisti.

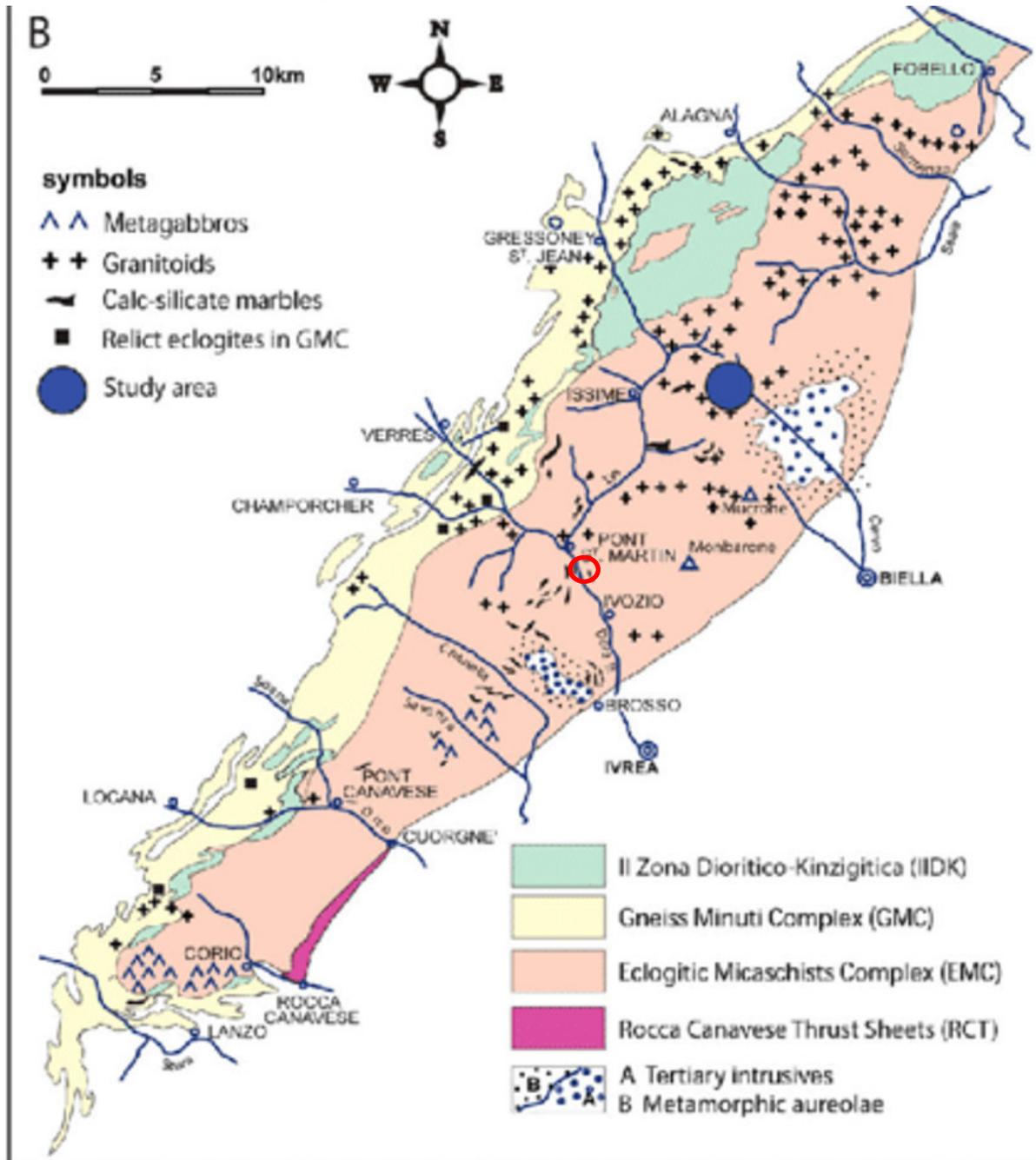


Figura 8: Estratto assetto strutturale da *Analysis of fabric evolution and metamorphic reaction progress at Lago della Vecchia-Valle d'Irognia, Sesia-Lanzo Zone, Western Alps, in rosso Settimo Vittone*



Nella fattispecie l'affioramento del basamento roccioso metamorfico è limitato alle pareti rocciose circostanti l'area oggetto degli interventi.

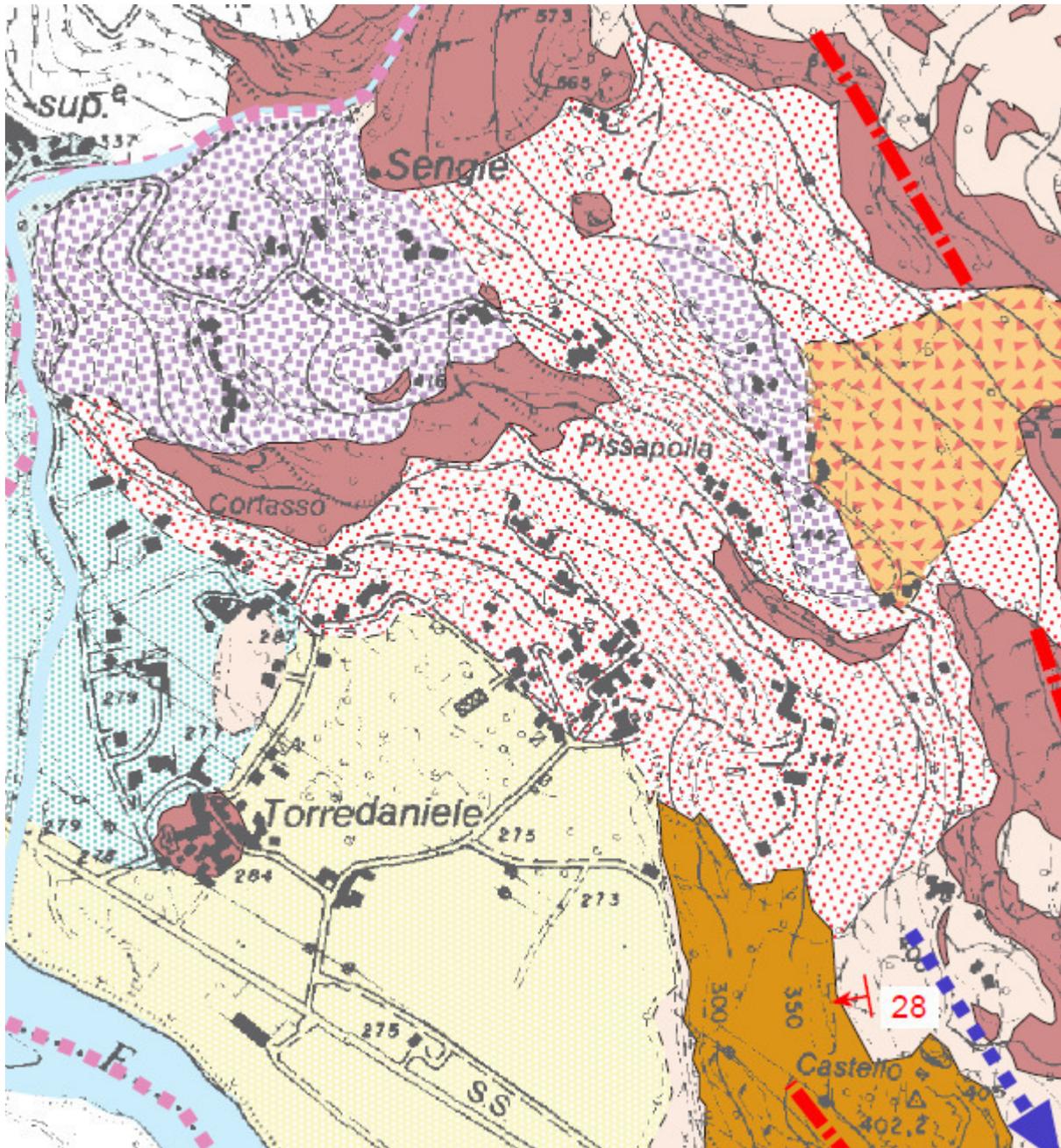


Figura 9: Estratto carta geologica da PRGC

L'area oggetto degli interventi è costituita da un substrato detritico fortemente rimaneggiato superficialmente dalla messa in opera dei terrazzamenti con contestuale rimozione delle frazioni grossolane dei terreni, blocchi e ciottoli, arricchimento in sostanza organica del suolo (concimazioni organica) e riporti di terreno vegetale.

## LEGENDA

### FORMAZIONI SUPERFICIALI

	Copertura eluvio-colluviale e/o detritico-colluviale su basamento roccioso subaffiorante
	Copertura detritica, localmente a grossi blocchi
	Detrito di falda
	Copertura colluviale derivante dalla rielaborazione di altre formazioni superficiali
	Depositi di conoide torrentizio attuali e recenti
	Depositi fluviali attuali e recenti
	Accumuli gravitativi a grossi blocchi attuali e recenti
	Accumuli gravitativi a grossi blocchi antichi
	Accumuli gravitativi di massa antichi
	Depositi di conoide torrentizio antichi
	Depositi glaciali indifferenziati

	Micascisti eclogitici l. s. associati a gneiss e metagranitoidi
	Principali masse di metabasiti: eclogiti, anfiboliti e rari metagabbri

### SIMBOLI

	Alveo di piena dei corsi d'acqua naturali ed artificiali, lago
	Limite geologico: certo (a), presunto (b)
	Giacitura dei piani di foliazione
	Cava in roccia
	Direzione dei principali sistemi di frattura aventi evidenza morfologica
	Scaricatore glaciale
	Limite del territorio comunale

### SUBSTRATO PREQUATERNARIO: Zona Sesia-Lanzo

	Micascisti eclogitici l. s.
	Micascisti eclogitici l. s. associati a scisti carbonatici e marmi a silicati

Figura 10: Estratto legenda carta geologica da PRGC

In questo capitolo non si valuta nello specifico l'assetto geotecnico del territorio, in quanto le opere in progetto, sono opere di mera ricostruzione di opere di sostegno esistenti con la stessa tipologia di intervento e la stessa sagoma.



## 5 Rilievo topografico

Il rilievo topografico si è esteso su di un'area circa rettangolare ricomprendente tutta l'area di *Torre Daniele*.

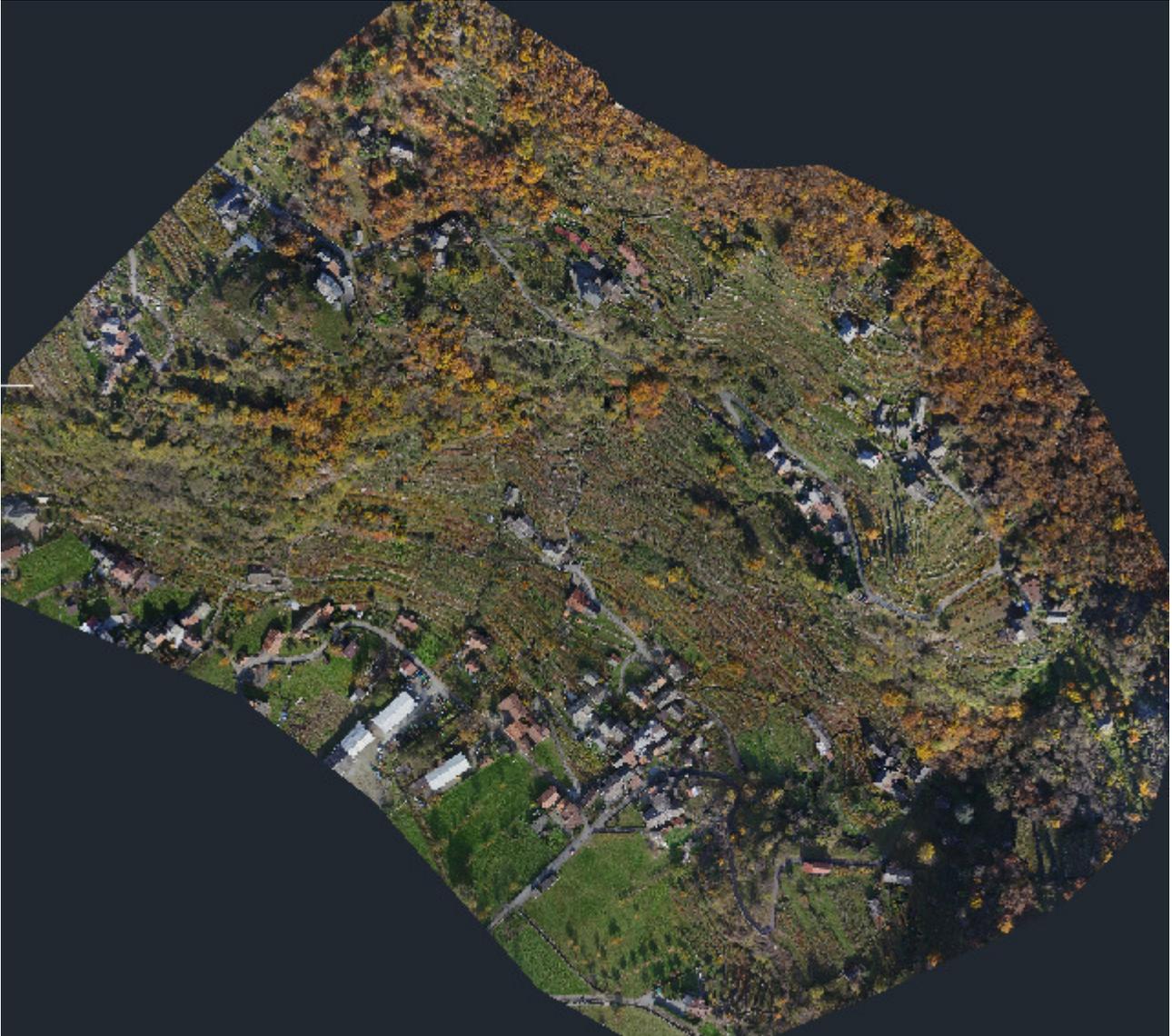


Figura 11: Ortofoto di rilievo

Essendo l'area così vasta il volo è stato eseguito ad una quota media di circa 100 metri sul suolo. Il modello è stato poi implementato con tecniche fotogrammetriche utilizzando dei punti di controllo a terra per la correzione focale delle lenti.

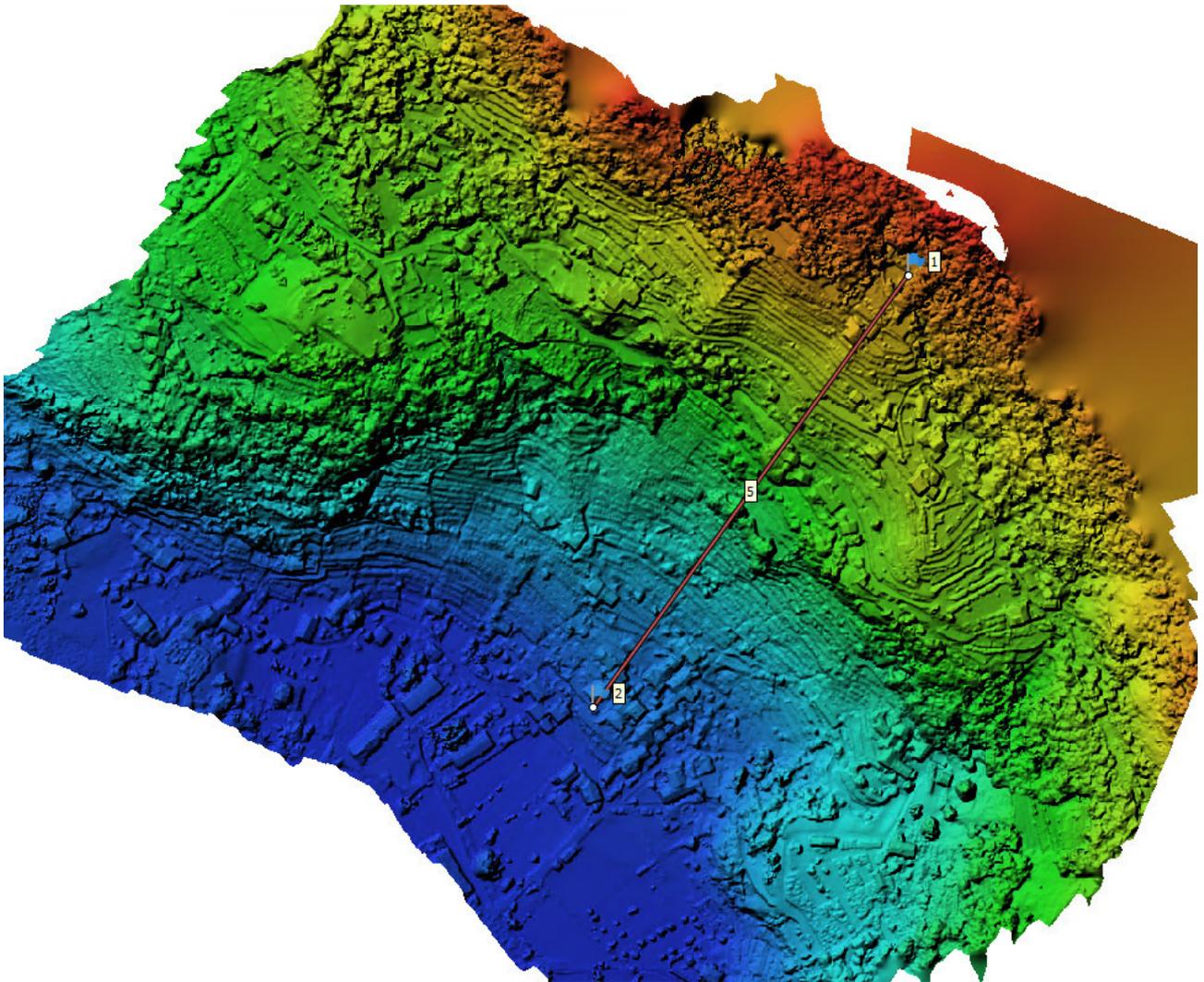


Figura 12: Dsm dell'area

L'area si presenta come una conca circondata dai rilievi circostanti, con esposizione media dei versanti a Sud-Ovest. Il dislivello medio tra le parti sommitali terrazzate e la pianura a valle è di circa 200 metri.

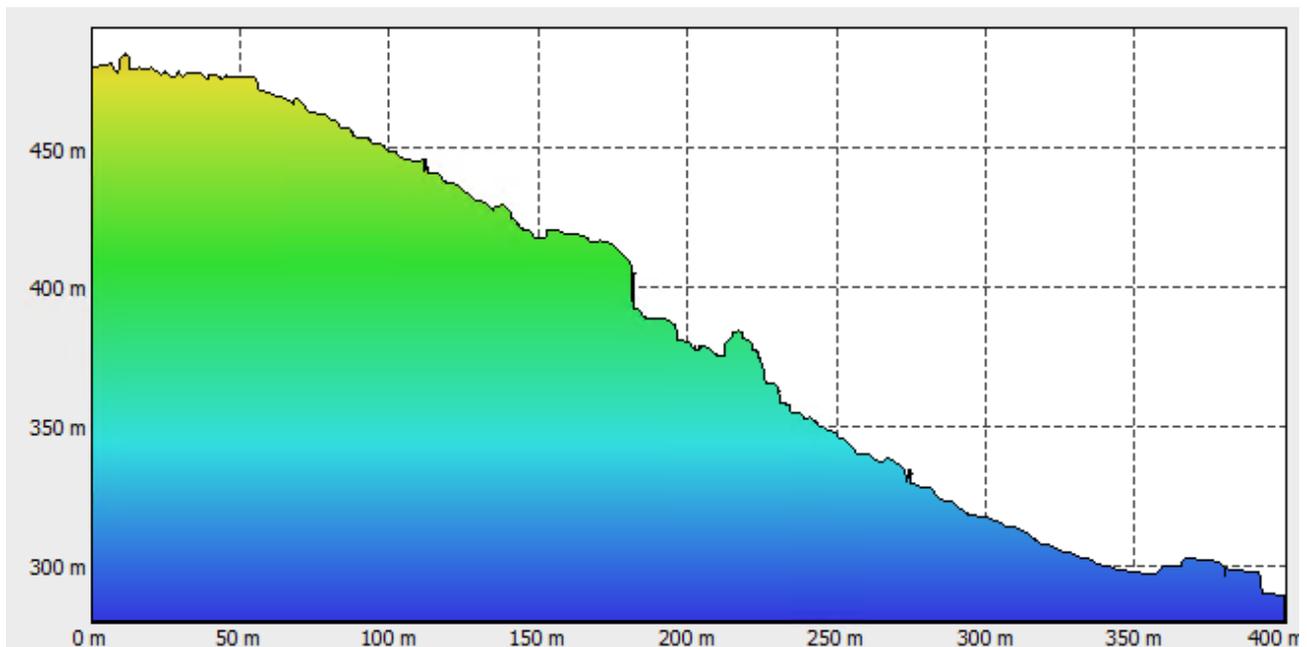


Figura 13: Sezione topografica

## 6 Analisi idrologica

L'analisi idrologica evidenzia la presenza di numerosi bacini idrografici secondari, influenzati dalla presenza dei terrazzamenti e dalla forte acclività del settore.

Nello specifico si ritiene comunque di poter asserire che la presenza dei terrazzamenti contribuisce positivamente rispetto ai deflussi superficiali per numerosi aspetti:

- Riducono i volumi corrivanti a valle favorendo l'infiltrazione delle acque di ruscellamento nel terreno
- Aumentano i tempi di corrivazione dei deflussi superficiali, avendo quindi un effetto di *laminazione* sugli stessi.
- Diminuiscono la velocità del flusso interrompendone la continuità, diminuendo quindi l'effetto erosivo degli stessi.

Per tutte le sopraccitate evidenze si ritiene che il mantenimento in funzione dei terrazzamenti sia fondamentale onde evitare che il loro abbandono favorisca l'instaurarsi di reticoli idrografici naturali tali da causare un notevole aumento dei volumi, dell'energia e della velocità dei deflussi sulla piana, tale da generare una possibile pericolosità laddove nell'area di pianura, considerata la morfologia poco acclive, sia difficile assicurare il loro smaltimento in sicurezza.



Figura 14: Idrografia antropica

Nella precedente figura si evidenzia l'attuale rete di raccolta delle acque, il cui sviluppo risulta estremamente limitato in quanto l'attuale presenza dei terrazzamenti determina un'interruzione del processo di corrivazione, rendendo non necessaria la presenza di un'idrografia sviluppata, garantendo quindi un effetto di laminazione elevato, tale da ridurre in maniera notevole le portate istantanee che il versante recapita al settore di pianura sottostante.

Nella seguente figura si evidenzia l'idrografia naturale, ovvero il potenziale sviluppo della rete di drenaggio in occasione di eventi meteorici particolarmente severi. Si nota una presenza sporadica e non continua di piccoli rivoli tali da non determinare un singolo corpo ricettivo a valle, garantendo quindi un effetto di laminazione elevato, tale da ridurre in maniera notevole le portate istantanee che il versante recapita al settore di pianura sottostante.



Figura 15: Stato attuale, reticolo scarsamente sviluppato, infiltrazione efficace molto elevata.

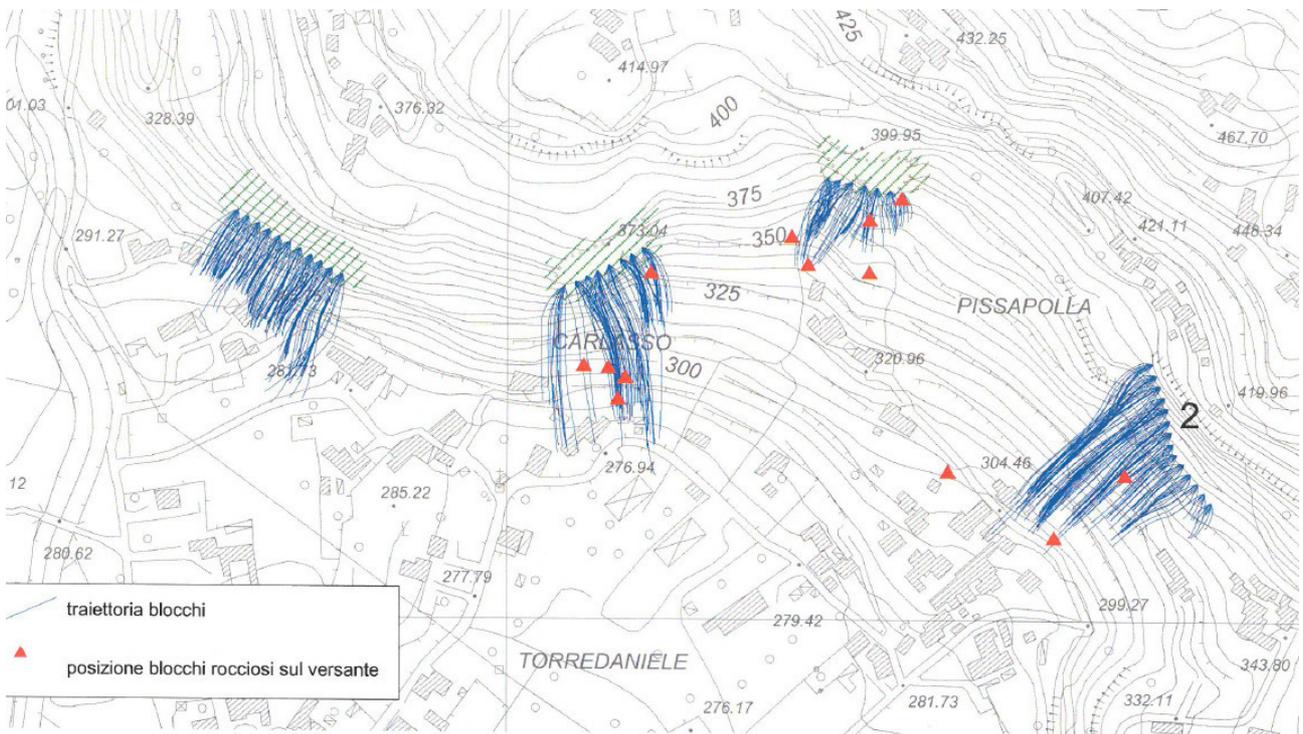
Al fine di chiarire in maniera grafica questa funzione di laminazione che i terrazzamenti esercitano sull'area, si evidenzia un ipotetica *perdita dei terrazzamenti*. La perdita dei terrazzamenti, a seguito del loro crollo, dell'assenza di manutenzione, dell'abbandono delle coltivazioni, della crescita di vegetazione arborea ed arbustiva, comporterebbe la formazione un versante più regolare non interrotto dalle *banche* con la formazione di un reticolo idrografico gerarchizzato, tale da: **diminuire i tempi di corrivazione, aumentare le portate istantanee, fare confluire a valle maggiori portate complessive, creare fenomeni di erosione localizzata e trasporto solido.**



Figura 16: Ipotetica evoluzione del versante, con assenza di terrazzamenti, aumento del coefficiente di deflusso, maggiore corrivazione verso la frazione di Torre Daniele.

Si ritiene prioritario intervenire sulla manutenzione della rete, è soprattutto degli interventi mirati in corrispondenza delle varie carrarecce ed attraversamenti, nelle quali si concentrano i deflussi è che potrebbero minare la sicurezza complessiva del sistema.





**Fig. 2 - RISULTATI MODELLO DI ROTOLAMEN**  
 scala 1:3000

Figura 18: Estratto dalla relazione del dott. Geol. Accotto – Risultati modello rotolamento.

Il modello topografico utilizzato nella relazione originale aveva una definizione a scala comunale, quindi non teneva conto della presenza dei terrazzi lungo il profilo del versante (vedi la seguente figura).

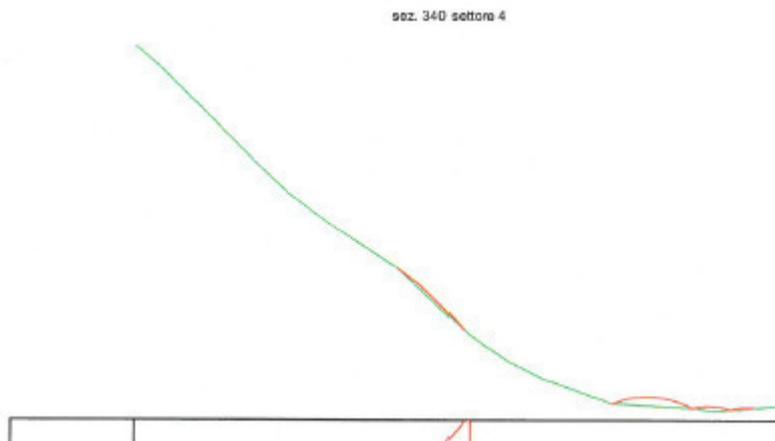


Figura 19: Sezione di calcolo dott. geol. Accotto



## 7.2 Nuove analisi sulle aree interessate dai fenomeni di crollo

Sulla base del rilievo topografico di dettaglio, a parità di altre condizioni sono state ripetute le analisi di cui allo studio precedente, confrontando le situazioni di seguito descritte:

- Situazione attuale – Presenza dei terrazzamenti e funzionalità degli stessi nella mitigazione delle aree di espansione
- Situazione di abbandono dei terrazzamenti - -Sostanzialmente equivalente da un punto di vista morfologico con le simulazioni eseguite dal Dott. Geol. Accotto, si è linearizzato il pendio valutando quindi la differenza nelle aree di espansione causata da un progressivo abbandono della morfologia attuale.

### 7.2.1 Ipotesi di calcolo

L'analisi è stata impostata con un modello analitico tridimensionale ipotizzando due tipi di suoli:

Formazione rocciosa

Terreni a bassa compattazione (terrazzamenti)

I parametri del modello sono sostanzialmente analoghi a quelli dello studio precedente

Roccia

Rebounds parameters	
Restitution coefficients (independent)	
Mean normal value $\mu_{Rn}$	<input type="text" value="0.55"/> [-]
Mean tangential value $\mu_{Rt}$	<input type="text" value="0.9"/> [-]

Suolo

Rebounds parameters	
Restitution coefficients (independent)	
Mean normal value $\mu_{Rn}$	<input type="text" value="0.3"/> [-]
Mean tangential value $\mu_{Rt}$	<input type="text" value="0.8"/> [-]

In ogni modellazione sono stati considerati 100 punti sorgente con le seguenti geometrie dei blocchi:

Length (X-Y projection) 89.832 [m]		1	408363.22	5046636
		2	408363.25	5046635.5

Geometry of blocks		Volume, Mass & Inertia			
Shape	Sphere			Min	Max
d	1.25 [m]	d(equ)	1.25 [m]	0.992	1.431
Density of blocks		Volume	1.023 [m3]	0.511	1.534
$\rho$	2500 [kg/m3]	m	2557 [kg]	1278	3835
		I	399.5 [kg.m2]	125.8	785.3
		$\Delta m$	50 [%]		

Figura 20: Forma e dimensioni medie dei blocchi

### 7.2.2 Aree sorgente (pareti rocciose)

Nella prima fase dello studio sono state definite le possibili sorgenti dei blocchi (pareti rocciose esposte). Riprendendo la numerazione del dott. Geol. Accotto sono di seguito presentate.

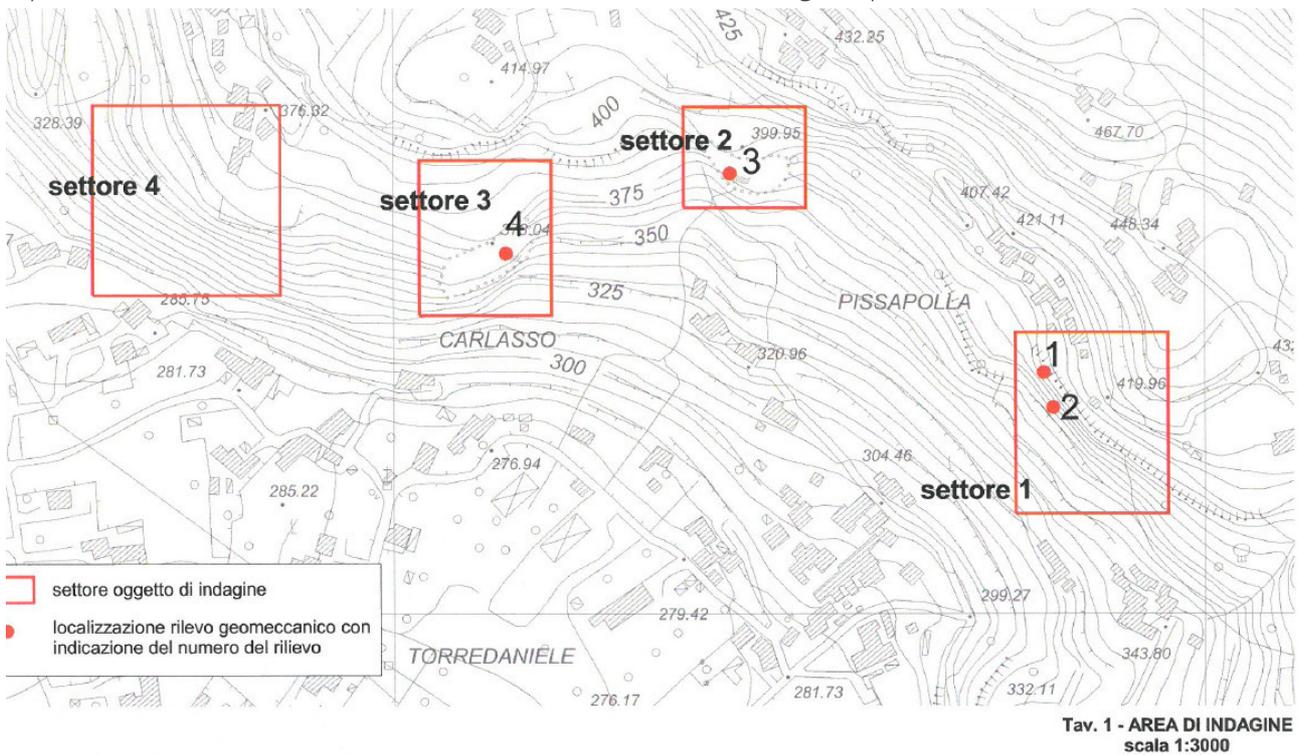


Figura 21: Estratto inquadramento da relazione del dott.geol. Accotto

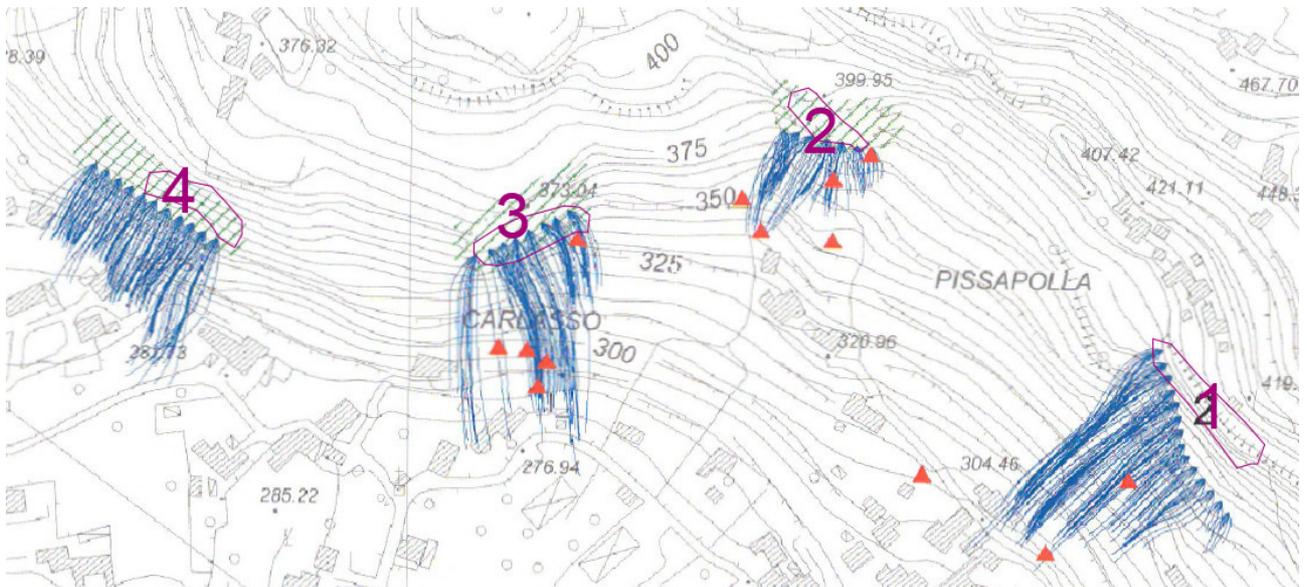


Figura 22: In viola la valutazione preliminare delle possibili aree sorgenti sulla base del rilievo topografico di dettaglio



Figura 23: Vista di insieme

### 7.2.3 Settore 1



Figura 24: Parete rocciosa localizzata a est del settore esaminato

### 7.2.4 Settore 2



Figura 25: Parete rocciosa localizzata nel settore centrale esaminato



### 7.2.5 Settore 3

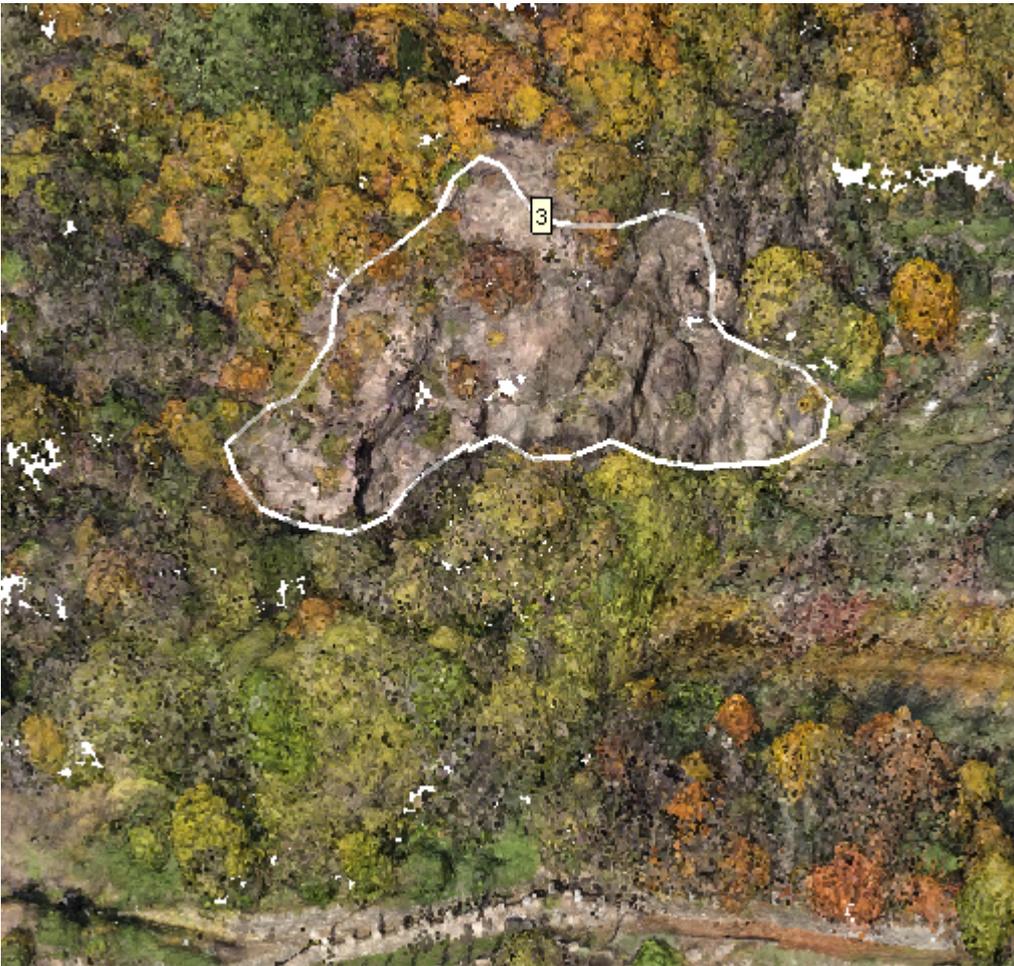


Figura 26: Parete rocciosa localizzata nel settore centro occidentale esaminato

#### 7.2.6 Settore 4

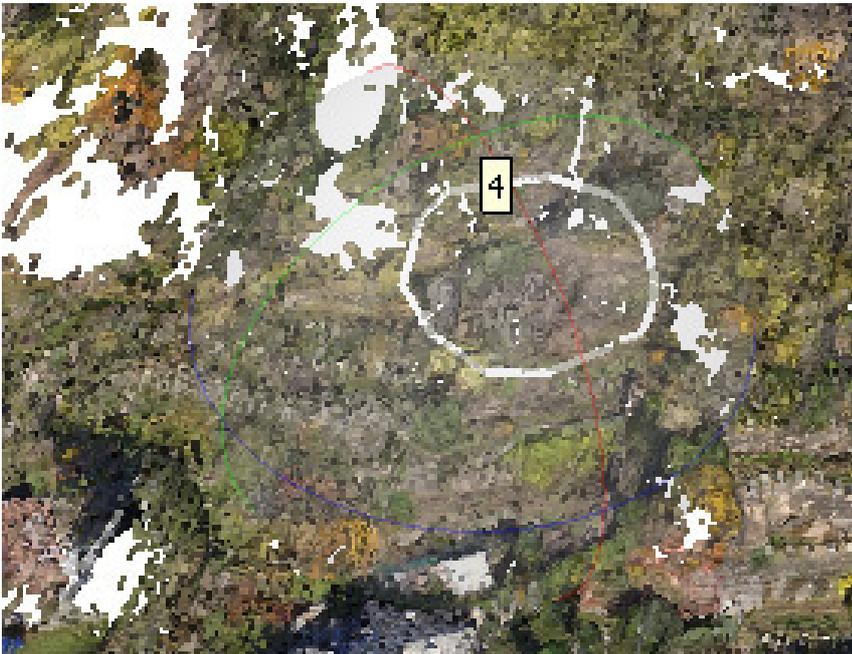
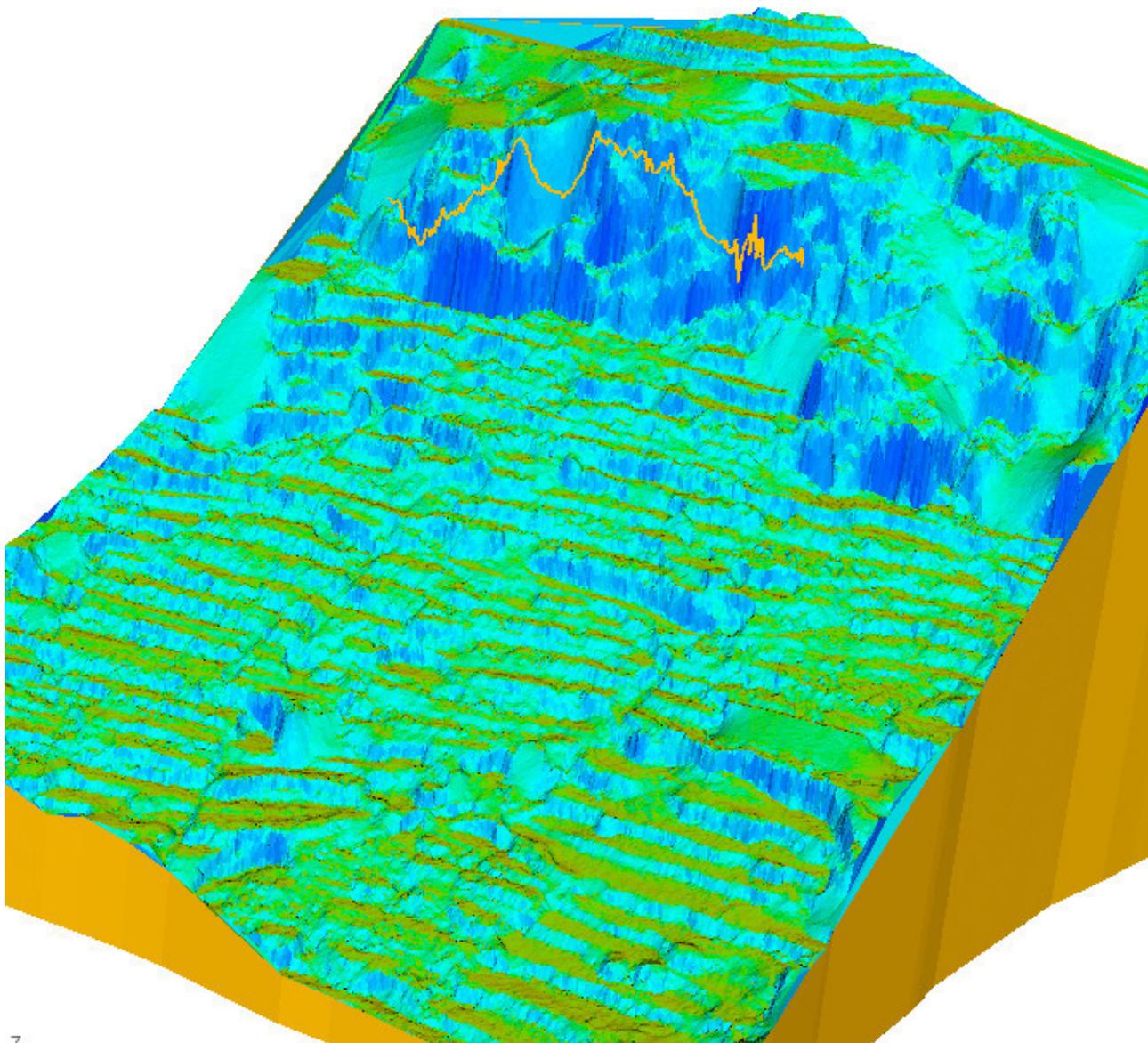


Figura 27: Parete rocciosa localizzata nel settore occidentale esaminato



## 7.3 Analisi delle aree di espansione

### 7.3.1 Area 1 situazione attuale



7  
Figura 28: Vista tridimensionale dell'area modellata per il settore 1.

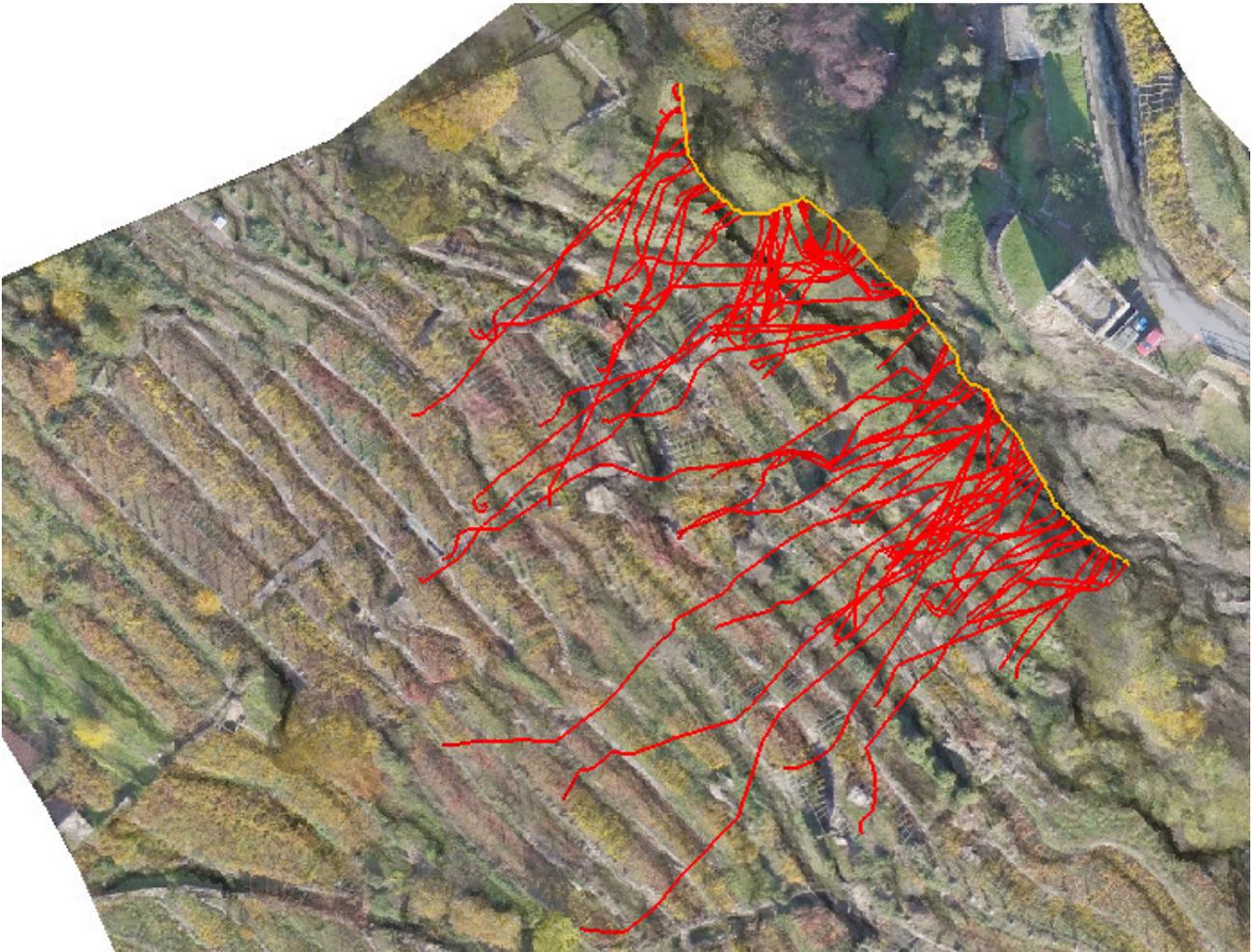


Figura 29: Vista 2d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

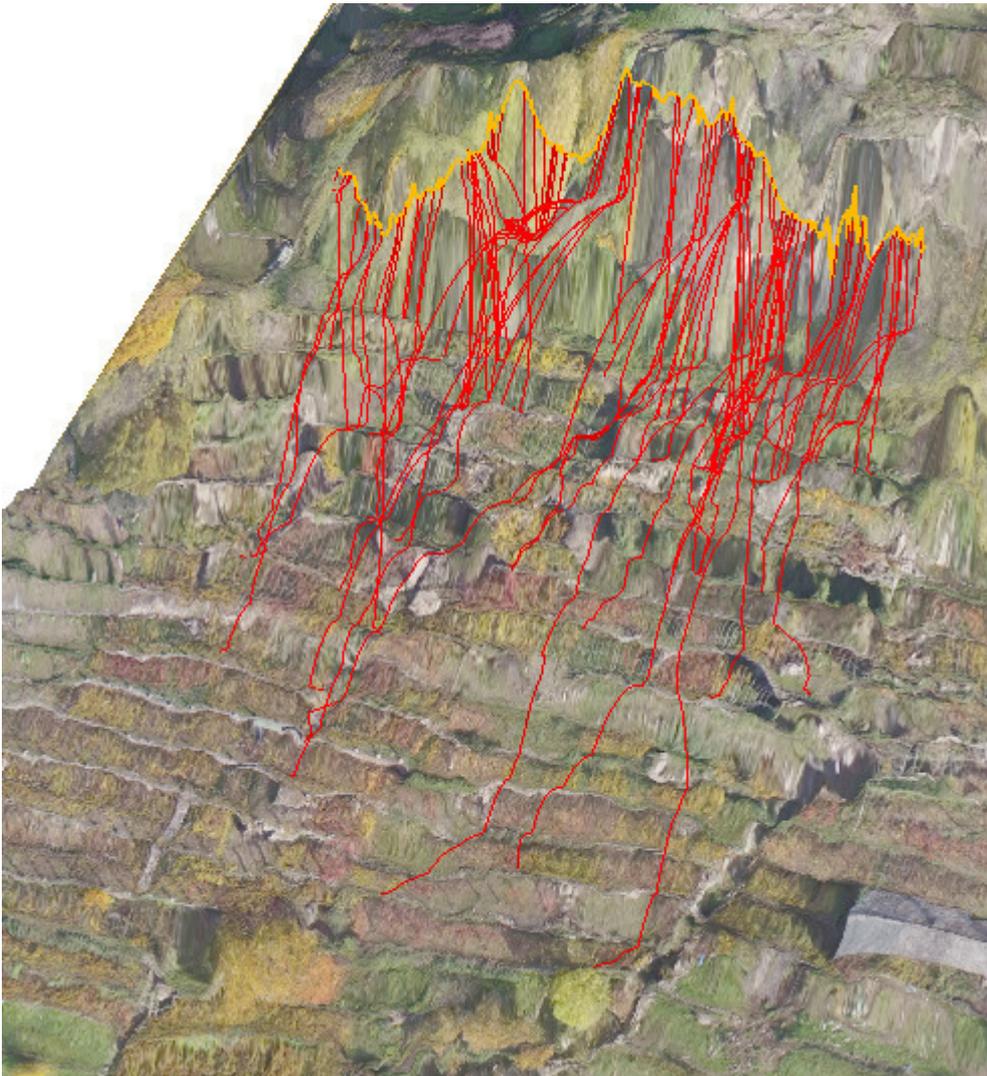


Figura 30: Vista 3d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

Density  
(%/cell)

## Density map

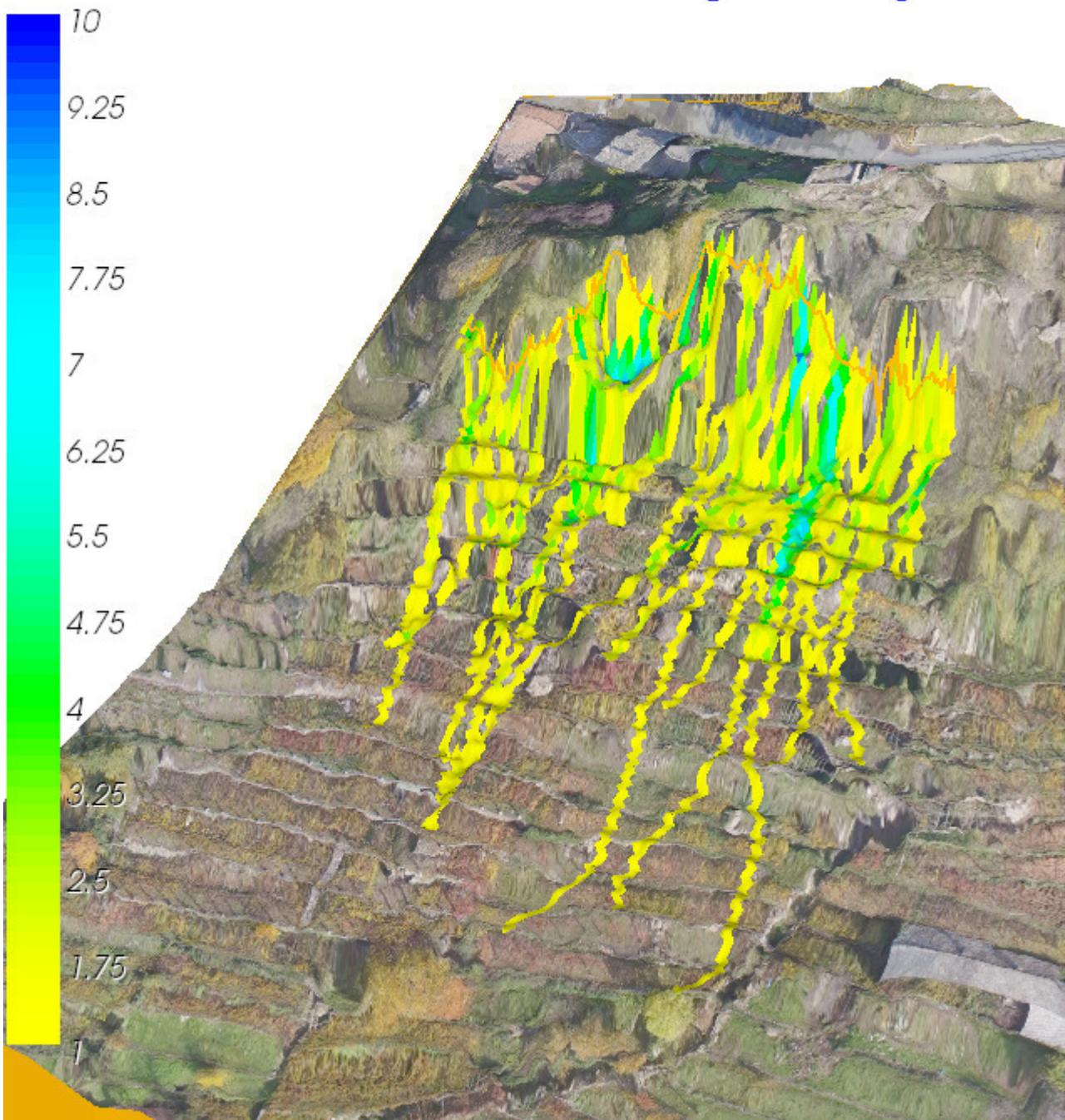


Figura 31: Mappa densità

Analizzando la figura precedente si evidenzia che la maggior parte dei blocchi si arresta non molto distante dalla parete.

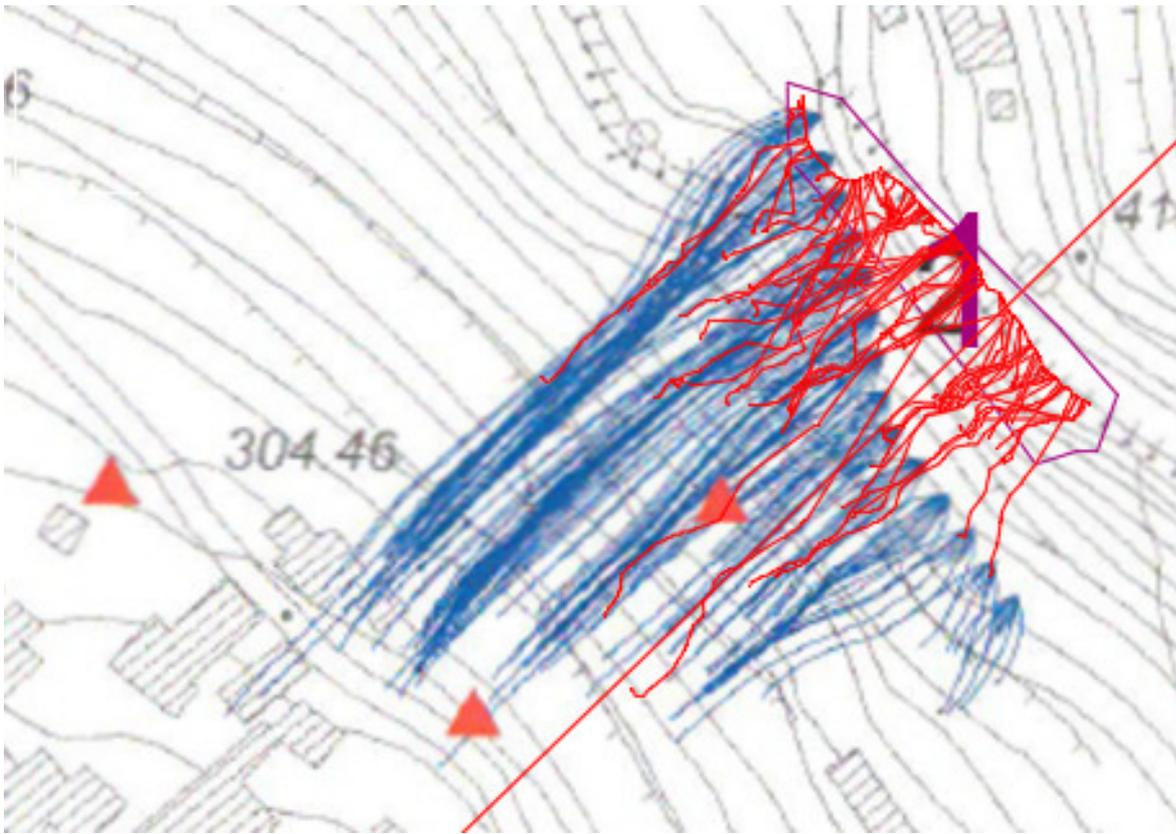
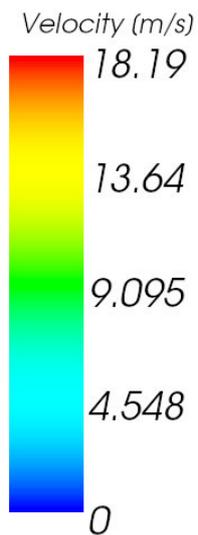


Figura 32: Confronto con lo studio precedente

Da un confronto con lo studio precedente si evidenzia che le aree simulate nel presente studio (in rosso), risultano molto più contenute di quelle dello studio precedente.



### Profile of trajectory 57

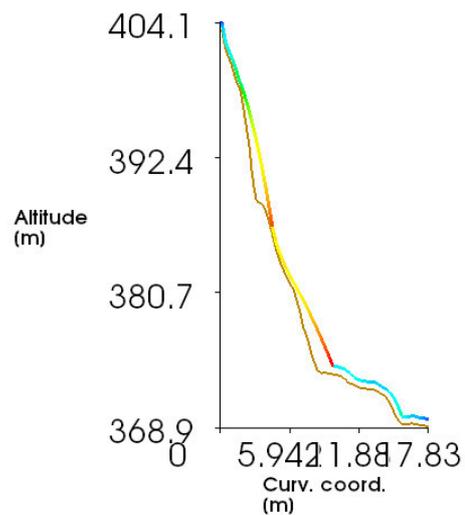


Figura 33: Traiettorie tipo, arresto del blocco sui terrazzamenti

### 7.3.2 Area 1 ipotetica mancanza dei terrazzi

*Dip (°)*

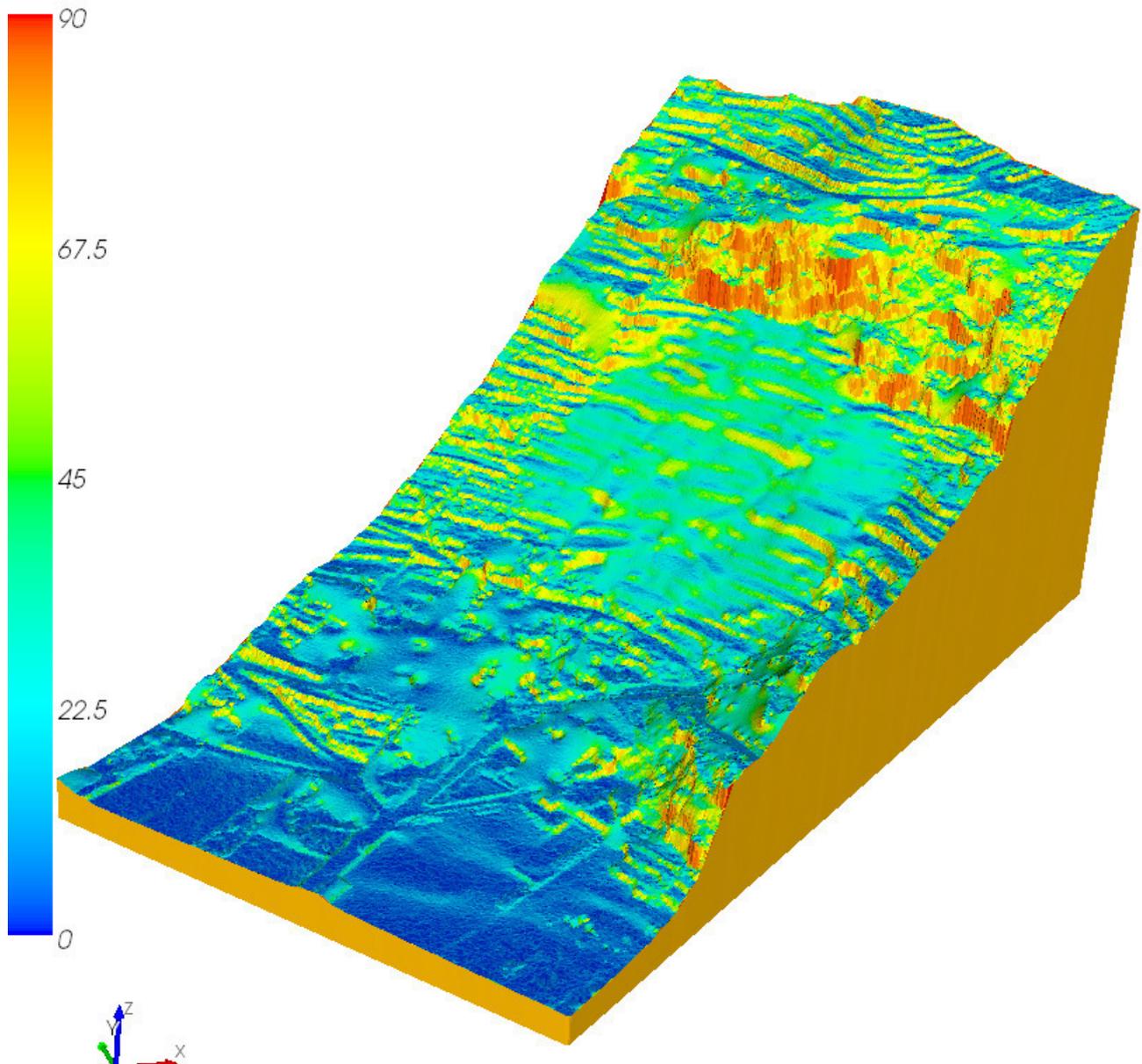


Figura 34: Vista tridimensionale dell'area modellata per il settore 1.



Figura 35: Vista 2d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

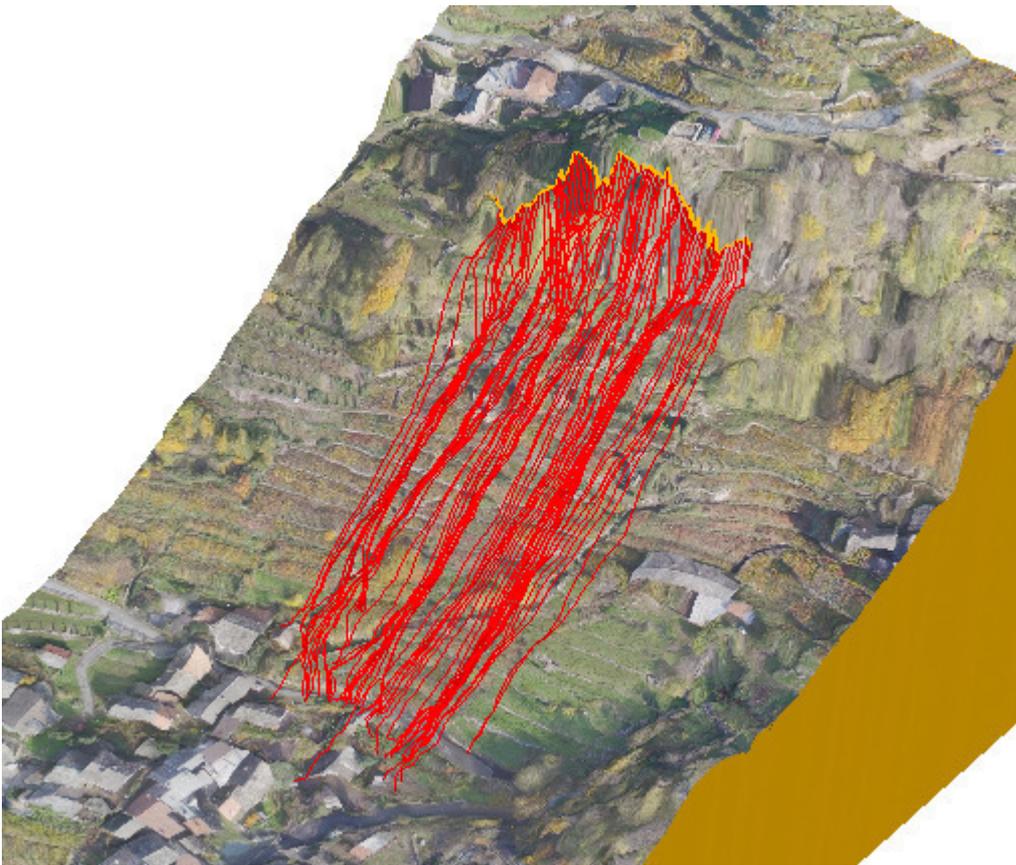


Figura 36: Vista 3d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

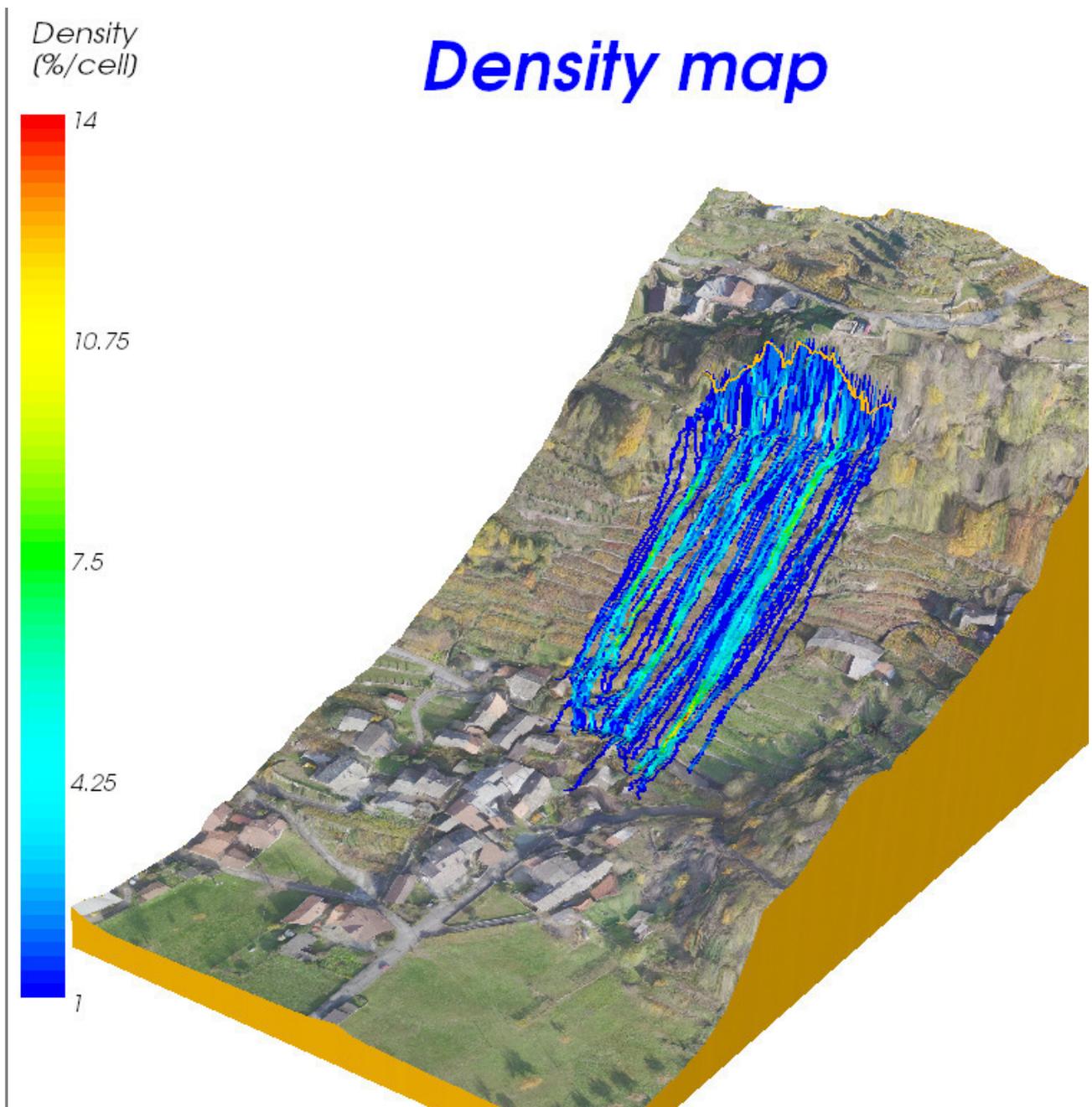


Figura 37: Mappa densità

Analizzando la figura precedente si evidenzia che la maggior parte dei blocchi prosegue sino a valle in corrispondenza delle abitazioni.



Figura 38: Da un confronto con lo studio precedente si evidenzia che le aree simulate nel presente studio (modello senza terrazzi) (in verde), risultano concordi con quelle dello studio precedente.



Energy (kJ)



## Profile of trajectory 59

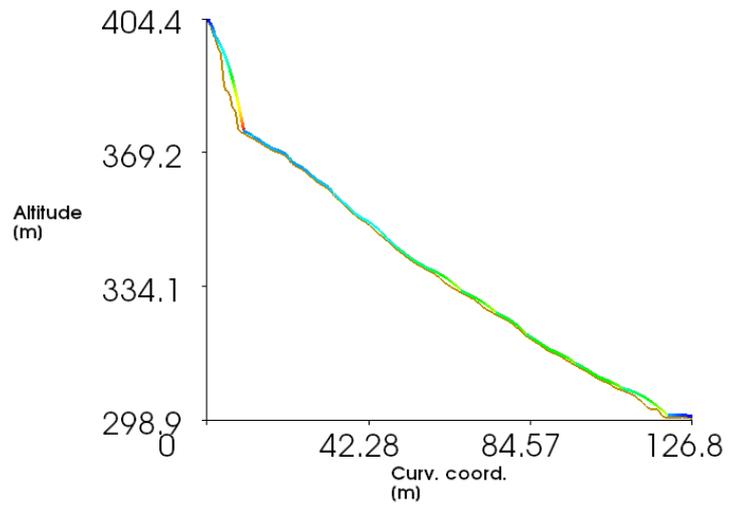


Figura 39: Traiettoria tipo, arresto del blocco alla base del versante, rotolamento a valle sino all'edificato

### 7.3.3 Area 2 situazione attuale

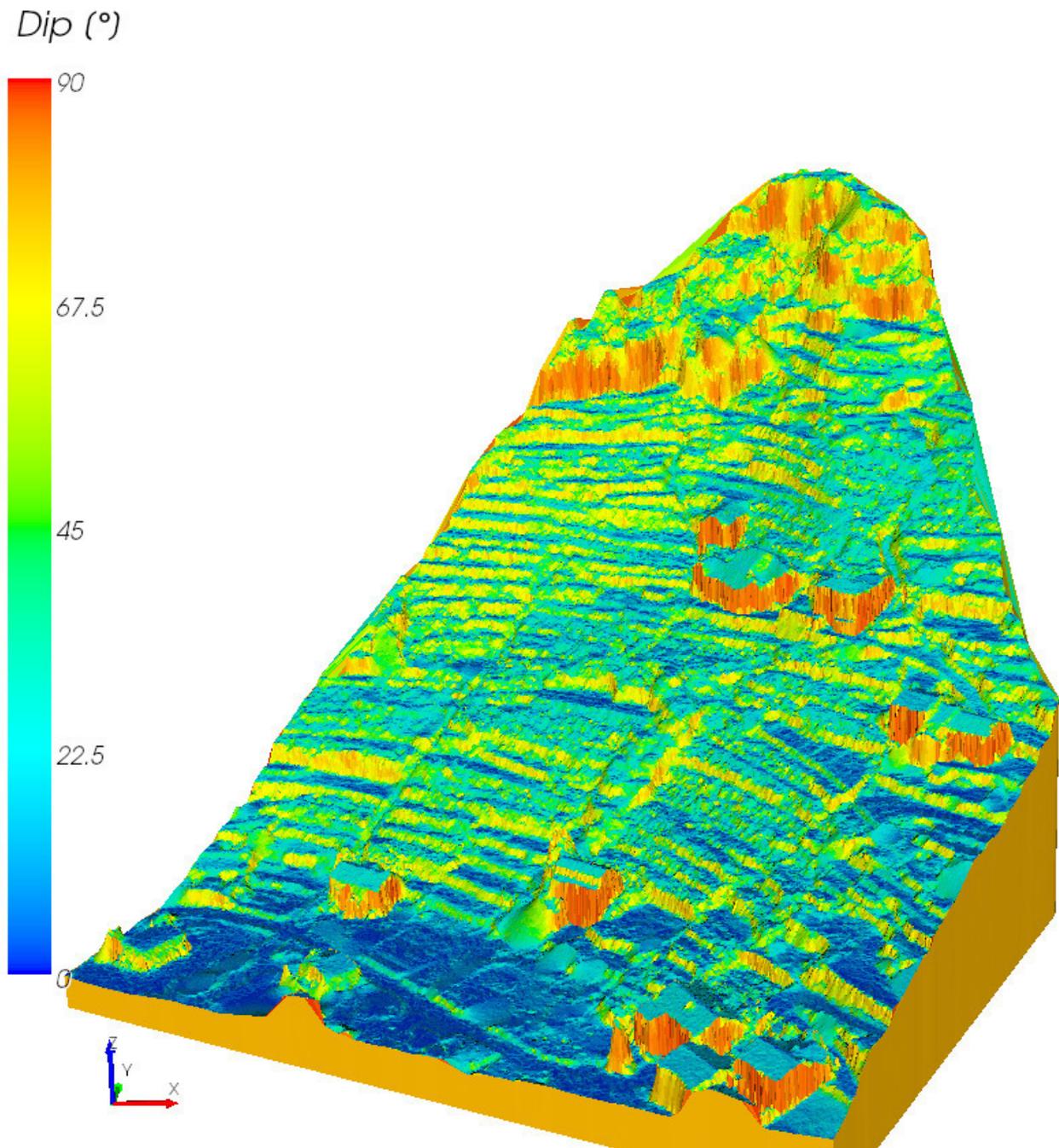


Figura 40: Vista tridimensionale dell'area modellata per il settore 2.

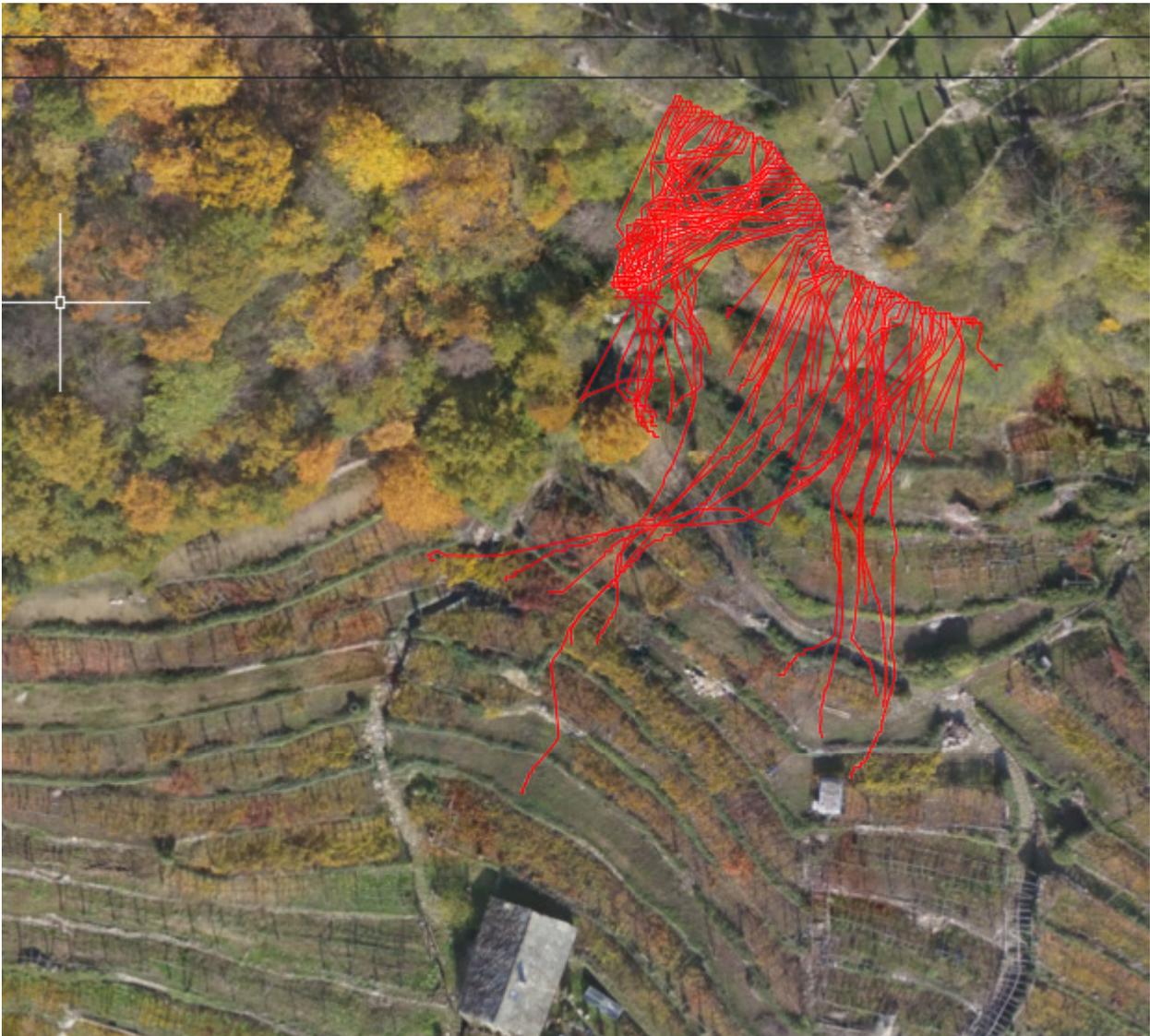


Figura 41: Vista 2d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto



Figura 42: Vista 3d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto



Density  
(%/cell)

## Density map

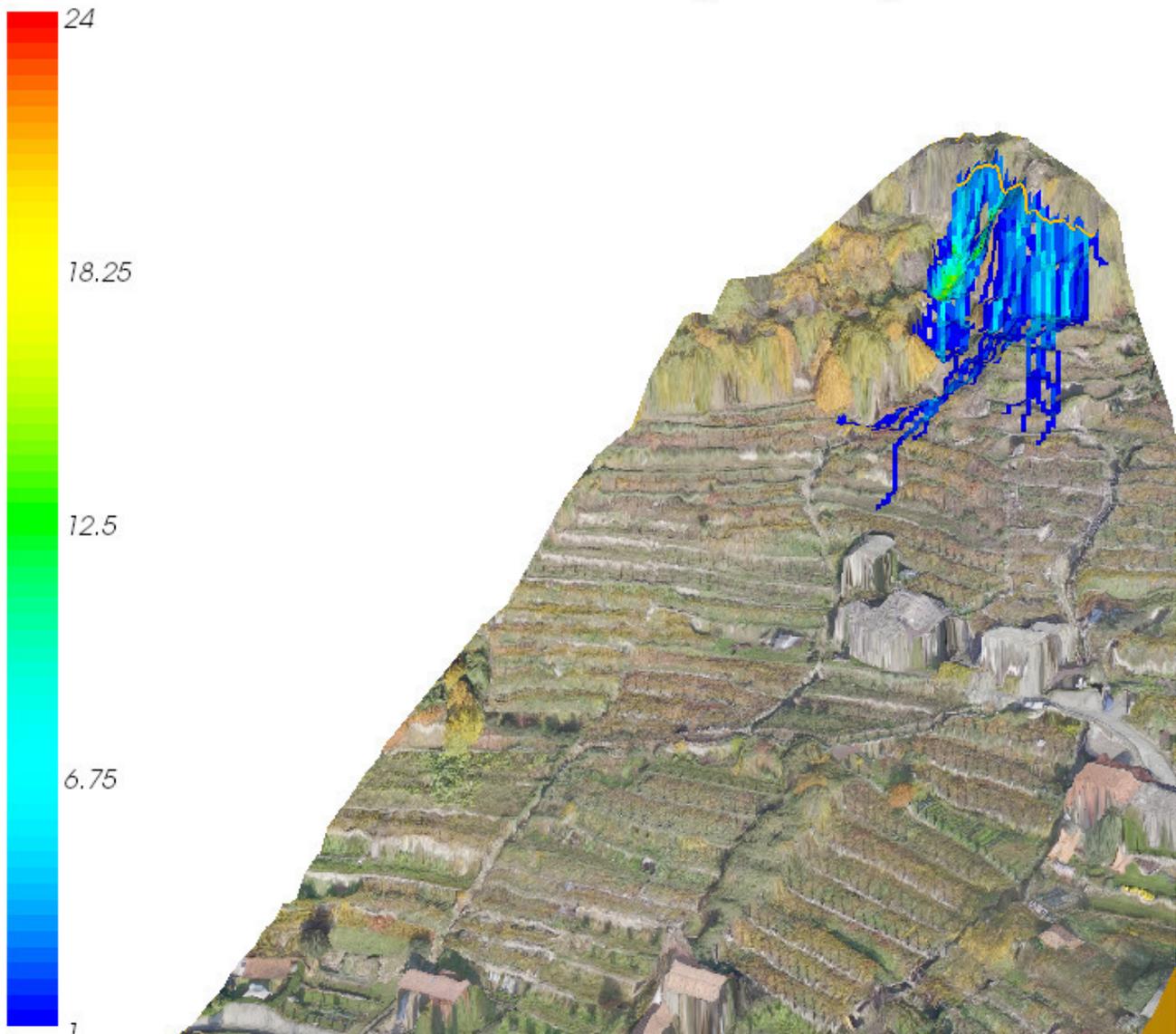


Figura 43: Mappa densità

Analizzando la figura precedente si evidenzia che la maggior parte dei blocchi si arresta non molto distante dalla parete.

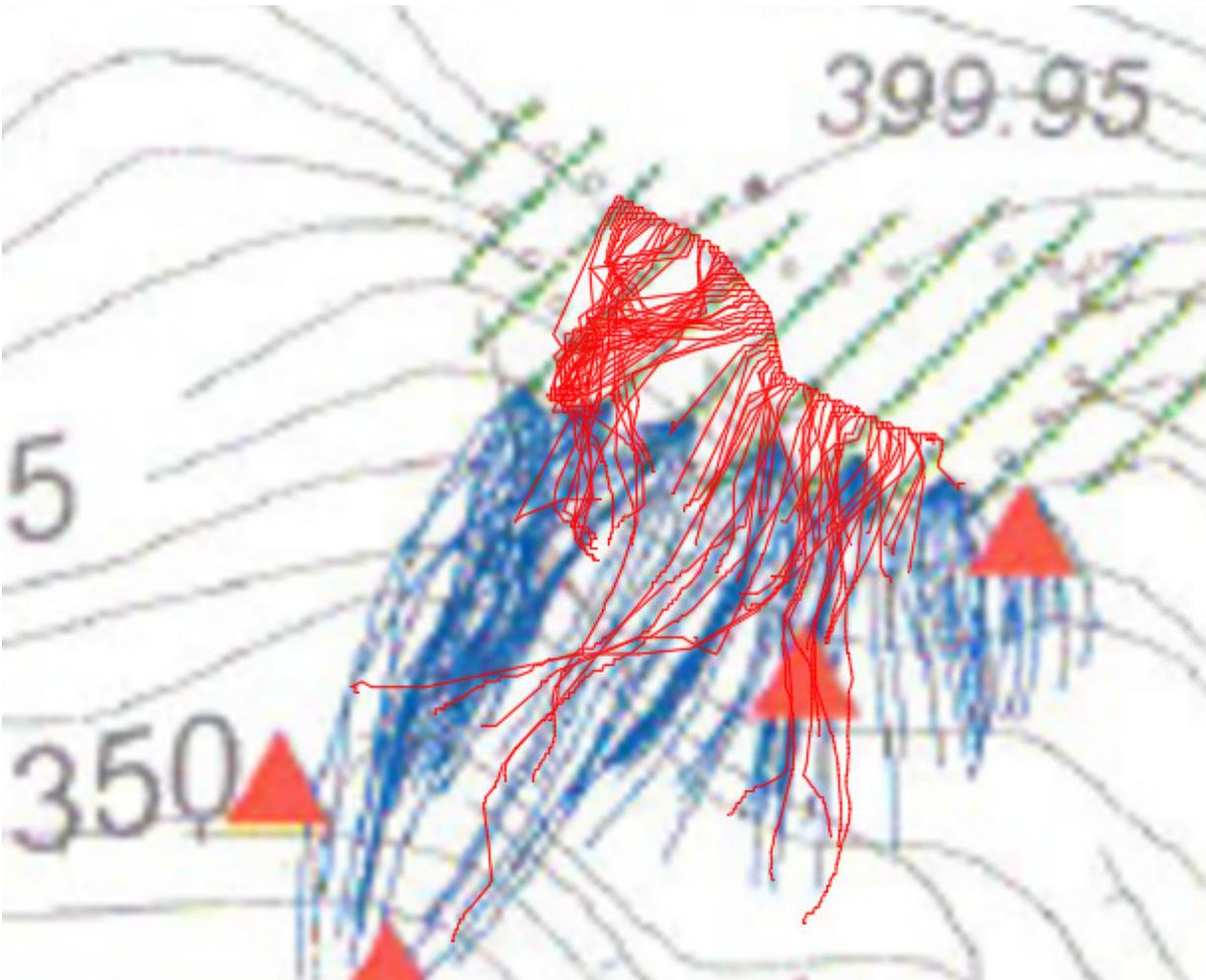


Figura 44: Confronto con lo studio precedente

Da un confronto con lo studio precedente si evidenzia che le aree simulate nel presente studio (in rosso), risultano molto più contenute di quelle dello studio precedente.

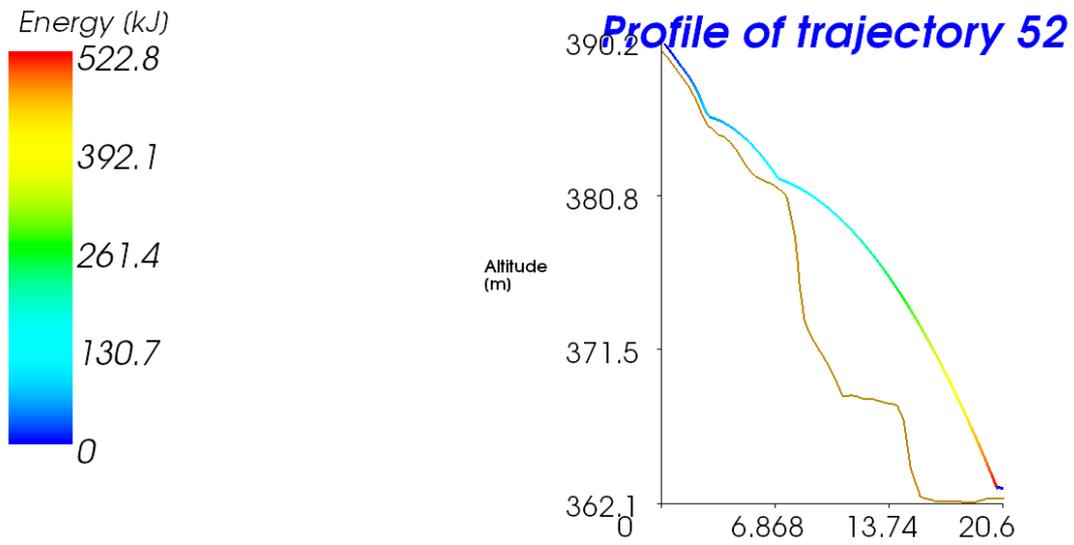


Figura 45 Traiettorie tipo, arresto del blocco sui terrazzamenti

### 7.3.4 Area 2 ipotetica mancanza dei terrazzi

*Dip (°)*

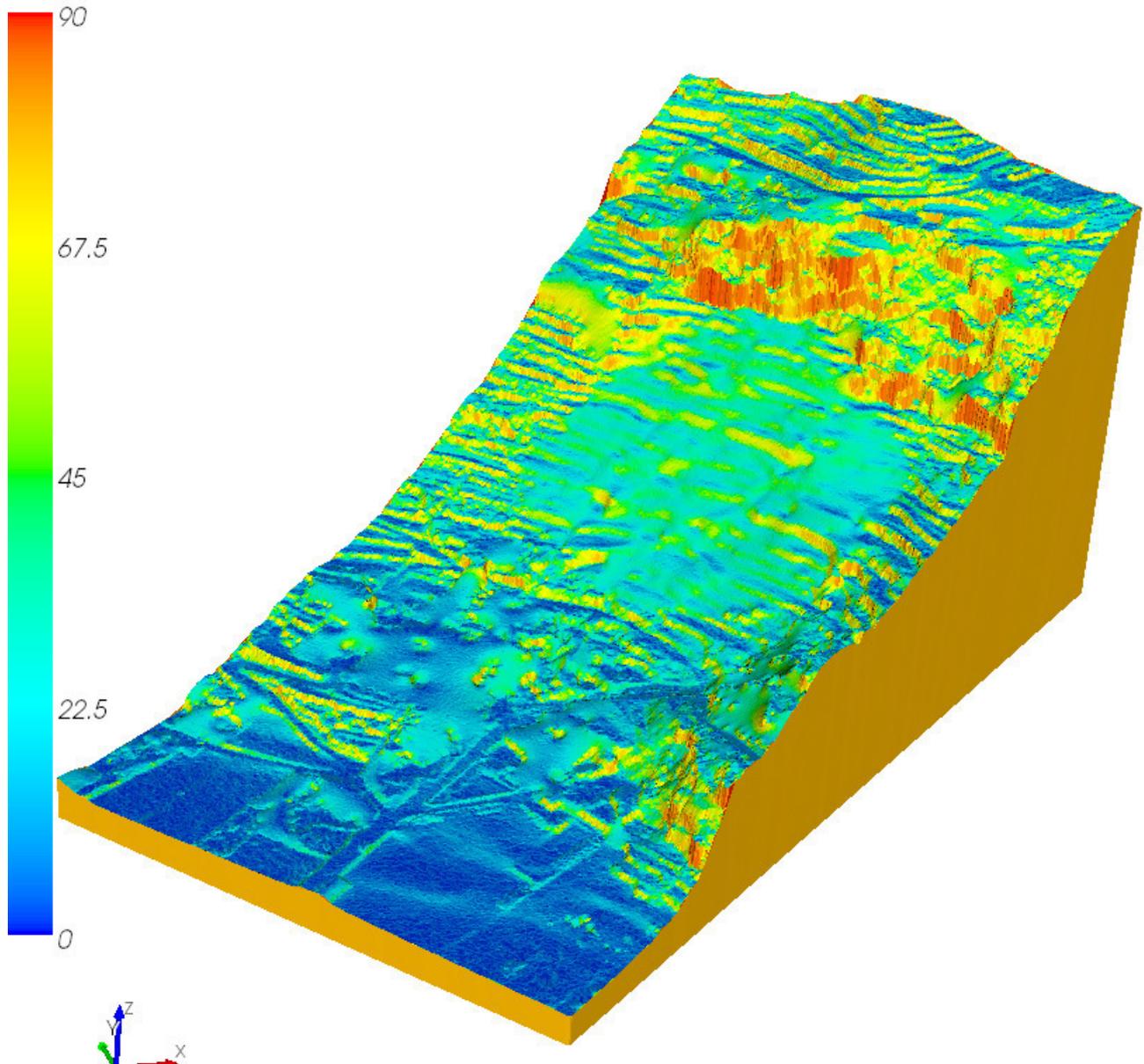


Figura 46: Vista tridimensionale dell'area modellata per il settore 2.

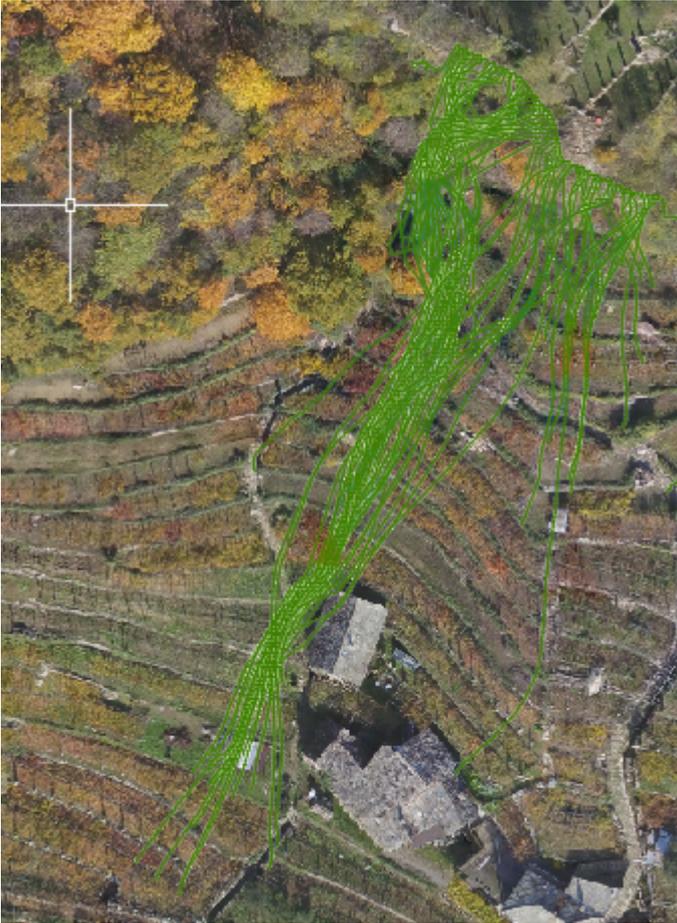


Figura 47: Vista 2d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

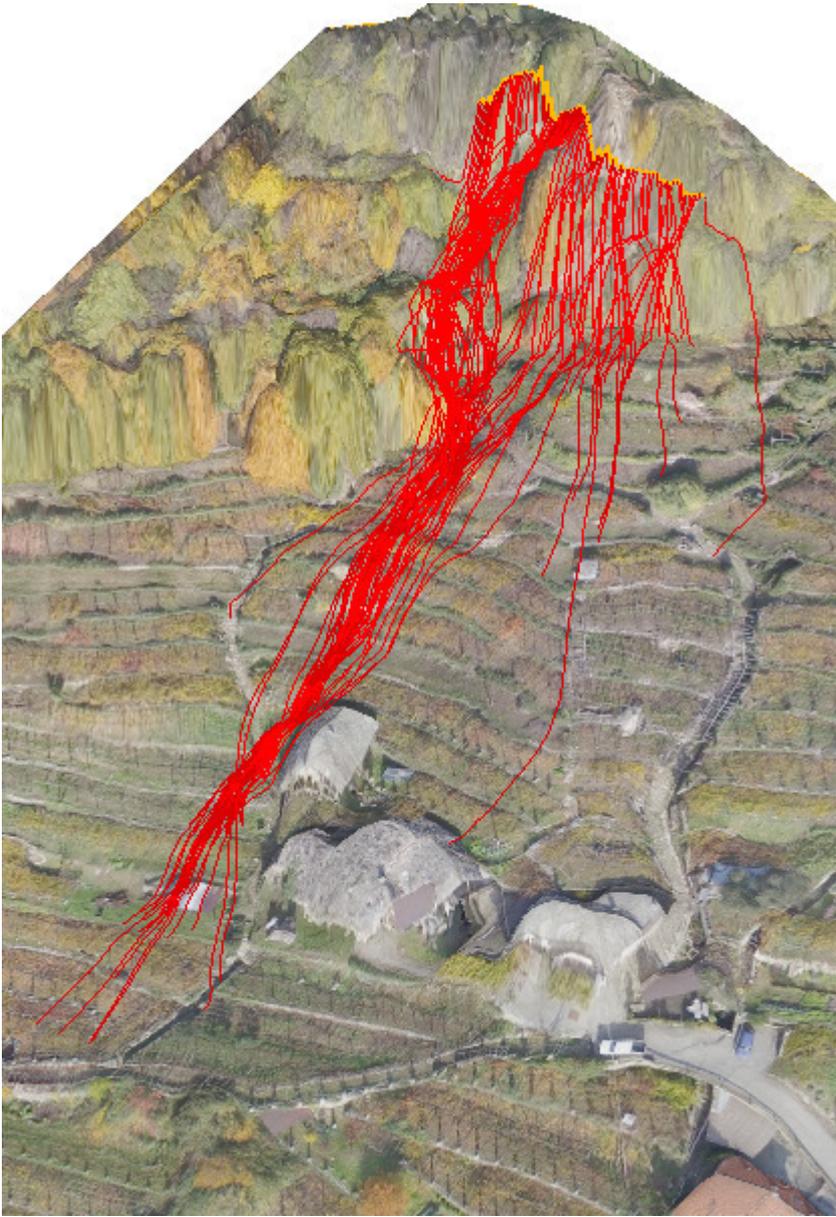


Figura 48: Vista 3d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto



Density  
(%/cell)

## Density map

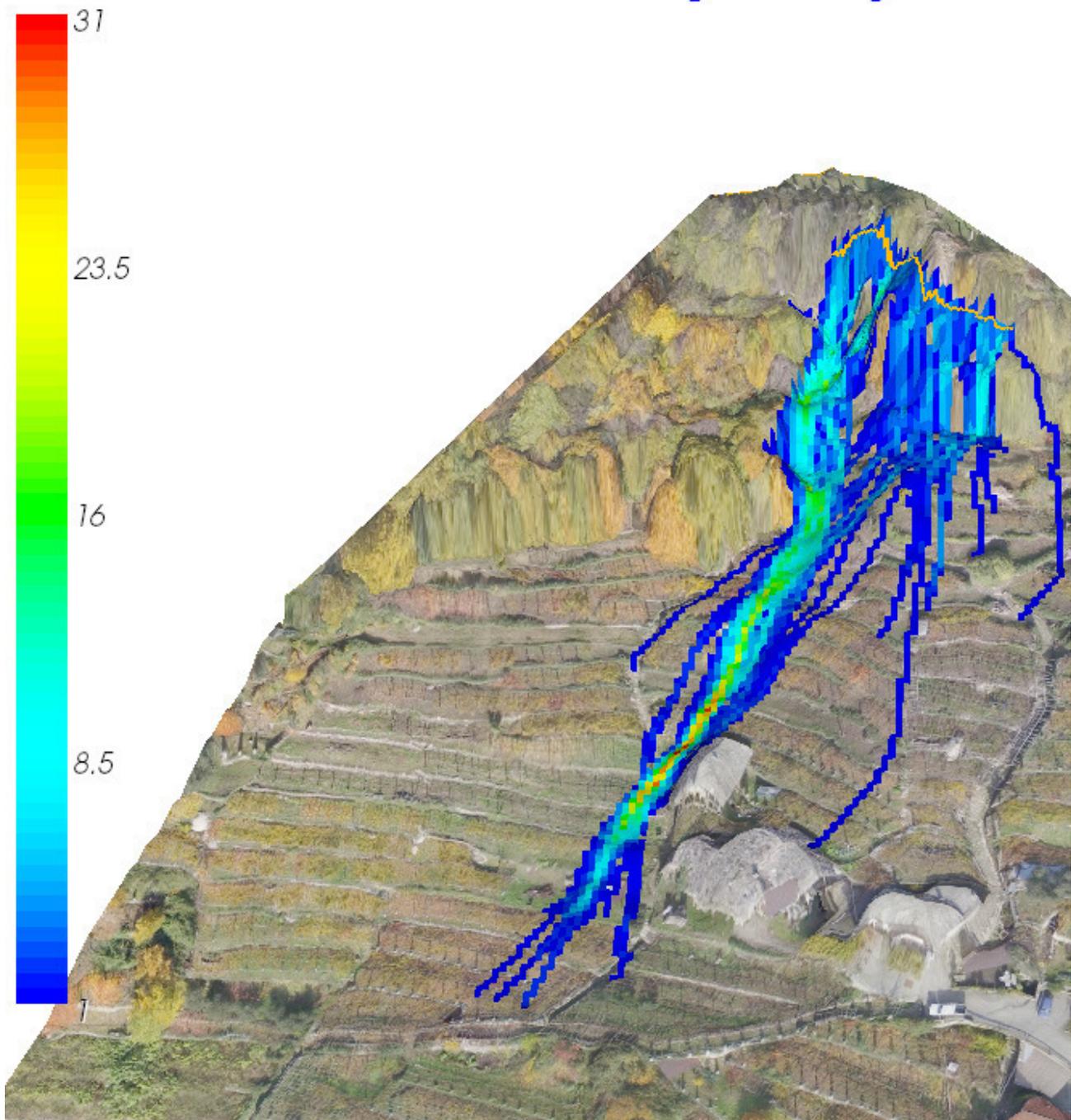


Figura 49: Mappa densità

Analizzando la figura precedente si evidenzia che la maggior parte dei blocchi prosegue sino a valle in corrispondenza delle abitazioni.

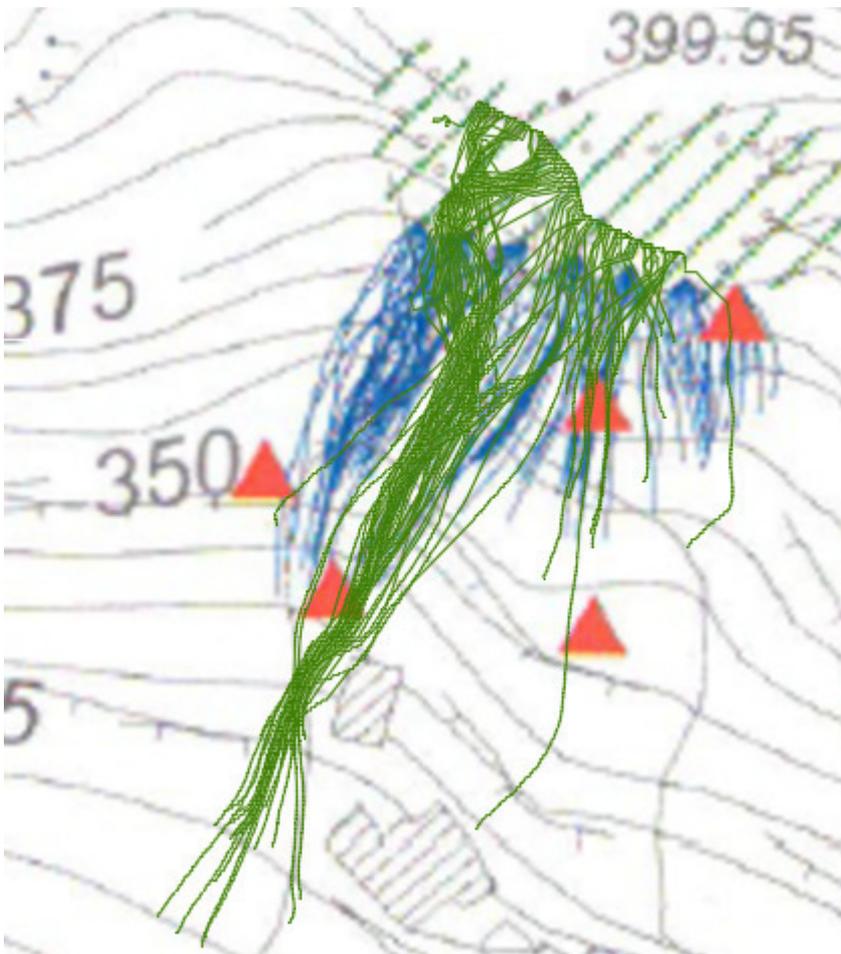


Figura 50: Da un confronto con lo studio precedente si evidenzia che le aree simulate nel presente studio (modello senza terrazzi) (in verde), risultano concordi con quelle dello studio precedente.

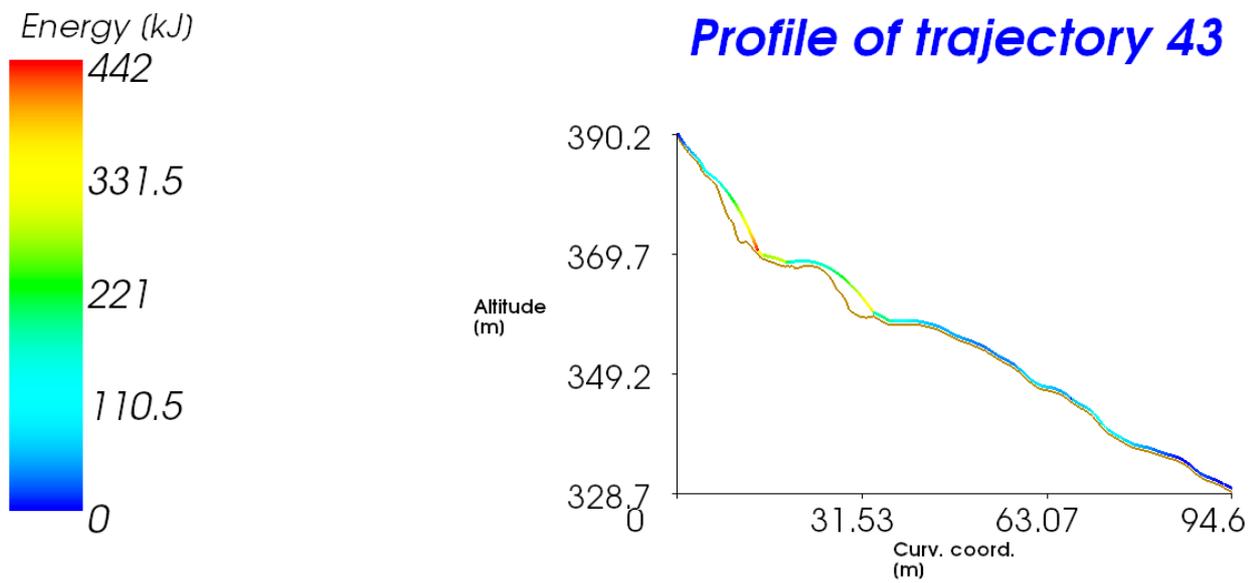


Figura 51: Traiettoria tipo, arresto del blocco alla base del versante, rotolamento a valle sino all'edificato

### 7.3.5 Area 3 situazione attuale

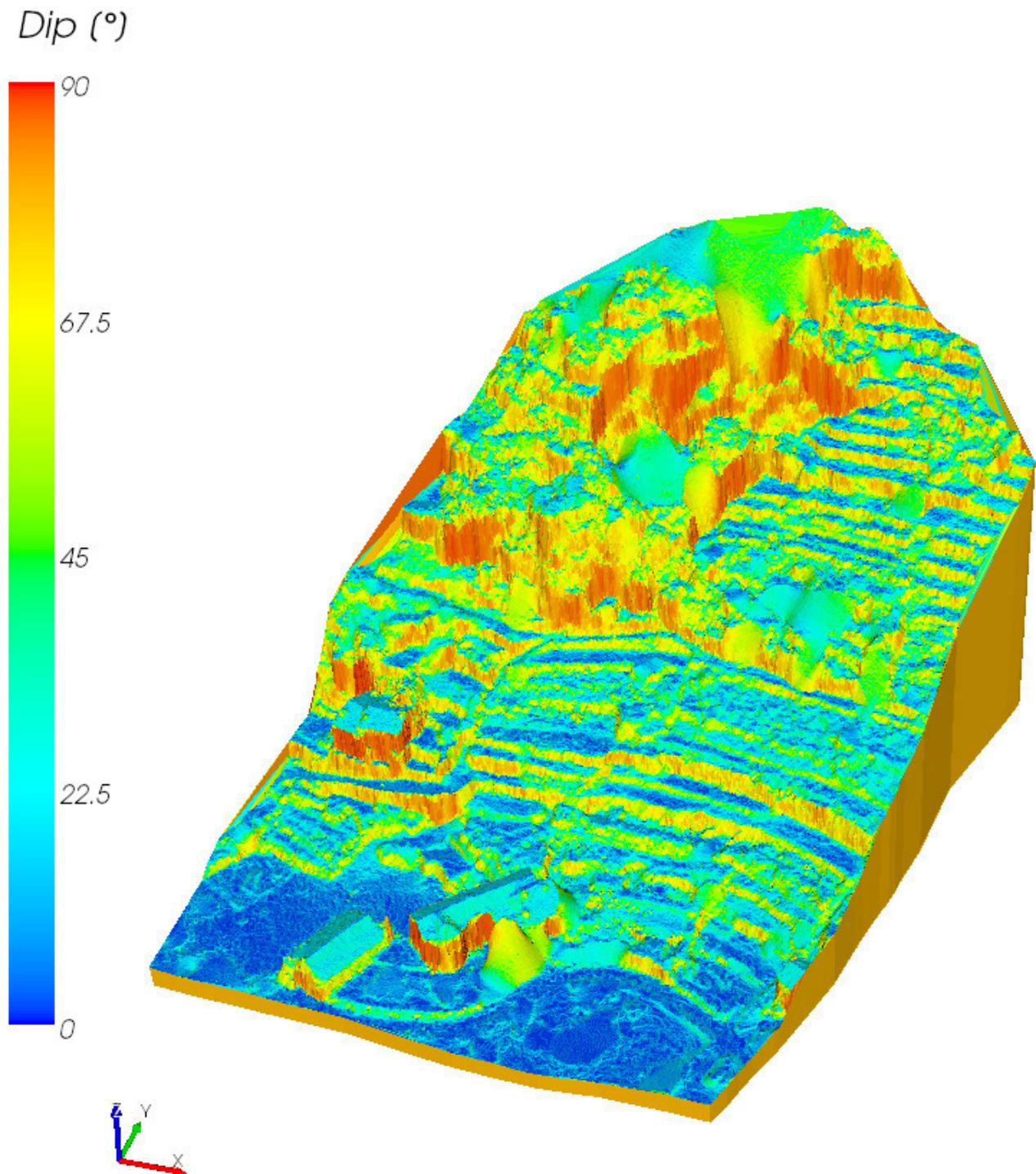


Figura 52: Vista tridimensionale dell'area modellata per il settore 3.



Figura 53: Vista 2d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

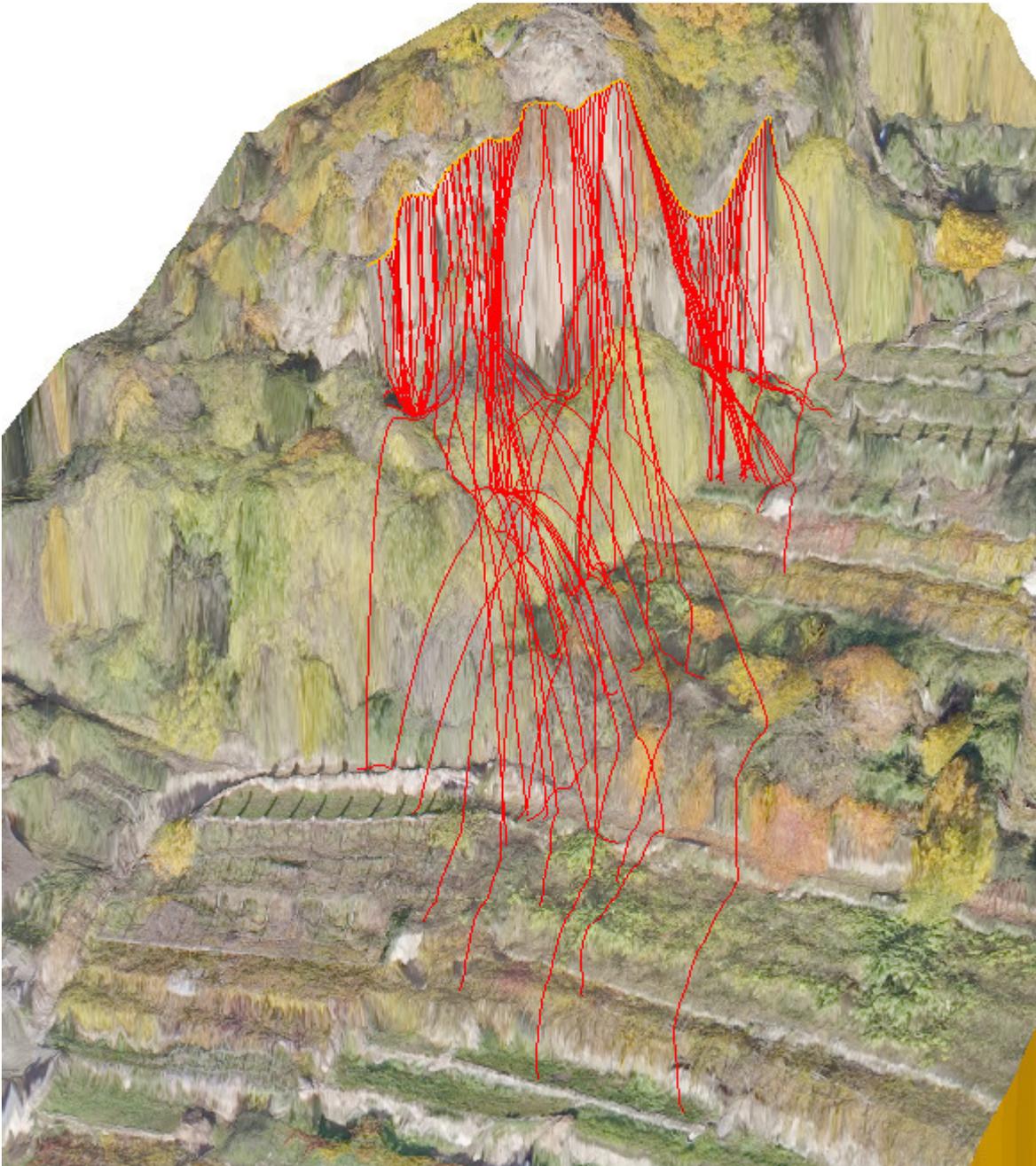


Figura 54: Vista 3d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto



Density  
(%/cell)

## Density map

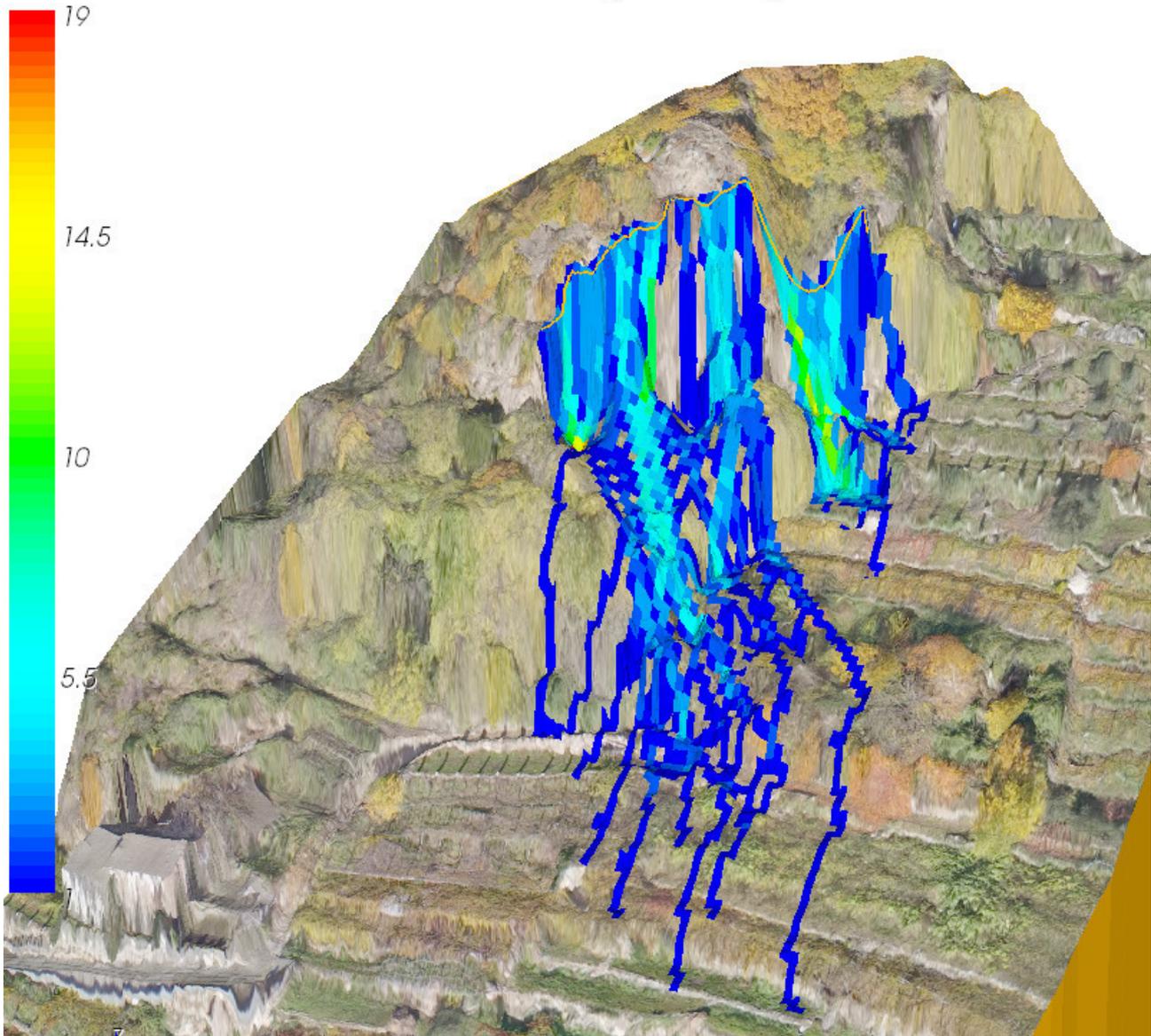


Figura 55: Mappa densità

Analizzando la figura precedente si evidenzia che la maggior parte dei blocchi si arresta non molto distante dalla parete.



Figura 56: Confronto con lo studio precedente

Da un confronto con lo studio precedente si evidenzia che le aree simulate nel presente studio (in rosso), risultano molto più contenute di quelle dello studio precedente.

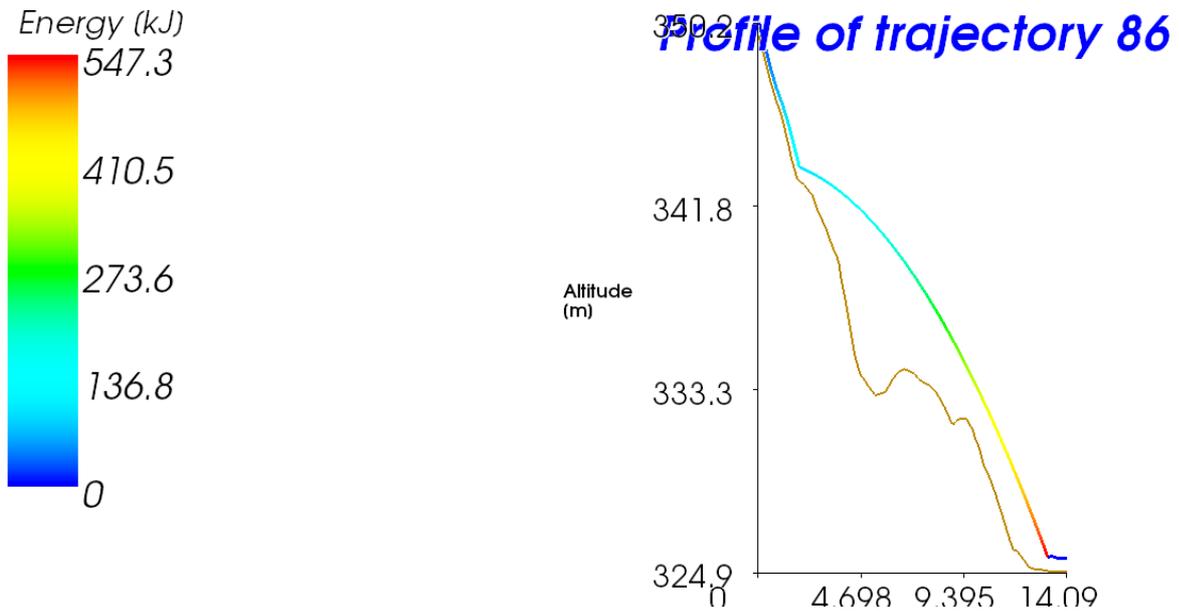


Figura 57 Traiettoria tipo, arresto del blocco sui terrazzamenti

### 7.3.6 Area 3 ipotetica mancanza dei terrazzi

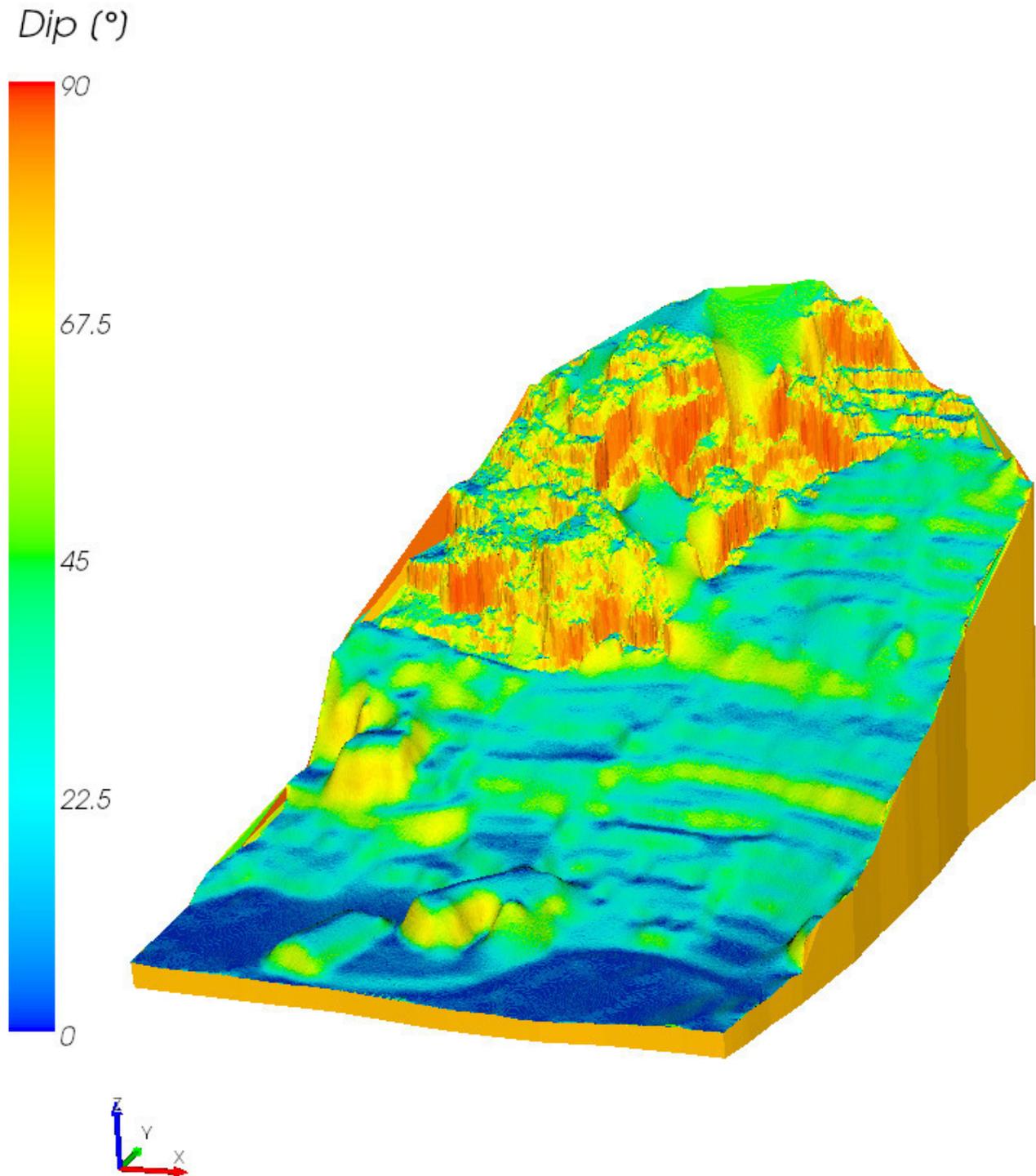


Figura 58: Vista tridimensionale dell'area modellata per il settore 3

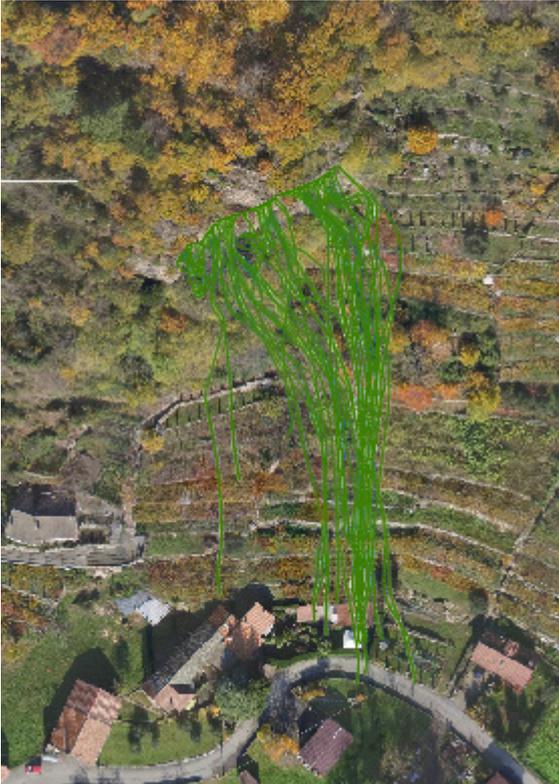


Figura 59: Vista 2d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

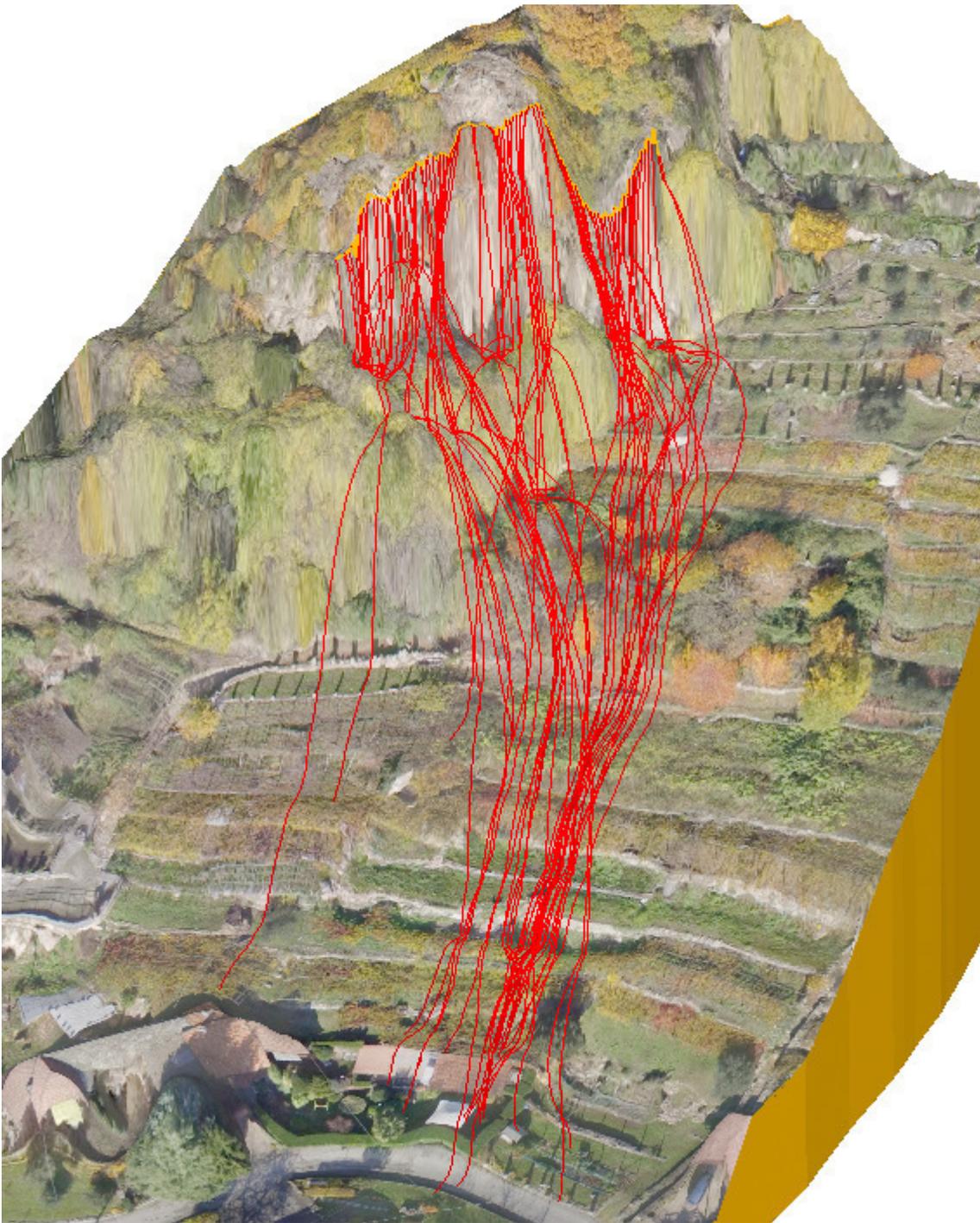


Figura 60: Vista 3d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto



Density  
(%/cell)

## Density map

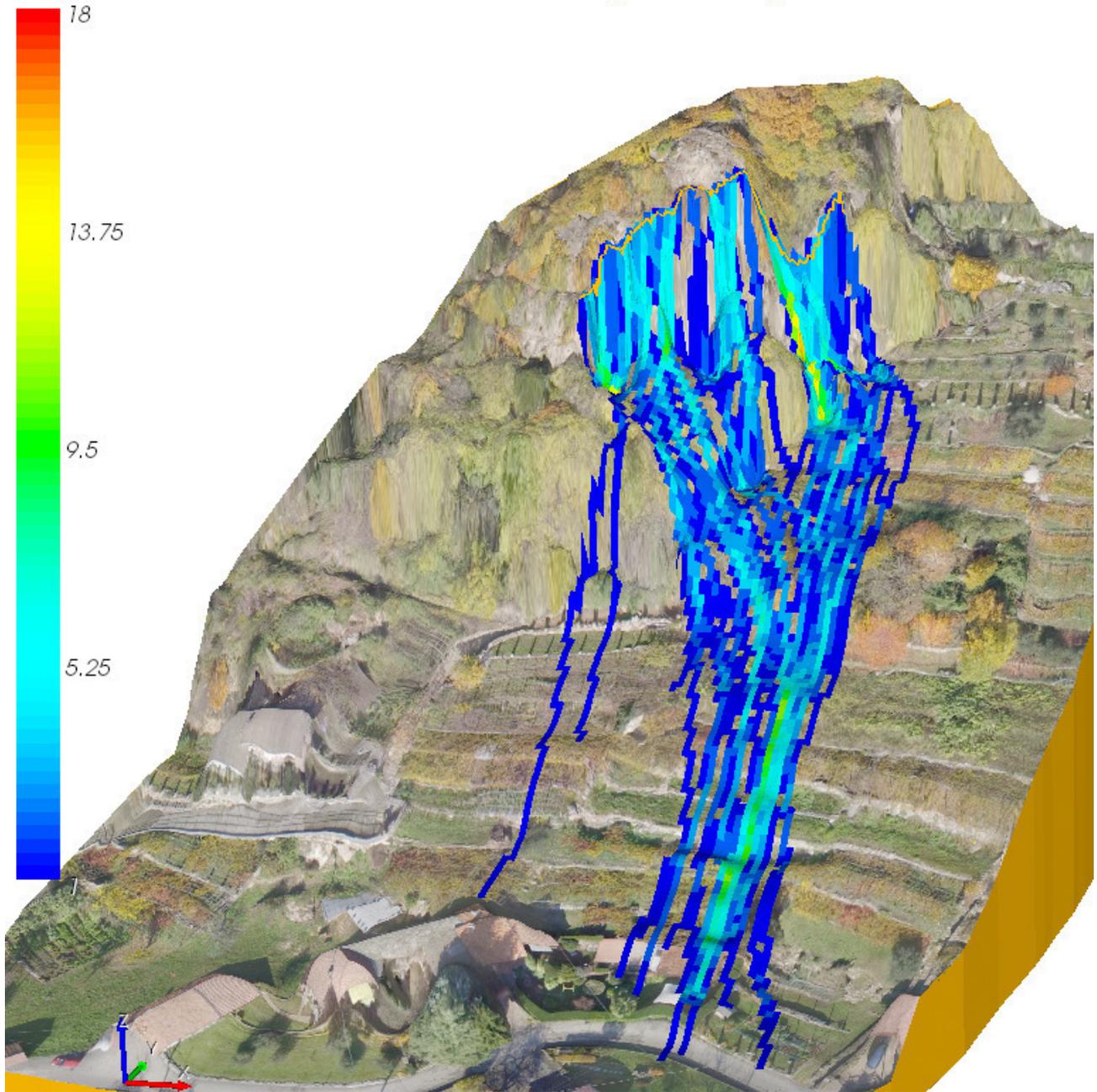


Figura 61: Mappa densità

Analizzando la figura precedente si evidenzia che la maggior parte dei blocchi prosegue sino a valle in corrispondenza delle abitazioni.



Figura 62: Da un confronto con lo studio precedente si evidenzia che le aree simulate nel presente studio (modello senza terrazzi) (in verde), risultano concordi con quelle dello studio precedente.

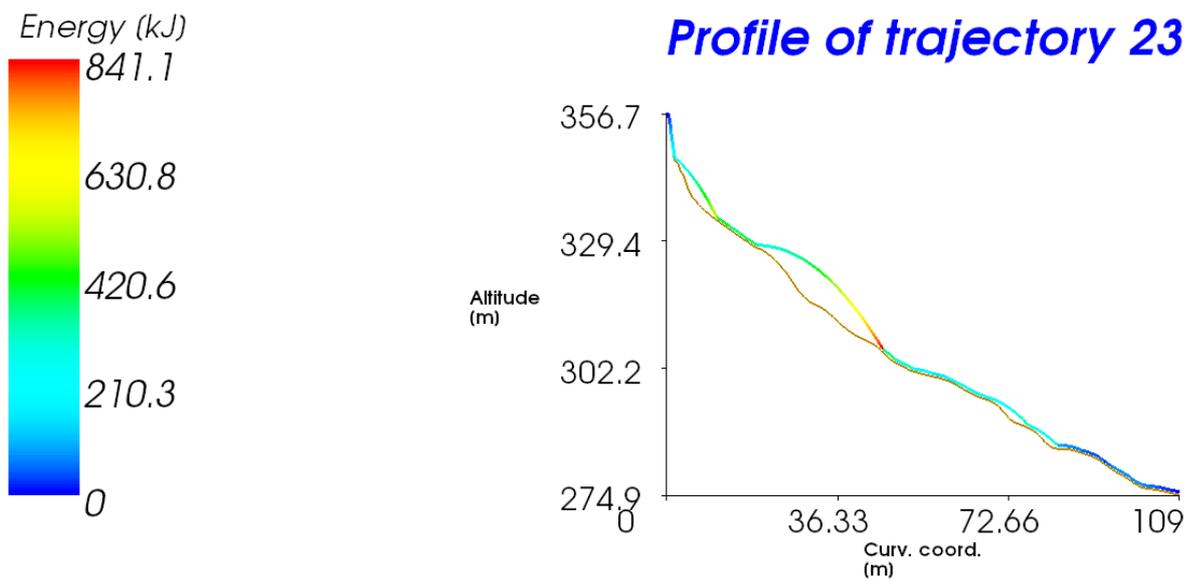


Figura 63: Traiettoria tipo, arresto del blocco alla base del versante, rotolamento a valle sino all'edificato



### 7.3.7 Area 4 situazione attuale

*Dip (°)*

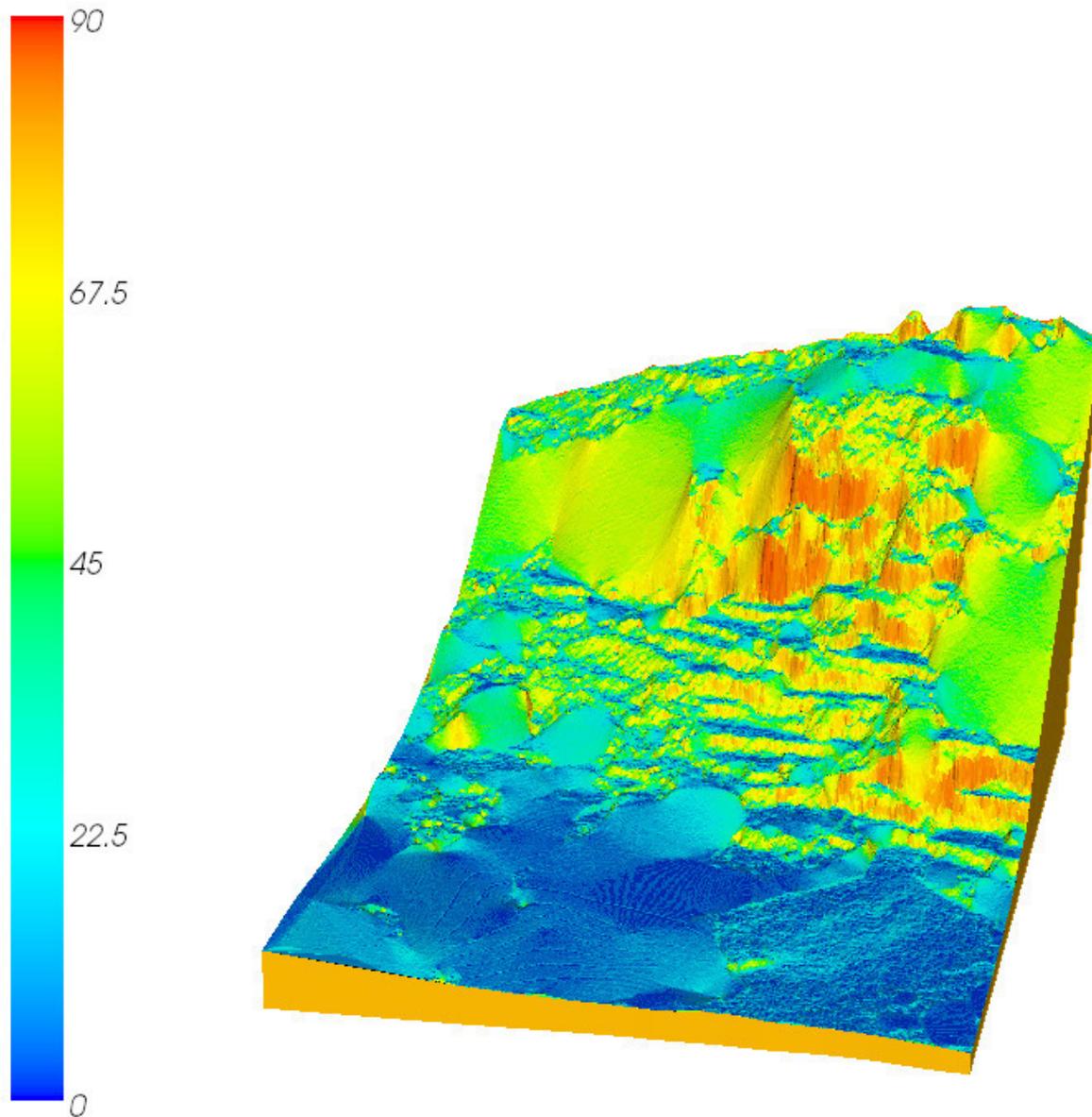


Figura 64: Vista tridimensionale dell'area modellata per il settore 4



Figura 65: Vista 2d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto



Figura 66: Vista 3d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

Density  
(%/cell)

# Density map

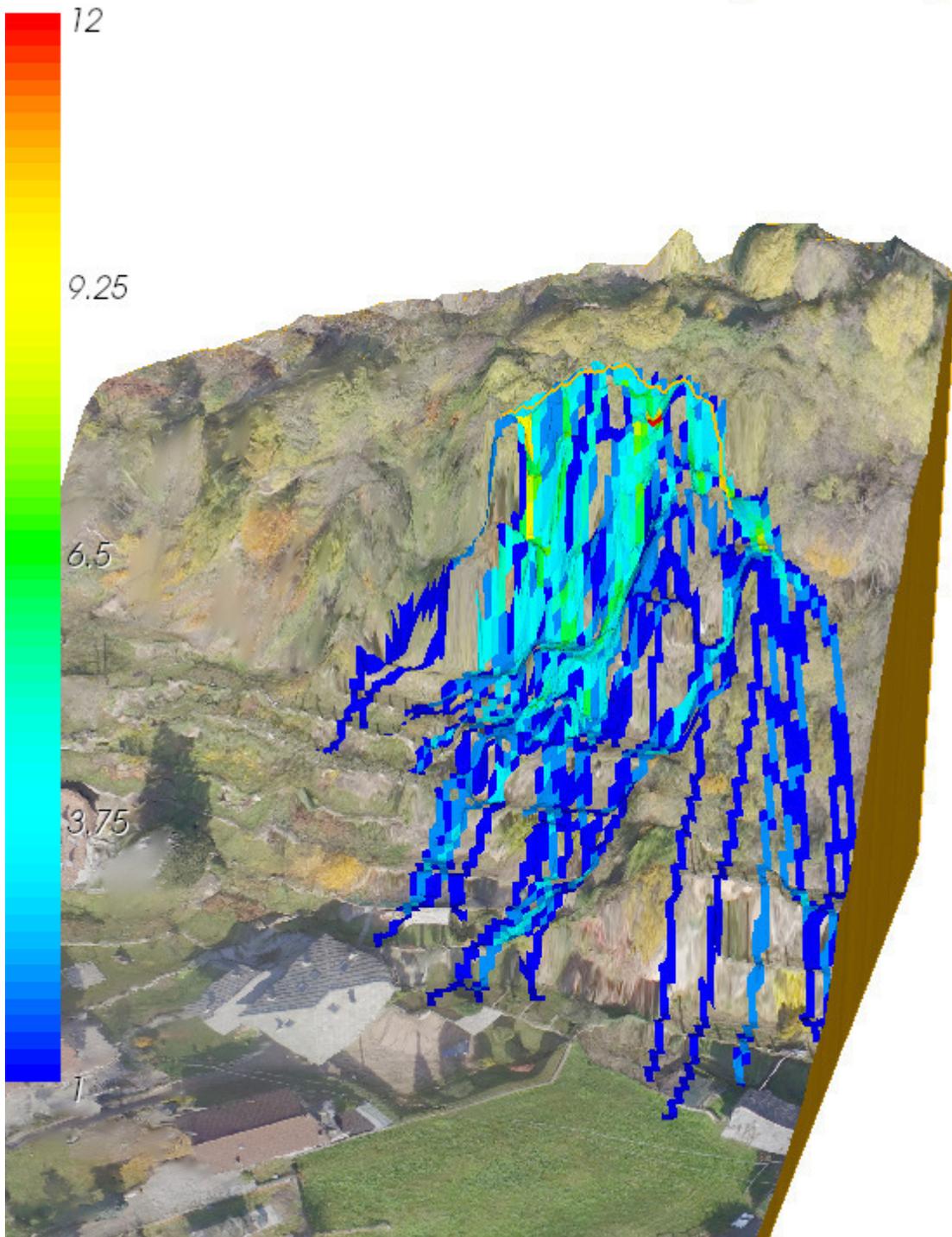


Figura 67: Mappa densità



Analizzando la figura precedente si evidenzia che la maggior parte dei blocchi si arresta non molto distante dalla parete.

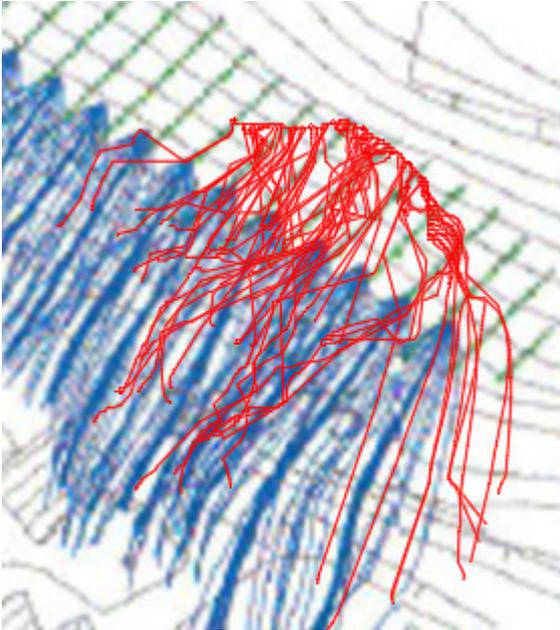


Figura 68: Confronto con lo studio precedente

Da un confronto con lo studio precedente si evidenzia che le aree simulate nel presente studio (in rosso), risultano molto più contenute di quelle dello studio precedente.

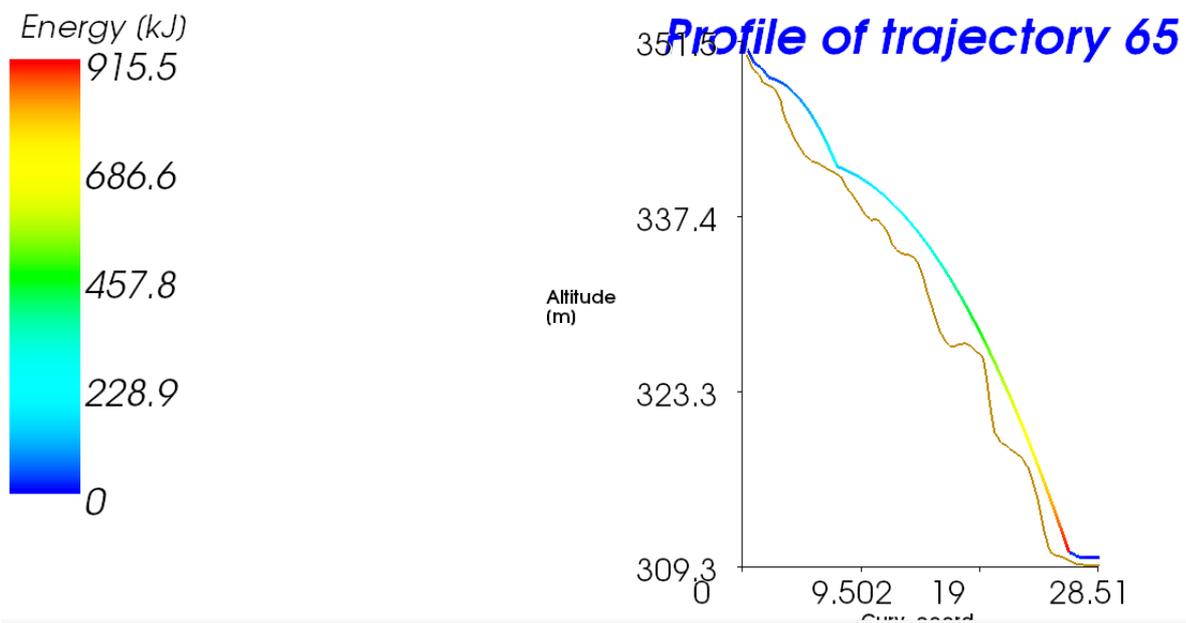


Figura 69 Traiettoria tipo, arresto del blocco sui terrazzamenti

7.3.8 Area 4 ipotetica mancanza dei terrazzi

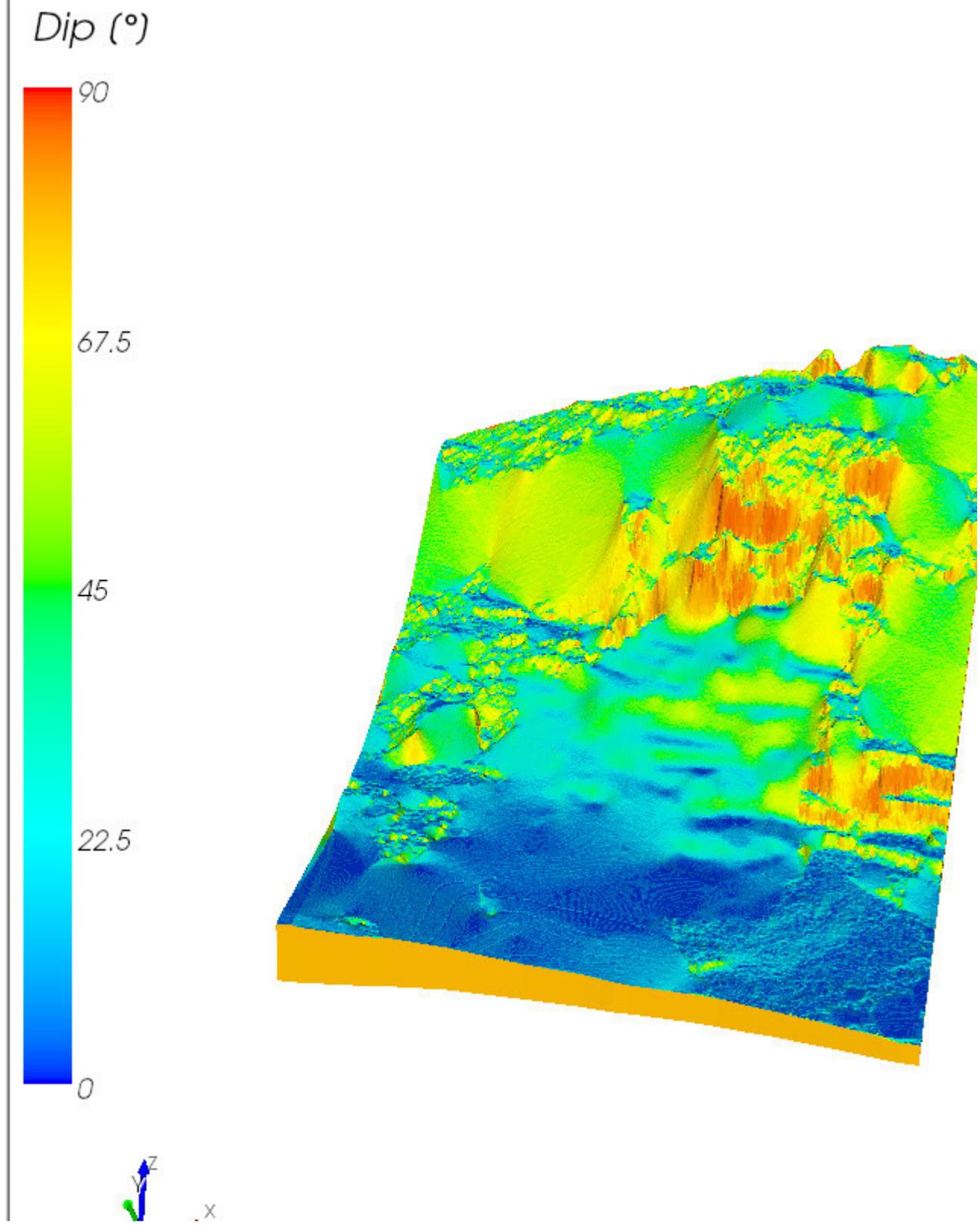




Figura 70: Vista tridimensionale dell'area modellata per il settore 4



Figura 71: Vista 2d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto

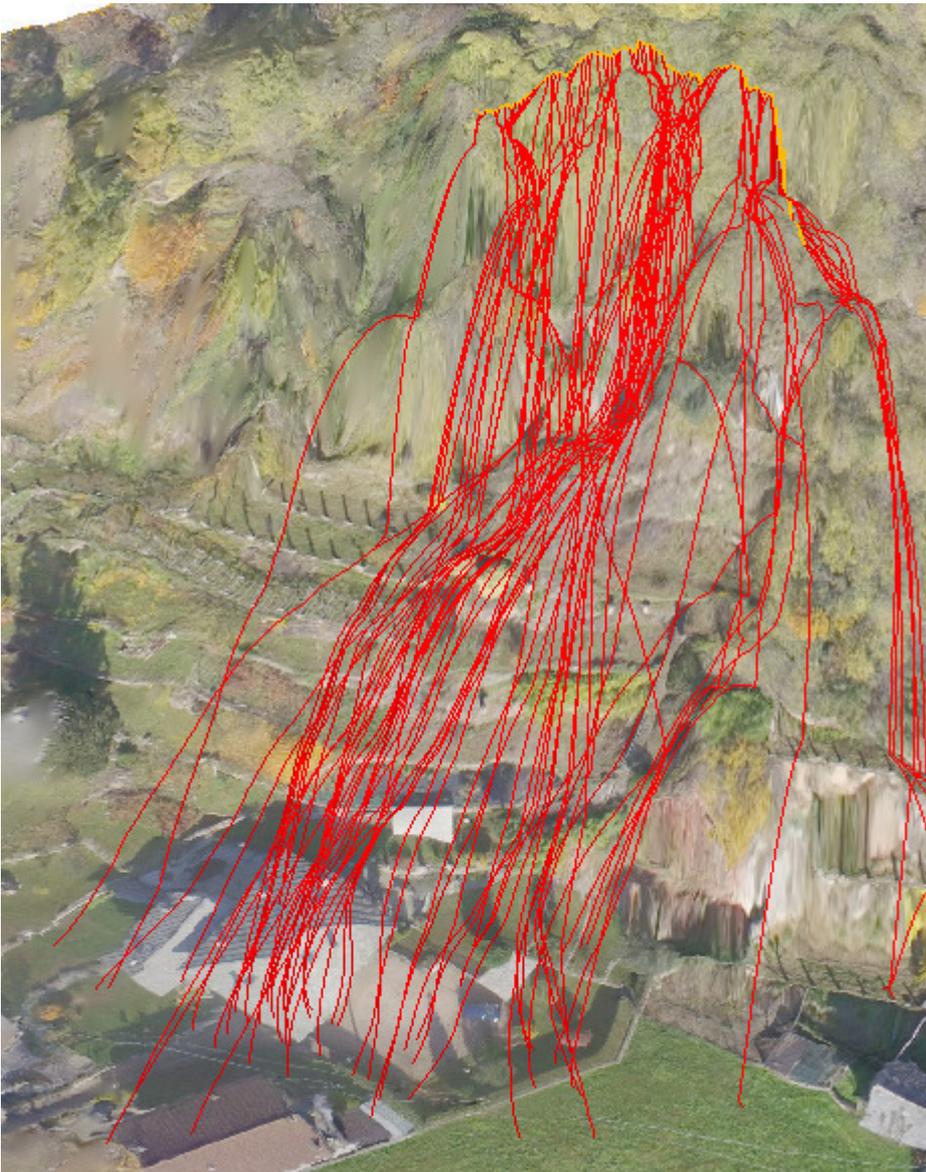


Figura 72: Vista 3d aree di espansione su modello con sovrapposta ortofoto



Density  
(%/cell)

## Density map

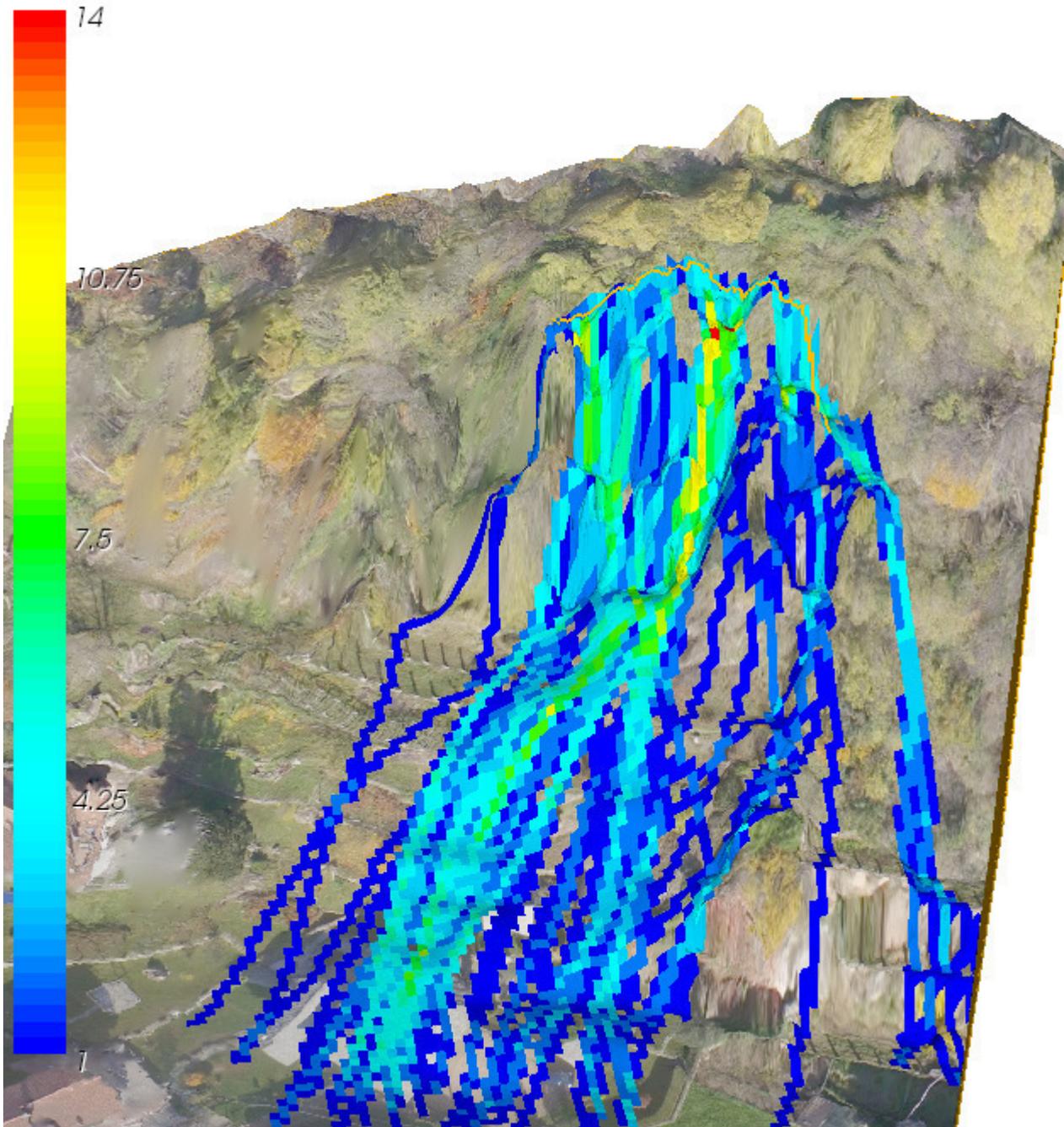


Figura 73: Mappa densità

Analizzando la figura precedente si evidenzia che la maggior parte dei blocchi prosegue sino a valle in corrispondenza delle abitazioni.

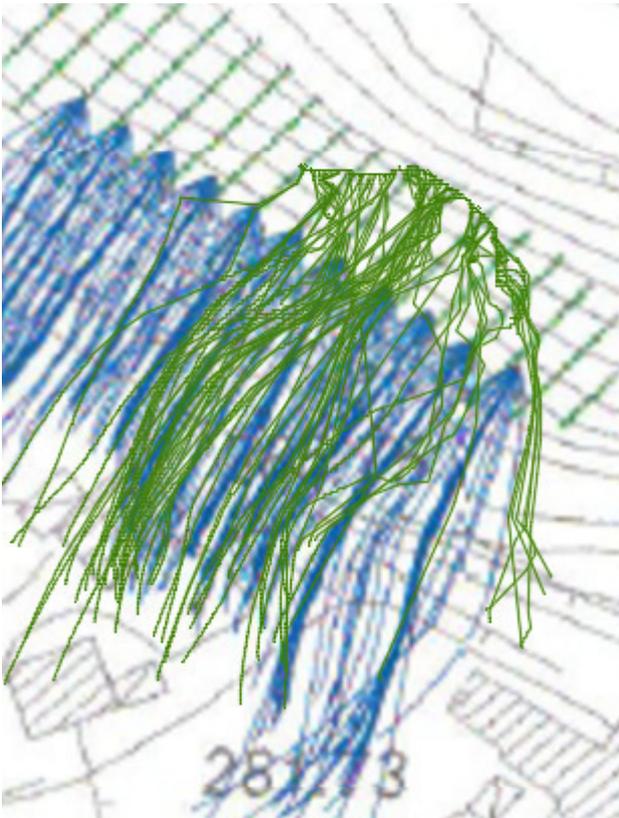


Figura 74: Da un confronto con lo studio precedente si evidenzia che le aree simulate nel presente studio (modello senza terrazzi) (in verde), risultano concordi con quelle dello studio precedente.

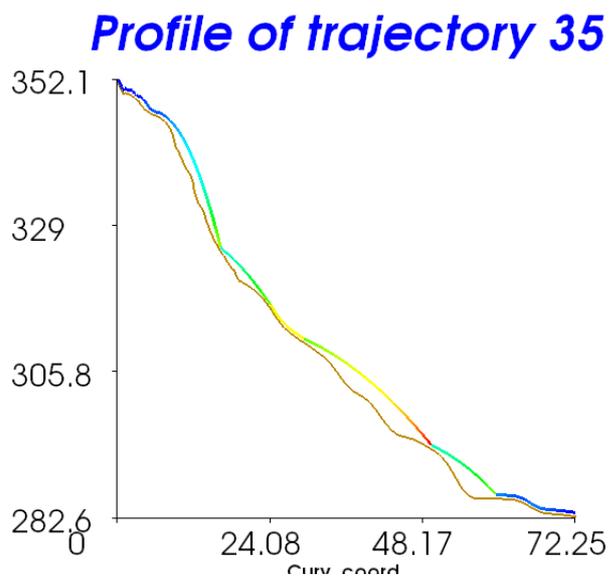
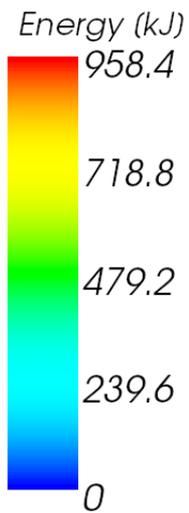


Figura 75: Traiettoria tipo, arresto del blocco alla base del versante, rotolamento a valle sino all'edificato



---

## 8 Stabilizzazione delle pareti rocciose e mitigazione della possibilità di distacco di blocchi

L'eventuale distacco di blocchi di pietra potrebbe provocare ingenti danni alle abitazioni a valle della scarpata.

Oltre a prevedere la pulizia e la manutenzione dei terrazzamenti situati al piede delle pareti rocciose, saranno previste dei disgiunti sulle intere pareti dei blocchi che presentano una precarietà maggiore in modo da prevenire un futuro distacco.

Il consolidamento delle pareti rocciose verrà realizzato mediante il rivestimento delle pareti con rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale 8 cm X 10 cm e filo avente un diametro di 3 mm.

Le reti saranno fissate alla parete mediante funi in acciaio zincato dal diametro di 20 mm e mediante l'infissione nella parete di barre in acciaio ad aderenza migliorata del diametro di 24 mm e dalla lunghezza di 3,00 m, comprese di piastra nervata, semisfera di allineamento, dado di serraggio e manicotti di giunzione. Le perforazioni saranno poi riempite con boiacca di cemento.

Di seguito sono riportati degli esempi di consolidamento della parete:



Figura 76-Esempio di consolidamento di pareti rocciose



Figura 77-Particolare rete a doppia torsione, ancoraggio e funi in acciaio

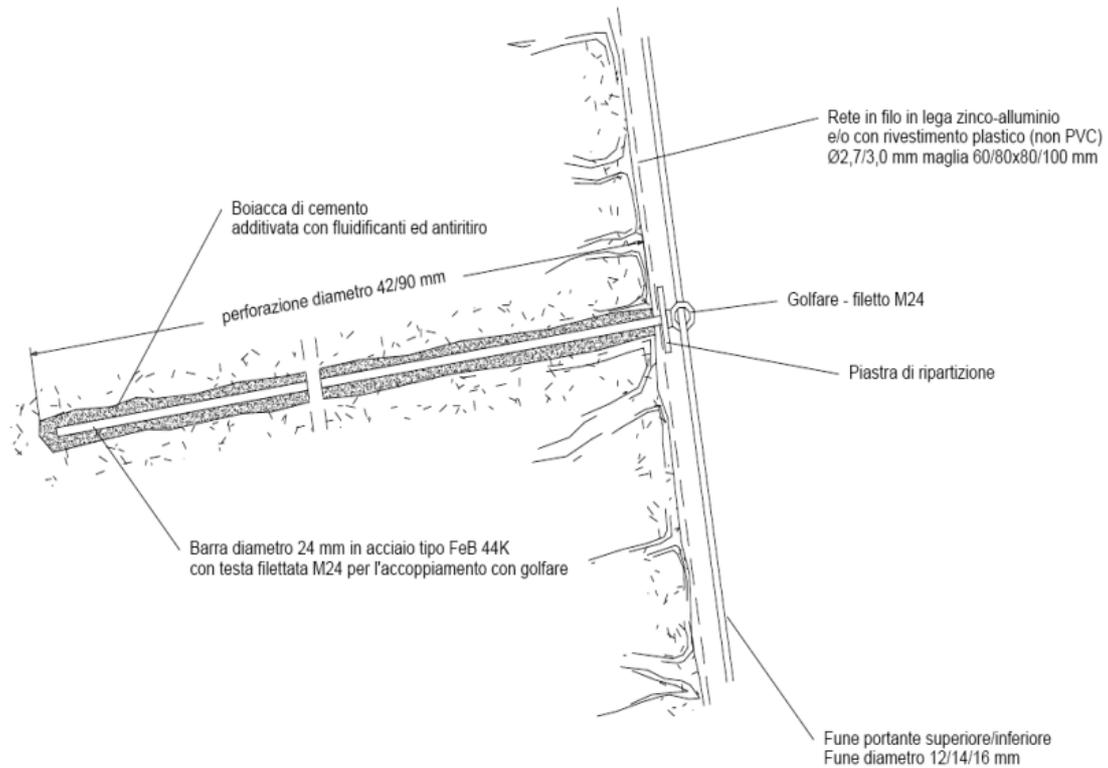


Figura 78-Sezione tipo

---

## 9 Conclusioni

L'analisi idrologica evidenzia la presenza di numerosi bacini idrografici secondari, influenzati dalla presenza dei terrazzamenti e dalla forte acclività del settore.

Nello specifico si ritiene comunque di poter asserire che la presenza dei terrazzamenti contribuisce positivamente rispetto ai deflussi superficiali per numerosi aspetti:

- Riducono i volumi corrivanti a valle favorendo l'infiltrazione delle acque di ruscellamento nel terreno
- Aumentano i tempi di corrivazione dei deflussi superficiali, avendo quindi un effetto di *laminazione* sugli stessi.
- Diminuiscono la velocità del flusso interrompendone la continuità, diminuendo quindi l'effetto erosivo degli stessi.

Per tutte le sopraccitate evidenze si ritiene che il mantenimento in funzione dei terrazzamenti sia fondamentale onde evitare che il loro abbandono favorisca l'instaurarsi di reticoli idrografici naturali tali da causare un notevole aumento dei volumi, dell'energia e della velocità dei deflussi sulla piana, tale da generare una possibile pericolosità laddove nell'area di pianura, considerata la morfologia poco acclive, sia difficile assicurare il loro smaltimento in sicurezza.

L'analisi è partita attraverso l'esame della documentazione fornita dal comune (relazione del dott.geol. Accotto), con particolare riguardo all'individuazione delle aree potenzialmente critiche.

Sulla base del rilievo topografico di dettaglio, a parità di altre condizioni sono state ripetute le analisi di cui allo studio precedente, confrontando le situazioni di seguito descritte:

- Situazione attuale – Presenza dei terrazzamenti e funzionalità degli stessi nella mitigazione delle aree di espansione
- Situazione di abbandono dei terrazzamenti - -Sostanzialmente equivalente da un punto di vista morfologico con le simulazioni eseguite dal Dott. Geol. Accotto, si è linearizzato il pendio valutando quindi la differenza nelle aree di espandimento causata da un progressivo abbandono della morfologia attuale.

La comparazione delle due simulazioni per i diversi casi evidenzia che il crollo e l'abbandono dei terrazzamenti comporterebbe l'aumento della probabilità che eventuali crolli si espandano sino a valle con il rotolamento dei blocchi sul versante, andando ad interessare le abitazioni presenti.

Si ritiene di intervenire con una manutenzione generalizzata dei terrazzamenti e la possibilità di estendere quelli presenti alla base delle pareti rocciose al fine di aumentarne la capacità di intercettare eventuali blocchi che si distaccassero.

Le valutazioni di cui sopra, sono comunque insufficienti, ritenendo anche necessario intervenire con chiodature direttamente sulle pareti rocciose.