



---

## CORSO PREPARATORIO AGLI ESAMI DI STATO II sessione 2023

### ETICA E PRATICA PROFESSIONALE DELL'INGEGNERE

*La difesa idrogeologica del territorio: Regime vincolistico*

**9-13 novembre 2023**

SEDE ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SALERNO – SALA «L. De Angelis»

---

Relatore: Ing. Gabriele Petroccelli – *Coordinatore Commissione Difesa del Territorio Ordine Ingegneri Salerno*

## Definizioni

### **DISSESTO IDROGEOLOGICO**

Il **dissesto idrogeologico** è la condizione che caratterizza aree ove processi naturali o antropici, relativi alla dinamica dei corpi idrici, del suolo o dei versanti, determinano condizioni di rischio sul territorio.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"

### **RISCHIO IDROGEOLOGICO**

Il **rischio idrogeologico**, che corrisponde agli effetti indotti sul territorio dal superamento dei livelli pluviometrici critici lungo i versanti, dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua della rete idrografica minore e di smaltimento delle acque piovane.

<http://www.protezionecivile.gov.it>

# Definizioni

## RISCHIO DA DISSESTO IDROGEOLOGICO

Secondo l'analisi effettuata da [David J. Varnes](#) in un rapporto dell'[UNESCO](#) del [1984](#) il rischio totale relativo al dissesto idrogeologico può essere espresso dalla relazione:

dove:

$$R_t = (E) \cdot (R_s) = (E) \cdot (H \cdot V)$$

**$R_t$ : Rischio totale**, cioè il numero aspettato di danni relativi ad un evento catastrofico in termini di vite umane, persone ferite, danni alle proprietà ed alle attività economiche;

**$E$ : Elementi a rischio**, cioè la popolazione, le proprietà e le attività economiche potenzialmente in pericolo con riferimento a un dato fenomeno catastrofico;

**$R_s$ : Rischio specifico**, che rappresenta il grado atteso di perdite legato ad un particolare fenomeno, espresso dal prodotto di H per V;

**$H$ : Pericolosità naturale**, cioè la probabilità che un dato evento possa verificarsi in una data area in un certo periodo;

**$V$ : Vulnerabilità**, che rappresenta il grado di danno atteso nei confronti di un elemento o di un insieme di elementi, espresso con una scala da 0 (nessun danno) a 1 (distruzione totale).

# Definizioni

- a. Pericolosità idrogeologica: probabilità di occorrenza di un fenomeno di tipo idraulico e/o gravitativo di versante (frana) entro un dato intervallo di tempo ed in una data area;
- b. Rischio idrogeologico: entità del danno atteso in una data area ed in un certo intervallo di tempo al verificarsi di un fenomeno di tipo idraulico e/o gravitativo di versante (frana);
- c. Rischio accettabile: il livello di rischio medio  $R_2$ : per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche (definizione di cui al D.P.C.M. 29 settembre 1998) (secondo la definizione di cui al D.P.C.M. 29 settembre 1998, è tale che i costi che gravano sulla collettività per lo stato di rischio che si andrà a determinare siano minori dei benefici socioeconomici conseguiti dall'opera o dall'attività);
- d. Pericolosità residua: il livello di pericolosità che persiste in una data area a seguito della realizzazione di un intervento di sistemazione idrogeologica;
- e. Rischio residuo: il livello di rischio che residua dopo la realizzazione dell'intervento

# *Le fenomenologie che rientrano nel rischio idrogeologico*

Il rischio idrogeologico include al suo interno una molteplicità di fenomeni complessi tra loro molto differenti, spesso di magnitudo tale da superare la capacità di intervento.

Esiste, comunque, una tipologia che è il punto di incontro delle due categorie richiamate (frane e alluvioni), è molto diffusa in regione Campania, arreca perdite rilevanti e, quindi, deve essere messa al centro dell'attenzione:

## *I fenomeni di flusso*

# FENOMENI FRANOSI E ALLUVIONALI



Torino, 2000



Genova, 2012



Firenze, 1966



Giampiglieri, 2009



Sarno, 1998

# FENOMENI FRANOSI E ALLUVIONALI



Frana di Maierato (VV), 2010 (<http://www.irpi.cnr.it/project/iano-maierato-3862/>)



Giampilieri (ME), 2009  
(<http://www.lampre-project.eu/>)

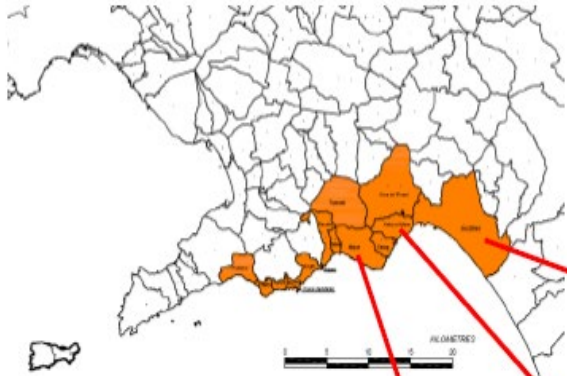


Crollo in roccia a Vietri sul Mare (SA),  
<http://lacittadisalerno.gelocal.it/>



Il sistema franoso di Montaguto  
(ortofoto del 2006, fonte Avioriprese).

# FENOMENI FRANOSI E ALLUVIONALI



*Danni agli edifici in Salerno.*



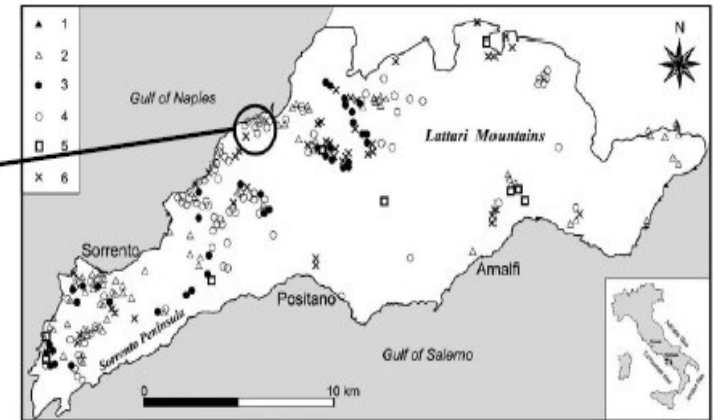
*Danni agli edifici in Maiori.*



*Danni agli edifici in Marina di Vietri sul Mare.*



*Vista della frana di Pozzano 1997 (Calcaterra e Santo, 2004)*



*Inventario frana del Gennaio 1997 nella penisola Sorrentina, da Calcaterra et al., 1999. (1) crollo di terra o detrito; (2) crollo di roccia; (3) scorrimento rotazionale; (4) scorrimento di traslazione; (5) flusso; (6) frana complessa.*



# FENOMENI FRANOSI E ALLUVIONALI



Alluvione del 1870 al Pantheon, Roma: questo il livello raggiunto dall'acqua esondata dal Tevere. la mano indica la quota +19 sul mare proiettata sulle colone del monumento, indicata da varie targhe attorno al Pantheon. Dopo l'evento furono innalzati gli argini fino a quota +19. Oggi un evento naturale con il concorso di problemi causati dall'ostruzione parziale della luce di qualche ponte ecc. potrebbe portare l'acqua del Tevere ad esondare....

# FENOMENI FRANOSI E ALLUVIONALI

Comune di Sarno



[http://paolocarillo.altervista.org/sarno/foto\\_disastro.html](http://paolocarillo.altervista.org/sarno/foto_disastro.html)



# **BREVE EXCURSUS DELLA NORMATIVA RECENTE**

**Legge 9 Luglio 1908 n. 45 e s.m.i.**

*Abitati ammessi a consolidamento e trasferimento*

**Legge 183/1989**

*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*

**D.L. 180/1998 «Decreto Sarno»**

*Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania*

**D.L. 279/2000 «Decreto Soverato»**

*Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria.....*

**D.lgs 152/2006 «Testo Unico Ambientale» (Sez. I, Parte Terza)**

*Norme in materia ambientale*

**Direttiva Europea 2007/60/CE «Direttiva Alluvioni»**

*Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni*

**D.lgs 49/2010**

*Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*

**Legge 221/2015 «c.d. Collegato Ambientale» e D.M. 25/10/2016**

*Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino.....*

**D.lgs 1/2018 «Codice della Protezione Civile»**

## **BREVE EXCURSUS DELLA NORMATIVA RECENTE**

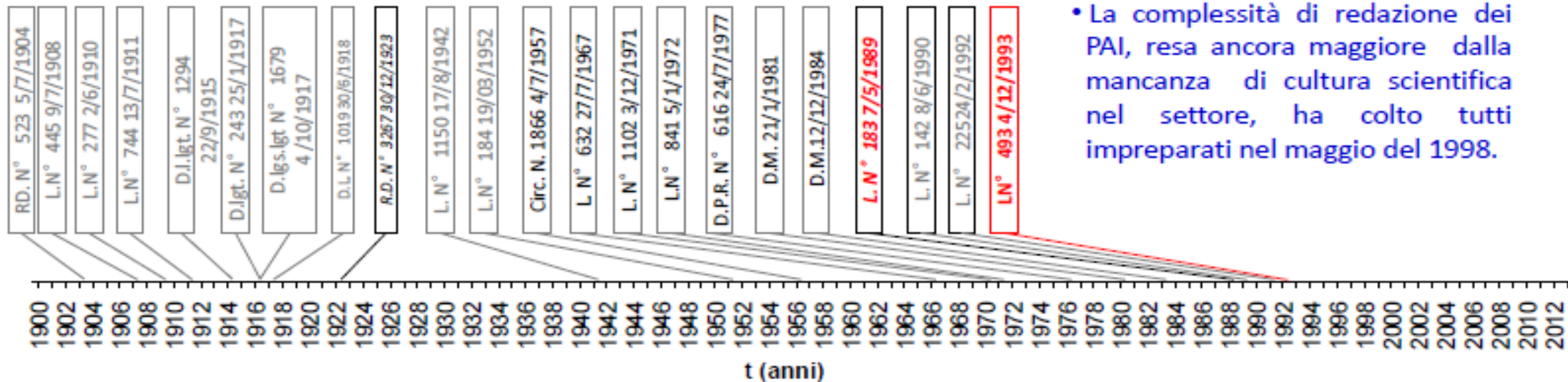
<b>provincia</b>	<b>numero abitati e frazioni</b>	<b>numero di comuni</b>
Avellino	<b>25</b> (20 C; 2 C + T; 3 T)	<b>24</b>
Benevento	<b>29</b> (23 C; 2 C + T; 2 T; 2 TP)	<b>27</b>
Caserta	<b>4</b> (4 C)	<b>4</b>
Napoli	<b>10</b> (10 C)	<b>6</b>
Salerno	<b>120</b> (114 C; 5 T; 1 TP)	<b>54</b>

**Tabella 3 - Sintesi aggiornata dei centri abitati interessati dalla Legge 445/1908 in Campania. Legenda: C - consolidamento; T - trasferimento; TP - trasferimento parziale).**

# BREVE EXCURSUS DELLA NORMATIVA RECENTE

Alla L.183/1989 si devono ascrivere numerosi meriti tra i quali di particolare rilevanza sono:

1. la individuazione del bacino idrografico quale unità fisiografica di riferimento per le azioni di difesa, tutela e pianificazione delle risorse suolo ed acque;
2. l'istituzione delle Autorità di Bacino Idrografico (AdB);
3. l'inquadramento della difesa del suolo nella più ampia materia del governo del territorio e dell'ambiente.



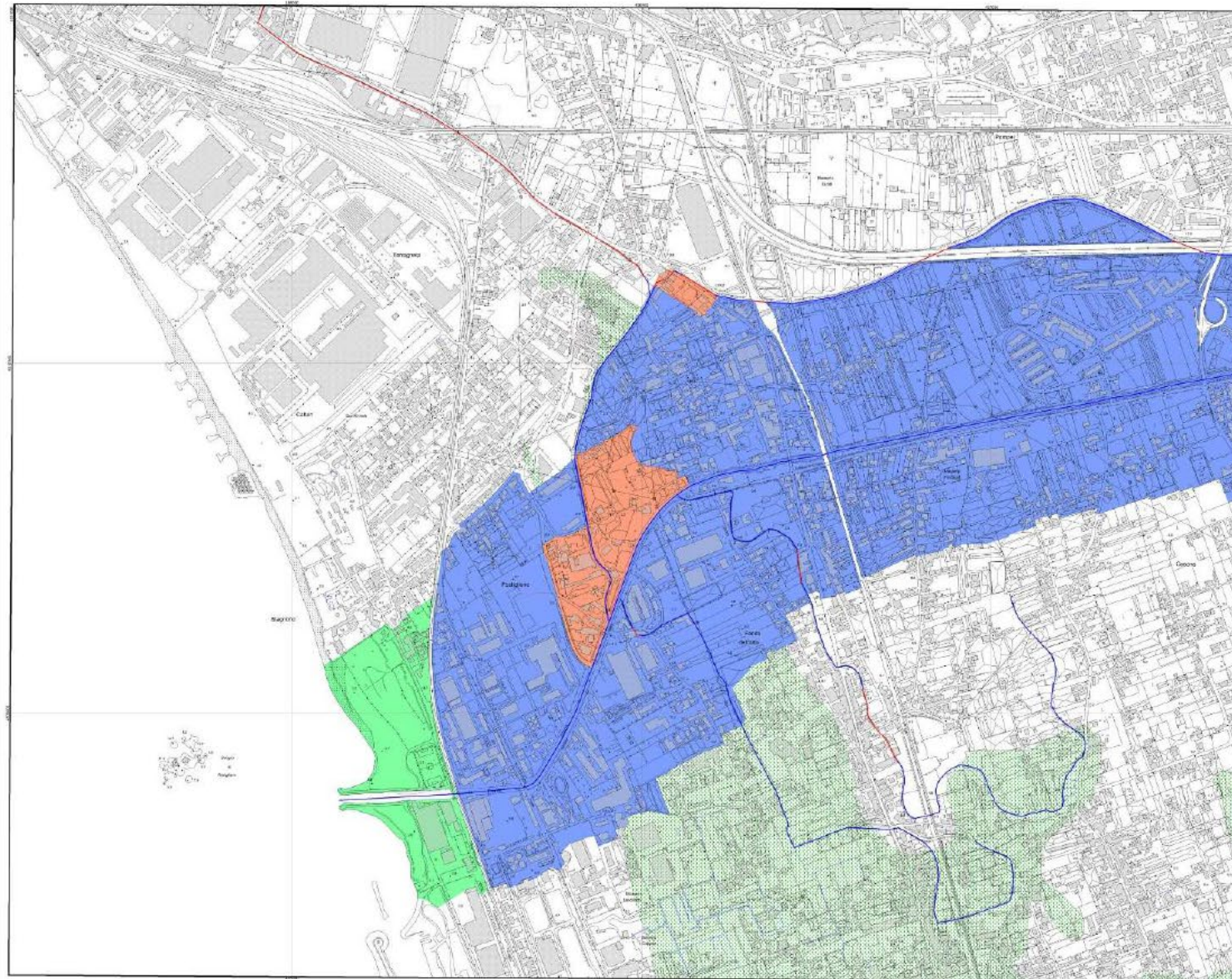
# IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

*Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) rappresenta uno stralcio di settore funzionale del Piano di bacino relativo alla pericolosità ed al rischio da frana ed idraulico, contenente, in particolare, l'individuazione e la perimetrazione delle aree a diversa classe di pericolosità e rischio, nonché le relative misure di salvaguardia.*

*Il PSAI è un documento programmatico che individua scenari di rischio collegati ai fenomeni franosi ed alluvionali presenti e/o previsti nel territorio ed associa ad essi normative, limitazioni nell'uso del suolo e tipologie di interventi, strutturali e non, che sono finalizzati alla mitigazione dei danni attesi. Il PSAI costituisce il quadro di riferimento al quale devono adeguarsi e riferirsi tutti i provvedimenti autorizzativi e concessori. Ha valenza di Piano sovraordinato, rispetto a tutti i piani di settore, compresi i piani urbanistici, comporta nella gestione dello stesso un'attenta attività di coordinamento e coinvolgimento degli enti operanti sul territorio.*

*I criteri per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico sono stati definiti solo schematicamente dal DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per la individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 commi 1 e 2 del decreto legge 11 Giugno 1998 n. 180"), lasciando alle singole Autorità di Bacino (ormai ex) ampi margini nella definizione della normativa e della metodica di individuazione delle aree a rischio.*

# IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO



**Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale**  
Decreto di Giurisdizione n. 1 del 28 febbraio 2011

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

**GRUPPO DI PROGETTO**

<b>CAPI</b> ING. VITO DI NOLA	<b>COORDINATORE</b> ING. FINE TARDITO
<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b> ING. CASARETO ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA	<b>SECONDO RESPONSABILE</b> ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA ING. DI NOLA

**PROGETTO IDROGEOLOGICO**  
ING. DI NOLA  
ING. DI NOLA  
ING. DI NOLA  
ING. DI NOLA  
ING. DI NOLA  
ING. DI NOLA  
ING. DI NOLA  
ING. DI NOLA

**LEGENDA**

Pericolosità	Area di rischio	Linee di confine	Linee di confine
P3 - Pericolosità Elevata	[Orange box]	[Dotted pattern]	[Dotted pattern]
P2 - Pericolosità Media	[Blue box]	[Dotted pattern]	[Dotted pattern]
P1 - Pericolosità Basso	[Green box]	[Dotted pattern]	[Dotted pattern]

**Pericolosità Idraulica**  
1:10,000  
Fino alla data 2011

**LEGENDA**

Pericolosità	Area di rischio	Linee di confine	Linee di confine
P3 - Pericolosità Elevata	[Orange box]	[Dotted pattern]	[Dotted pattern]
P2 - Pericolosità Media	[Blue box]	[Dotted pattern]	[Dotted pattern]
P1 - Pericolosità Basso	[Green box]	[Dotted pattern]	[Dotted pattern]

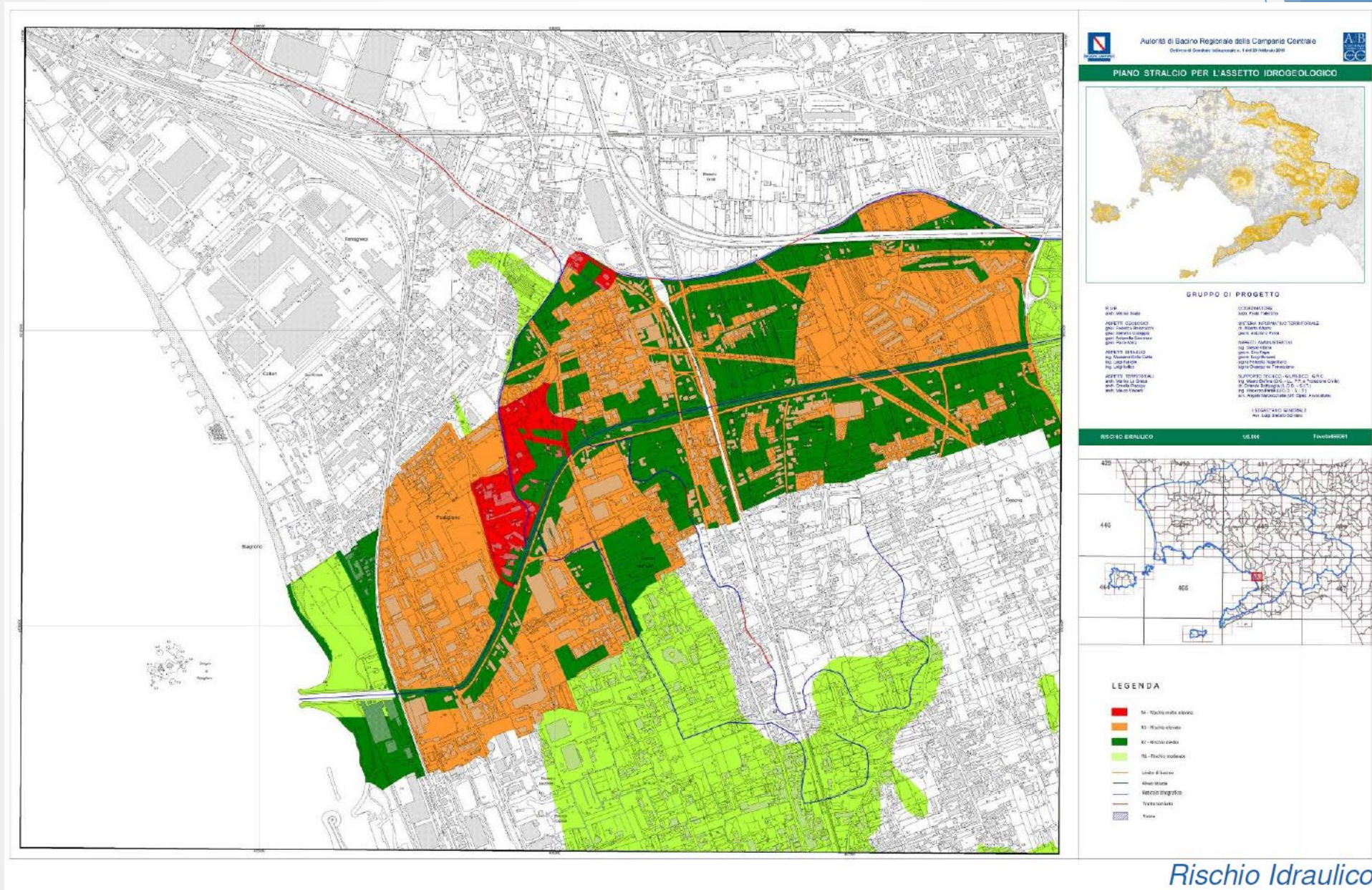
Pericolosità Idraulica: Pericolosità elevata, media e bassa, in base alla velocità di scorrimento dell'acqua.  
Pericolosità Idraulica: Pericolosità elevata, media e bassa, in base alla velocità di scorrimento dell'acqua.  
Area di rischio: "Area di rischio elevata, media e bassa, in base alla velocità di scorrimento dell'acqua".  
Linee di confine: "Linee di confine tra le diverse zone di rischio".

Linee di confine: "Linee di confine tra le diverse zone di rischio".

Linee di confine: "Linee di confine tra le diverse zone di rischio".

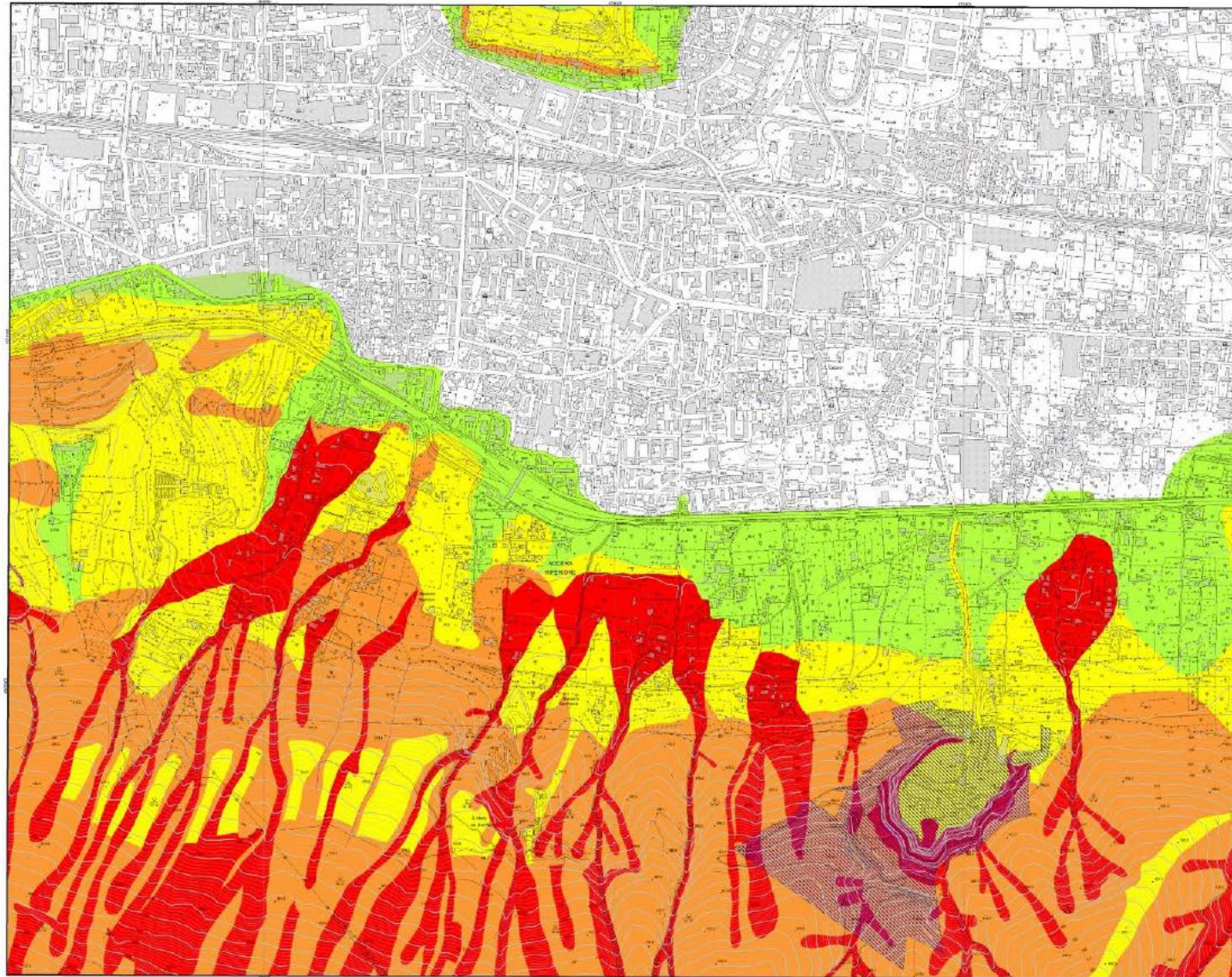
Linee di confine: "Linee di confine tra le diverse zone di rischio".


# IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO






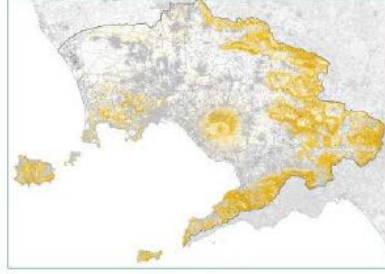
# IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO



 **Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale**  
Decreto di Servizio idrogeologico n. 1 del 22 febbraio 2011



**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**




**GRUPPO DI PROGETTO**

<b>DIR. C.A.P.</b> ING. ANTONIO NOLLE	<b>COORDINATORE</b> ING. PAOLO TROIANO
<b>ASSETTO GEOMORFOLOGICO</b> ING. GIUSEPPE DIAMANTINI ING. GIUSEPPE DIAMANTINI ING. GIUSEPPE DIAMANTINI ING. PAOLO TROIANO	<b>SEZIONE REGIONALE TORREANNOVA</b> ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE
<b>ASSETTO IDROLOGICO</b> ING. GIUSEPPE DIAMANTINI ING. GIUSEPPE DIAMANTINI ING. GIUSEPPE DIAMANTINI ING. GIUSEPPE DIAMANTINI	<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b> ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE
<b>ASSETTO TERRITORIALE</b> ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE	<b>SUPPLEMENTO TECNICO ALMARECCLIO</b> ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE ING. ANTONIO NOLLE

**PRODOTTORE**  
ING. ANTONIO NOLLE  
Aut. del. 02/08/2011

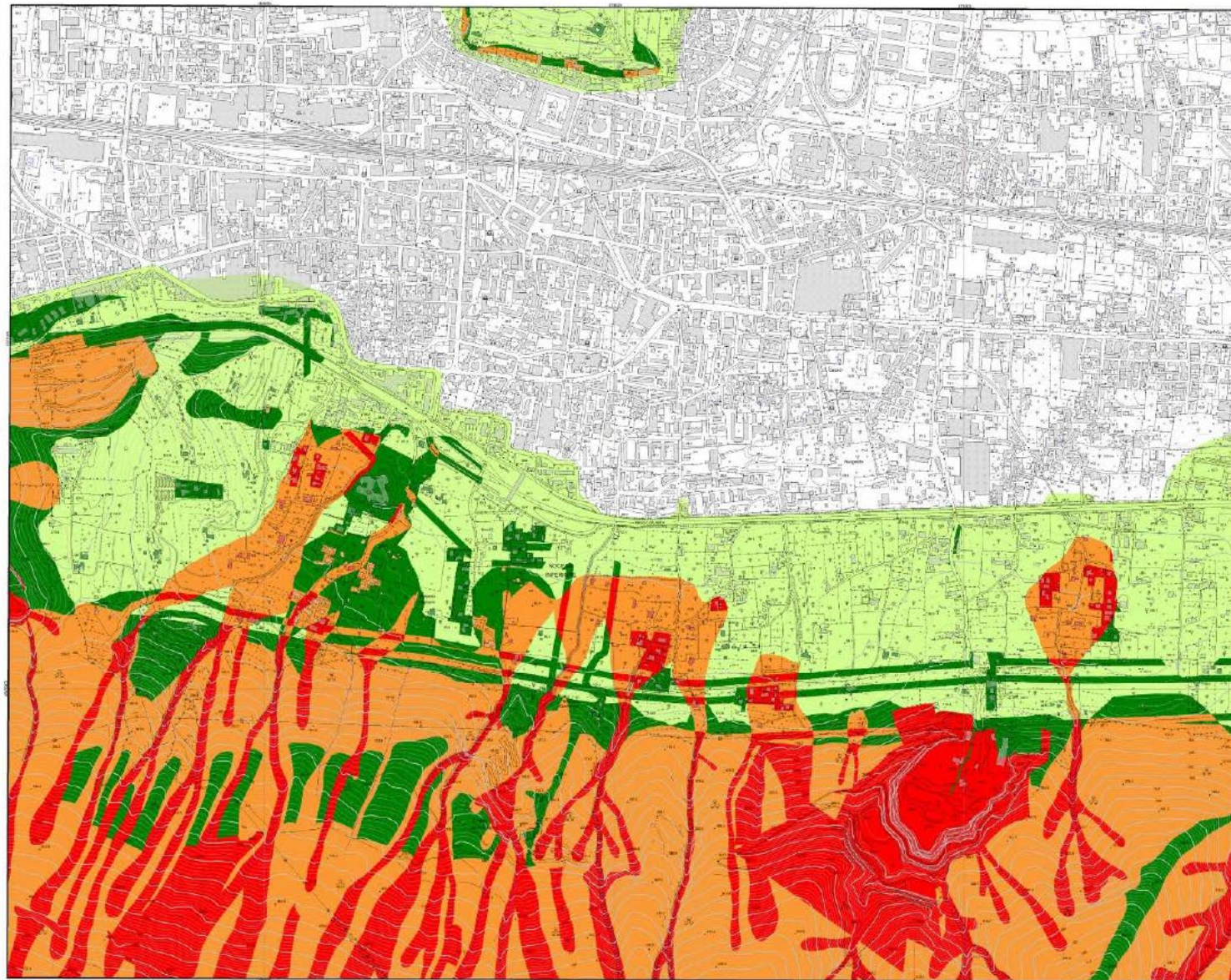
**PROSCALITÀ DA FRANA** 1:6.000 Tavola A666/1



**LEGENDA**

- R1** - Pericolosità molto elevata
- R2** - Pericolosità elevata
- R3** - Pericolosità moderata
- R4** - Pericolosità bassa
- Area delimitata per interventi di ordinamento idrogeologico
- Insediamenti
- Reti di drenaggio

# IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO



**Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale**  
 Direzione Regionale del Territorio e dell'Urbanistica - 14/03/2014

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

**GRUPPO DI PROGETTO**

<p> <b>DIR. SUP.</b>                  ANI 36/36/36/36  <b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco  <b>ASSETTO STRALCIO</b>                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco  <b>ASSETTO TERRITORIALE</b>                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco             </p>	<p> <b>COORDINATORE</b>                  ANI 36/36/36/36  <b>SITUAZIONE ESISTENTE</b>                  G. Di Marco                  G. Di Marco  <b>ASSETTO STRALCIO</b>                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco  <b>ASSETTO TERRITORIALE</b>                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco                  G. Di Marco             </p>
--	--

**REGIONE DA FRANA** 1:50.000 **Foglio 488001**

**LEGENDA**

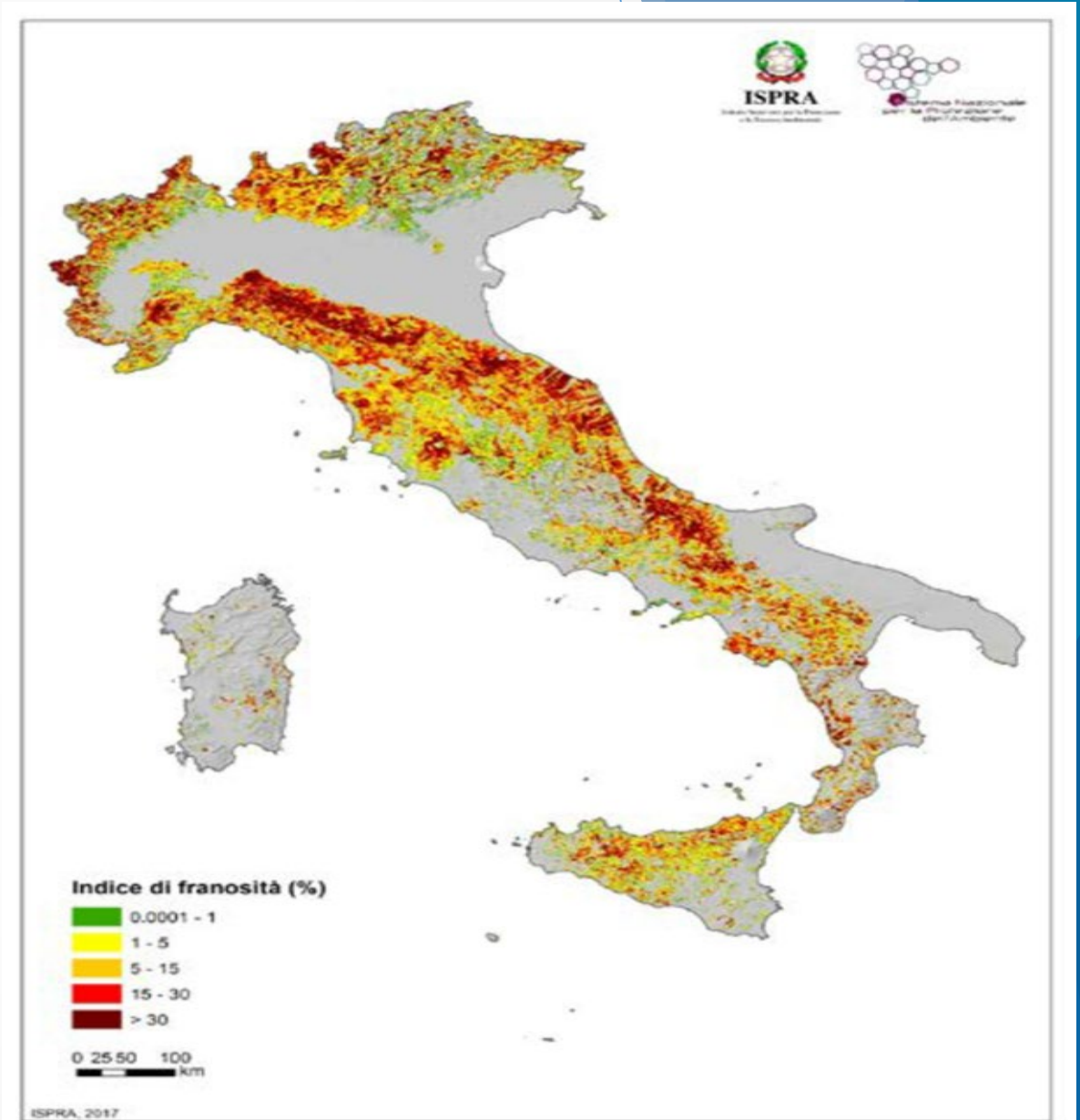
- R1 - Rischio molto elevato
- R2 - Rischio elevato
- R3 - Rischio medio
- R4 - Rischio moderato
- Rete di bacini

## RAPPORTO SUL DISSESTO

### IDROGEOLOGICO IN ITALIA 2018 ISPRA

L'Italia è uno dei paesi europei maggiormente interessati da fenomeni franosi, con **620.808 frane** che interessano un'area di **23.700 km<sup>2</sup>**, pari al **7,9% del territorio nazionale**. Tali dati derivano dall'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI) realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome secondo modalità standardizzate e condivise. L'Inventario IFFI è la banca dati sulle frane più completa e di dettaglio esistente in Italia.

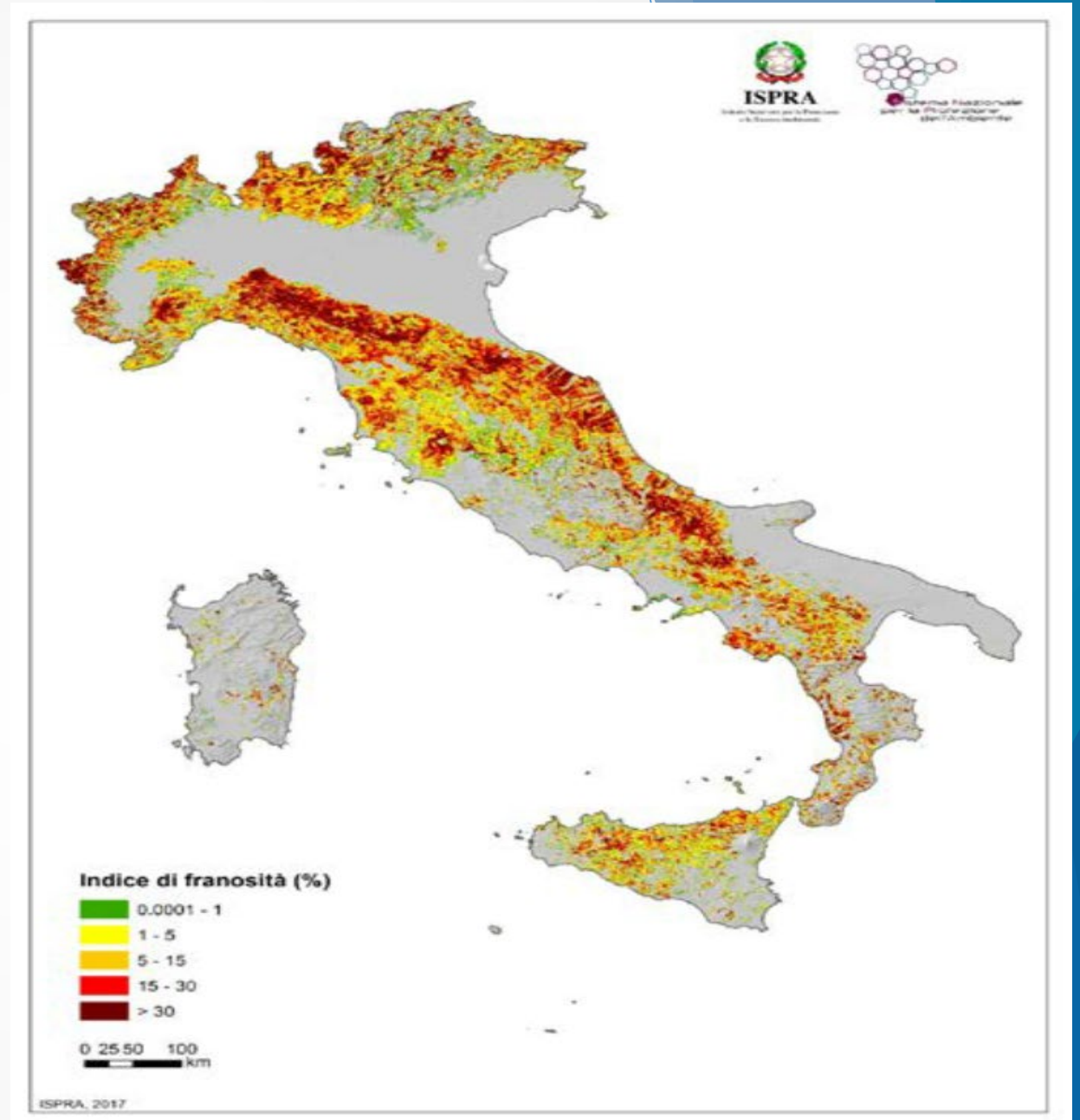
Un quadro sulla distribuzione delle frane in Italia può essere ricavato dall'indice di franosità, pari al rapporto tra l'area in frana e la superficie totale, calcolato su maglia di lato 1 km.



# RAPPORTO SUL DISSESTO IDROGEOLOGICO IN ITALIA 2018

## ISPRA

*Circa un terzo del totale delle frane in Italia sono fenomeni a cinematismo rapido (crolli, colate rapide di fango e detrito), caratterizzati da velocità elevate, fino ad alcuni metri al secondo, e da elevata distruttività, spesso con gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane.*



# MOSAICATURA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA DEI PIANI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLE AUTORITÀ DI BACINO (ATTUALMENTE AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALI)

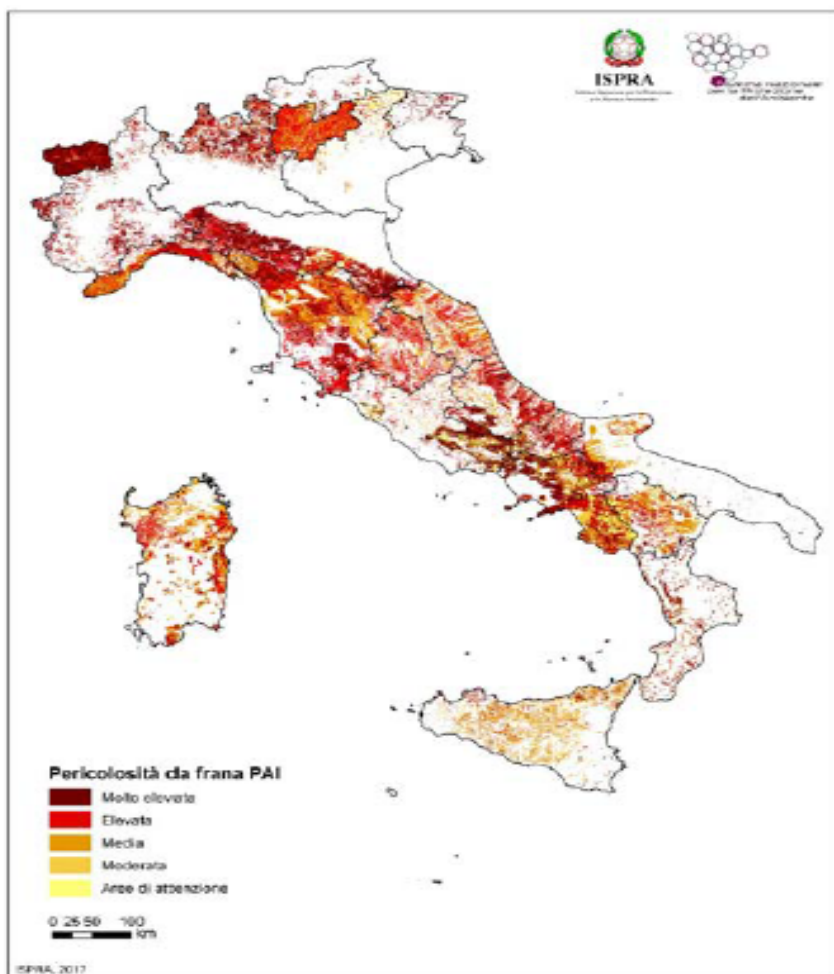


Figura 1.2 - Aree a pericolosità da frana PAI

Tabella 1.2 - Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata PAI su base regionale

Regione	Area Regione <i>km<sup>2</sup></i>	Aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata	
		<i>km<sup>2</sup></i>	%
Piemonte	25.387	1.230,8	4,8%
Valle D'Aosta	3.261	2.671,7	81,9%
Lombardia	23.863	1.538,2	6,4%
Trentino-Alto Adige	13.605	1.476,7	10,9%
<i>Bolzano</i>	7.398	131,7	1,8%
<i>Trento</i>	6.207	1.345,0	21,7%
Veneto	18.407	105,6	0,6%
Friuli Venezia Giulia	7.862	190,5	2,4%
Liguria	5.416	751,9	13,9%
Emilia-Romagna	22.452	3.277,7	14,6%
Toscana	22.987	3.367,6	14,7%
Umbria	8.464	492,9	5,8%
Marche	9.401	735,5	7,8%
Lazio	17.232	953,3	5,5%
Abruzzo	10.831	1.678,2	15,5%
Molise	4.460	716,9	16,1%
Campania	13.671	2.678,2	19,6%
Puglia	19.541	594,8	3,0%
Basilicata	10.073	511,6	5,1%
Calabria	15.222	545,6	3,6%
Sicilia	25.832	394,6	1,5%
Sardegna	24.100	1.497,6	6,2%
<b>Totale Italia</b>	<b>302.066</b>	<b>25.410</b>	<b>8,4%</b>

# MOSAICATURA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

La mosaicatura è stata realizzata secondo i tre scenari di pericolosità del D. Lgs. 49/2010:

- **Elevata P3** con tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (alluvioni frequenti),
- **Media P2** con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (alluvioni poco frequenti)
- **Bassa P1** (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi).

Le aree a pericolosità idraulica elevata in Italia risultano pari a 12.405 km<sup>2</sup>, le aree a pericolosità media ammontano a 25.398 km<sup>2</sup>, quelle a pericolosità bassa (scenario massimo atteso) a 32.961 km<sup>2</sup>. Le Regioni con i valori più elevati di superficie a pericolosità idraulica media, sulla base dei dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali, risultano essere Emilia-Romagna, Toscana, Lombardia, Piemonte e Veneto.

Tabella 2.1 - Aree a pericolosità idraulica in Italia<sup>4</sup> - Mosaicatura 2017

Aree a pericolosità idraulica - Scenari D.Lgs. 49/2010		
	km <sup>2</sup>	% su territorio italiano
Scenario pericolosità Elevata P3	12.405,3	4,1%
Scenario pericolosità Media P2	25.397,6	8,4%
Scenario pericolosità Bassa P1	32.960,9	10,9%



Figura 2.1 - Aree a pericolosità idraulica media P2

Tabella 2.2 - Aree a pericolosità idraulica media P2 su base regionale

Regione	Aree a pericolosità idraulica media P2 (D.Lgs. 49/2010)		%
	Area Regione km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	
Piemonte	25.387	2.066,0	8,1%
Valle D'Aosta	3.261	239,2	7,3%
Lombardia	23.863	2.405,7	10,1%
Trentino-Alto Adige	13.605	78,9	0,6%
Bozano	7.398	33,2	0,4%
Trento	6.207	45,7	0,7%
Veneto	18.407	1.713,4	9,3%
Friuli Venezia Giulia	7.862	610,3	7,8%
Liguria	5.416	153,5	2,8%
Emilia-Romagna	22.452	10.252,5	45,7%
Toscana	22.987	2.790,8	12,1%
Umbria	8.464	336,7	4,0%
Marche	9.401	241,0	2,6%
Lazio	17.232	572,3	3,3%
Abruzzo	10.831	149,9	1,4%
Molise	4.460	139,4	3,1%
Campania	13.671	699,6	5,1%
Puglia	19.541	884,5	4,5%
Basilicata	10.073	276,7	2,7%
Calabria	15.222	576,7	3,8%
Sicilia	25.832	353,0	1,4%
Sardegna	24.100	857,3	3,6%
<b>Totale Italia</b>	<b>302.066</b>	<b>25.398</b>	<b>8,4%</b>

# QUADRO SINOTTICO SU FRANE E ALLUVIONI

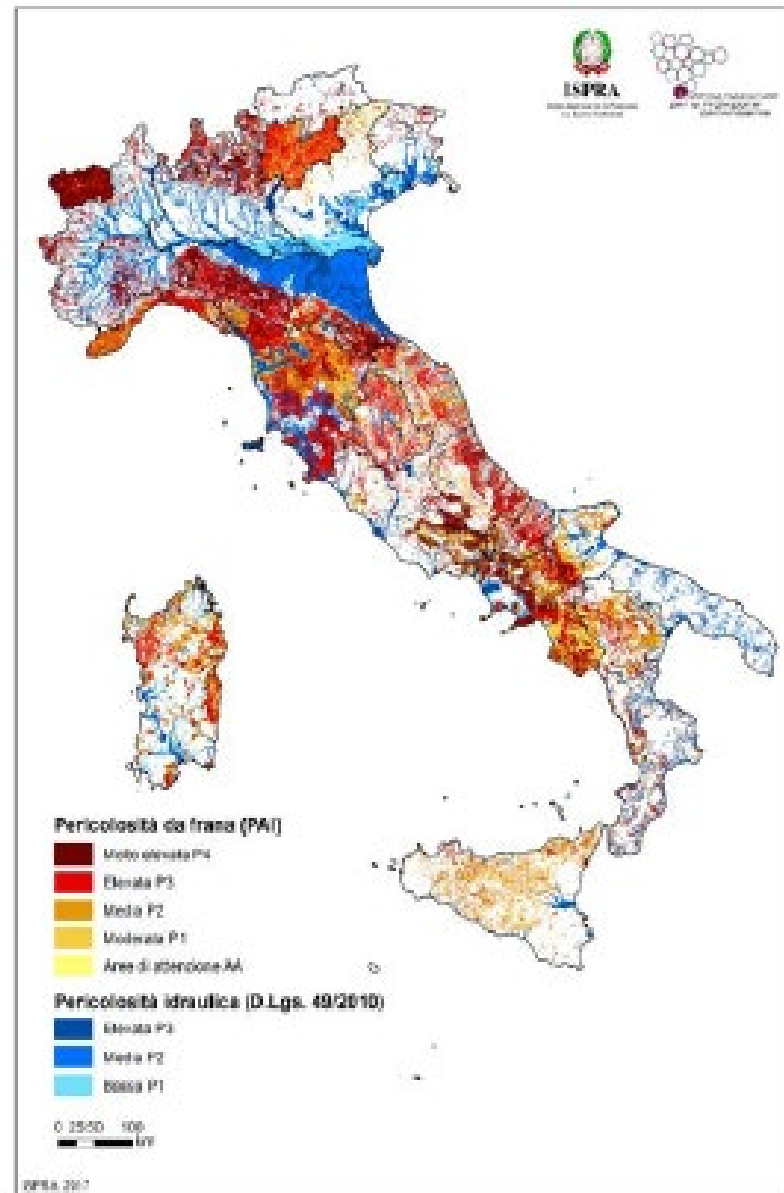


Figura 3.1 - Aree a pericolosità da frana (PAI) e idraulica (Scenari D.Lgs. 49/2010) – Mosaiculture 2017

# RAPPORTO DISSESTO IDROGEOLOGICO IN ITALIA 2018



popolazione



industrie e servizi



beni culturali



edifici



famiglie



COMUNI



RISCHIO FRANE



RISCHIO ALLUVIONI

\* % RIFERITA AL TOTALE ITALIA

Fonte ISPICA, elaborazione area su dati ISTAT (popolazione di cui urbana per sesso e età, area Dato per Dato) e dati catastali e cartografici, area Dato per Dato. Elaborazione ISPICA e ISPICA, area Dato per Dato, area Dato per Dato.

**1.281.970**  
2,2%\*

**6.183.364**  
10,4%\*

**82.948**  
1,7%\*

**596.254**  
12,4%\*

**11.712**  
5,8%\*

**31.137**  
15,3%\*

**550.723**  
3,8%\*

**1.351.578**  
9,3%\*

**538.034**  
2,2%\*

**2.648.499**  
10,8%\*



**7.275**  
91,1%

**SU UNA SUPERFICIE NAZIONALE DI 302.066 KMQ IL 16,6% È MAPPATO NELLE CLASSI A MAGGIORE PERICOLOSITÀ (50.117 KMQ)**



# CASE HYSTORY

## **Caso di studio 1 - SALA CONSILINA – SA –**

*LAVORI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA IN LOC. VALLE (VIA C. GATTA) ED IN LOC. SAN RAFFAELE*

## **Caso di studio 2 - GRAGNANO – NA –**

*STUDIO GEOTECNICO ED IDRAULICO DI DETTAGLIO DI ALCUNI BACINI IMBRIFERI DEL MONTE PENDOLO, NEL TERRITORIO COMUNALE DI GRAGNANO (NA), FINALIZZATO ALLA RIPERIMETRAZIONE DI AREE A PERICOLO E RISCHIO DA FRANA DEL TIPO COLATA RAPIDA*

## **Caso di studio 3 - LAURIA – PZ –**

*STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500*

## **Caso di studio 4 - BACOLI – NA –**

*INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE*

## **Caso di studio 1 - SALA CONSILINA – SA –**

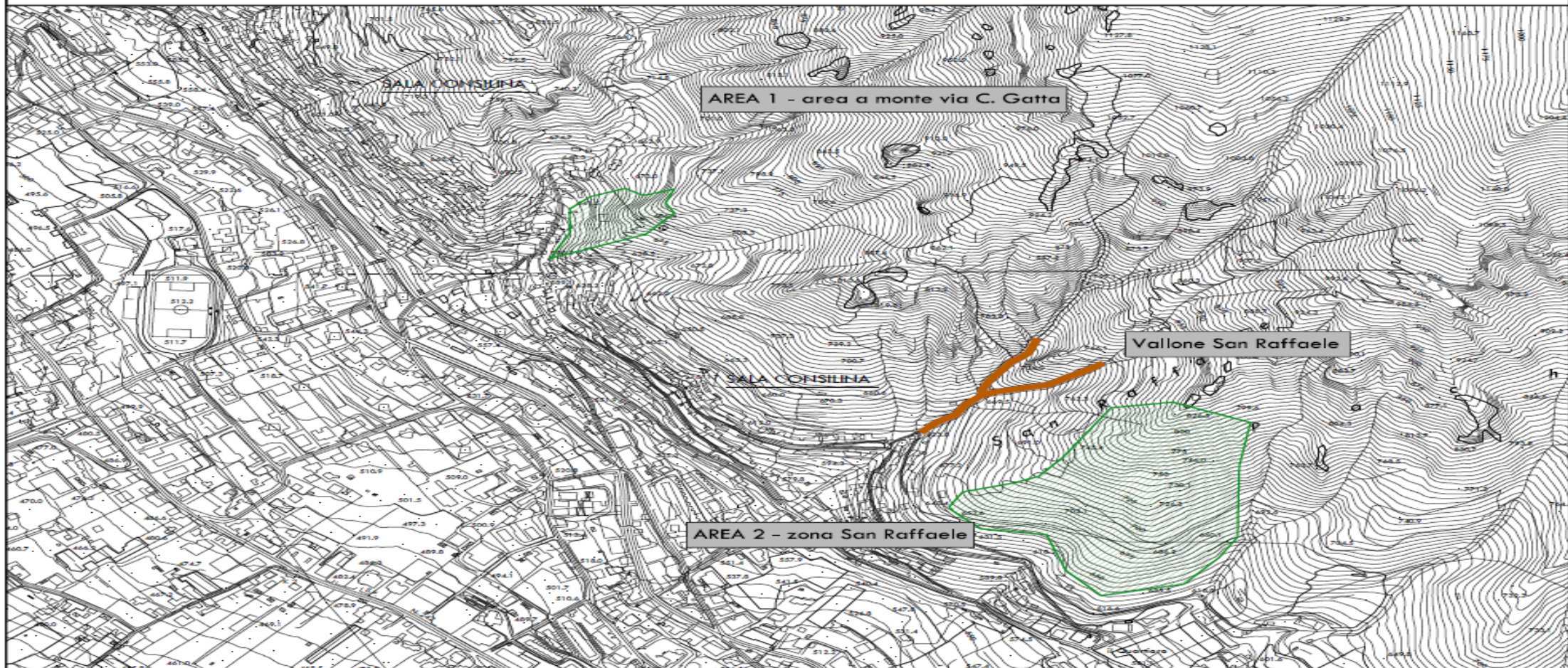
### **LAVORI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA IN LOC. VALLE (VIA C. GATTA) ED IN LOC. SAN RAFFAELE**

Lo studio svolto è stato finalizzato all'analisi del fenomeno della caduta massi nei costoni rocciosi incombenti sull'abitato della città di Sala Consilina (SA). In particolare si è analizzata l'area del costone in località "Valle" e in località "San Raffaele", maggiormente instabile ed interessata da crolli più recenti.

Tale area è stata inserita dall'Autorità di Bacino Campania Sud, nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico come area a rischio molto elevato e pericolosità alta da frane.

I costoni carbonatici di Sala Consilina (M. della Maddalena) sono caratterizzati da diversi fenomeni d'instabilità. L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di prevedere e studiare i principali cinematismi degli elementi lapidei removibili potenzialmente instabili rilevati, che potrebbero verificarsi lungo i costoni de quo, al fine di individuare e progettare le opere di ingegneria applicata alla difesa del territorio idonee a salvaguardare la zona abitata e, perciò, necessarie a mitigare il rischio idrogeologico.

# PLANIMETRIA D'INSIEME DELL'AREA scala 1:5.000



## **Inquadramento Geologico dell'area in studio**

L'area in studio si inquadra nel foglio n°199 (Potenza) della Carta Geologica d'Italia e precisamente nel margine sud occidentale della tavoletta I.G.M. "Sala Consilina" III S.E.

Essa è ubicata in località "*Crocicchia-San Raffaele*" del territorio Comunale di Sala Consilina (SA), le quote topografiche che la identificano sono comprese tra 725 mt s.l.m. e 550 mt s.l.m.. Dal punto di vista litologico è caratterizzata da due tipi di materiali e, precisamente: le dolomie ed i calcari della formazione rocciosa di base ed il detrito di falda. La formazione lapidea affiora praticamente nella fascia del versante a monte dell'abitato, ove il pendio è più ripido. La roccia è, in generale, intensamente erosa e fratturata ed interessata da superfici di discontinuità di varia natura, quali i piani di stratificazione e i giunti che, interferendo tra loro, isolano blocchi rocciosi di volume compreso tra alcuni decimetri cubi e le decine di metri cubi, talora in equilibrio instabile.

Il detrito di falda giace sul substrato lapideo nella fascia bassa del pendio, a valle del paese, ove il versante è meno inclinato. Il materiale è costituito di frammenti e blocchi di roccia in matrice limosa; lo spessore è compreso tra 1 m e 5 m circa.

## Sezione Geologica

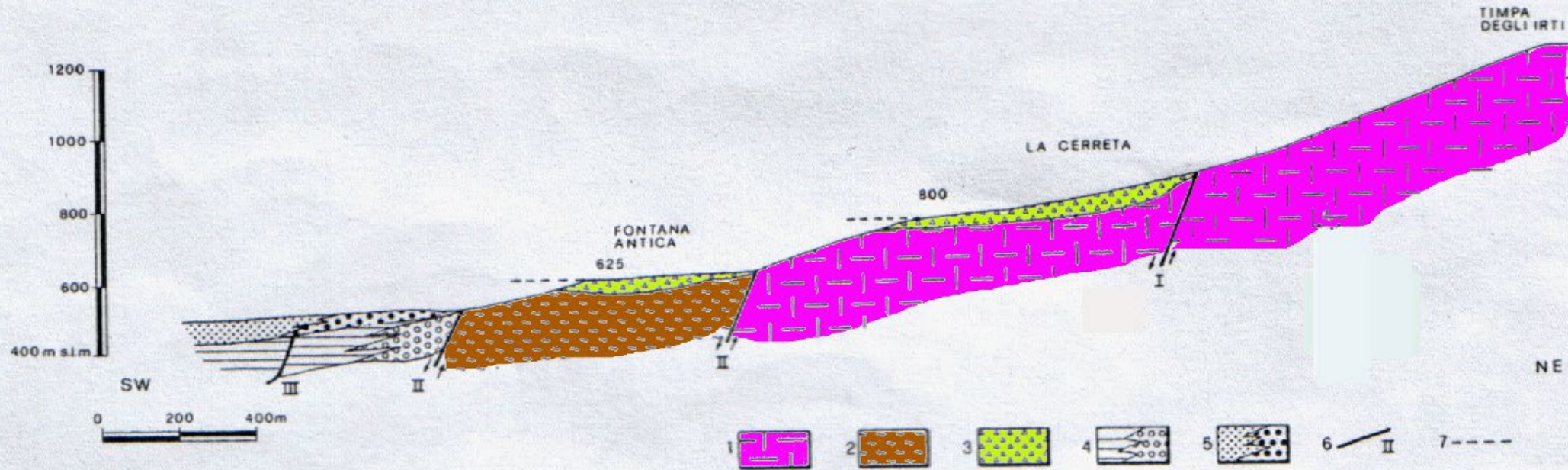


Fig. 3.9 - Sezione geologica nella zona di Fontana Antica-Timpa degli Irti (cfr. fig. 2.14). 1) Unità carbonatiche del substrato; 2) Unità fliscioidi del substrato; 3) breccie di versante; 4) depositi lacustri (I ciclo); 5) depositi lacustri (II ciclo); 6) faglia e cronologia relativa; 7) antico livello di base sospeso.

## Rilievi Geostrutturali

I costoni rocciosi in oggetto sono interessati da una fitta rete di discontinuità di natura tettonica (giunti e faglie) e sedimentaria (piani di stratificazione), che ne condizionano le caratteristiche meccaniche e la stabilità. In particolare, il comportamento degli ammassi rocciosi fessurati è ben rappresentato dal cosiddetto "**modello rigido discontinuo**", in base al quale eventuali dissesti possono verificarsi per fenomeni di rottura lungo i giunti. I possibili meccanismi dipendono dall'orientazione relativa tra i fronti rocciosi e le superfici di discontinuità presenti, nonché dall'inclinazione di queste ultime. Pertanto, lo studio della stabilità di un affioramento lapideo discontinuo riguarda l'analisi delle possibilità cinematiche e meccaniche dei singoli blocchi in esso presenti, che dipendono:

- dalle caratteristiche strutturali delle superfici di discontinuità che delimitano gli elementi lapidei;
- dalla forma e dalle dimensioni dei singoli blocchi rocciosi.
- Soltanto con rilievi puntuali e specifici è stato, dunque, possibile acquisire tutte le informazioni indispensabili:
  - per le verifiche di stabilità dei singoli elementi lapidei;
  - per la determinazione delle forze stabilizzanti;
  - per la progettazione e per il dimensionamento degli interventi di consolidamento.

## Rilievi Geostrutturali

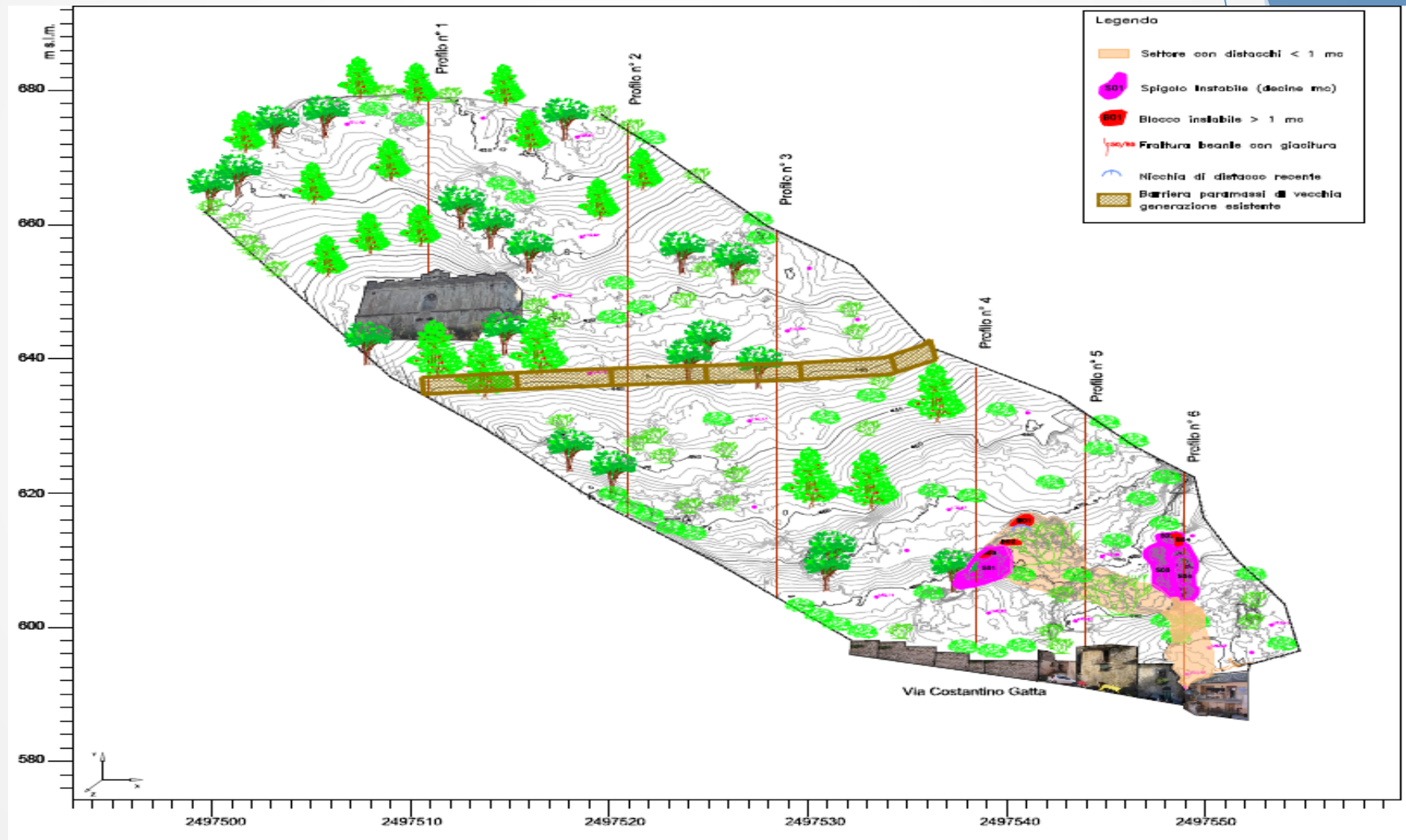
Di conseguenza, al fine di acquisire i dati indispensabili per la progettazione degli interventi finalizzati a ridurre le condizioni di rischio per la zona di Sala Consilina in oggetto, sono stati effettuati:

- L'ispezione diretta dei fronti lapidei, con l'individuazione dei massi in equilibrio instabile ed il relativo rilievo geometrico e geostrutturale;
- Ulteriori rilievi della “*struttura*” dell'ammasso roccioso, in corrispondenza di due stazioni di misura.

Rilievo geometrico tridimensionale con Laser Scan e rilievo geostrutturale in parete del costone oggetto d'intervento.

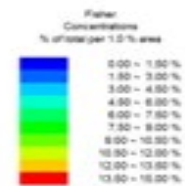
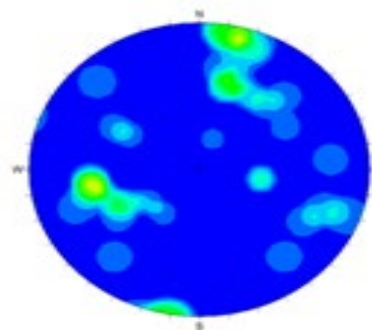
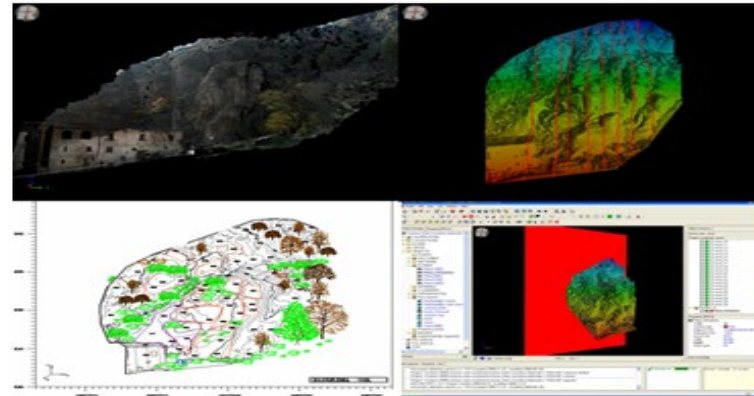
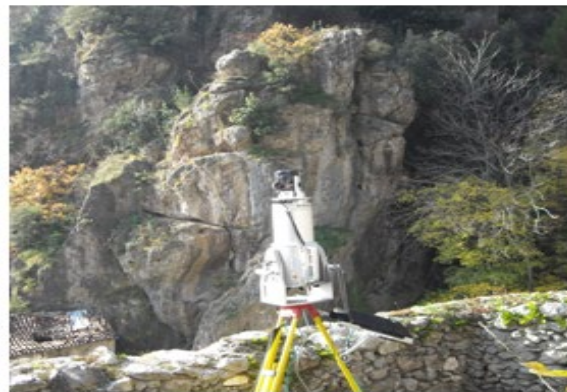
Complessivamente sono stati individuati diversi elementi lapidei o gruppi di blocchi rocciosi in equilibrio instabile.

# Rilievo Geometrico tridimensionale con Laserscanner



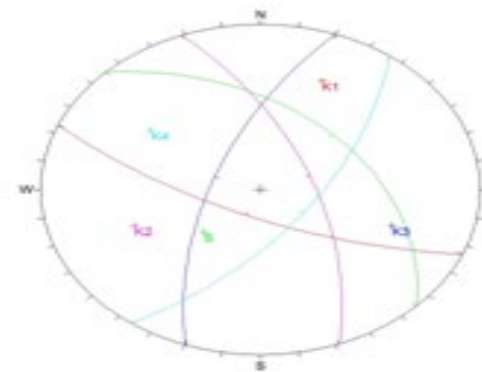


# Rilievi Geostrutturali



No Bias Correction  
Max. Conc. = 11.6102%

Equal Angle  
Lower Hemisphere  
30 Poles  
30 Entries



Orientations

ID	Dip / Direction
1	40 / 045
2	71 / 203
3	63 / 069
4	65 / 290
5	63 / 126

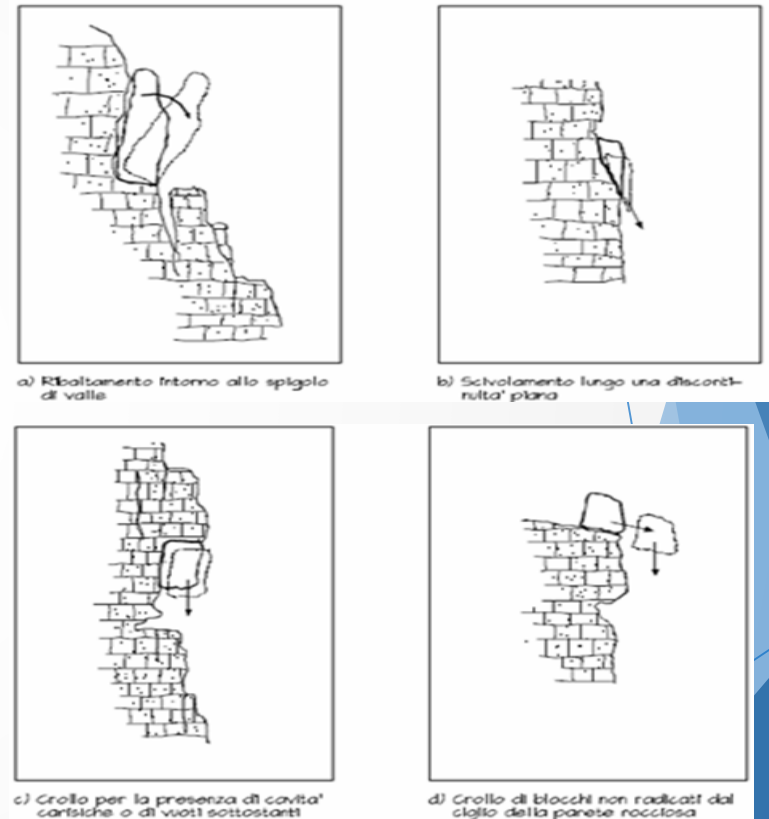
Equal Angle  
Lower Hemisphere  
30 Poles  
30 Entries

### **Valutazione sulla stabilità dei versanti**

Come già è stato evidenziato in precedenza, la presenza di superfici di discontinuità all'interno di un ammasso roccioso ne condiziona in maniera significativa il comportamento meccanico.

Il comportamento degli ammassi rocciosi fessurati è ben rappresentato dal "**modello rigido discontinuo**", in base al quale eventuali dissesti possono verificarsi per fenomeni di rottura lungo le discontinuità medesime. I possibili meccanismi dipendono dall'orientazione relativa tra i fronti di scavo, artificiali e/o naturali, e le superfici di discontinuità presenti, nonché dall'inclinazione di queste ultime.

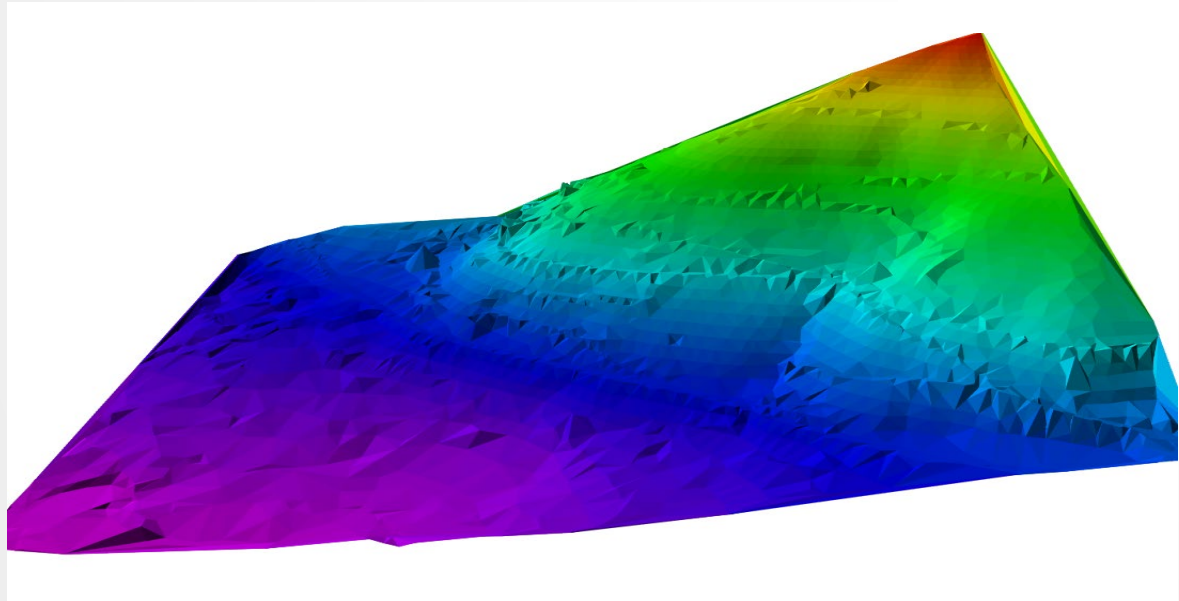
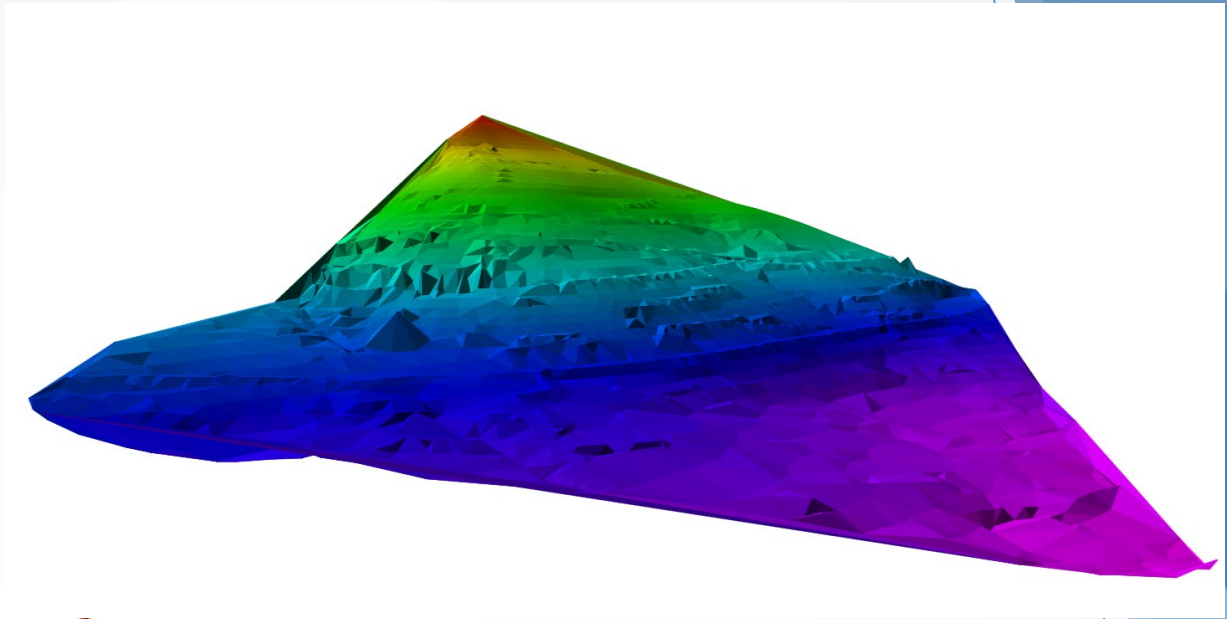
In particolare, nelle figg. a lato sono indicati i cinematismi possibili innescabili nell'ammasso roccioso studiato, in relazione ai diagrammi isofrequenziali ed ai meridiani rappresentativi delle superfici di discontinuità in esso presenti.



**Cinematismi possibili innescabili nell'ammasso roccioso studiato**

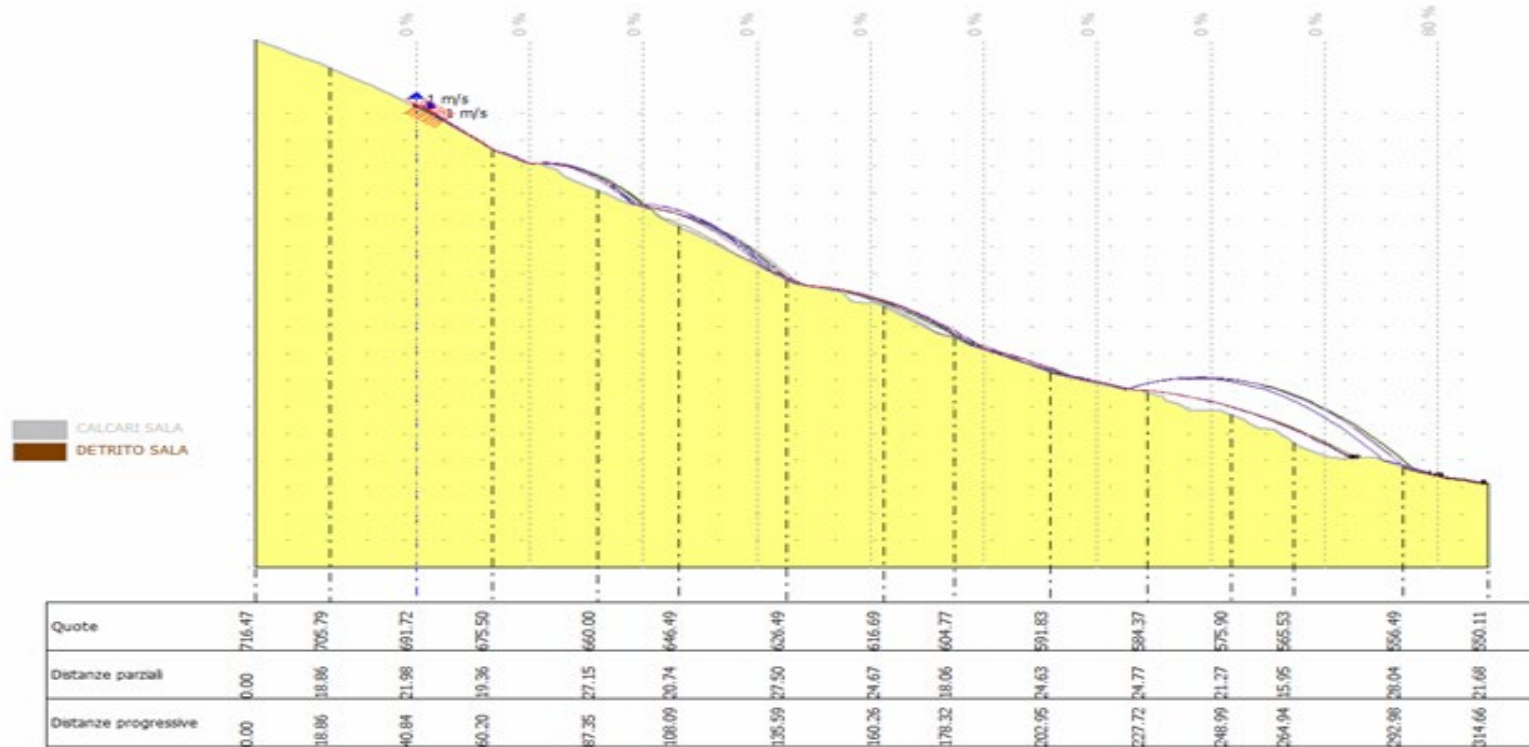
Mediante i software **GEOROCK 2D** e **3D** della **Geostru software** si è potuto simulare l'analisi spaziale delle probabili traiettorie dei massi removibili potenzialmente instabili in caduta dai costoni rocciosi oggetto d'intervento. Il modello utilizzato per la stima delle traiettorie di caduta dei massi considera i blocchi come puntiformi che impattano su un piano quotato (**Lumped mass**). Questo è formato da un reticolo di nodi tridimensionali costituenti una mesh triangolare che rappresenti l'intera zona tra il distacco e l'arresto dei blocchi. Gli elementi del reticolo devono essere definiti in modo da poter considerare costante, all'interno del perimetro, l'inclinazione e la direzione del pendio insieme ai parametri fisici del modello che sono i coefficienti di restituzione normale e tangenziale, definiti come rapporto di energia post e pre-impatto. Per la simulazione degli scendimenti sono stati utilizzati per la roccia carbonatica, rispettivamente  $K_n = 0,53$  (coeff. restituzione normale) e  $K_t = 0,88$  (coeff. restituzione tangenziale) e per il detrito, rispettivamente  $K_n = 0,30$  (coeff. restituzione normale) e  $K_t = 0,60$  (coeff. restituzione tangenziale); tali coefficienti sono stati estratti dalla letteratura scientifica di settore.

**DTM**



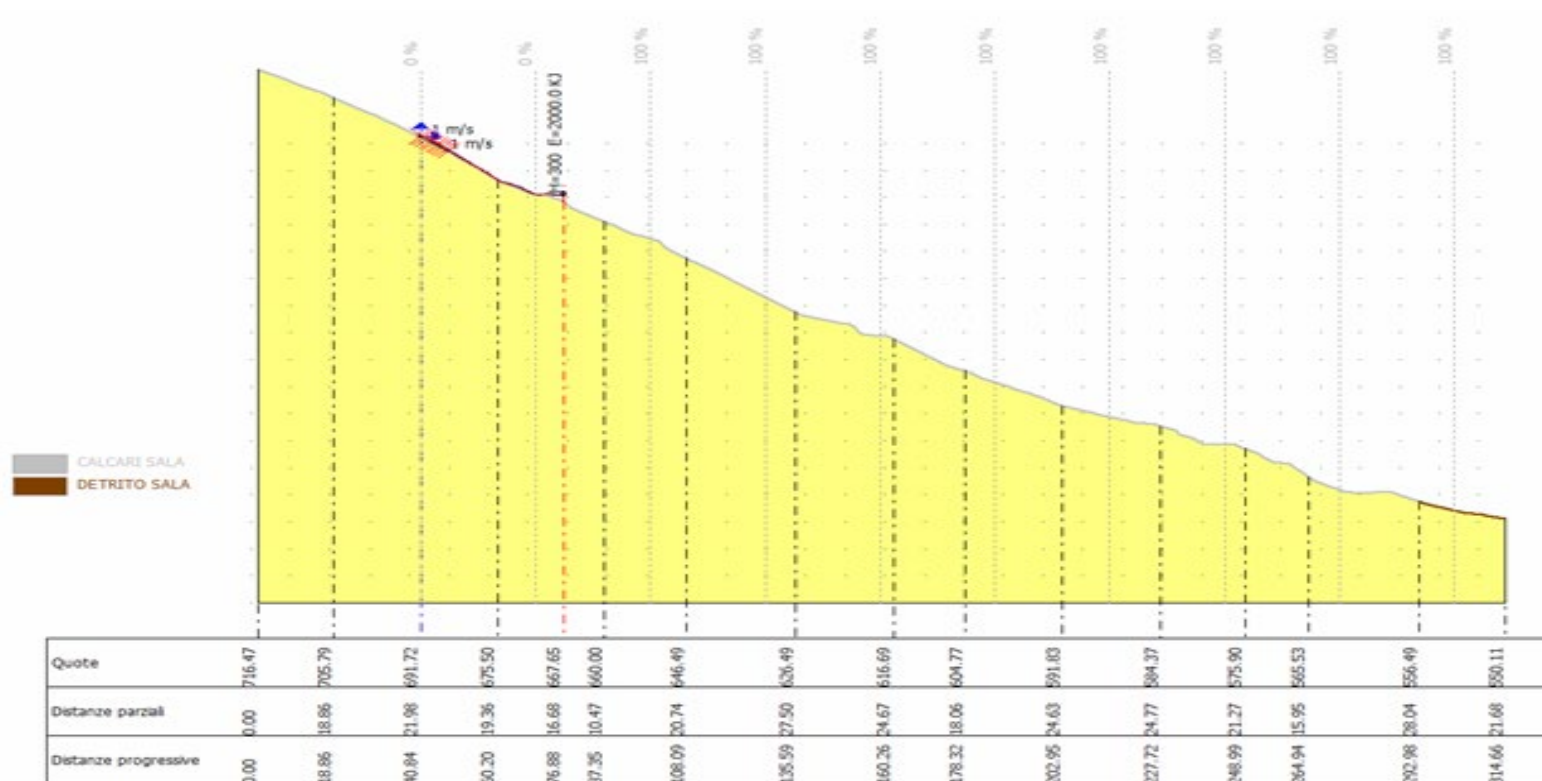
## ANALISI DELLE TRAIETTORIE DEI MASSI – Modello bidimensionale

### SEZIONE 1-2 SENZA BARRIERA

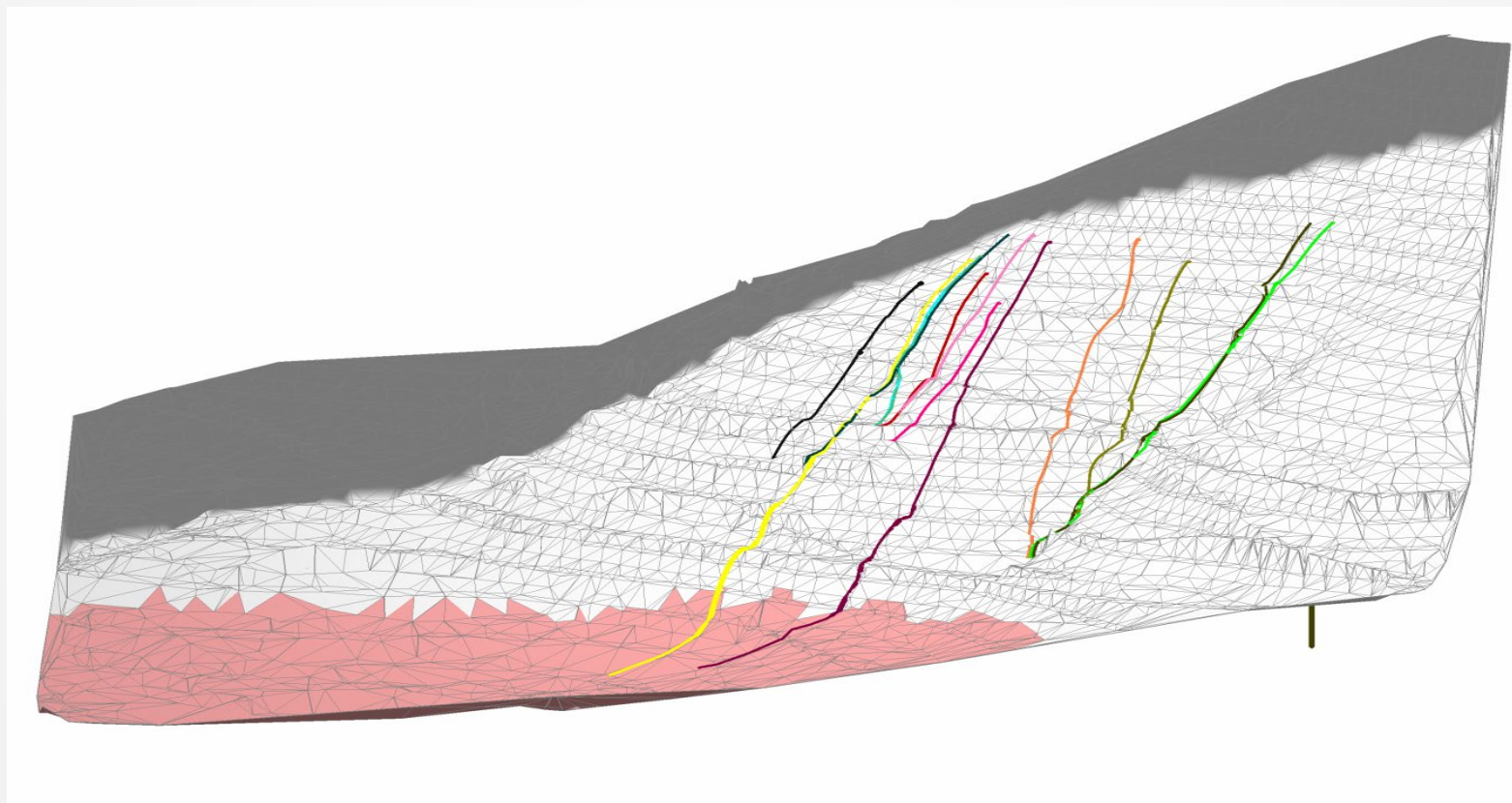


## ANALISI DELLE TRAIETTORIE DEI MASSI – Modello bidimensionale

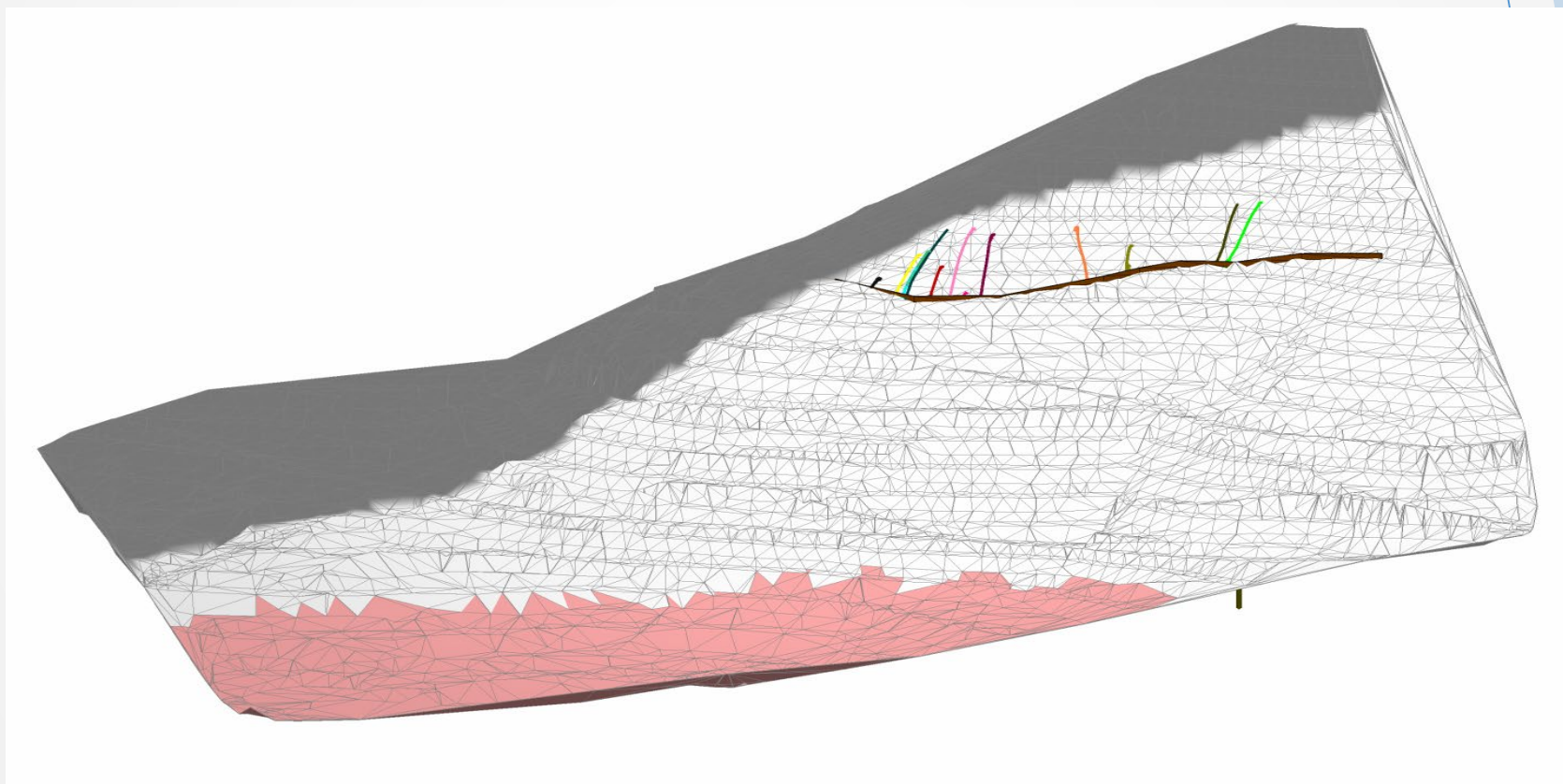
### SEZIONE 1-2 CON BARRIERA



## ANALISI DELLE TRAIETTORIE DEI MASSI – Modello tridimensionale

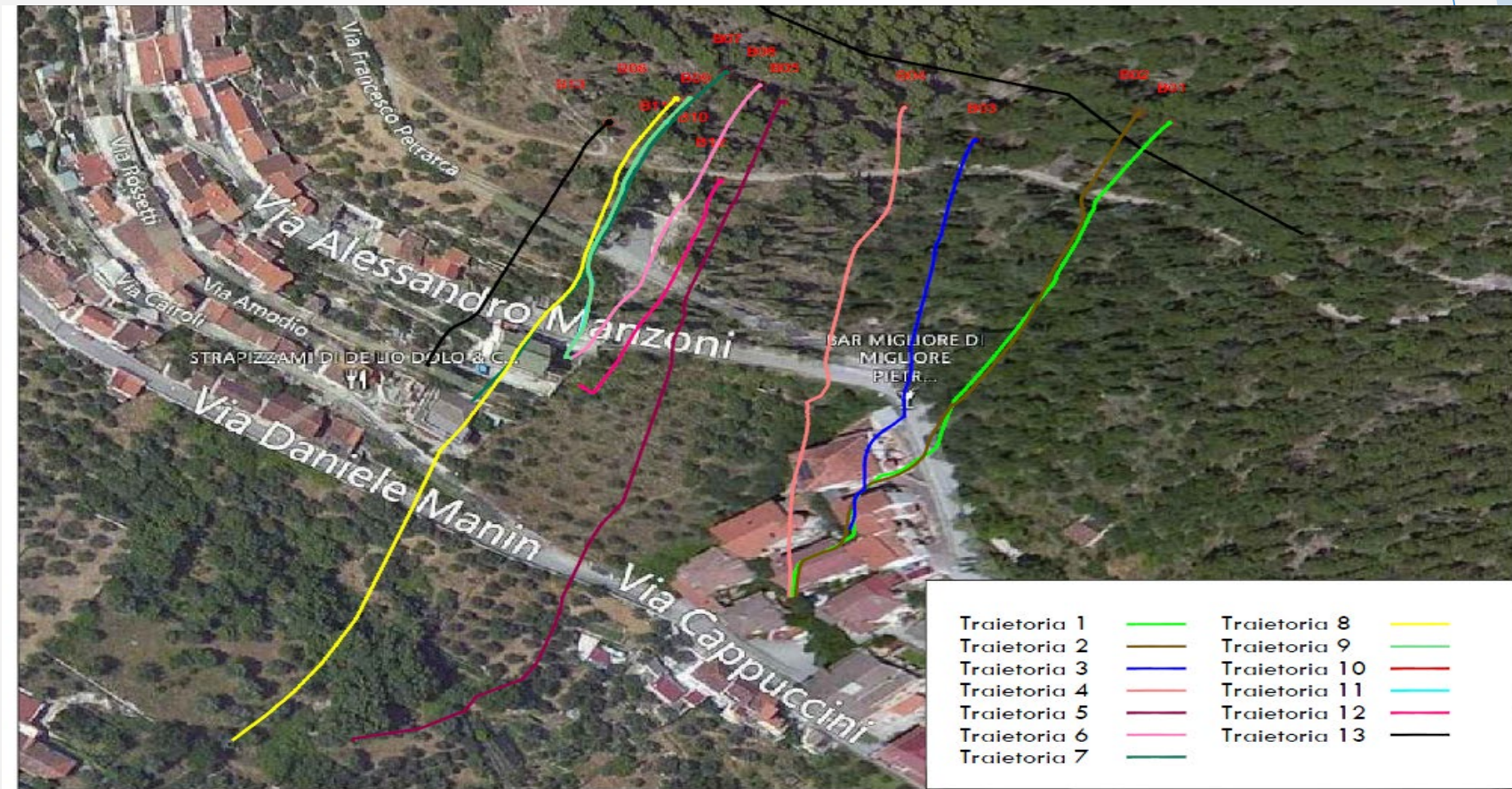


## ANALISI DELLE TRAIETTORIE DEI MASSI – Modello tridimensionale

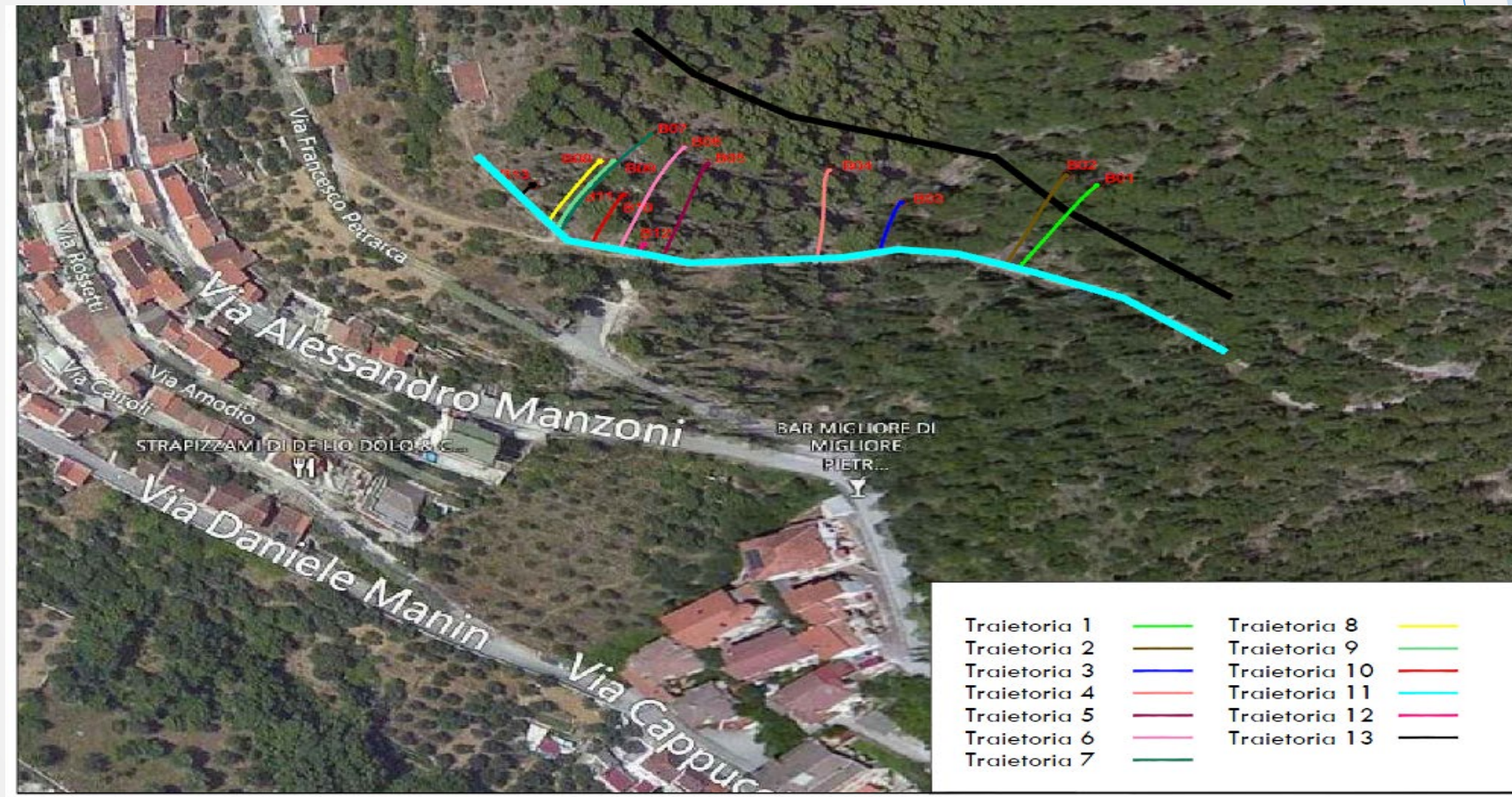




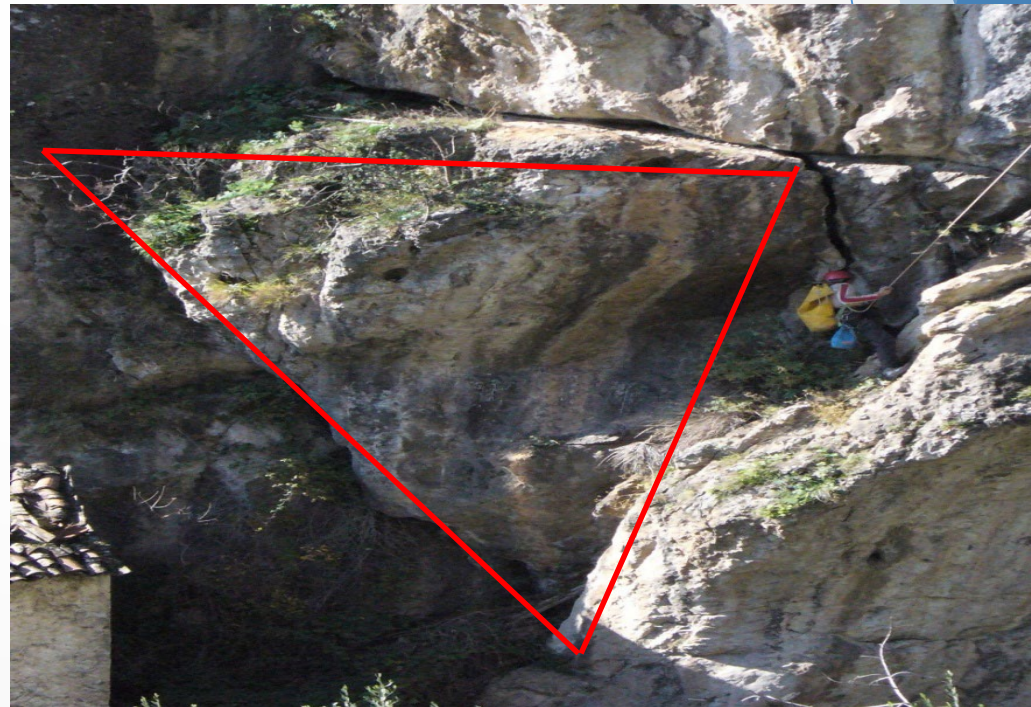
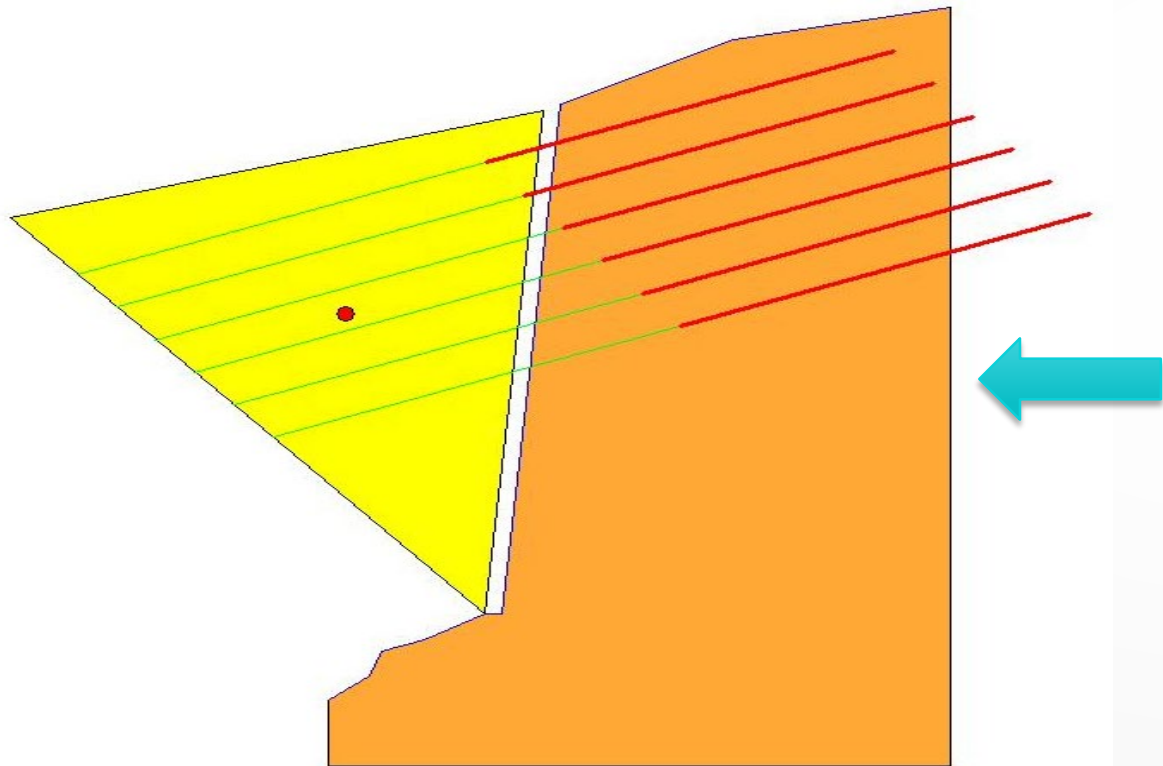
# ANALISI DELLE TRAIETTORIE DEI MASSI – Modello tridimensionale



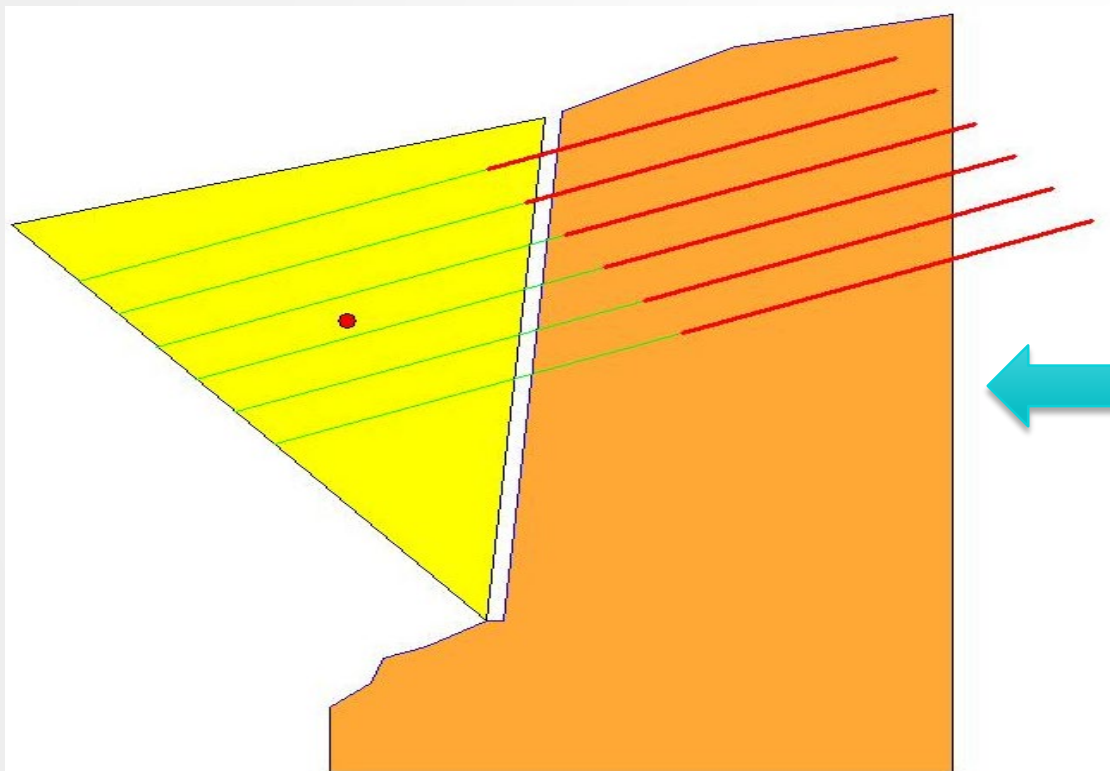
# ANALISI DELLE TRAIETTORIE DEI MASSI – Modello tridimensionale



**CHIODATURA MASSO REMOVIBILE POTENZIALMENTE INSTABILE**  
(circa 100 mc – 250 t)



## CHIODATURA MASSO REMOVIBILE POTENZIALMENTE INSTABILE (circa 100 mc – 250 t)



### BLOCCO n°8

Altezza 7,00 mt;  
Larghezza 6,00 mt;  
Profondità 5,00 mt;  
Peso blocco 250 ton  
Forma piramidale con base rivolta verso l'alto;  
Frattura scabra, persistente aperta 20 cm e profonda 2,00 mt con riempimento di materiale incoerente

### CARATTERISTICHE OPERE INTEVENTO

Diametro della fondazione 0,09 mt  
Lunghezza fondazione 10,00 mt  
Lunghezza totale tirante 10,00 mt  
N° tiranti utilizzati 30  
Diametro barre dywidag  $\Phi 26,5$

# Interventi progettati per la mitigazione del rischio idrogeologico

Al fine di mitigare il rischio idrogeologico incombente sull'area in studio, sono stati individuati e proporzionati i seguenti interventi di **difesa idrogeologica**:

**Ispezione puntuale del costone roccioso** operando in cordata con tecniche alpinistiche, con l'asportazione della vegetazione (**scerbatura**) e degli elementi lapidei removibili instabili, di piccole dimensioni in procinto di crollo (**disgaggio**).  
*L'area globalmente interessata dalle operazioni summenzionate ammonta a circa mq 25.000.*

**Rafforzamento corticale** della fascia di roccia fratturata (spessore circa 1 mt) con teli di rete armati e rinforzati, ancorate alla roccia integra mediante barre di acciaio opportunamente protette dalla corrosione. Tale sistema di rafforzamento corticale è costituito da **rete metallica in aderenza** in acciaio ricotto (resistenza 39.0/51.0 kg/mm<sup>2</sup>) a doppia torsione con maglia esagonale 8x10 in filo Ø3 mm, di larghezza pari a 3 m; **rinforzata mediante reticolo di contenimento in funi** Ø12 (6x19+WS), di forma romboidale 3x3 m.

*L'area globalmente interessata dall'intervento ammonta a circa mq 4.000.*

**Placcaggio diretto dei blocchi lapidei removibili potenzialmente instabili**, di volumetria rilevante (speroni rocciosi), mediante tiranti passivi (chiodi) costituiti da barre d'acciaio di tipo dywidag Ø26,5;  
*Blocchi lapidei stabilizzati n. 10.*

**Imbracatura degli elementi lapidei removibili potenzialmente instabili**, di volumetria rilevante (speroni rocciosi), mediante funi di acciaio, opportunamente protette dalla corrosione, Ø20 mm ancorate a barre di acciaio di tipo Dywidag Ø26,5 mm.

*Blocchi lapidei stabilizzati n. 10.*

## Interventi progettati per la mitigazione del rischio idrogeologico sull'area in studio

Per le fratture (discontinuità), con elevata apertura e persistenza, si prevede la **sarcitura o intasamento con scaglie di pietrame della stessa natura dei massi interessati e malta cementizia opportunamente dosata.**

**Messa in opera di interventi di difesa passiva (barriere paramassi ad elevato assorbimento di energia),** posizionate lungo i versanti in seguito all'elaborazione delle probabili traiettorie descritte dai massi in caduta. In particolare è stato implementato uno studio cinematico bidimensionale e tridimensionale delle probabili traiettoria dei massi in caduta, mediante l'ausilio di software dedicati (Georock 2D e 3D). **È stata installata una barriera paramassi lunga 220 mt ed alta 4 m resistente ad un urto di progetto pari a 2000 kJ.**

**Installazione di un sistema di monitoraggio in remoto delle barriere paramassi, nonché di qualche masso removibile potenzialmente instabile.**

Sistema di monitoraggio in remoto delle barriere paramassi

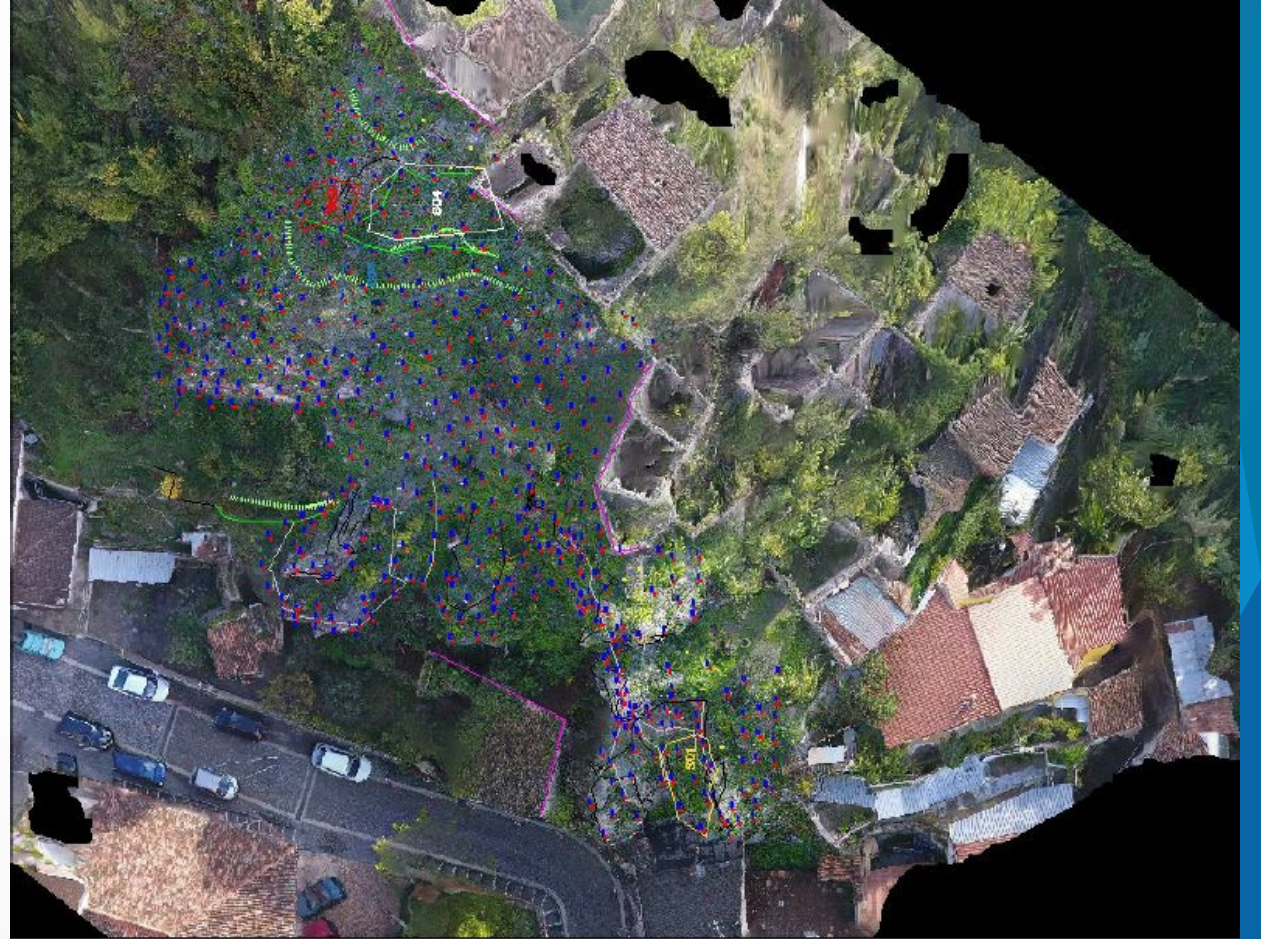
*Il sistema di telecontrollo è composto da: Centralina di acquisizione e trasmissione dati, Gruppo di alimentazione, Programma di acquisizione dati ISI MEMORY, Sensori di spostamento (acquisitori).*

Sistema di monitoraggio massi removibili potenzialmente instabili

*Il sistema di telecontrollo è composto da: Acquisitore con ingressi digitali/analogici e inclinometro, Modulo di controllo lineare della corsa del freno con pistone in acciaio inox, Stazione di ricevimento dati standard (Centro di Telecontrollo Centrale), Sistema di alimentazione standard.*

In sintesi, le soluzioni tecniche previste hanno prodotto un intervento di sostanziale sistemazione, riqualificazione ambientale e messa in sicurezza dei costoni rocciosi incombenti sull'abitato del Comune di Sala Consilina, perseguendo i seguenti obiettivi:

- Mitigazione del rischio idrogeologico garantendo maggiore sicurezza alla popolazione residente;
- Miglioramento un luogo di potenziale sviluppo socio-economico, innalzandone il grado di vivibilità ed il livello di qualità della vita;
- Riqualificazione e salvaguardia dell'ambiente, mediante l'impiego di tecniche di **“ingegneria geotecnica per la difesa del suolo”**.







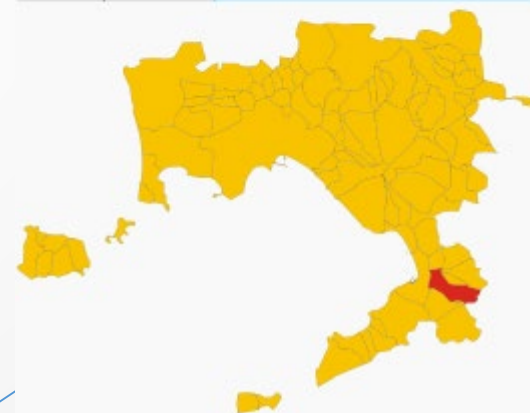




## Caso di studio 2 - GRAGNANO – NA –

*«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla riperimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»*

L'area oggetto di studio coincide con i versanti incombenti sull'abitato del comune di Gragnano (NA), appartenenti al **Monte Pendolo**. Il Monte Pendolo fa parte della dorsale carbonatica dei Monti Lattari, che costituisce anche l'ossatura della Penisola Sorrentina. I depositi carbonatici che costituiscono questo bordo della dorsale carbonatica sono frequentemente ricoperti da coltri di terreni piroclastici, costituiti da depositi da caduta di natura cineritica o pomicea, con spessori appartenenti al range 0,50-2,00 mt. In particolare, lungo i versanti si rinvengono depositi da caduta e subordinatamente depositi da flusso riconducibili all'attività vulcanica dei Campi Flegrei e del Vesuvio.



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

In tali contesti morfologici si verificano fenomeni di instabilizzazione e successiva più o meno rapida fluidificazione delle coltri di copertura superficiale sciolta di diversa natura, con innesco nella parte alta dei bacini o dei versanti. Laddove è maggiore il volume di materiale potenzialmente mobilitabile e sono favorevoli le condizioni idro-geomorfologiche, le masse in movimento confluiscono ad alta velocità nei canali posti a valle, autoalimentandosi di ulteriore materiale grossolano di fondo.

*La elevata pericolosità di questi fenomeni deriva dalla **apparente assenza di segnali premonitori nella fase di innesco**, dalla estrema rapidità in fase di propagazione, dalla forte capacità erosiva e distruttiva, che li rende in grado di trascinare materiali anche di grandi dimensioni e, soprattutto, dalla loro alta mobilità, che conferisce loro la possibilità di percorrere notevoli distanze e produrre effetti disastrosi anche nelle zone a debole pendenza secondo traiettorie imprevedibili e diversificate.*

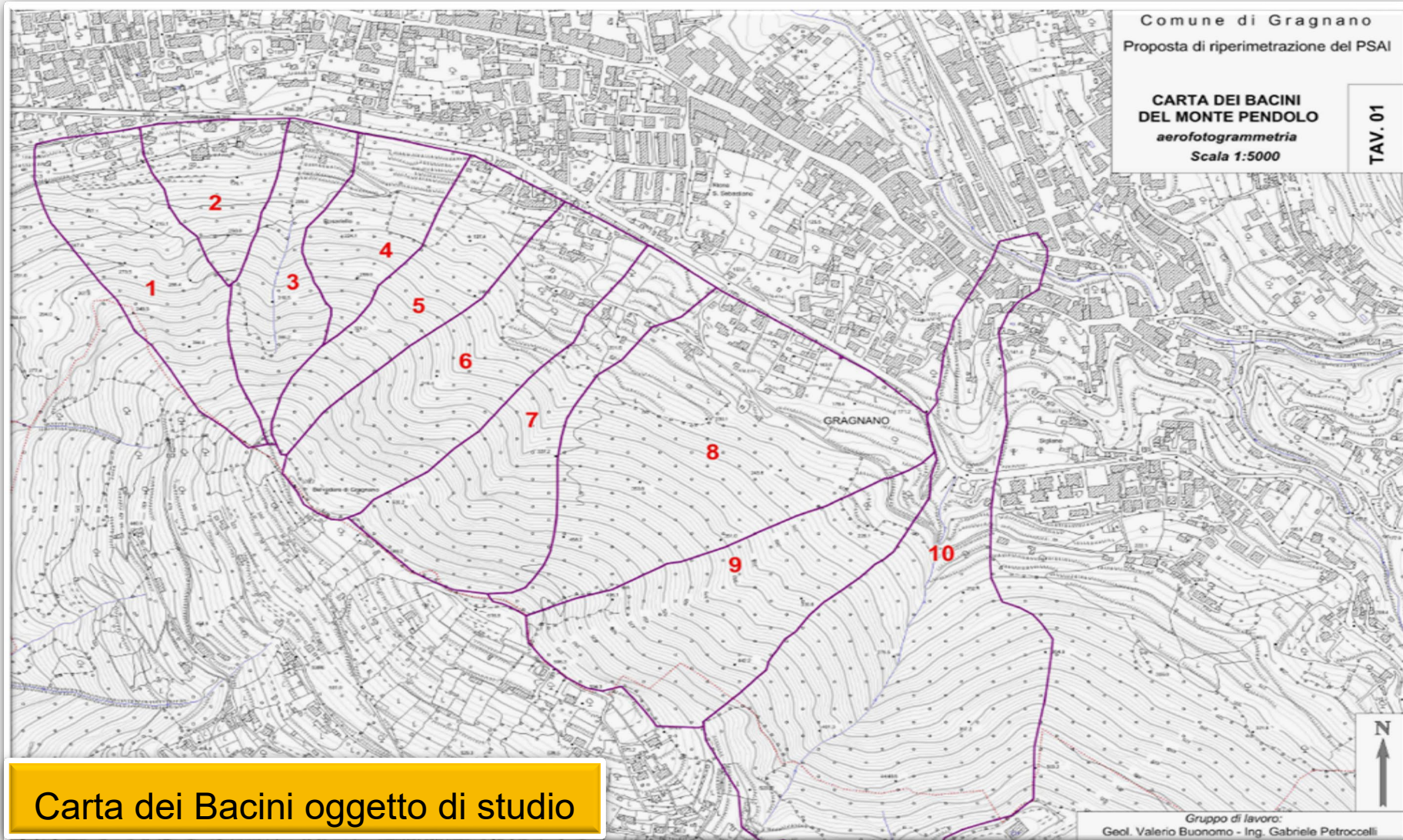
***Prodromica allo studio di pericolosità geologica ed idraulica esperito è stata l'anamnesi storica delle frane di tipo colata rapida pregresse che hanno interessato i versanti del monte Pendolo.***

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

Il presente lavoro è stato elaborato considerando alcune premesse e finalità:

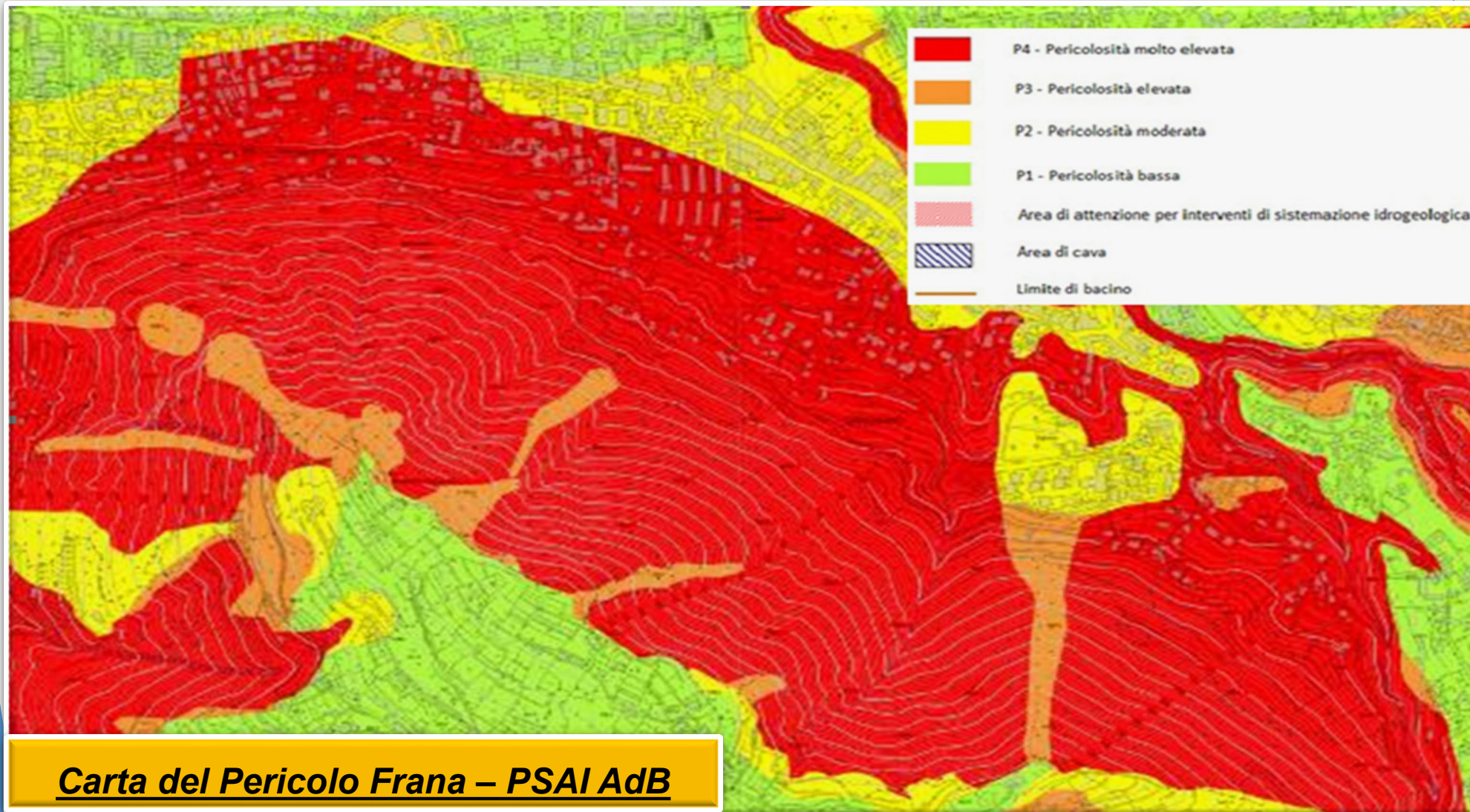
- costituisce un approfondimento (*rilevamento geologico, geomorfologico e topografico di dettaglio a carattere locale*) dei dati di base già riportati negli elaborati allegati al nuovo Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale;
- condivide lo schema metodologico di definizione della pericolosità e del rischio utilizzato dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale;
- fornisce le indicazioni per la caratterizzazione dei processi morfoevolutivi da cui derivare la suscettività a franare dell'ambito morfologico;
- fornisce indicazioni sulle aree potenzialmente interessate da fenomeni di invasione/deposito di materiale detritico/piroclastico connessi al verificarsi di eventi franosi di tipo debris-flow;
- fornisce le indicazioni tecniche per la definizione della reale pericolosità da colata fangosa (debris flow) nelle aree di fondovalle, addivenendo, almeno per alcune di queste, ad una proposta di ripermetrazione rispetto al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, ai sensi dell'art. 41.

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**



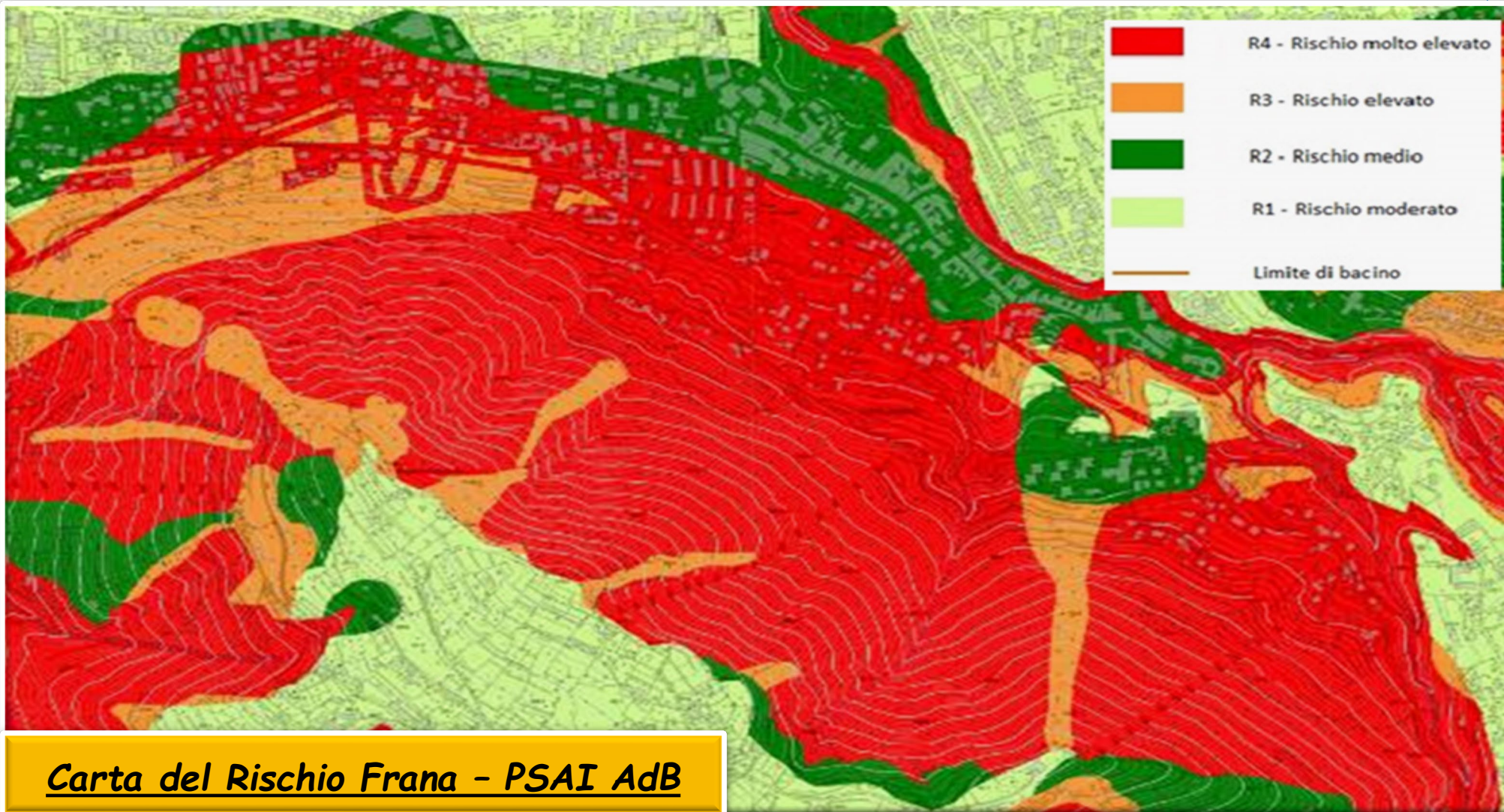
Carta dei Bacini oggetto di studio

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**



**Carta del Pericolo Frana – PSAI AdB**

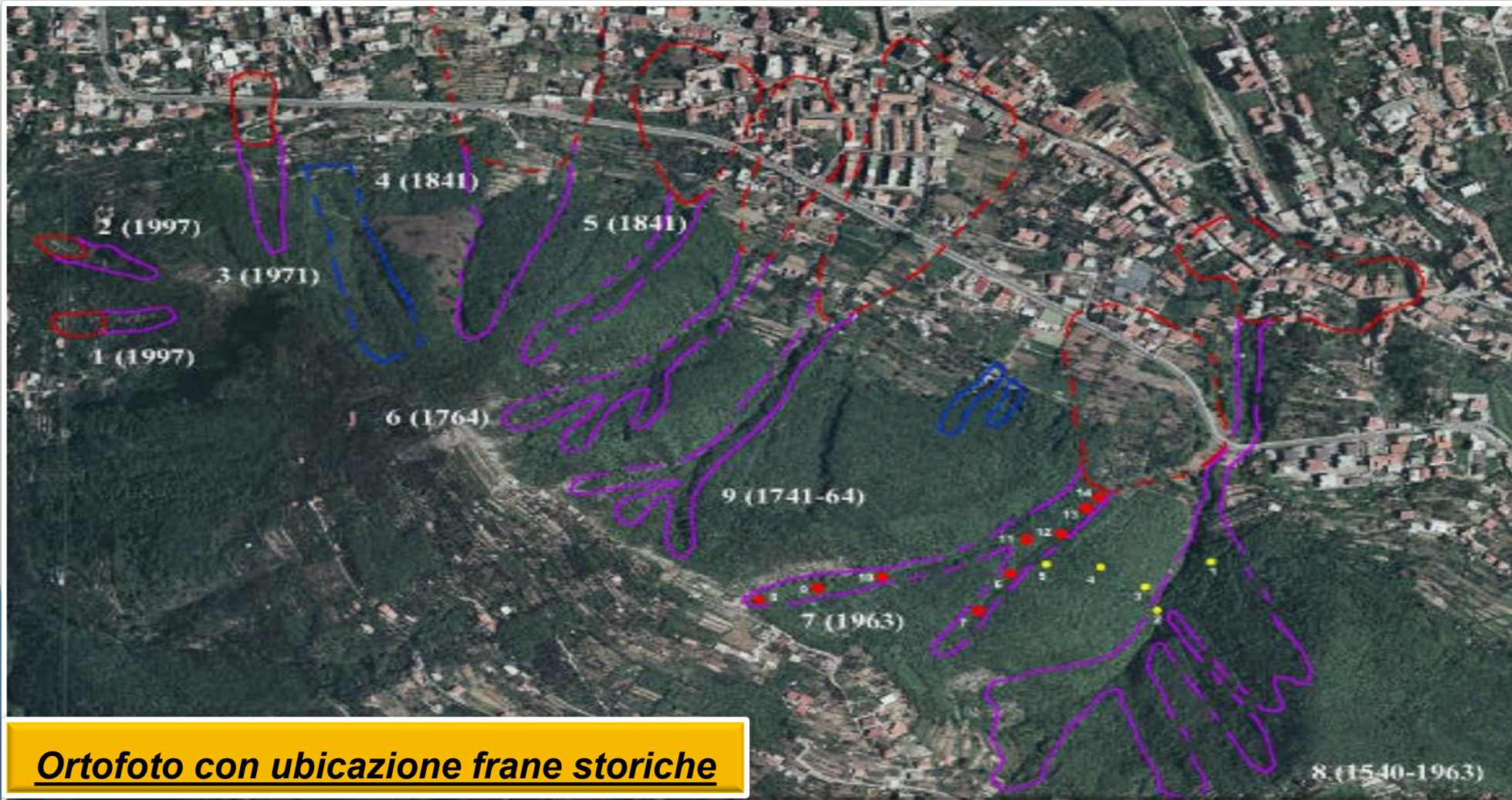
*«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»*



**Carta del Rischio Frana - PSAI AdB**



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**



**Ortofoto con ubicazione frane storiche**

8. (1540-1963)

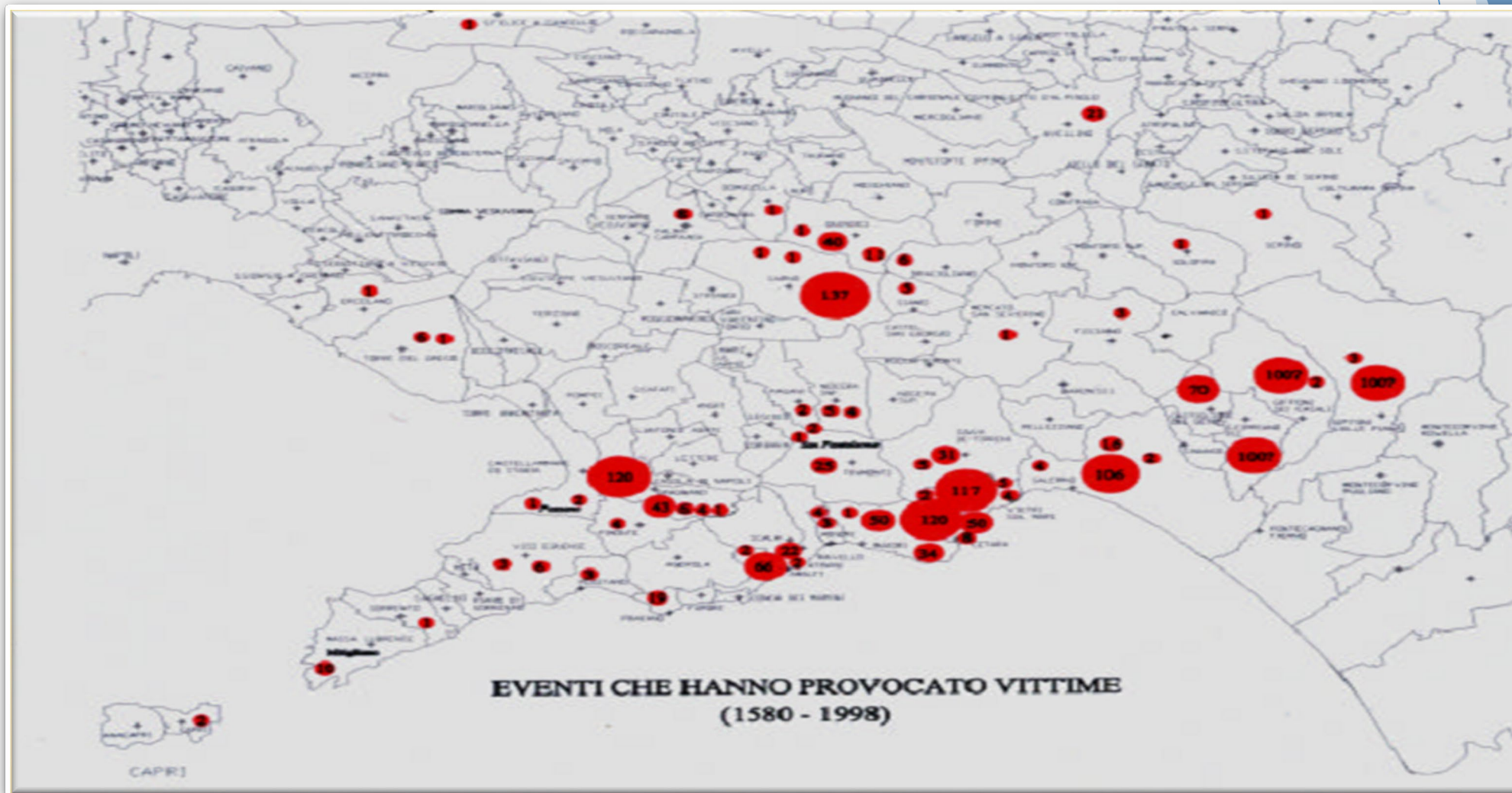
**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

Rappresentazione pittorica dovuta all'architetto Camillo Ranieri



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla riperimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

## LE COLATE RAPIDE IN CAMPANIA



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

**Metodologia di lavoro per lo studio integrato delle frane di tipo *debris flow***

Lo studio del territorio comunale di Gragnano, per quanto concerne l'aspetto colate rapide di fango, si è basato su alcune fasi salienti, di seguito elencate:

- Acquisizione di una cartografia di dettaglio con rilievo fotogrammetrico digitale;
- Indagine bibliografica e d'archivio;
- Rilevamento geologico-geomorfologico dei bacini imbriferi e delle zone pedemontane;
- Approfondimenti geognostici e stratigrafici;
- Ricognizione del reticolo idrografico;
- Analisi idrologiche e definizione dell'idrogramma dell'evento-colata;
- MODELLAZIONE BI-DIMENSIONALE dei flussi di colata mediante codice di calcolo FLO 2D;
- Proposta di ripermetrazione delle aree di fondovalle.

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripерimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

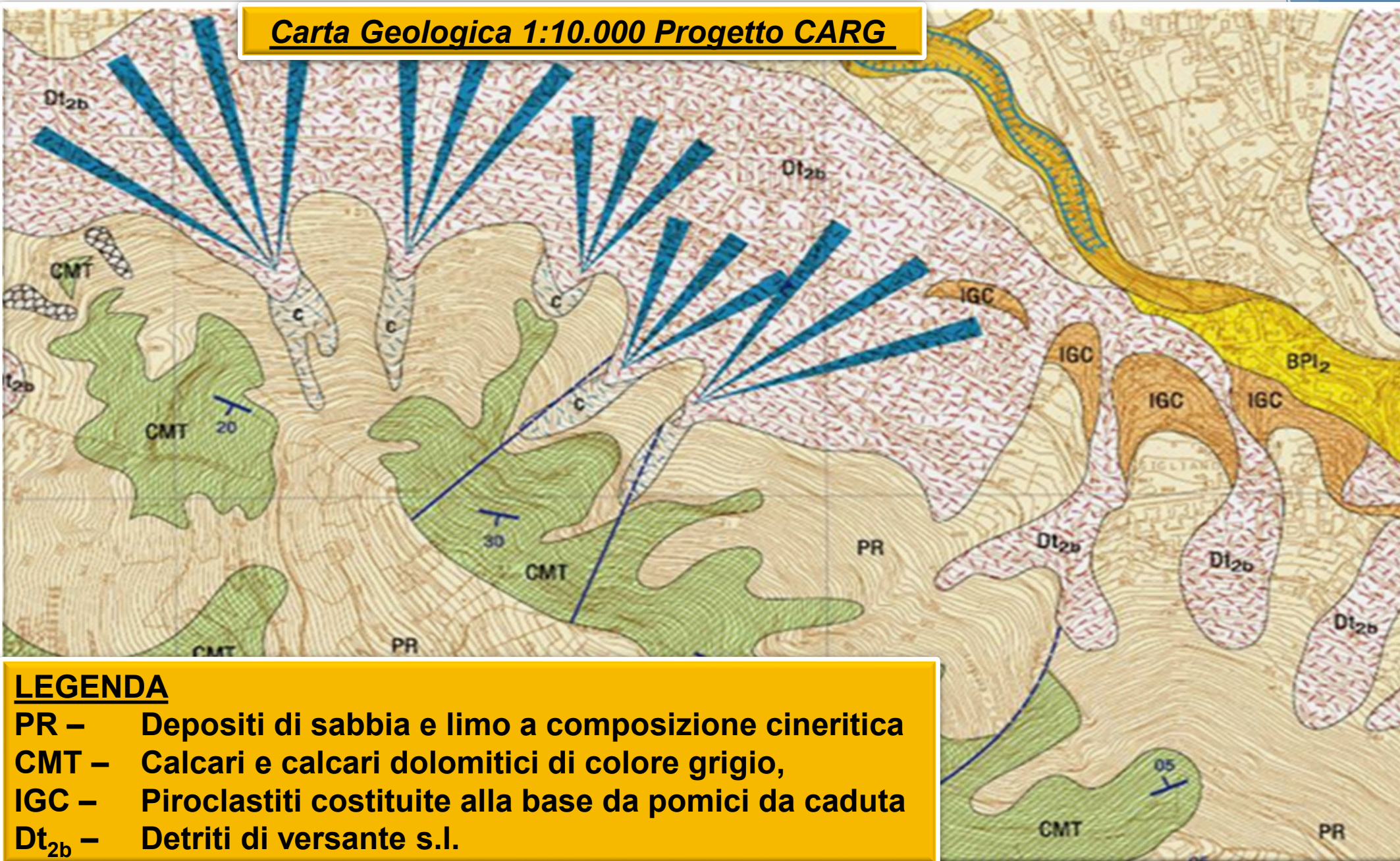
## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO**

Il territorio del comune di Gragnano rientra nel foglio 185 “Salerno” della Carta Geologica d’Italia. L’area è posta al bordo meridionale della bassa piana del fiume Sarno, delimitata a NW dall'edificio vulcanico del Somma Vesuvio, a S e SE dai rilievi carbonatici dei M. Lattari costituenti la Penisola Sorrentina, a W e NW dai M. di Sarno, anch'essi di natura carbonatica.

L’area quindi è caratterizzata da un basamento calcareo mesozoico al di sopra del quale si sono sovrapposti, nel corso del Plio-Quaternario, i potenti depositi piroclastici provenienti dalle due province vulcaniche vicine.

I sedimenti che ricoprono il substrato carbonatico sono non coesivi, in genere dotati di proprietà geotecniche che decadono al crescere del contenuto in acqua.

## Carta Geologica 1:10.000 Progetto CARG



### LEGENDA

- PR – Depositi di sabbia e limo a composizione cineritica
- CMT – Calcari e calcari dolomitici di colore grigio,
- IGC – Piroclastiti costituite alla base da pomici da caduta
- Dt<sub>2b</sub> – Detriti di versante s.l.

**«Studio geotecnic  
comunale di Gra  
tipo colata rapida**

Con l'ausilio di id  
situ, è stato poss  
alimentazione stu  
sviluppatto, addirit  
n.2, 4 e 8) mentre  
diversi bacini ana  
stessa. Tutti i bac  
poi raggiungere n



**rritorio  
ana del**

ttuati in  
acini di  
molto  
(bacino  
luvi dei  
e della  
50°, per

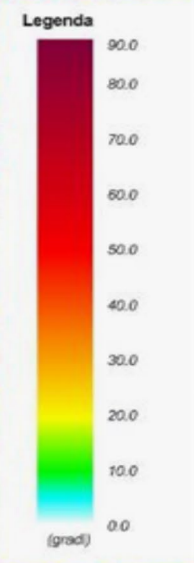
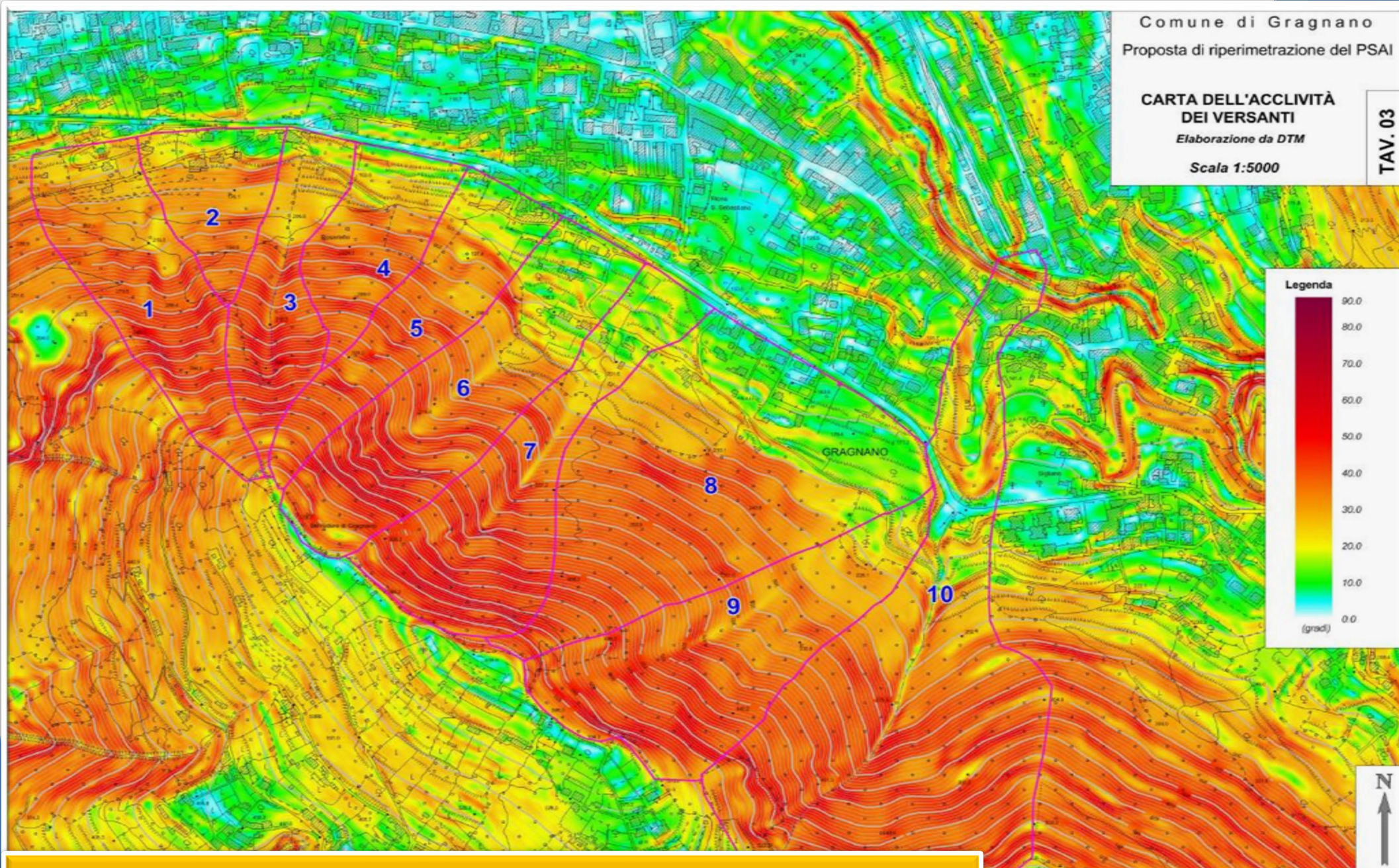
Comune di Gragnano  
Proposta di ripermetrazione del PSAI

**CARTA DELL'ACCLIVITÀ  
DEI VERSANTI**

Elaborazione da DTM

Scala 1:5000

TAV. 03



**Carta dell' Acclività redatta con elaborazione su modello DTM**

Gruppo di lavoro:  
Geol. Valerio Buonomo - Ing. Gabriele Petroccelli



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

<b>CARATTERISTICHE FISOGRAFICHE DEI BACINI IMBRIFERI</b>									
<b>COMUNE</b>	<b>Vallone</b>	<b>Superficie</b>	<b>Quota max</b>	<b>Quota min</b>	<b>Quota med</b>	<b>Lunghezza asta principale</b>	<b>Tempo di corrivazione</b>		
		<b>(kmq)</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>		<b>Km</b>	<b>ore</b>	<b>minuti</b>
<b>GRAGNANO</b>	<b>1</b>	<b>0.16</b>	<b>555</b>	<b>85</b>	<b>320.00</b>	<b>0.44</b>	<b>0.18</b>	<b>11.06</b>	<b>663</b>
	<b>2</b>	<b>0.125</b>	<b>325</b>	<b>90</b>	<b>207.50</b>	<b>0.232</b>	<b>0.20</b>	<b>12.19</b>	<b>732</b>
	<b>3</b>	<b>0.09</b>	<b>555</b>	<b>95</b>	<b>325.00</b>	<b>0.48</b>	<b>0.16</b>	<b>9.50</b>	<b>570</b>
	<b>4</b>	<b>0.09</b>	<b>405</b>	<b>105</b>	<b>255.00</b>	<b>0.27</b>	<b>0.16</b>	<b>9.83</b>	<b>590</b>
	<b>5</b>	<b>0.145</b>	<b>565</b>	<b>110</b>	<b>337.50</b>	<b>0.37</b>	<b>0.17</b>	<b>10.33</b>	<b>620</b>
	<b>6</b>	<b>0.17</b>	<b>575</b>	<b>115</b>	<b>345.00</b>	<b>0.53</b>	<b>0.20</b>	<b>12.09</b>	<b>725</b>
	<b>7</b>	<b>0.144</b>	<b>595</b>	<b>115</b>	<b>355.00</b>	<b>0.60</b>	<b>0.20</b>	<b>11.71</b>	<b>702</b>
	<b>8</b>	<b>0.31</b>	<b>600</b>	<b>115</b>	<b>357.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.24</b>	<b>14.34</b>	<b>860</b>
	<b>9</b>	<b>0.13</b>	<b>595</b>	<b>185</b>	<b>390.00</b>	<b>0.58</b>	<b>0.20</b>	<b>12.11</b>	<b>727</b>
	<b>10</b>	<b>0.285</b>	<b>540</b>	<b>95</b>	<b>317.50</b>	<b>1.17</b>	<b>0.33</b>	<b>19.56</b>	<b>1174</b>

**CARTA DEGLI SPESSORI  
DELLE COPERTURE SCIOLTE**  
Autorità di Bacino Campania Centrale

Scala 1:5000

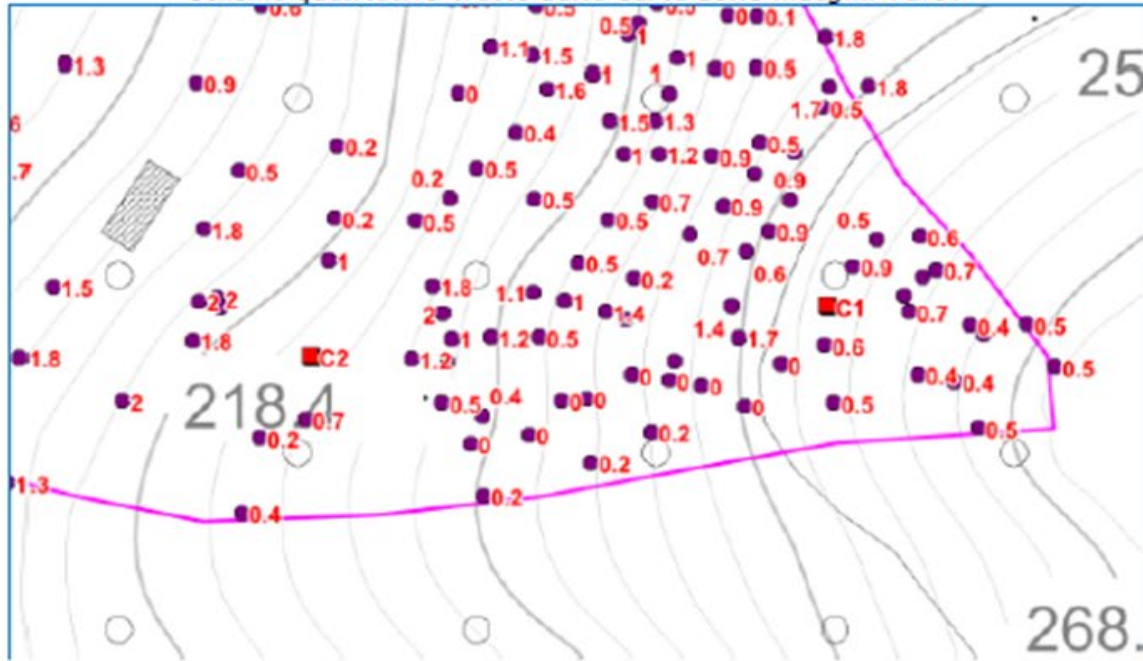
TAV. 02



**Carta delle Coperture dei 10 bacini**

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

Schema qualitativo tratto dalla Carta delle Indagini Tav01



- punti rilevati con fioretture
- prelievo campione

Sistema coordinate Lat/Lon (WGS84)

C1: Lat 40.688651 Lon 14.501492

C2: Lat 40.688584 Lon 14.500639



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

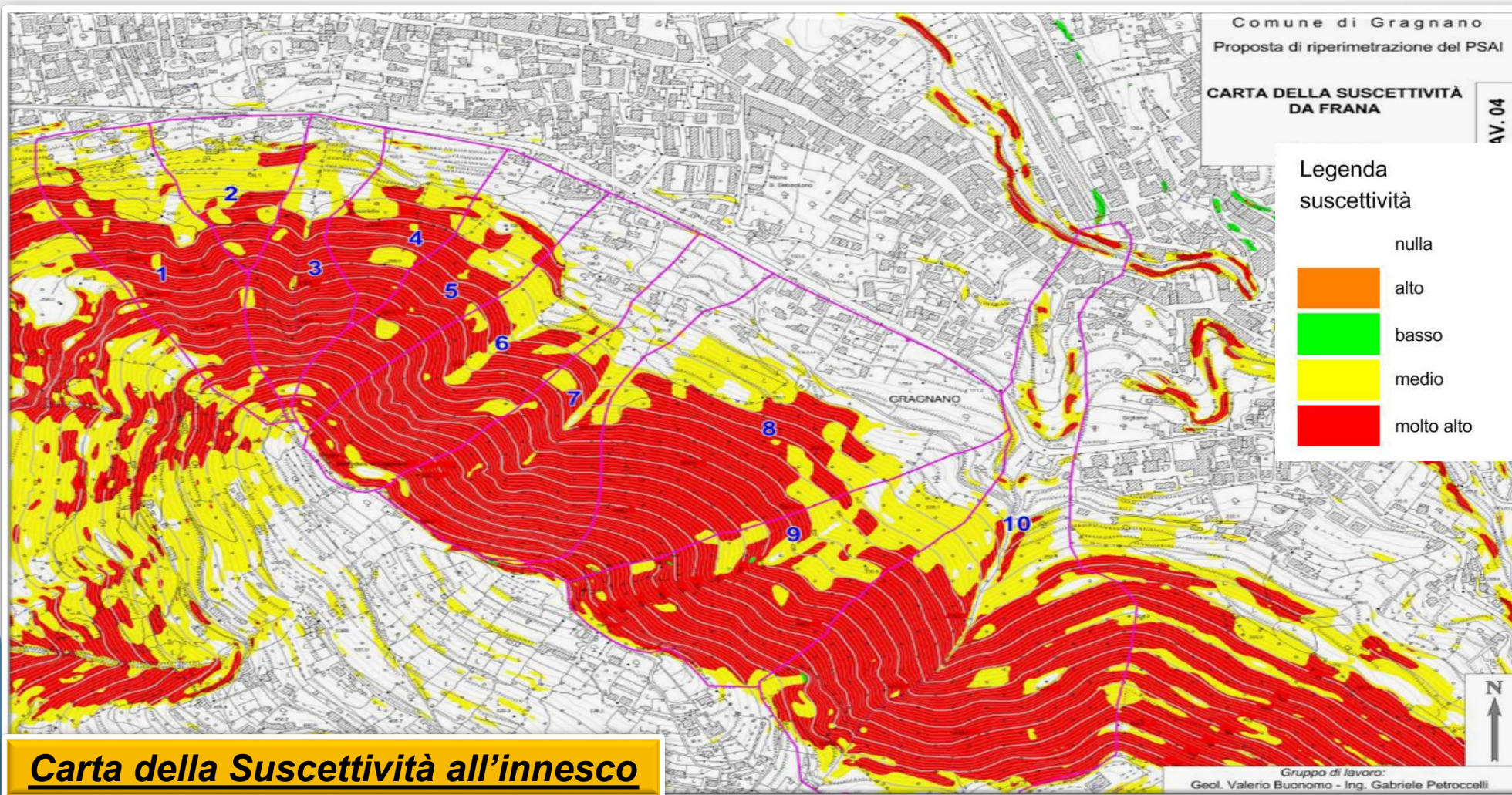
## **Metodologia adottata per la valutazione della suscettibilità da frana nei bacini di alimentazione delle aree di fondovalle studiate**

Con il termine “*suscettibilità*” deve intendersi come “*pericolosità*” in senso spaziale cioè senza riferimento ai tempi di ritorno che, nel caso di eventi rapidi e facilmente “cancellabili”, risulta assai difficile definire a meno di situazioni particolari in cui si disponga di una serie di dati storici derivanti da ricerche di archivio.

Per la valutazione della suscettibilità all’innescò delle colate si è proceduti all’elaborazione delle **carte tematiche di base in scala 1:5.000**, quali Spessori dei Depositi di Copertura e Carta della Pendenza o acclività.

Il metodo adottato, per la redazione della carta della suscettibilità all’innescò dei fenomeni franosi di tipo debris flow ha considerato un insieme di fattori che possono condizionare l’innescò di colate rapide quali: **pendenza dei versanti (S), spessore delle coltri piroclastiche e detritiche (T), distanza dalle linee di impluvio (D), uso del suolo (L) ed ordine gerarchico del bacino idrografico (B)**. Esso valuta l’**indice di suscettibilità**. La metodologia qui proposta per la suscettibilità all’innescò di colate rapide di fango utilizza un criterio prettamente geologico e geomorfologico semiquantitativo tarato su una casistica di circa 200 frane censite nell’ambito campano (Di Crescenzo et al, 2008).

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**



**Carta della Suscettività all'innesco**

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

## **Pericolosità Idraulica da Colata**

La valutazione della pericolosità idraulica in aree esposte ad eventi di colata detritico-fangosa richiede, in via preliminare, la stima di alcuni parametri fondamentali che possono caratterizzare l'evento, oltre che una scrupolosa attività di campo, consistente nella raccolta della necessaria documentazione tecnica e delle indagini in sito.

Ferma restante la natura multidisciplinare delle competenze coinvolte (geologia, geotecnica, meccanica dei fluidi, topografia, ecc.), ci si soffermerà sugli aspetti tipicamente idraulici, che possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- **magnitudo dell'evento, ovvero volume mobilitabile;**
- **idrogramma della colata;**
- **modellazione bi-dimensionale dei flussi di colata (flussi iperconcentrati), finalizzata alla valutazione dei percorsi di propagazione ed alla conseguente perimetrazione delle aree soggette a pericolo di invasione.**

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

## **STIMA VOLUME POTENZIALMENTE MOBILITABILE (MAGNITUDO DELLA COLATA)**

Tale grandezza va intesa come il limite superiore del volume potenzialmente coinvolto in un evento di colata. Tale volume si compone generalmente di due aliquote:

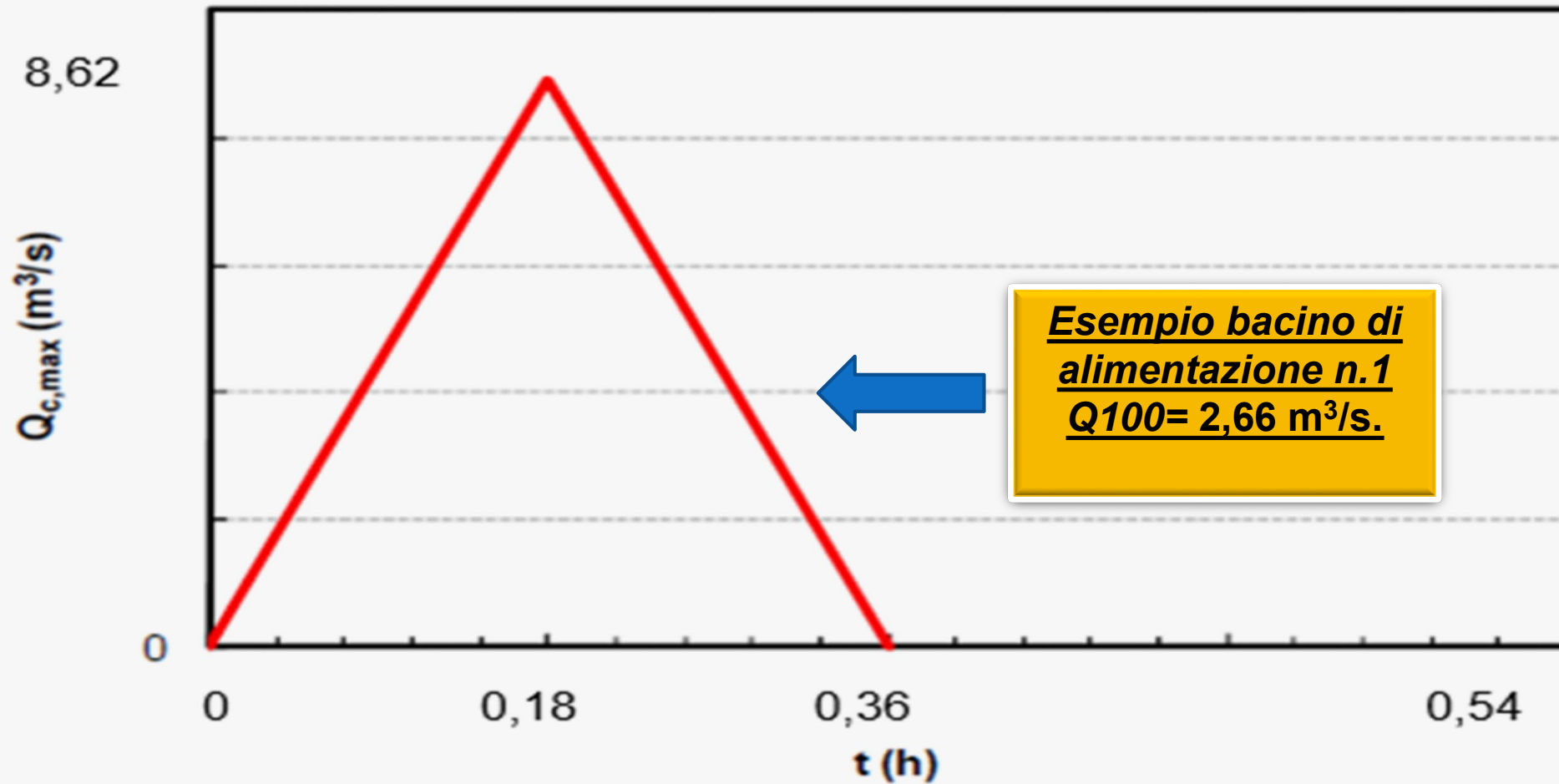
- **volume proveniente dai versanti del bacino di alimentazione;**
- **volume eventualmente mobilitato durante l'evento per effetto del trasporto innescato dalla colata lungo il suo percorso all'interno delle incisioni.**

La letteratura tecnico-scientifica fornisce alcune indicazioni sulle procedure di stima del volume mobilitabile che, come ormai noto, dipende da molteplici parametri che caratterizzano la natura geologica, geotecnica ed idraulica dei versanti interessati. Ad ogni buon conto, sempre in via cautelativa, ai suddetti volumi è buona regola sommare anche il volume meteorico di acqua chiara corrispondente all'idrogramma di piena (triangolare) avente come portata al colmo la portata centennale  $Q_T = 100$ , tenendo conto che il **periodo di ritorno di questi fenomeni alluvionali è dell'ordine di almeno 20 - 50 anni**. Pertanto, il valore totale del volume di colata  $W_c$  sarà pari a:

$$W_c = W_{\text{fangò}} + W_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$Q_{c,max} = Q_{fango} + Q_{100}$$

$$Q_{c,max} = 8,62 \text{ m}^3/\text{s} \text{ per la frana di progetto}$$



**Esempio bacino di alimentazione n.1**  
 **$Q_{100} = 2,66 \text{ m}^3/\text{s}$**

**Idrogramma della colata frana di progetto ( $W_c = 3.950 \text{ m}^3$ )**



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

## **MODELLAZIONE E SIMULAZIONE IDRODINAMICA DELLA PROPAGAZIONE DELLA COLATA**

**Tale fase è finalizzata alla valutazione dei percorsi di propagazione ed alla conseguente perimetrazione delle aree soggette a pericolo di invasione.**

Il fenomeno di propagazione di una colata detritico-fangosa è fondamentalmente controllato dalle resistenze al moto agenti sul flusso e dalla topografia caratteristica del dominio spaziale entro cui evolve il fenomeno.

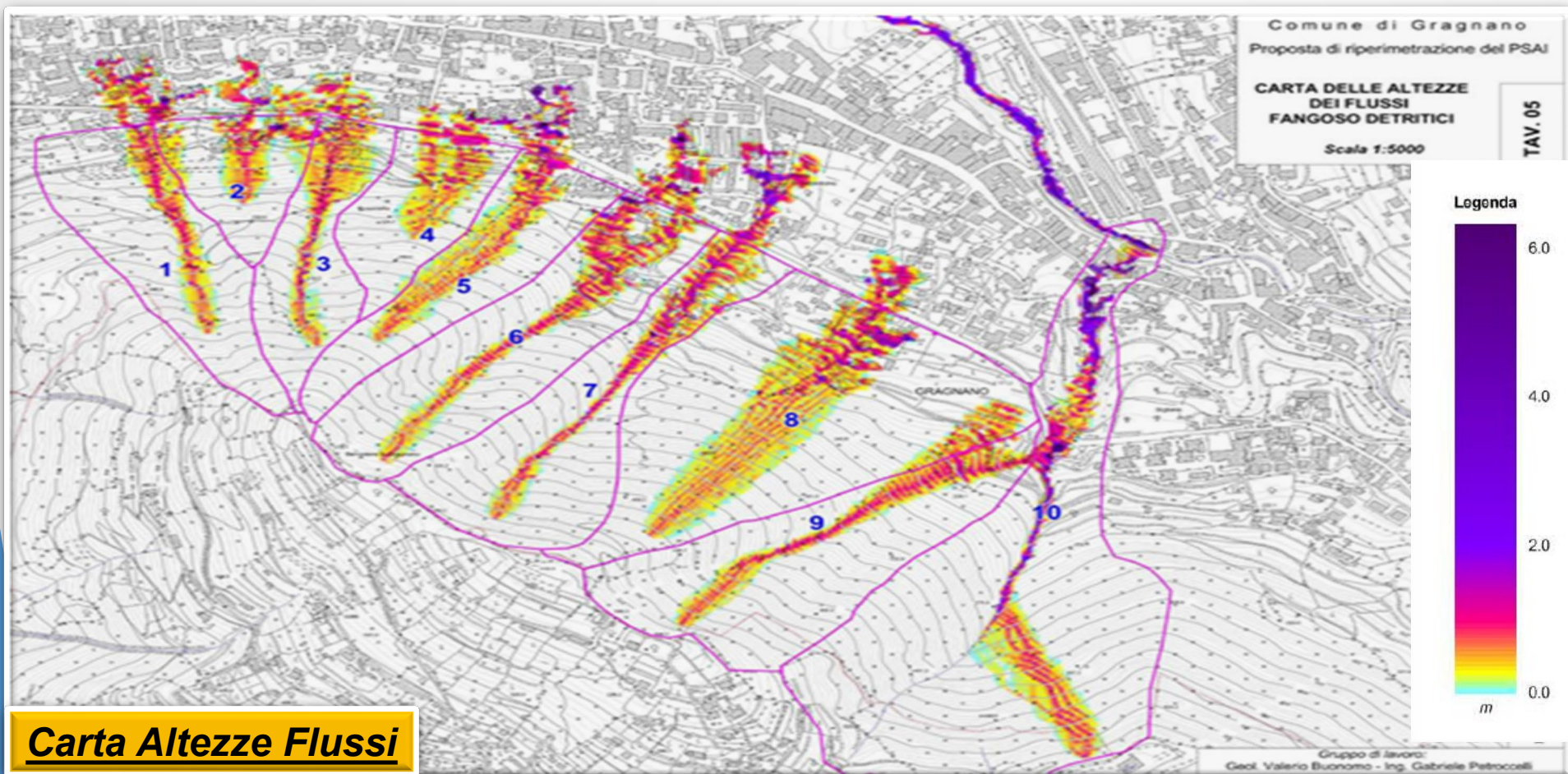
La modellazione numerica, per lo specifico caso di studio, è stata condotta mediante il **CODICE DI CALCOLO FLO 2D PER LA SIMULAZIONE DI FLUSSI BI-DIMENSIONALI** a superficie libera che prevede la possibilità di modellare anche fluidi non newtoniani.



**FLO2D**  
EUROPE

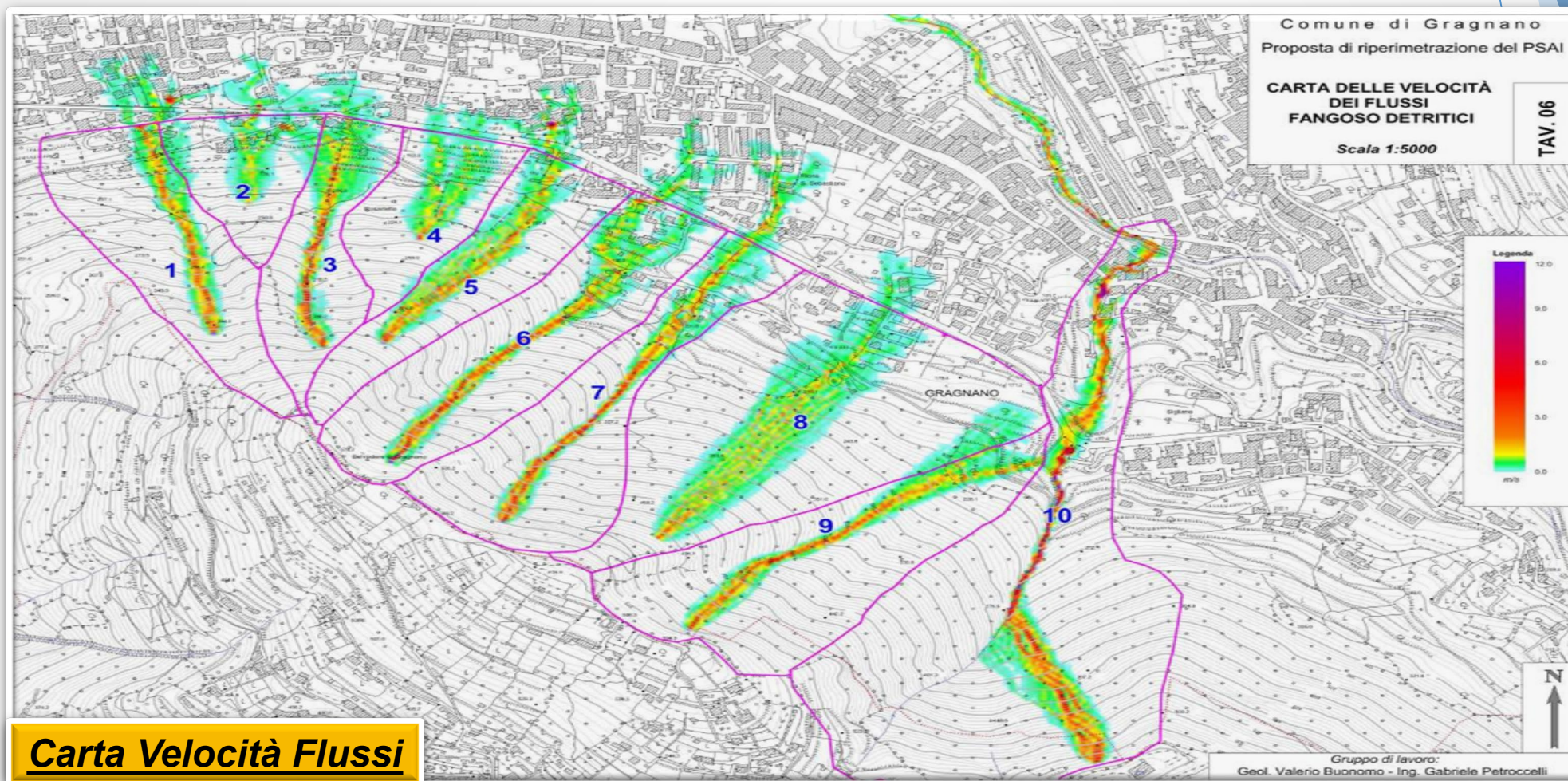
**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

## **RISULTATI SIMULAZIONE IDRODINAMICA BIDIMENSIONALE**



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

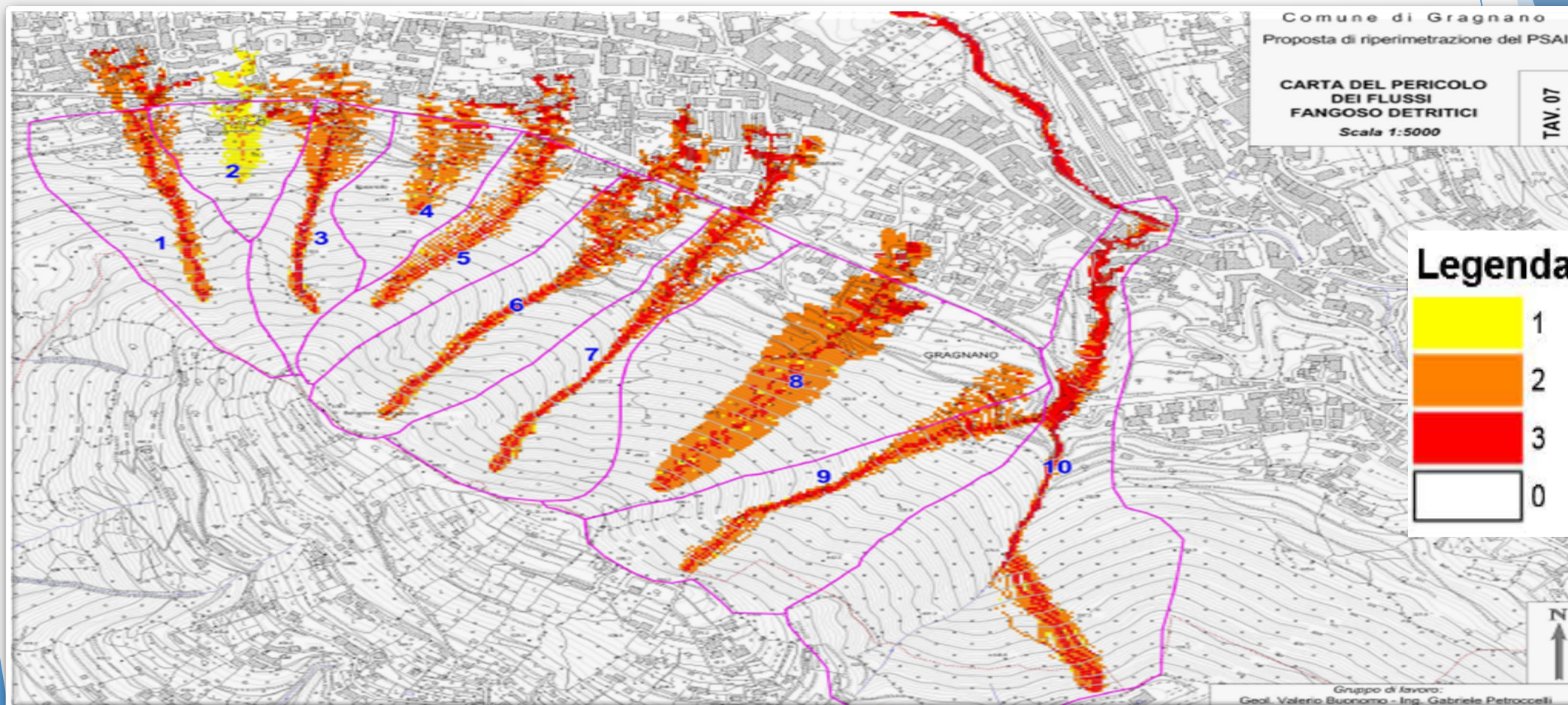
## RISULTATI SIMULAZIONE IDRODINAMICA BIDIMENSIONALE



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**

dott. ing. Gabriele Petroccelli

## DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI PERICOLOSITÀ

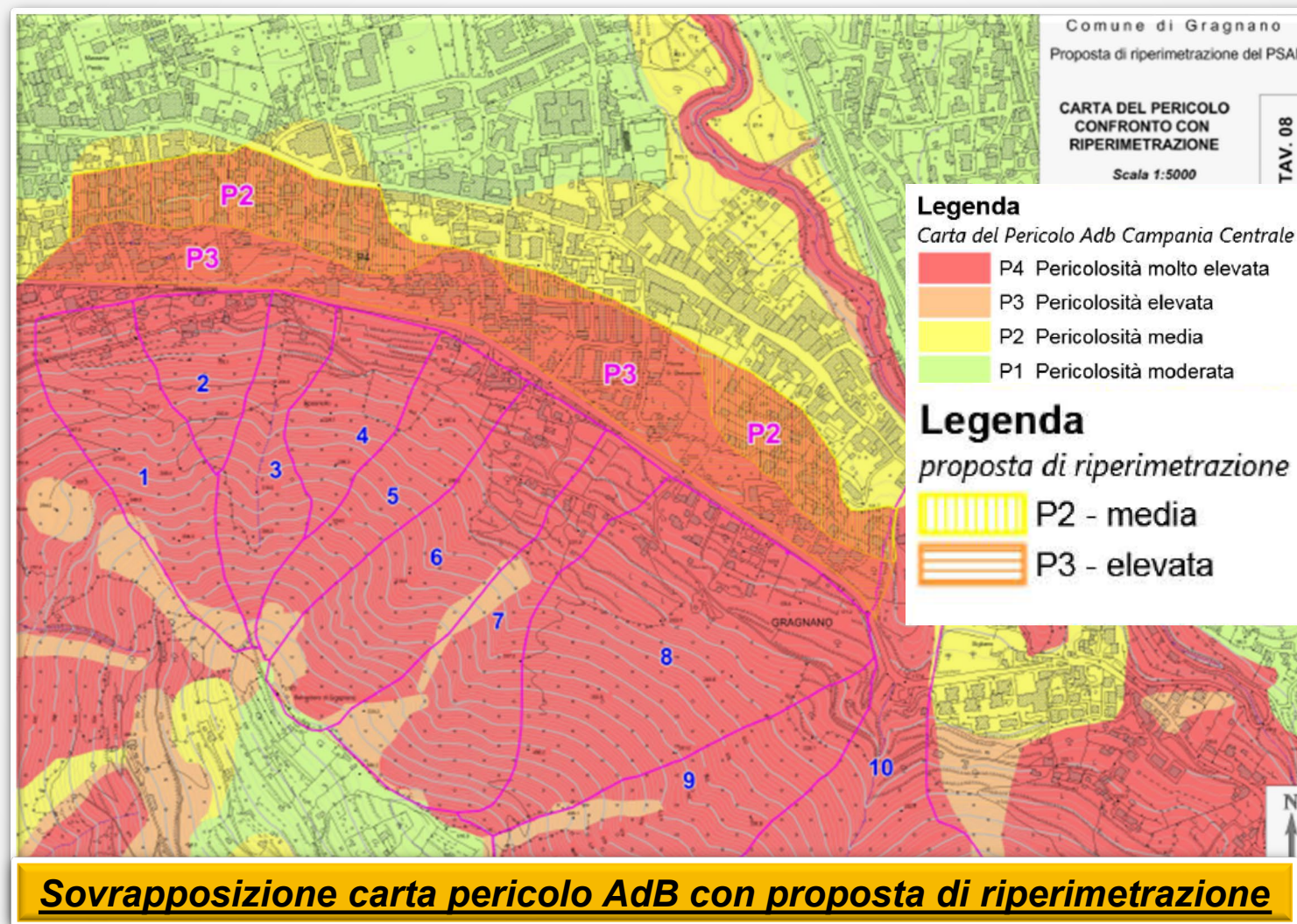


***«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»***

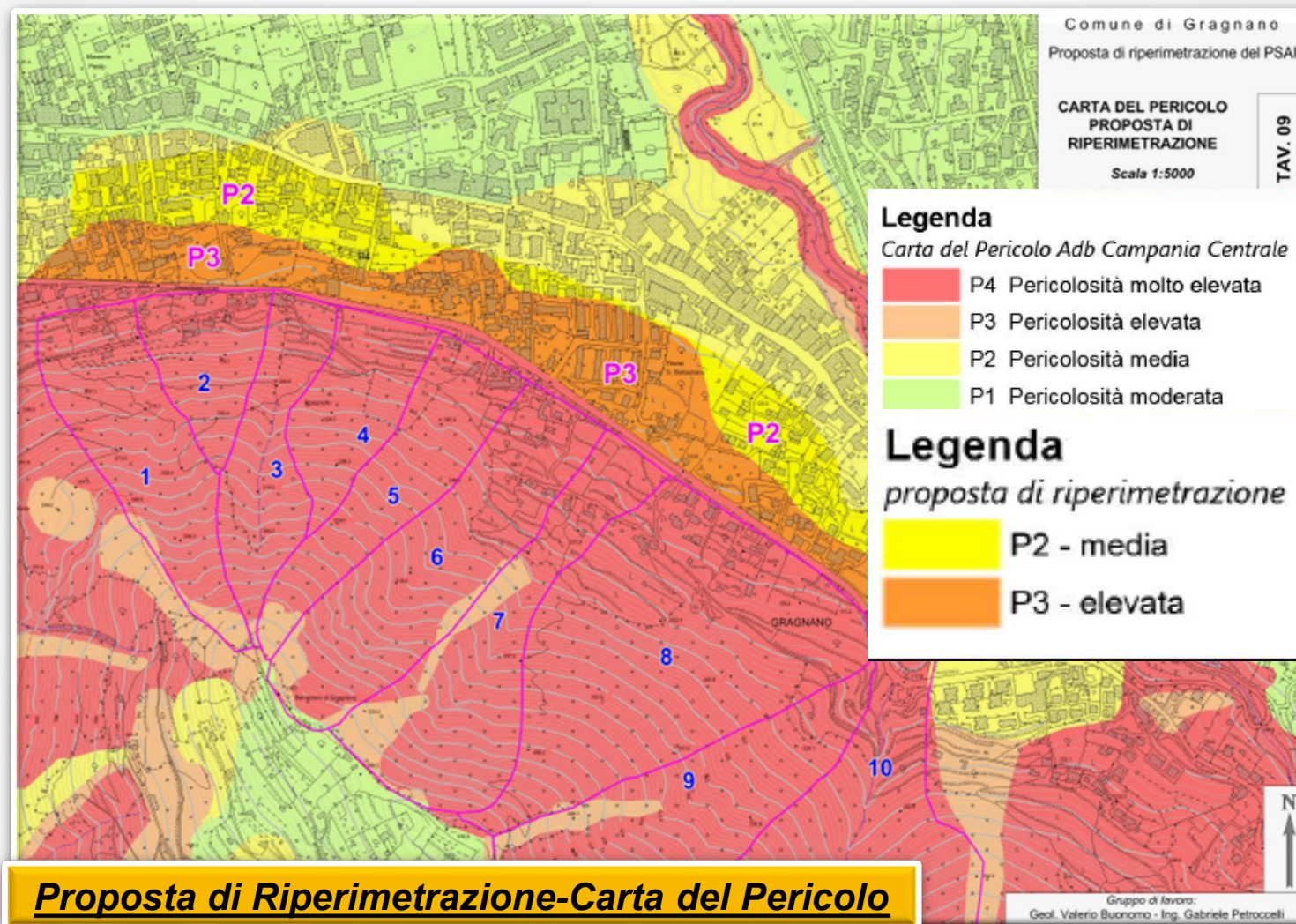
## **Conclusioni**

Alla luce delle analisi multidisciplinari di carattere geomorfologico-geotecnico-idrologico ed idraulico condotte, mirate ad individuare le zone potenzialmente interessate da invasione/deposito (Runout) di materiale piroclastico, è stato possibile, per il territorio comunale di Gragnano, formulare una proposta di ripermetrazione delle aree a pericolo da frana di fondovalle, mediante la quale è stata modificata la perimetrazione delineata dall'Autorità di Bacino Campania Centrale nell'ambito della redazione del PSAI.

**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla riperimetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**



**«Studio geotecnico ed idraulico di dettaglio di alcuni bacini imbriferi del monte Pendolo, nel territorio comunale di Gragnano (NA), finalizzato alla ripermetrazione di aree a pericolo e rischio da frana del tipo colata rapida»**



### Caso di studio 3 - LAURIA – PZ –

#### «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

Il presente lavoro riguarda la progettazione geotecnica e strutturale degli interventi di **“Consolidamento e messa in sicurezza della S.P. ex SS 19 delle Calabrie Lagonegro - Pecorone (Viabilità alternativa al tratto autostradale A3 SA/RC )”** interessata da dissesti indotti da movimenti gravitativi di versante, ascrivibili alla categoria delle frane complesse. Il movimento in atto è frutto della combinazione di due movimenti, ossia, scivolamenti rotazionali che evolvono in colamenti. In particolare è stata eseguita la progettazione di **STRUTTURE MONOANCORAGGIO tipo READY-C500** nel tratto compreso tra le progressive km 129+020 e km 129+125, in località Pecorone, nel Comune di Lauria (PZ). Tale intervento ha permesso di mitigare sensibilmente il rischio idrogeologico per persone e/o cose lungo la strada provinciale ex SS19 delle Calabrie.





## «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

### INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

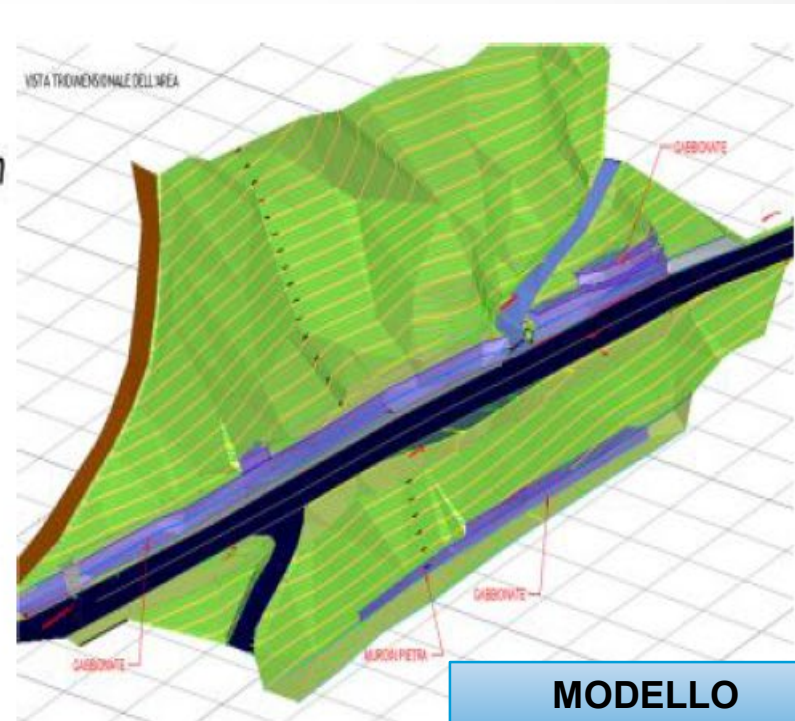
È evidente che trattasi di fenomeno puntale e limitato arealmente, in quanto, a contorno, mancano altri indizi di dissesti simili sulla porzione residua dell'opera e, allo stesso modo, mancano indizi di dissesti, di diversa tipologia sull'asse stradale e/o sui manufatti edificati sia a valle che monte.



**CARTA  
GEOMORFOLOGICA**

### LEGENDA

-  *Ripiano morfologico da scollamento gravitativo in fase di quiescenza*
-  *Ripiano morfologico intagliato al di sopra della successione litoide del FLYSCH GALESTRINO*
-  *Versante strutturale intagliato al di sopra della successione litoide del FLYSCH GALESTRINO*



**MODELLO  
GEOMETRICO 3D**

# «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

## CAMPAGNA DI INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITA

- a) n° 1 sondaggio a rotazione e campionamento continuo mediante sonda terebratrice;
- b) b) n° 1 Prospezione Sismica di tipo **M.A.S.W.** per la ricostruzione del profilo del sottosuolo e la conseguente attribuzione dello stesso alle categorie sismiche previste dalle **NTC 2018**;
- c) c) n° 1 Prospezione Sismica a Rifrazione.

**LE PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE** hanno permesso l'investigazione di un tratto di territorio maggiore rispetto all'indagine puntuale (sondaggio geognostico diretto) consentendone la taratura del modello e la correlazione tra i sismostrati e gli orizzonti stratigrafici.

	<i>Velocità Onde P (m/sec)</i>	<i>Intervallo di profondità medio</i>
<b>1</b>	<b>984,38</b>	<b>0 ÷ 5.50m</b>
<b>2</b>	<b>1.485,71</b>	

Le Prospezioni di tipo **MASW** invece sono necessarie per la classificazione ai fini sismici del sottosuolo, secondo le **NTC 2018**

<i>Sismostrato n.</i>	<i>Profondità (m)</i>	<i>Spessore (m)</i>	<i>Vp (m/sec)</i>	<i>Vs (m/sec)</i>
<b>1</b>	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>	<b>498.9</b>	<b>266.7</b>
<b>2</b>	<b>∞</b>	<b>∞</b>	<b>803.8</b>	<b>429.6</b>

per una  $V_{s,eq}$  pari a **382,84**, indicando per il sito in esame un suolo di **Tipo B**.

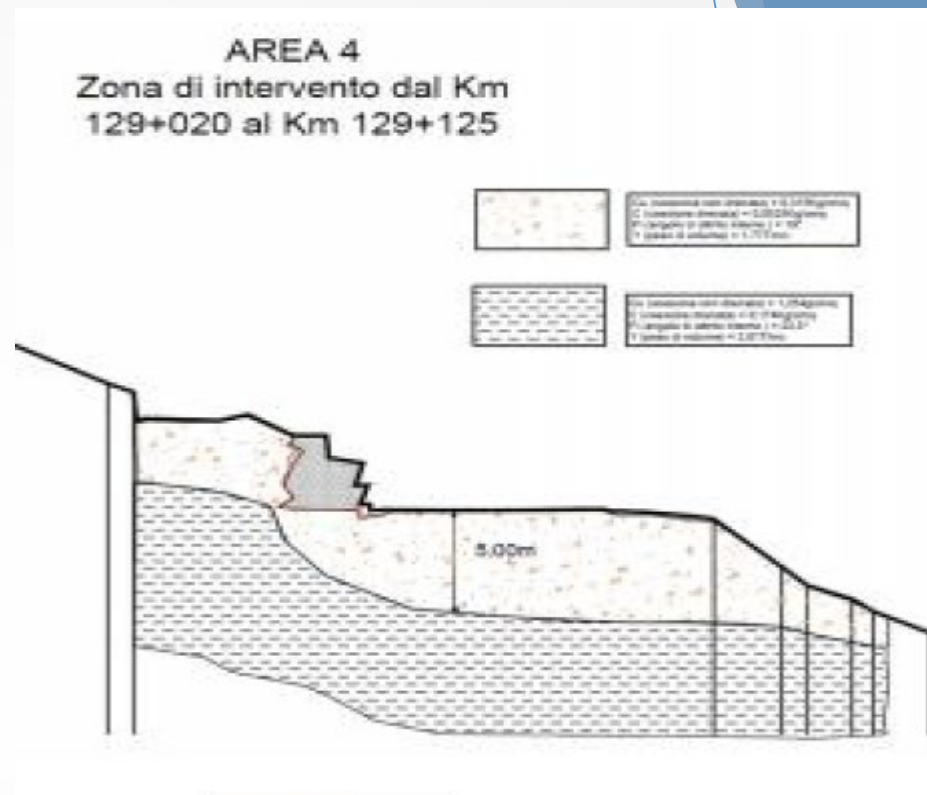


## «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

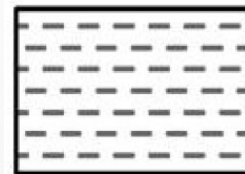
### MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO

Per il sito oggetto di intervento si è ricostruito lo schema del “**Modello geotecnico di sottosuolo**”, desunto dalle risultanze geotecniche di laboratorio e di situ, in relazione alle caratteristiche geometriche del pendio ed ai risultati dei rilievi di superficie. Il modello geotecnico di sottosuolo ha tenuto debito conto della complessità della situazione stratigrafica e geotecnica locale e dell’evidenza di eventuali movimenti gravitativi di versante pregressi, in atto e/o potenziali . Di seguito si riporta il modello geotecnico di sottosuolo con indicazione dei parametri fisici e geomeccanici caratteristici dello strato di terreno compreso nel volume significativo considerato ai fini geotecnici per l’esecuzione delle verifiche di stabilità e per la progettazione geotecnica e strutturale degli interventi di stabilizzazione individuati.

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,0525	0	19	1770	2100	LIMO ARGILLOSO DI COLORE NOCCIOLA
2	0,17	0	23,3	2014	2950	ARGILLA DI COLORE GRIGIO BRUNO



Cu (coesione non drenata) = 0,315Kg/cm<sup>2</sup>  
 C (coesione drenata) = 0,0525Kg/cm<sup>2</sup>  
 Fi (angolo di attrito interno) = 19°  
 Y (peso di volume) = 1,77T/mc



Cu (coesione non drenata) = 1,254g/cm<sup>2</sup>  
 C (coesione drenata) = 0,174Kg/cm<sup>2</sup>  
 Fi (angolo di attrito interno) = 23,3°  
 Y (peso di volume) = 2,01T/mc

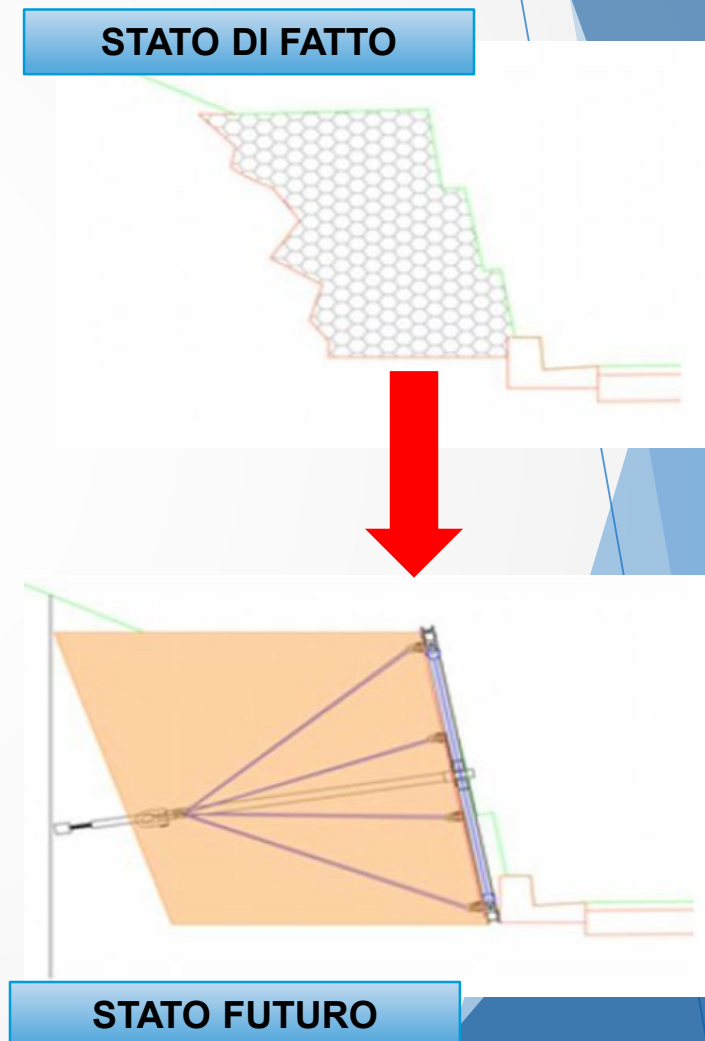
## «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

### INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA PROGETTATI

Al fine di arginare la condizione di instabilità locale per l'area oggetto di intervento è stata prevista la realizzazione **di strutture monoancoraggio tipo Ready-C500 in sostituzione** del tratto di gabbionata ammalorata. In dettaglio, di seguito si elencano le lavorazioni previste :

- demolizione del muro in gabbioni dissestato;
- recupero del materiale di riempimento dei gabbioni;
- installazione di strutture monoancoraggio tipo Ready-C500, preassemblate in stabilimento, dotate di apertura automatica e collegati ai tiranti d'ancoraggio.
- riempimento delle strutture monoancoraggio con il materiale di recupero ottenuto dalla demolizione delle gabbionate.

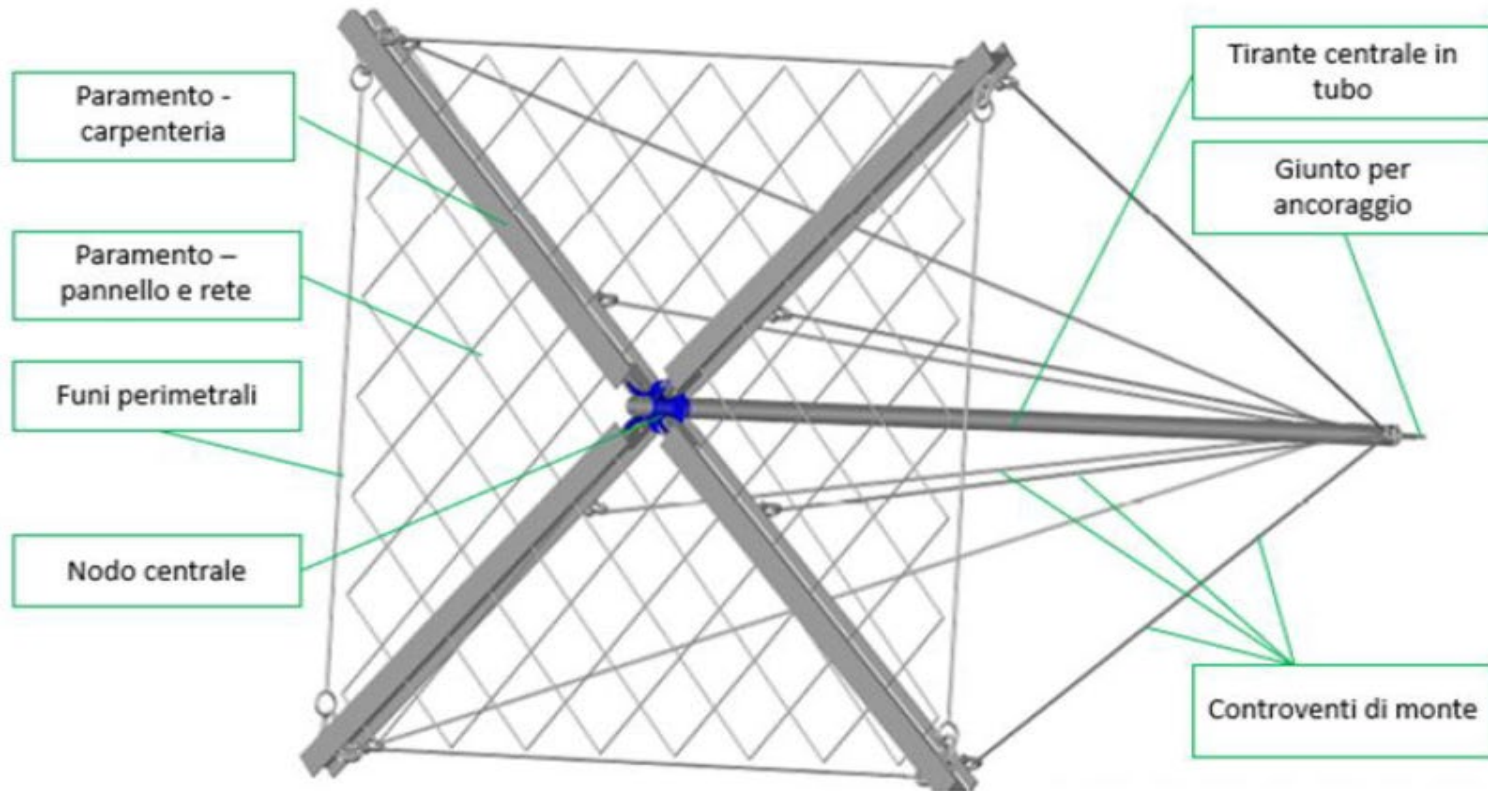
Le strutture monoancoraggio tipo Ready-C500, preassemblate in stabilimento, sono dotate di apertura automatica, e saranno collegati ai tiranti d'ancoraggio per mezzo di un grillo opportunamente dimensionato, successivamente la struttura sarà riempita a tergo con opportuno materiale. L'intervento consiste nella realizzazione di un'opera di consolidamento e sostegno del versante a monte della sede stradale, per un tratto avente **un'estensione longitudinale di circa 60 mt circa**



## «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

### STRUTTURA MONOANCORAGGIO READY-C500

La struttura monoancoraggio per consolidamento di terreni e versanti progettata è del tipo ad ombrello con meccanismo di apertura automatico, possiede un paramento frontale con dimensioni 3,60 x 3,10 m (base x altezza) e profondità di 3 mt, in grado di resistere ad una spinta nominale  $Q_d$  pari a 500 kN



## «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

### STRUTTURA MONOANCORAGGIO READY-C500

#### Caratteristiche del sistema

È una tenso-struttura costituita da uno schermo di contenimento, travi metalliche a croce, uno snodo centrale, un tirante centrale di collegamento e da stralli in fune.

Sua caratteristica peculiare è di essere una struttura mono-ancoraggio, collegata in un solo punto ad una fondazione superficiale o profonda, in base al sito di posa.

#### Vantaggi di impiego

Il Consolidatore Ready-C trova impiego ottimale come muro di sostegno, briglia, difesa spondale antierosione e, in generale, come elemento atto a stabilizzare e consolidare versanti e scarpate in terra.

L'utilizzo del Consolidatore Ready-C è favorito dai seguenti vantaggi:

- **sistema leggero e modulare;**
- **facilità di trasporto e velocità di posa;**
- **assemblaggio nullo e apertura in cantiere;**
- **impatto visivo e ambientale contenuto.**
- **spinte resistenti calcolate in accordo alle NTC DM 17-01-2018**

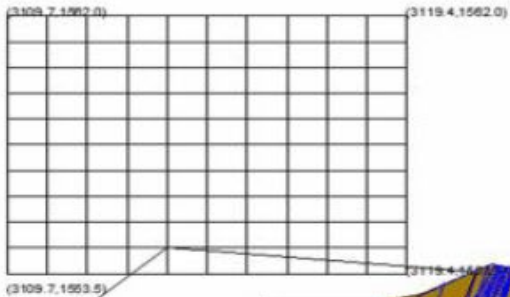


## «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

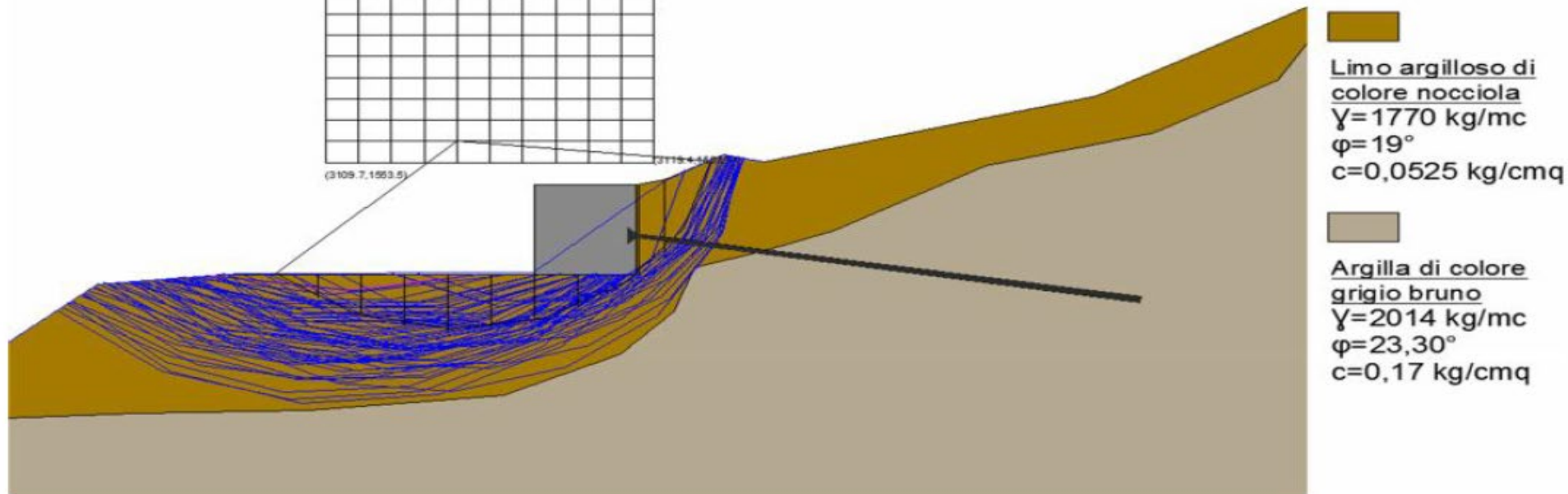
### STRUTTURA MONOANCORAGGIO READY-C500

Dai risultati delle analisi di stabilità globale del complesso terreno-opera si evince che, per l'ipotesi di calcolo implementata (Metodo di Bishop superficie di scorrimento circolare), l'opera progettata apporterà un incremento del coefficiente globale di sicurezza, considerando le attuali condizioni di instabilità (dissesto avvenuto coefficienti di sicurezza << all'unità). Difatti i coefficienti di sicurezza ottenuti, nella condizione ex post, sono maggiori del grado di sicurezza ritenuto accettabile ai sensi delle NTC18 (minimo fattore di sicurezza pari a 1,35)

$x_c=3113.59$   $y_c=1554.33$   $R_c=7.53$   $F_s=1.35$



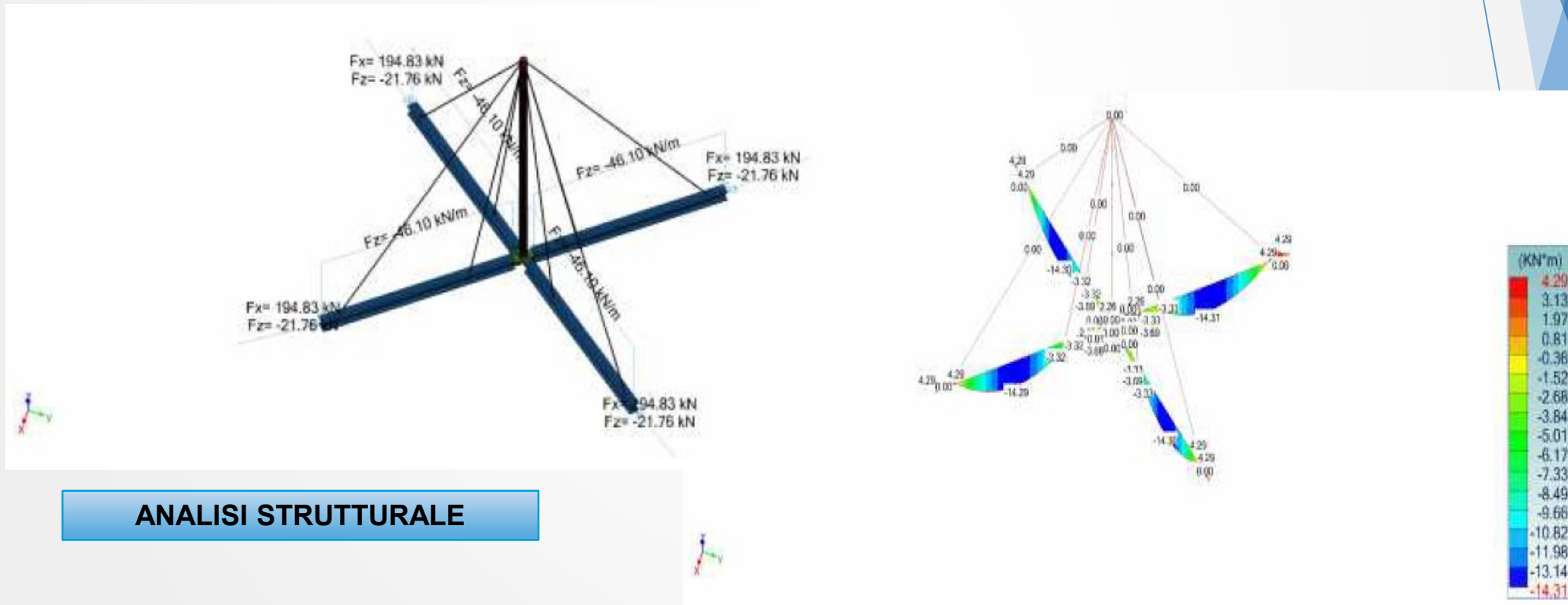
### ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO



## «STABILIZZAZIONE DI UN PENDIO MEDIANTE STRUTTURE MONOANCORAGGIO TIPO READY-C500»

### STRUTTURA MONOANCORAGGIO READY-C500

È stata condotta anche una analisi strutturale della struttura monoancoraggio Ready-C500 che ha fornito risultati più che soddisfacenti in merito alla resistenza agli sforzi indotti.



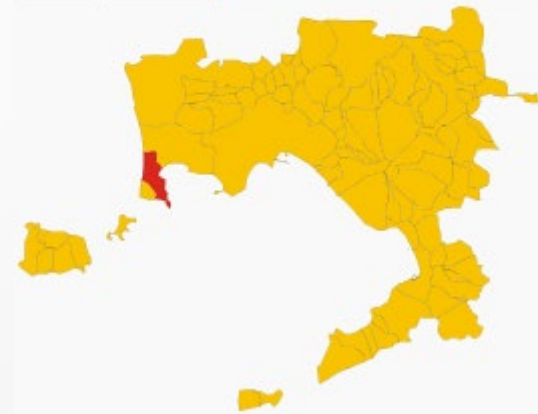
ANALISI STRUTTURALE



## Caso di studio 4 - BACOLI – NA –

### «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE.»

La progettazione geotecnica e strutturale è finalizzata ad individuare idonei interventi di difesa idrogeologica mirati alla messa in sicurezza del costone roccioso incombente su di un di arenile. Il sito è ubicato alla via Pennata del Comune di Bacoli (NA).

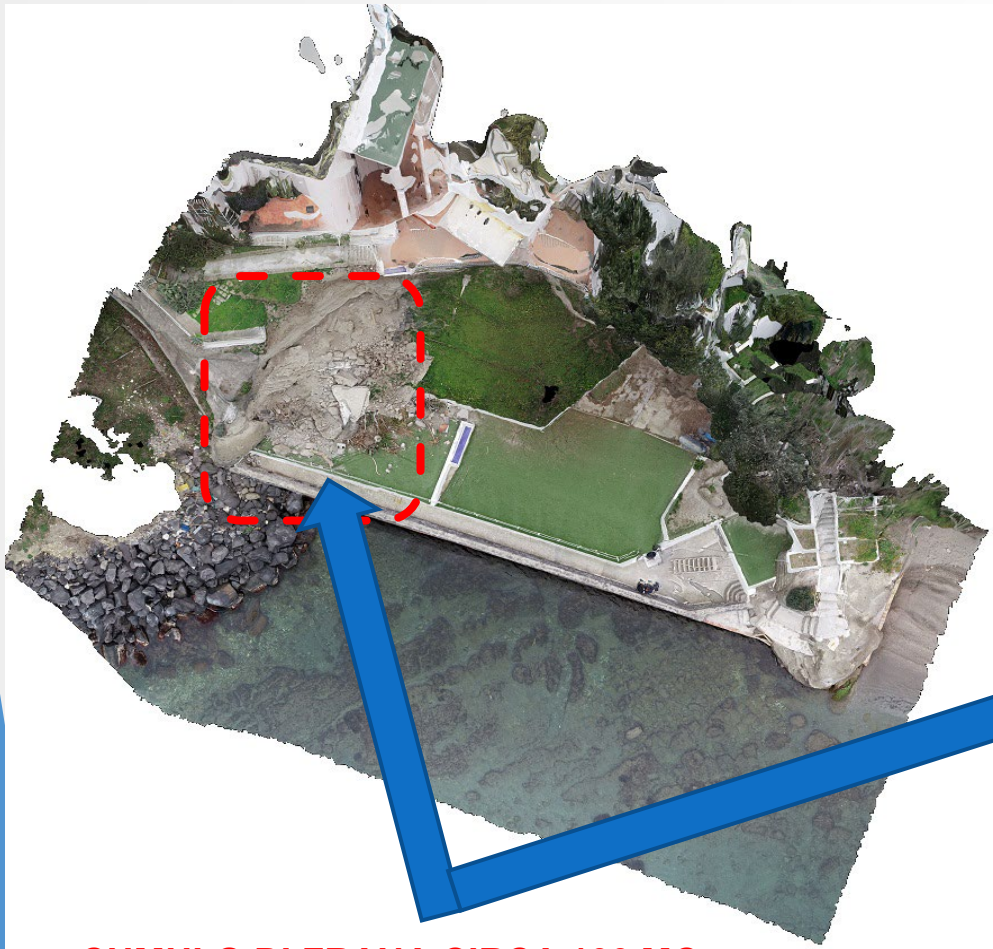


CUMULO DI FRANA CIRCA 100 MC



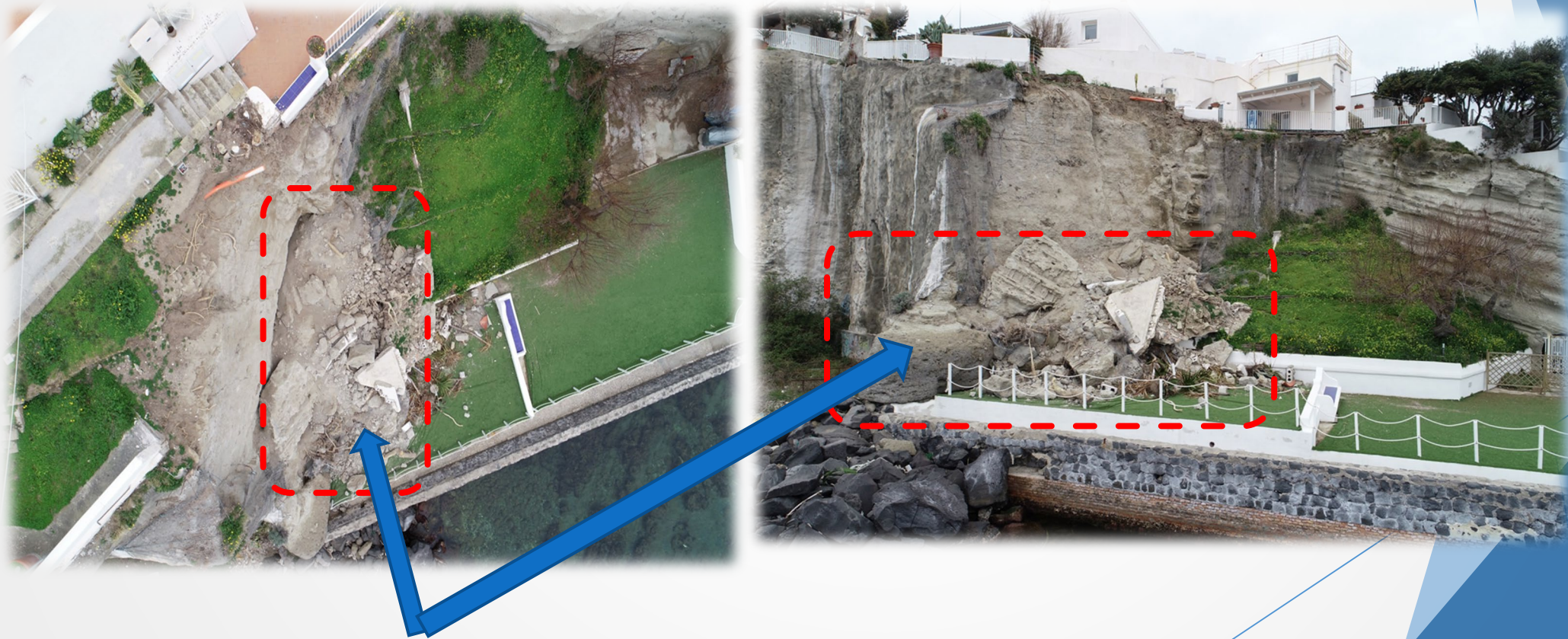
*«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE.»*

**EVENTO FRANOSO**



**CUMULO DI FRANA CIRCA 100 MC**

«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»



**CUMULO DI FRANA CIRCA 100 MC**

## «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

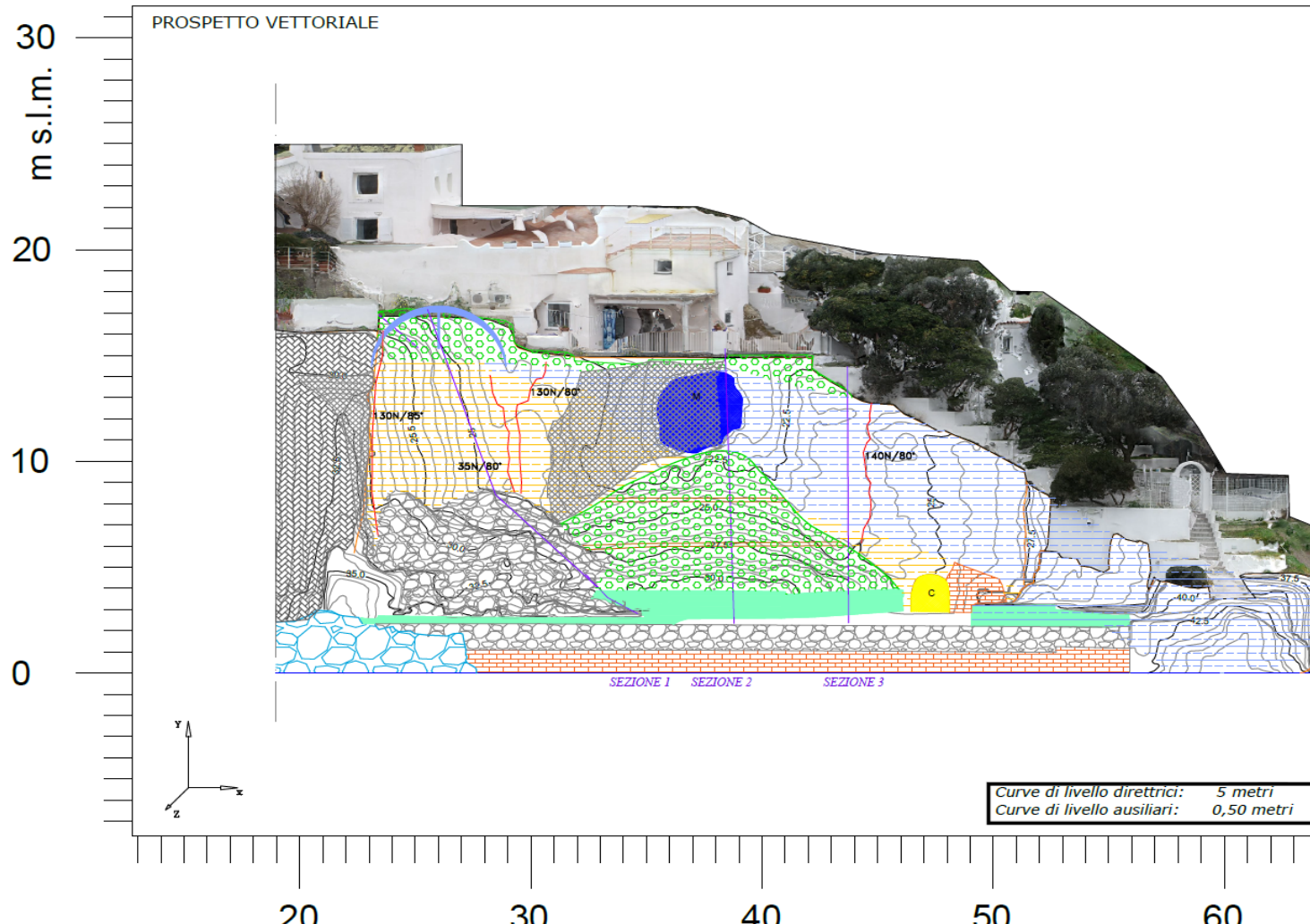
### ***Aspetti geologici ed ispezione***

Dal punto di vista geologico il litotipo affiorante rientra nella formazione del **Tufo di Porto Miseno**, formazione associata all'anello di tufo di origine freatomagmatica esplosiva di Porto Miseno, che presenta uno **spessore massimo di circa 30 metri**, con età di messa in posto di circa 6.500 anni fa. **Nella formazione si distinguono due facies: la facies inferiore** che forma gran parte dell'intera successione, costituita da **tufo giallo litificato molto ricco in pomici grigie e litici lavici e minori scorie**; la **facies superiore** costituita da un **deposito cineritico grigio incoerente con pomici e litici meno abbondanti** dalle dimensioni mediamente meno grossolane rispetto alla facies inferiore. **Entrambe le facies presentano evidente stratificazione, da planare ad ondulata.**

***Il litotipo nel quale è avvenuta la frana appartiene prevalentemente alla facies inferiore, rappresentato da un tufo litificato, anche se con caratteristiche geomeccaniche non ottimali.*** Nella parte sommitale di questa parte di falesia sono presenti i depositi fortemente rimaneggiati anche a seguito delle opere realizzate.

# «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

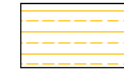
## Aspetti geologici ed ispezione



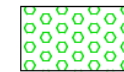
### LEGENDA



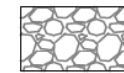
Tufo di Porto Miseno (facies sup.): deposito cinerico grigio incoerente con pomici e litici, dalle dimensioni mediamente meno grossolane; la facies presenta evidente stratificazione da planare ad ondulata



Tufo di Porto Miseno (facies inf.): tufo giallo litificato, molto ricco in pomici grigie e litici lavici; la facies presenta evidente stratificazione da planare ad ondulata



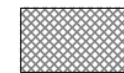
Deposito rimaneggiato: deposito costituito da materiale detritico di origine naturale e antropica fortemente rimaneggiato; sul cumulo basso sono evidenti tracce di interventi di sistemazione con cordolo in viminata



Deposito di frana: cumulo di frana di crollo recente, contenete porzioni di roccia tufacea e brandelli delle strutture antropiche sommitali coinvolte nell'evento franoso



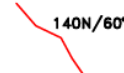
Intervento di sistemazione nell'area adiacente con spritz beton



Rete in aderenza di intervento di sistemazione recente, parzialmente divelta durante il recente evento franoso



Nicchia di crollo recente



Discontinuità significativa con giacitura 140N/60°



Cavità artificiale



Concavità morfologica

«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

Come CARATTERIZZARE la falesia sotto il profilo geotecnico ?????????????????????????????????



ROCCE LAPIDEE

????????????????

ROCCE SCIOLTE



FRANE IN FORMAZIONI COMPLESSE



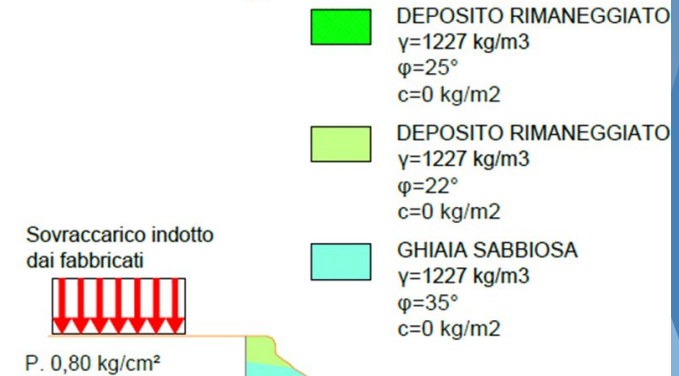
## «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

### MODELLO GEOTECNICO

Per il sito oggetto di intervento si è ricostruito lo schema del “**Modello geotecnico di sottosuolo**”, desunto dalle risultanze geotecniche di laboratorio e di situ, in relazione alle caratteristiche geometriche del pendio ed ai risultati dei rilievi di superficie. Il modello geotecnico di sottosuolo ha tenuto debito conto della complessità della situazione stratigrafica e geotecnica locale e dell’evidenza di eventuali movimenti gravitativi di versante pregressi, in atto e/o potenziali . Di seguito si riporta il modello geotecnico di sottosuolo con indicazione dei parametri fisici e geomeccanici caratteristici dello strato di terreno compreso nel volume significativo considerato ai fini geotecnici per l’esecuzione delle verifiche di stabilità e per la progettazione geotecnica e strutturale degli interventi di sistemazione idrogeologica.

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	0	22	1227	1227	DEPOSITO RIMANEGGIATO
2	0.0	0	35	1227	1227	GHIAIA SABBIOSA

### SEZIONE 1 Modello geotecnico





## «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

### ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO

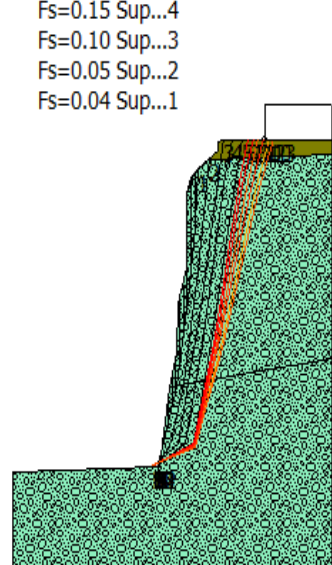
Le verifiche di stabilità del fronte sono state condotte nella configurazione di pendio senza interventi di ingegneria geotecnica e in presenza di interventi, al fine di determinare l'incremento del coefficiente di sicurezza globale del pendio in seguito all'applicazione delle opere progettate.

Le analisi di stabilità sono state condotte mediante l'applicazione dei metodi classici dell'equilibrio limite (LEM) implementando il **metodo di Jambu**, considerando **superfici di scorrimento di forma qualsiasi**.

Le analisi di stabilità sono state condotte in condizioni dinamiche, secondo metodologie che hanno tenuto conto del tipo di frana, ovvero dei cinematismi potenzialmente ammissibili, considerando forma e posizione dell'eventuale superficie di scorrimento e proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso. Inoltre, **le verifiche sono state esperite lungo superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente a ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso.**

Fs=0.31 Sup...13  
 Fs=0.27 Sup...12  
 Fs=0.25 Sup...11  
 Fs=0.28 Sup...10  
 Fs=0.27 Sup...9  
 Fs=0.26 Sup...8  
 Fs=0.25 Sup...7  
 Fs=0.27 Sup...6  
 Fs=0.27 Sup...5  
 Fs=0.15 Sup...4  
 Fs=0.10 Sup...3  
 Fs=0.05 Sup...2  
 Fs=0.04 Sup...1

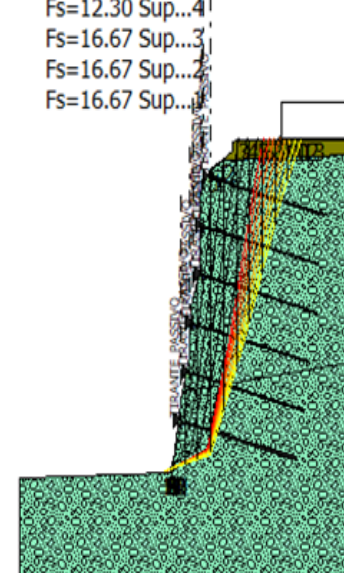
### ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO – EX ANTE



- DEPOSITO RIMANEGGIATO  
 $g=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $gs=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $Fi=22^\circ$   
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$
- GHIAIA SABBIOSA  
 $g=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $gs=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $Fi=35^\circ$   
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$
- GHIAIA SABBIOSA  
 $g=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $gs=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $Fi=35^\circ$   
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$

Fs=1.30 Sup...13  
 Fs=1.56 Sup...12  
 Fs=1.85 Sup...11  
 Fs=2.27 Sup...10  
 Fs=4.60 Sup...9  
 Fs=5.70 Sup...8  
 Fs=7.11 Sup...7  
 Fs=9.51 Sup...6  
 Fs=10.80 Sup...5  
 Fs=12.30 Sup...4  
 Fs=16.67 Sup...3  
 Fs=16.67 Sup...2  
 Fs=16.67 Sup...1

### ANALISI DI STABILITÀ DEL PENDIO – EX POST



- DEPOSITO RIMANEGGIATO  
 $g=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $gs=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $Fi=22^\circ$   
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$
- GHIAIA SABBIOSA  
 $g=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $gs=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $Fi=35^\circ$   
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$
- GHIAIA SABBIOSA  
 $g=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $gs=1227 \text{ Kg/m}^3$   
 $Fi=35^\circ$   
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$

A2+M2+R2

NTC2018

## «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

### INTERVENTI DI PROGETTO

In relazione alle risultanze della caratterizzazione geologica geotecnica e sismica delle aree analizzate, nonché in funzione delle specifiche competenze sono stati proposti e progettati i seguenti interventi di ingegneria geotecnica per la difesa del suolo, mirati alla stabilizzazione del costone studiato.

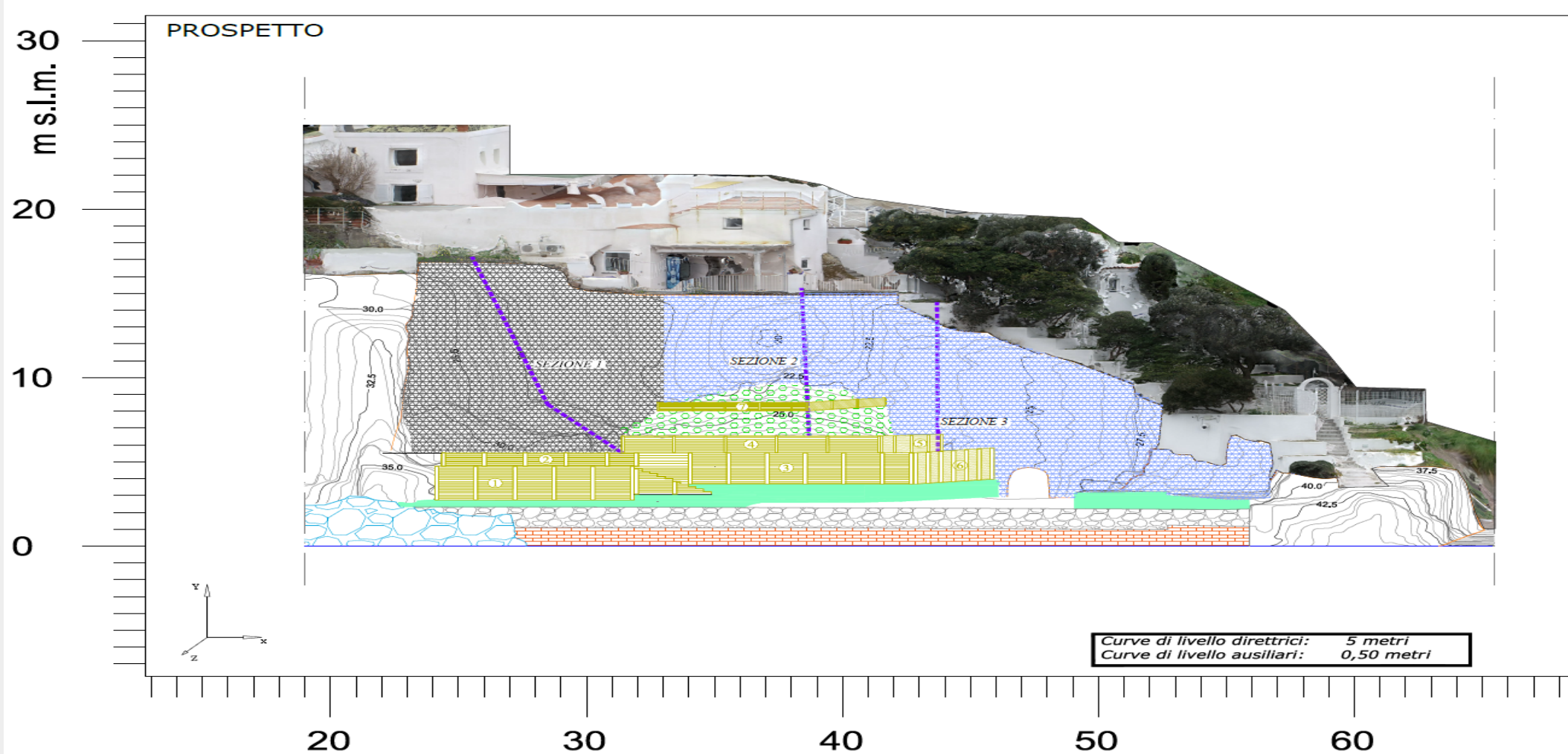
**PROTEZIONE CORTICALE CON SISTEMA 3STUTOR Plus Ultra 100/4,5** costituito da rete metallica a medio-alta resistenza e bassa deformazione strutturale con maglia di dimensioni 100x146 mm filo  $\varnothing 4,5$  con **protezione dalla corrosione in 90% Zn - 10% Al**. Il Sistema di protezione corticale sarà rinforzato con doppie funi  $\varnothing 12$  orizzontali ancorate con barre  $\varnothing 24$  di acciaio tipo Gewi 670/ 800 disposte a maglia 2x2 mt. Le barre saranno alloggiare in perfori  $\varnothing 80$ . Gli ancoraggi di lunghezza 6 mt saranno inclinati rispetto all'orizzontale di  $15^\circ$ . Il sistema 3STUTOR sarà accoppiato ad un antiersivo in geostuoia tridimensionale polimerica.

Si precisa che per ragioni logistiche e operative una porzione del costone roccioso de quo è stata stabilizzata mediante barre autoperforanti R32S in luogo delle barre GEWI succitate.

**RIMODELLAZIONE DEL CUMULO DI FRANA** costituito da porzioni di roccia tufacea e brandelli delle strutture antropiche sommitali coinvolte nell'evento franoso.

«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»

INTERVENTI DI PROGETTO



# «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

## INTERVENTI DI PROGETTO

### SEZIONE 1 Intervento

#### PROTEZIONE CORTICALE

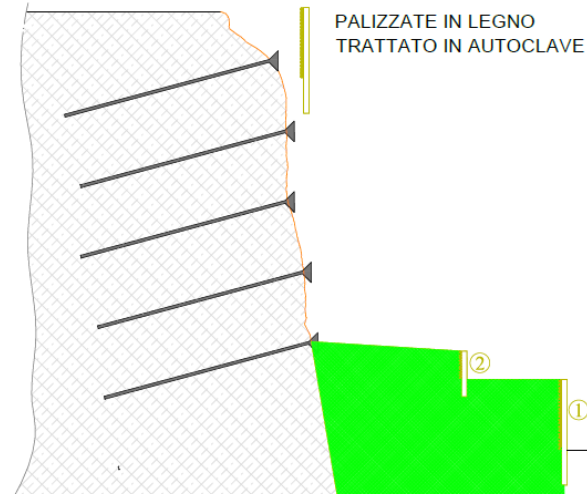
Sistema 3STUTOR Plus Ultra 100/4,5 costituito da rete metallica a medio-alta resistenza e bassa deformazione strutturale con maglia di dimensioni 100x146 mm filo Ø4,5 con protezione dalla corrosione in 90% Zn - 10% Al.

Il sistema 3STUTOR sarà accoppiato ad un antiersivo in geostuoia tridimensionale polimerica.

#### TIRANTI PASSIVI

Ancoraggi in barre Ø24 di acciaio tipo Gewi 670/ 800 disposte a maglia 2x2 mt. Le barre, munite di tubo stabilizzatore, saranno alloggiare in perfori Ø80.

Gli ancoraggi di lunghezza 6 mt saranno inclinati rispetto all'orizzontale di 15°.



### SEZIONE 3 Intervento

#### PROTEZIONE CORTICALE

Sistema 3STUTOR Plus Ultra 100/4,5 costituito da rete metallica a medio-alta resistenza e bassa deformazione strutturale con maglia di dimensioni 100x146 mm filo Ø4,5 con protezione dalla corrosione in 90% Zn - 10% Al.

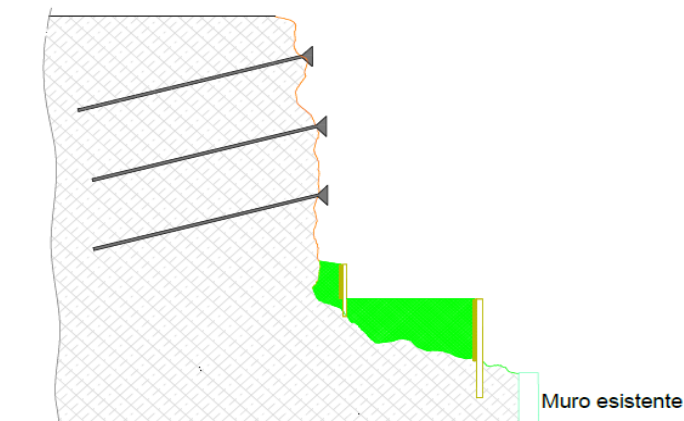
Il sistema 3STUTOR sarà accoppiato ad un antiersivo in geostuoia tridimensionale polimerica.

#### TIRANTI PASSIVI

Ancoraggi in barre Ø32 autopercoranti R32S (resistenza di snervamento 280 kN resistenza di rottura 360kN) disposte a maglia 2x2 mt. Le barre saranno alloggiare in perfori Ø80.

Gli ancoraggi di lunghezza 6 mt saranno inclinati rispetto all'orizzontale di 15°.

PALIZZATE IN LEGNO  
TRATTATO IN AUTOCLAVE



# «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

## INTERVENTI DI PROGETTO

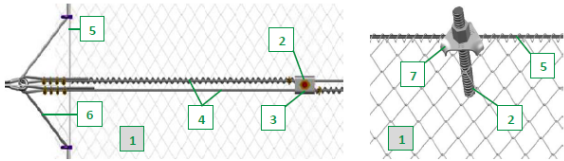
**incofiltech** Srl  
 Via degli Artigiani, 52 - Z.I. Ciro 38067 - Pargine Valugiana (TN) Tel. +39 0461 534 000 Web: www.incofil.com  
 Fax +39 0461 533 888 Email: info@incofil.com  
 CERT. N. 07273

Scheda Tecnica Prestazionale  
 Rev. 00-2016

### Sistema 3STUTOR® Plus 100/4,5 Sistema Rinforzato

#### Descrizione generale

Il Sistema 3STUTOR® Rinforzato 100/4,5 è un sistema innovativo per il contenimento di fenomeni di instabilità locali, prodotto sulla base di studi all'avanguardia delle interazioni terreno-rete e caratterizzato da alte resistenze a trazione e bassa deformabilità strutturale. Il Sistema Rinforzato è in grado di contenere elevate spinte del terreno grazie alla presenza di funi di rinforzo longitudinali.



Nello schema di posa Rinforzato il Sistema si compone dei seguenti elementi:

- 1 - Rete 3STUTOR® Plus;
- 2 - Griglia di ancoraggi per il fissaggio della rete al terreno\*;
- 3 - Piastre 3S PI, per la connessione fra ancoraggi, funi di rinforzo e rete;
- 4 - Doppie funi longitudinali di rinforzo;
- 5 - Fune perimetrale\*;
- 6 - Fune di supporto laterale\*;
- 7 - Piastre 3S Delta, per la connessione perimetrale fra ancoraggi, funi perimetrali e rete.

#### Caratteristiche geometriche e meccaniche

Caratteristiche geometriche della rete 3STUTOR® Plus		Griglia di ancoraggi***		Diametro funi di rinforzo		Supporto unitario rete (tN/m <sup>2</sup> )
Parametro	Valore	S <sub>x</sub> (m)	S <sub>y</sub> (m)	(mm)		
Dimensioni rombo	100 x 146 mm	3,0	3,0	2 x Ø18		25
Angolo della spirale al vertice	58°	2,5	3,6	2 x Ø20		30
Diametro del cerchio inscritto	75 mm					
Spessore rete	15,8 mm					
N° di spire lungo l'orizzontale	10 spire/m					
N° di spire lungo la verticale	6,8 spire/m					
Rotolo (larghezza x lunghezza)**	3,0 x 16,7 m					
Superficie per rotolo	50 m <sup>2</sup>					
Peso rotolo	170 Kg					
Caratteristiche del filo di acciaio		Caratteristiche meccaniche della rete 3STUTOR® Plus				
Diametro	4,5 mm	Resistenza a trazione della rete nella direzione principale (T <sub>r</sub> )		170 kN/m		
Resistenza a acciaio	900 N/mm <sup>2</sup>	Deformazione unitaria sotto carico		2,8 %		
Resistenza a trazione del filo	14,6 kN	Resistenza a punzonamento		100 kN		
Protezione dalla corrosione						
Tipo	TUTOR® Plus	TUTOR® Plus Ultra				
Composizione	55% Zn - 5% Al	90% Zn - 10% Al				
Rivestimento	> 300 gr/m <sup>2</sup>	> 300 gr/m <sup>2</sup>				
Prova in nebbia salina (5% DBR)	> 3000 ore	> 4000 ore				

\* Da valutare in fase di progetto  
 \*\* A richiesta disponibili rotoli di lunghezza pari a 33,4 m (100 m<sup>2</sup> e 350 kg)  
 \*\*\* Installazioni con griglie di ancoraggio diverse sono scongiurate

**COMUNE DI BACOLI**  
 PROVINCIA DI NAPOLI

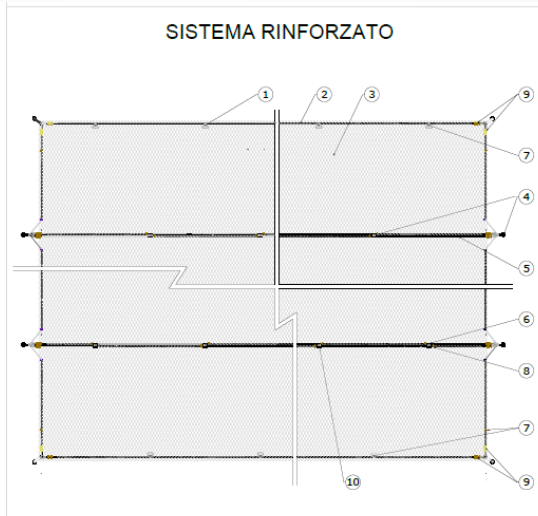
OGGETTO: **INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE**  
 Via Pennata Comune di Bacoli (NA)

COMITENTE: **Avv. Antonio TOCI**

ESAMINATA: **TAV 02 - INTERVENTI DI PROGETTO (PARTICOLARI)**

REDAZIONE: **Ing. Francesco De Santis**  
 Ing. Roberto De Santis

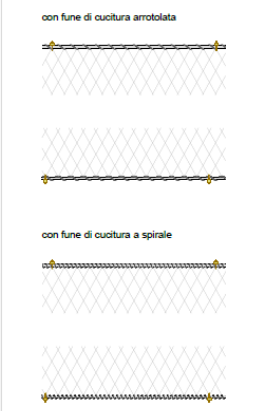
DATA: **10/05/2016**



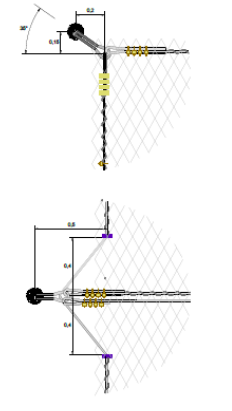
- L'ordine di installazione sarà il seguente:
1. Tracciamento sul sito della posizione, perforazione e installazione degli ancoraggi per il bordo superiore del sistema.
  2. Stesura e fissaggio della rete nel bordo superiore.
  3. Collegamento verticale dei pannelli adiacenti della rete.
  4. Tracciamento sul sito della posizione di perforazione e installazione degli ancoraggi per i bordi laterali del sistema. Lo stesso per gli ancoraggi interni del sistema.
  5. Stesura delle funi metalliche di rinforzo orizzontali.
  6. Posizionamento delle piastre nelle teste di ancoraggio e serraggio al terreno con dadi. Il serraggio iniziale delle funi metalliche di rinforzo orizzontali fino agli ancoraggi perimetrali nei quali sono fissate, dovrà essere sopra il terreno.
  7. Controventatura perimetrale del sistema (fissaggio delle funi superiore, inferiore e laterali).
  8. Collegamento della rete alle funi in acciaio di rinforzo orizzontali.
  9. Serraggio delle funi perimetrali del sistema (funi superiore, inferiore e laterali).
  10. Avvicinamento e caricamento degli ancoraggi interni.
  11. Per il sistema di ancoraggio attivo, procedura di caricamento degli ancoraggi.
  12. Controllo e certificazione del sistema.

**incofiltech** Schede Tecniche  
**Piastre DELTA**  
**METIGO S.p.A.**

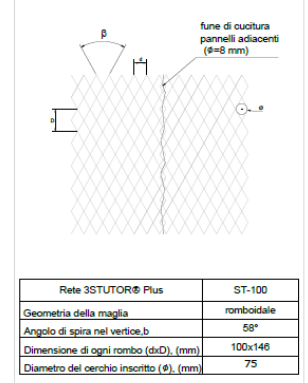
#### COLLEGAMENTO FUNE SUPERIORE/INFERIORE CON PANNELLO IN RETE



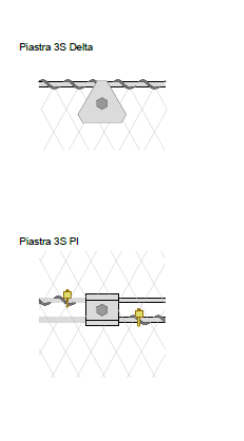
#### APPLICAZIONE DEI MORSETTI SU FUNI PERIMETRALI



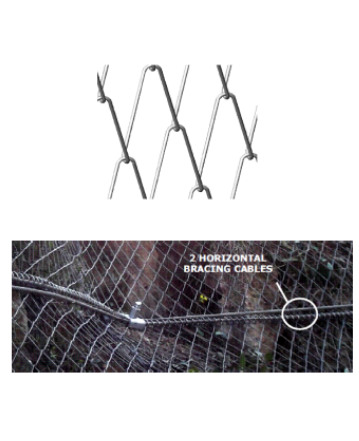
#### DETTAGLI TECNICI RETE E PARTICOLARE COLLEGAMENTO PANNELLI DI RETE ADIACENTI



#### PARTICOLARE PIASTRE DI RIPARTIZIONE

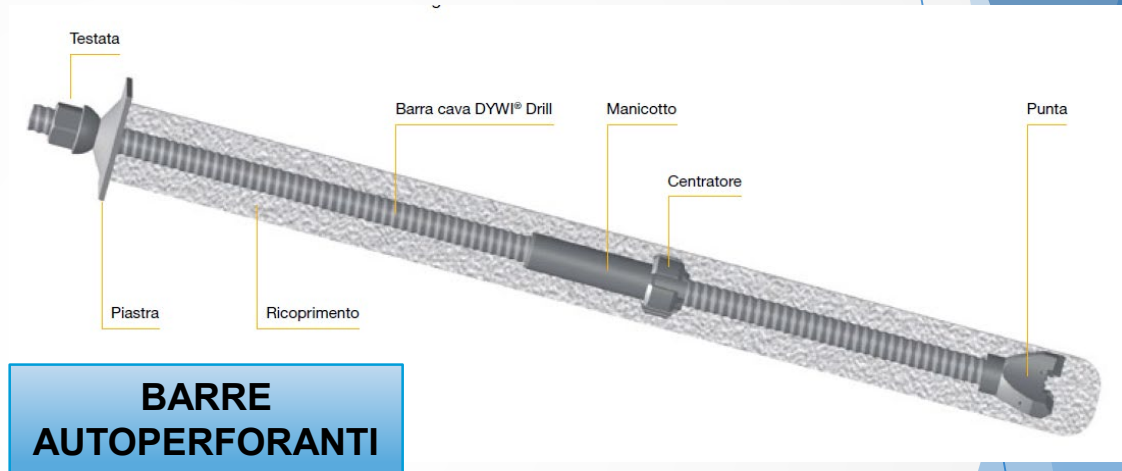
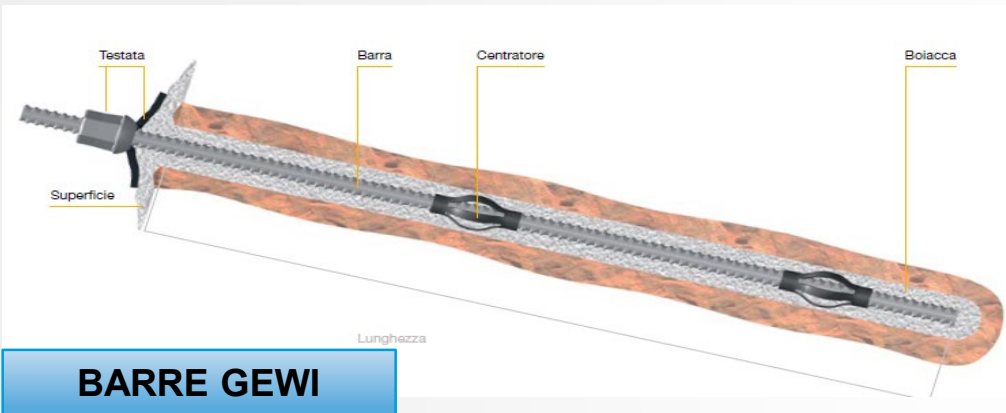


#### PARTICOLARI 3D RETE TUTOR E FUNI DI RINFORZO



# «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»

## INTERVENTI DI PROGETTO



**BARRE GEWI**

**BARRE AUTOPERFORANTI**

Chiodi GEWI® Plus / Bulloni da roccia, Barre S670/800

Diametro nominale Ø [mm]	Tensione snerv. / rottura $f_{0,2}/f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Sezione trasversale A [mm <sup>2</sup> ]	Carico snervamento $F_{yk}$ [kN]	Carico ultimo $F_{tk}$ [kN]	Peso [kg/m]	Peso DCP [kg/m]	Omolog.
18	670/800	254	170	204	2.00	5.4	
22	670/800	380	255	304	2.98	6.5	X
25	670/800	491	329	393	3.85	7.0	X
28	670/800	616	413	493	4.83	8.6	X
30	670/800	707	474	565	5.55	9.0	X
35	670/800	962	645	770	7.55	11.3	X
43	670/800	1,452	973	1,162	11.40	15.8	X
57.5	670/800	2,597	1,740	2,077	20.38	30.0	X
63.5	670/800	3,167	2,122	2,534	24.86	32.4	X
75	670/800	4,418	2,960	3,534	34.68	43.5	X

Dati tecnici

Tipo	Sezione trasversale A [mm <sup>2</sup> ]	Carico snerv. $F_{yk}$ [kN]	Carico ultimo $F_{tk}$ [kN]	Peso [kg/m]	Omolog.
R32-210 (R32L)	340	160	210	2.65	○ X △
R32-250	370	190	250	2.90	○ X △
R32-280 (R32N)	410	220	280	3.20	○ X △
R32-320	470	250	320	3.70	○ X △
R32-360 (R32S)	510	280	360	4.00	○ X △
R32-400	560	330	400	4.40	○ X △
R38-420	660	350	420	5.15	○ X △
R38-500 (R38N)	750	400	500	5.85	○ X △
R38-550	800	450	550	6.25	○ X △
R51-550 (R51L)	890	450	550	6.95	○ X △
R51-660	970	540	660	7.65	○ X △
R51-800 (R51N)	1,150	640	800	9.00	○ X △
T76-1200 (T76L)	1,610	1,000	1,200	12.60	
T76-1600 (T76N)	1,990	1,200	1,600	15.60	
T76-1900 (T76S)	2,360	1,500	1,900	18.50	

# «INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA PORZIONE DI ARENILE»


## INTERVENTI DI PROGETTO

### GEOSTUOIA TRIDIMENSIONALE

La geostuoia tridimensionale rappresenta un sistema di protezione immediata e permanente dall'erosione superficiale dei suoli. Il materiale è progettato per una durata minima prevista di 25 anni in terreni naturali con pH compreso tra 4 e 9 e temperatura del terreno inferiore a 25°C.

### PRINCIPALI VANTAGGI

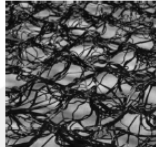
- Resistenza alla temperatura da - 40°C a + 80 °C nessuna riduzione della flessibilità o della resistenza.
- Infiammabilità classe B2 (DIN 4102). Bassa infiammabilità e bassa produzione di fumi.
- Invecchiamento. Buona resistenza agli agenti atmosferici e alle radiazioni UV.
- Resistenza chimica. Resistente a tutte le sostanze chimiche nelle concentrazioni in cui sono normalmente presenti nei terreni e nelle acque di superficie.
- Tossicità. Nessuna; approvato per l'impiego in bacini a contatto con acqua potabile; e un materiale inerte e non nocivo per l'ambiente.
- Resistenza ai roditori. Non ha nessun valore nutritivo; la struttura a filamenti della stuoia risulta sgradevole ai roditori e agli animali terricoli.



Via degli Artigiani, 52 - Z.I. Cirà  
38057 - Pergine Valsugana (TN)  
ITALY  
Tel. +39 0461 534 000  
Fax +39 0461 533 888  
Web: www.incofil.com  
Email: info@incofil.com

### Geostuoia antierosiva

3D-MAT P19



PROPRIETA' FISICHE			
Struttura	Geostuoia tridimensionale composta da monofili estrusi con morfologia isometrica a piramide		
Materia prima	polipropilene		
Colore	standard		nero (ottenuto con carbon black su base PE)
Indice dei vuoti		%	95 min
Massa areica	EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	500 (+/- 10%)
Spessore a 0,5 kPa	EN ISO 9863-1	mm	19,0 (+/- 15%)
Diametro del filamento		mm	0,4 (+/- 20%)
PROPRIETA' MECCANICHE			
Resistenza a trazione MD	EN ISO 10319	kN/m	2,00 (+/- 15%)
Allungamento in MD		%	>40 (+/- 30%)
Resistenza a trazione CMD	EN ISO 10319	kN/m	0,50 (+/- 15%)
Allungamento in CMD		%	- (+/- 30%)
DURABILITA'			
stabilizzazione UV	standard		con master carbon black in PE
DIMENSIONI STANDARD			
Larghezza		cm	250 (+/- 2%)
Lunghezza		m	42 (+/- 2%)
Area rotolo		m <sup>2</sup>	105,0 (+/- 4%)
Diametro rotolo		cm	80 av
IMBALLO			
Film in PE ad alta resistenza.			

I dati riportati in questa scheda tecnica si riferiscono a valori medi delle produzioni ed allo stato dell'arte tecnologico attuali. Ci riserviamo il diritto di variare tali dati senza preavviso, su base dello sviluppo tecnologico produttivo e/o dell'esperienza acquisita. Nessuna responsabilità può essere ricondotta alle informazioni contenute in questa scheda tecnica. La compatibilità del prodotto con l'impiego specifico previsto dovrà essere accertata dall'utilizzatore.

*«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»*

**INTERVENTI DI PROGETTO – RISULTATO FINALE**





*«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»*

**INTERVENTI DI PROGETTO – RISULTATO FINALE**



*«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»*

**INTERVENTI DI PROGETTO – RISULTATO FINALE**



*«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»*

**INTERVENTI DI PROGETTO – RISULTATO FINALE**



*«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»*

**INTERVENTI DI PROGETTO – RISULTATO FINALE**



*«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»*

**INTERVENTI DI PROGETTO – RISULTATO FINALE**



*«INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DI UN COSTONE TUFACEO INCOMBENTE SU DI UNA  
PORZIONE DI ARENILE»*

**INTERVENTI DI PROGETTO - RISULTATO FINALE**



## PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO!

Basta emergenze, occorre un piano pluriennale strategico che comprenda non solo gli interventi strutturali, ma FINANZIAMENTI ANCHE PER INTERVENTI NON STRUTTURALI:

- *aggiornamento e approfondimento dei PAI;*
- *adeguamento dei piani urbanistici comunali;*
- *delocalizzazione / rigenerazione urbana;*
- *monitoraggio e presidio del territorio;*
- *manutenzione estensiva del territorio;*
- *attuazione dei piani di protezione civile;*
- *informazione ai cittadini.*

***GRAZIE PER LA CORTESE ATTENZIONE.....***