



Dott. Ing. Gerardo Aniello RUOCCO

Futani (SA)

Tel. 0974 953091 – Fax 0974 953914 – Vodafone 339 3 105 105 – Wind 389 0 105 105  
www.gerardoruocco.edilsitus.it --- studioruocco@tin.it --- gerardoruocco@pec.it



**COMUNE DI LAURITO**

Provincia di Salerno



**Progetto Definitivo – Esecutivo**

**INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IN LOCALITA' "TORRETTA" A MONTE DELL'ABITATO DI LAURITO (SA).**



- **COMMITTENTE:** Comune di Laurito (SA).
- **UBICAZIONE:** Località "Torretta" .

**ELENCO ELABORATI:**

- 1) Relazione Tecnica Generale, quadro economico + allegati;
- 2) Relazione sui dissesti franosi in loc. Torretta (Ing. A. Cuomo);**
- 3) Relazione Geologico-Tecnica ( Dott. Geol. Vincenzo Vecchio);
- 4) Stratigrafie di sondaggi, analisi di laboratorio geotecniche della campagna geognostica anno 2005;
- 5) Rilievo Fotografico;
- 6) Relazione di calcolo Muro su micropali con tiranti (Tratto 2);
- 7) Relazione di Calcolo Paratia di micropali con tiranti (Tratto 3);
- 8) Stralcio Corografia in scala 1:5000;
- 9) Stralcio Corografia in scala 1:1000;
- 10) Planimetria con ubicazione interventi in scala 1:500;
- 11) Planimetria con ubicazione interventi TRATTO 2 in scala 1:200;
- 12) Planimetria con ubicazione interventi TRATTO 3 in scala 1:200;
- 13) Particolari Muro su micropali (Tratto 2) in scala 1:50;
- 14) Particolari Paratia di micropali (Tratto 3) in scala 1:50;
- 15) Sezione tipo Tratto 2 in scala 1:100;
- 16) Sezione tipo Tratto 3 in scala 1:100;
- 17) Particolare rete di ancoraggio;
- 18) Computo Metrico;
- 19) Elenco Prezzi;
- 20) Computo metrico sondaggi;
- 21) Stima incidenza manodopera;
- 22) Stima incidenza sicurezza (costi ordinari);
- 23) Piano di Manutenzione;
- 24) PSC: Piano di Sicurezza e di Coordinamento;
- 25) PSC: Analisi e valutazione dei rischi;
- 26) PSC: Fascicolo con le caratteristiche dell'opera;
- 27) PSC: Stima dei costi della sicurezza (Costi Speciali);
- 28) Cronoprogramma dei lavori;
- 29) Capitolato Speciale d'Appalto;
- 30) Disciplinare Tecnico.

**Data:** Marzo 2011.

**II R.U.P.**  
( Geom. Antonio Speranza)

**II Consulente Esperto**  
( Ing. Albina CUOMO )

**II Progettista**  
( Ing. Gerardo Aniello RUOCCO )



*Albino*

Università degli Studi di Salerno



Dipartimento di Ingegneria Civile

# Dissesti franosi in loc. Torretta COMUNE DI LAURITO (SA)

Relazione Tecnica

Il Tecnico

Ing. Albina Cuomo



*Albina Cuomo*

## Sommaro

1.	Premessa .....	3
2.	Risultanze del sopralluogo .....	4
3.	Analisi dei fenomeni franosi, tipologie e cause .....	11
4.	Possibili evoluzioni dei fenomeni franosi e dei dissesti .....	17
4.1.	Probabili scenari di evento .....	17
5.	Identificazione degli interventi di somma urgenza e di mitigazione del rischio .....	21
	ALLEGATO : SCHEDA IFFI .....	22

## Indice delle figure

Figura 1:	Inquadramento dell'area di studio (scala 1:25.000) .....	3
Figura 2:	Localizzazione dell'area oggetto del sopralluogo nel contesto territoriale (scala 1:5.000) .....	4
Figura 3:	Individuazione dei tratti omogenei con caratteristiche specifiche dello stato di dissesto .....	5
Figura 4:	Stralcio cartografico relativo al primo tratto (Frana pregressa stabilizzata) .....	5
Figura 5:	Foto del fenomeno franoso avvenuto nel marzo 2004 e relativi dissesti alla sede stradale .....	6
Figura 6:	Tratto di strada sistemato con paratia tirantata, rilevato alla data del sopralluogo .....	6
Figura 7:	Tratto stradale sistemato .....	7
Figura 8:	Secondo tratto stradale interessato dalla nuova frana e caratteristiche geometriche .....	7
Figura 9:	Fianco sinistro della frana con interessamento della estremità occidentale della paratia tirantata .....	8
Figura 10:	Rigetto della scarpata sommitale dello scorrimento rotazionale .....	8
Figura 11:	a: Lesione lungo il tratto 3; b: Dettaglio della lesione lungo il tratto 3 .....	9
Figura 12:	Dissesti al piede dello scorrimento rotazionale, lungo il versante a valle della sede stradale .....	9
Figura 13:	Blocco arenaceo rimobilitato dall'avanzamento e rigonfiamento del piede della frana .....	10
Figura 14:	Fratture con beanza e rigetto lungo il versante al piede della frana .....	10
Figura 15:	Stralcio della carta geologica e ubicazione dei sondaggi geognostici .....	11
Figura 16:	stratigrafia del sondaggio S1 .....	12
Figura 17:	stratigrafia del sondaggio S2 .....	13
Figura 18:	stratigrafia del sondaggio S3 .....	14
Figura 19:	Cartografia relativa alle forme caratterizzanti l'area di studio. In rosso è stata circonscritta l'area in frana cui corrisponde una morfologia concava ( U-shaped valley) .....	15
Figura 20:	Istogramma delle piogge giornaliere verificatesi dal 1 Ottobre 2010 al 28 febbraio 2011 .....	16
Figura 21:	Cumulata delle altezze di precipitazione verificatesi dal 1 Ottobre 2010 al 28 febbraio 2011 .....	16
Figura 22:	Situazioni di dissesto rispettivamente al 21 Febbraio 2011 (a ) e al 23 febbraio 2011 (b) .....	17
Figura 23:	Cumulata mensile delle piogge giornaliere con indicazione dei tempi di innesco ed evoluzione dei dissesti .....	17
Figura 24:	cartografia, grid based, dell'intensità di precipitazione critica ottenuta con il modello distribuito shalstab .....	19
Figura 25:	Cartografia relativa alle zone di accumulo dei fluidi. A sinistra è riportata la cartografia così come ottenuta dall'elaborazione, a destra è riportata la stessa cartografia riclassificata per renderla facilmente leggibile .....	20
Figura 26:	Carta del rischio potenziale relativa al comune di Laurito .....	21

## 1. Premessa

Su incarico del sindaco del Comune di Laurito, il sottoscritto ing. Albina Cuomo, iscritto all'ordine degli ingegneri di Salerno al n. 5613 sez. A ed esperta in idro-geomorfologia in forza delle ricerche in corso presso l'Università di Salerno, ha redatto la presente relazione tecnica sulla scorta del sopralluogo effettuato sull'area interessata da dissesti alla sede stradale comunale in località Torretta, localizzata, come mostrato in Figura 1, a monte dell'abitato di Laurito lungo il versante aggettante sul centro storico, sulla cui area vasta sta conducendo studi scientifici riguardanti le barriere orografiche e gli idro-geomorfotipi.

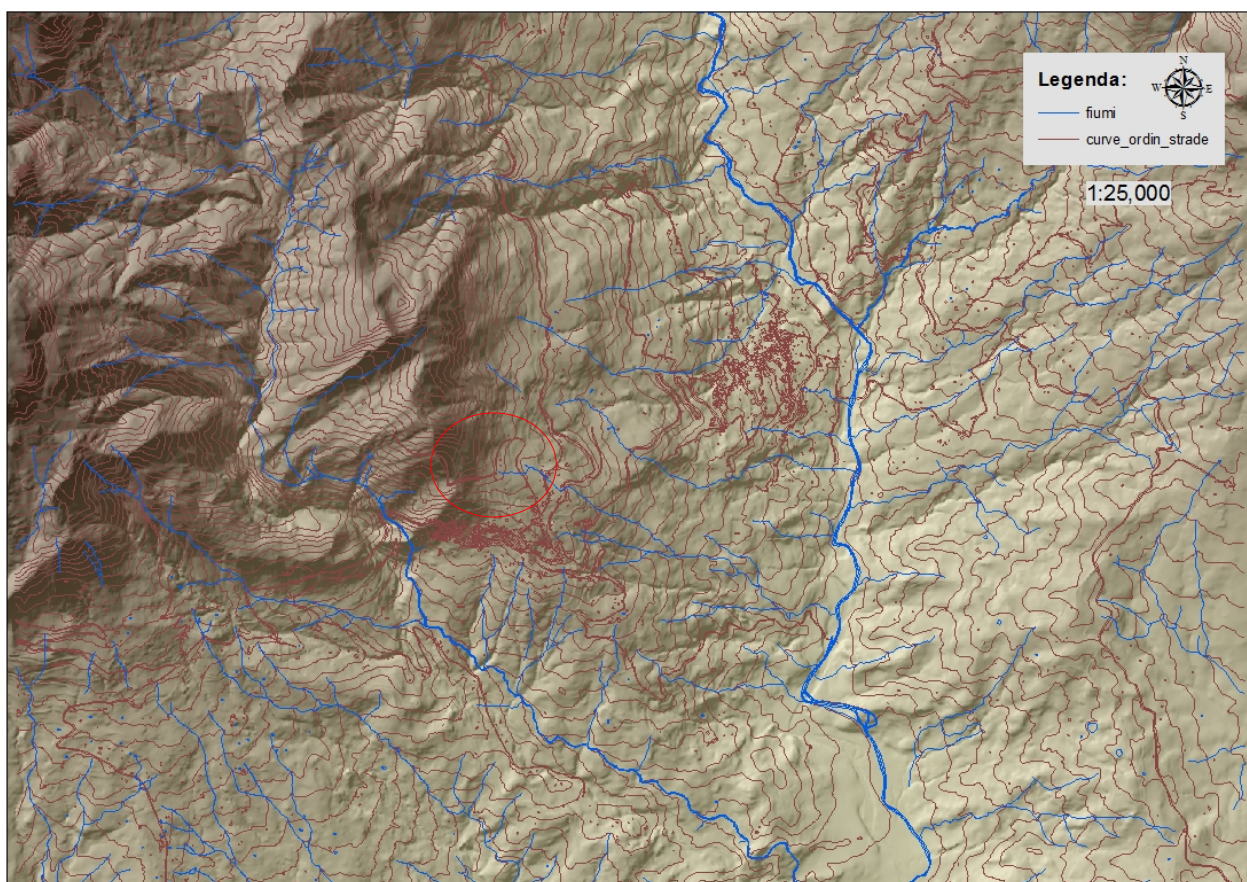


Figura 1: Inquadramento dell'area di studio (scala 1:25.000)

Il sopralluogo tecnico, effettuato in compagnia dell' UTC, ing. Gerardo Aniello Ruocco, ha avuto come finalità la verifica dello stato di dissesto lungo la citata strada comunale, il rilevamento della tipologia, entità e tendenza evolutiva dei fenomeni franosi che hanno indotto i dissesti, il cinematisimo delle evidenze di dissesto incipiente, nonché la più probabile evoluzione dei fenomeni e la valutazione di massima dello stato di pericolosità e di rischio connesso ad una eventuale estensione e propagazione verso valle dei fenomeni stessi.

Al fine di disporre di maggiori criteri di giudizio, lo scrivente si è avvalso, preliminarmente al sopralluogo, della documentazione tecnica già prodotta dall'ing. G. A. Ruocco, consistente in:

- Cronistoria dei dissesti e degli interventi pregressi
- Rapporti di Sopralluogo a seguito dei nuovi eventi

La presente relazione, pertanto, illustra le risultanze del sopralluogo, anche attraverso la redazione di un'opportuna cartografia di dettaglio, definisce la tipologia dei fenomeni di dissesto in atto, valuta la possibile evoluzione degli stessi con particolare riferimento ai volumi mobilizzabili ed instabilizzabili, ai possibili meccanismi di rottura a propagazione verso valle ed ampliamento verso monte, nonché prospetta gli scenari di rischio connessi all'impatto dei fenomeni sulle infrastrutture a monte ed il centro abitato a valle.

Infine, sulla scorta di quanto sopra esposto e degli interventi pregressi, viene effettuata una preliminare identificazione progettuale di primo intervento e sistemazione definitiva.

Alla presente relazione di sopralluogo si allegano i seguenti documenti di supporto:

- Scheda IFFI (Versione 33),

## 2. Risultanze del sopralluogo

Come già esposto in premessa, in data 5 Marzo 2011, lo scrivente ha effettuato il sopralluogo di cui in premessa presso la strada sita in loc. Torretta, oggetto di dissesto di versante, ampliando l'analisi ad un opportuno intorno territoriale, con particolare riferimento al più probabile ambito morfologico significativo (Fig. 2).

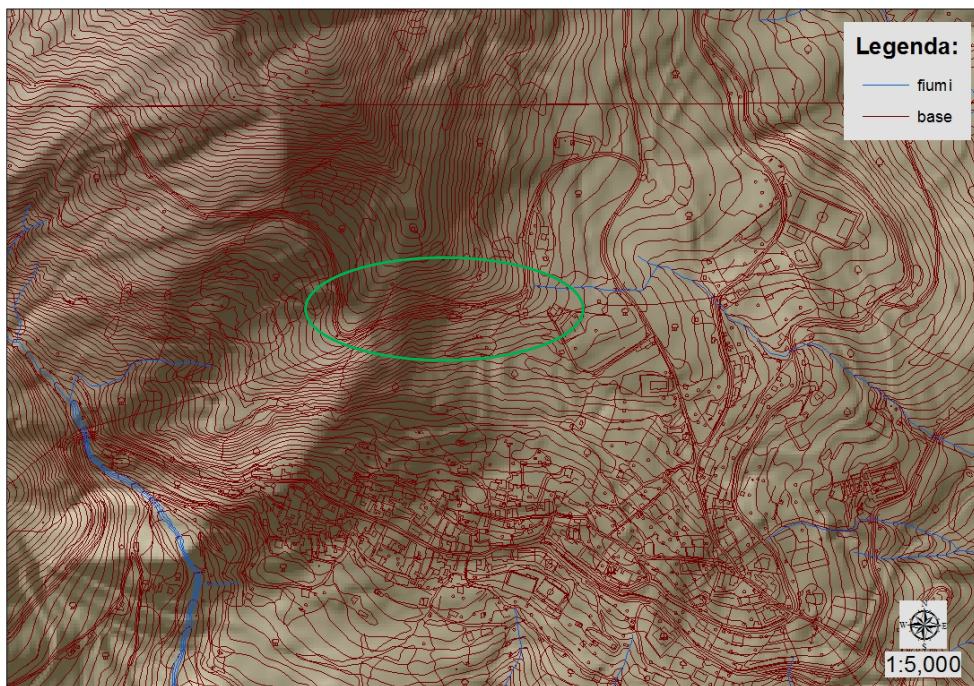


Figura 2: Localizzazione dell'area oggetto del sopralluogo nel contesto territoriale (scala 1:5.000).

Il sopralluogo effettuato attraverso tecniche osservative, misure spedite ed ampia documentazione fotografica, ha consentito di rilevare lo stato di dissesto in atto, le evidenze di dissesto incipiente e la presenza di elementi concorrenti ad una possibile evoluzione dei fenomeni, ad integrazione e completamento di quanto è stato già rilevato e descritto dall'ing. G. A. Ruocco nella terza relazione di sopralluogo relativa alla situazione del 4 Marzo 2011.

La zona interessata dai dissesti si può suddividere in tre tratti omogenei, muovendosi lungo la strada comunale di loc. Torretta, da valle verso monte (Fig. 3):

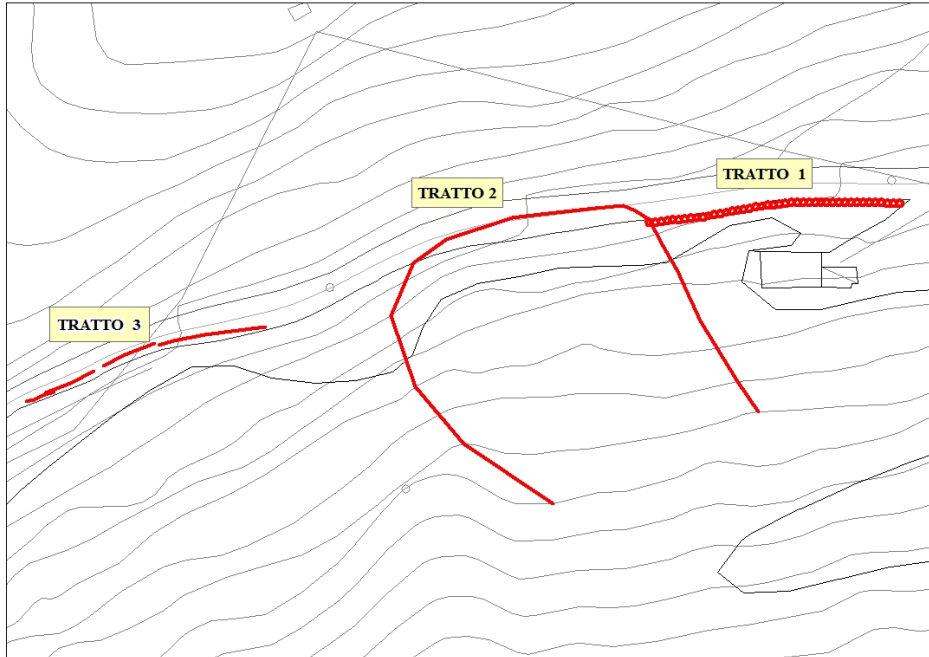


Figura 3: Individuazione dei tratti omogenei con caratteristiche specifiche dello stato di dissesto

1. Il primo tratto stradale coincide con lo sviluppo dell'evento franoso occorso nel marzo 2004 (Fig. 4), con uno sviluppo di circa 40 metri di lunghezza e 6 metri di estensione trasversale.



Figura 4: Stralcio cartografico relativo al primo tratto (Frana pregressa stabilizzata).

La frana verificatasi nel 2004, da quanto è stato possibile ricavare attraverso l'analisi della documentazione messa a disposizione dall'UTC, è classificabile, utilizzando la terminologia IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani), di tipo complesso (Fig. 5).

Il primo movimento è costituito da uno scorrimento rotazionale in terra non completamente evoluto, con rimobilizzazione parziale a secondo movimento tipo colata di terra lenta, con

parziale evoluzione del corpo di frana in colata detritico-fangosa, a breve distanza di propagazione. La testata della frana ha interessato l'intera sede stradale, con il coronamento, che, nella fase retrogressiva, ha raggiunto il lato opposto della carreggiata, interrompendo la condotta idropotabile del Consorzio Acquedotti del Cilento (CONSAC).



Figura 5: Foto del fenomeno franoso avvenuto nel marzo 2004 e relativi dissesti alla sede stradale.

Gli interventi di sistemazione e stabilizzazione sono consistiti in una paratia di micropali, realizzati lungo il bordo a valle della carreggiata, rafforzata da tiranti attivi, entrambi attestati, come riportato nei documenti di progetto esaminati, nel substrato arenaceo (Fig. 6).



Figura 6: Tratto di strada sistemato con paratia tirantata, rilevato alla data del sopralluogo.

A seguito agli interventi di ripristino della sede stradale e della condotta CONSAC, effettuato con interventi di somma urgenza iniziati il 17/11/2004 e terminati il 7/12/2004, attraverso la realizzazione della paratia tirantata di micropali, non sono stati rilevati ulteriori dissesti o movimenti di versante in tale tratto, ad eccezione del settore adiacente la frana in atto (Fig. 7).



Figura 7: Tratto stradale sistemato

2. Il secondo tratto rilevato parte dall'estremità occidentale del primo con paratia e termina in corrispondenza del fianco destro della nuova frana verificatasi a partire dal 20 Febbraio 2011 (Fig. 8). E' stato rilevato che il coronamento della frana ha una larghezza di circa 40 m, occupa circa metà della larghezza della sede stradale (larghezza strada circa 4 m) ed è a meno di 1 metro dalla condotta del CONSAC (alla data del 04 Marzo 2011).



Figura 8: Secondo tratto stradale interessato dalla nuova frana e caratteristiche geometriche.

Il fianco sinistro della frana sta coinvolgendo il tratto finale della paratia di micropali (zona monte), scalzandola al piede e spostandola in sommità di circa 10 cm verso valle (Fig. 9).



Figura 9: Fianco sinistro della frana con interessamento della estremità occidentale della paratia tirantata.

Il rigetto della scarpata principale del fenomeno franoso ha provocato, attualmente, un abbassamento della sede stradale di circa 5 m (Fig. 10).



Figura 10: Rigetto della scarpata sommitale dello scorrimento rotazionale.

3. Il terzo tratto parte dal fianco destro della frana e termina prima della curva stradale. In tale tratto sono presenti lesioni sul manto stradale (Figure 11a e 11b).



Figura 11: a: Lesione lungo il tratto 3; b: Dettaglio della lesione lungo il tratto 3

Durante il sopralluogo è stato osservato che in corrispondenza del muro a monte della strada non vi è presenza di fessure in nessuno dei tre tratti in precedenza descritti. A valle della strada, invece, vi sono evidenze di movimenti di versanti, quali inclinazione e rotazione di alberi, distacco di massi arenacei conglomeratici nonché la presenza di fratture beanti lungo il versante (Figg. 12, 13 e 14).



Figura 12: Dissesti al piede dello scorrimento rotazionale, lungo il versante a valle della sede stradale.



Figura 13: Blocco arenaceo rimobilizzato dall'avanzamento e rigonfiamento del piede della frana.



Figura 14: Fratture con beanza e rigetto lungo il versante al piede della frana.

### 3. Analisi dei fenomeni franosi, tipologie e cause

Dalle risultanze del sopralluogo si desume che la tipologia di frana che si è verificata a partire dal 20 febbraio 2011 è di tipo complesso, retrogressiva, che parte come scorrimento rotazionale di terra ed evolve in colata detritica, con arresto a valle della sede stradale.

L'insieme delle informazioni complessive relative al fenomeno franoso occorso è stato sinteticamente riportato nell'Appendice "Scheda IFFI, versione 33", ufficialmente riconosciuta come base conoscitiva di trasferimento per le segnalazioni di dissesti nell'ambito della pianificazione di bacino e della pianificazione di emergenza.

La mancanza di uno stato fessurativo sul muro a monte della strada lascia intendere chiaramente che il fenomeno franoso non ha interessato il versante a monte della strada e che la zona di distacco interessa in pieno la strada e sta subendo una retrogressione, mentre il corpo di frana sta subendo un avanzamento e disarticolazione verso valle, testimoniata dalla presenza di fratture e rigonfiamenti.

Il quadro conoscitivo geologico, geognostico e geotecnico sui terreni interessati dal fenomeno franoso è stato acquisito non solo tramite la presa visione dei luoghi, ma soprattutto attraverso l'analisi dello studio geologico eseguito in loc. Torretta nel 2005.

Da questo si evince che il sondaggio S3 è posizionato tra l'attuale nicchia di frana e quella verificatosi nel 2004, mentre il sondaggio S2 è stato eseguito in corrispondenza dell'area franata nel 2004 e quello S1 è posizionato verso il fianco sinistro della medesima frana (Fig. 15).

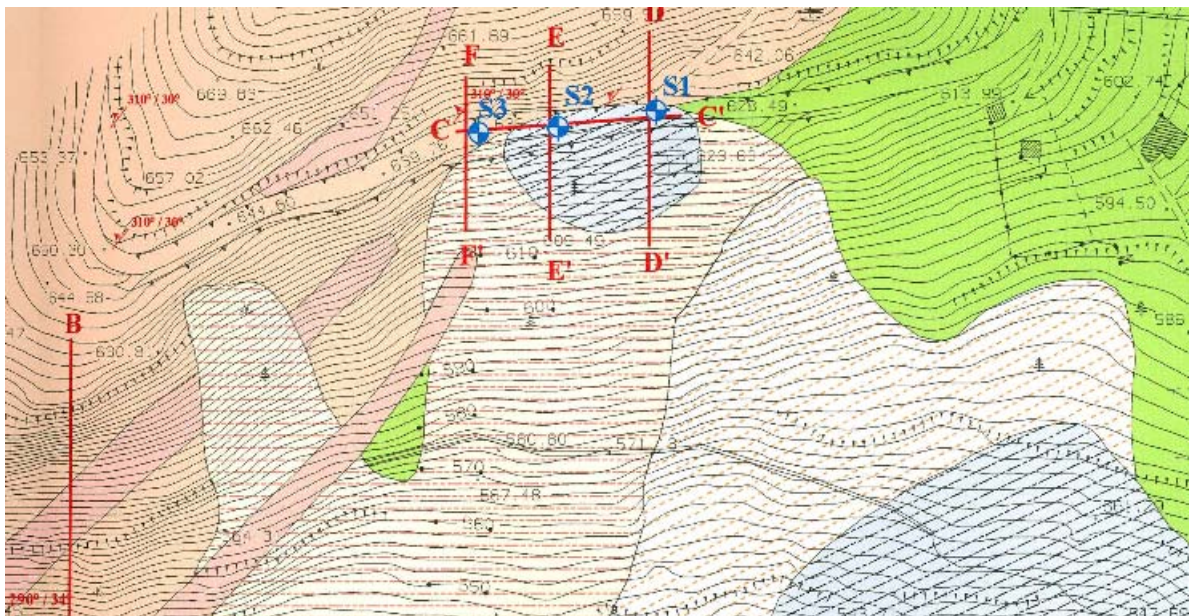


Figura 15: Stralcio della carta geologica e ubicazione dei sondaggi geognostici.

Le stratigrafie dei sondaggi, riportati rispettivamente sulle Figg. 16, 17 e 18, evidenziano che la zona di distacco è caratterizzata da uno spessore variabile di riporto e massciata

stradale poggiato su spessori variabili di detrito, ovvero su depositi colluviali di versante sabbioso-limosi, anche con suoli. Il substrato arenaceo-pelitico alterato passa gradualmente a substrato stratificato integro, ma come si evidenzia dagli affioramenti più a monte, si compone di alternanze tra strati arenacei e interstrati pelitici. Tale alternanza non fa escludere la presenza di circolazione idrica confinata negli strati litoidi, tamponati da quelli pelitici, che può stagionalmente alimentare la coltre detritico-colluviale.

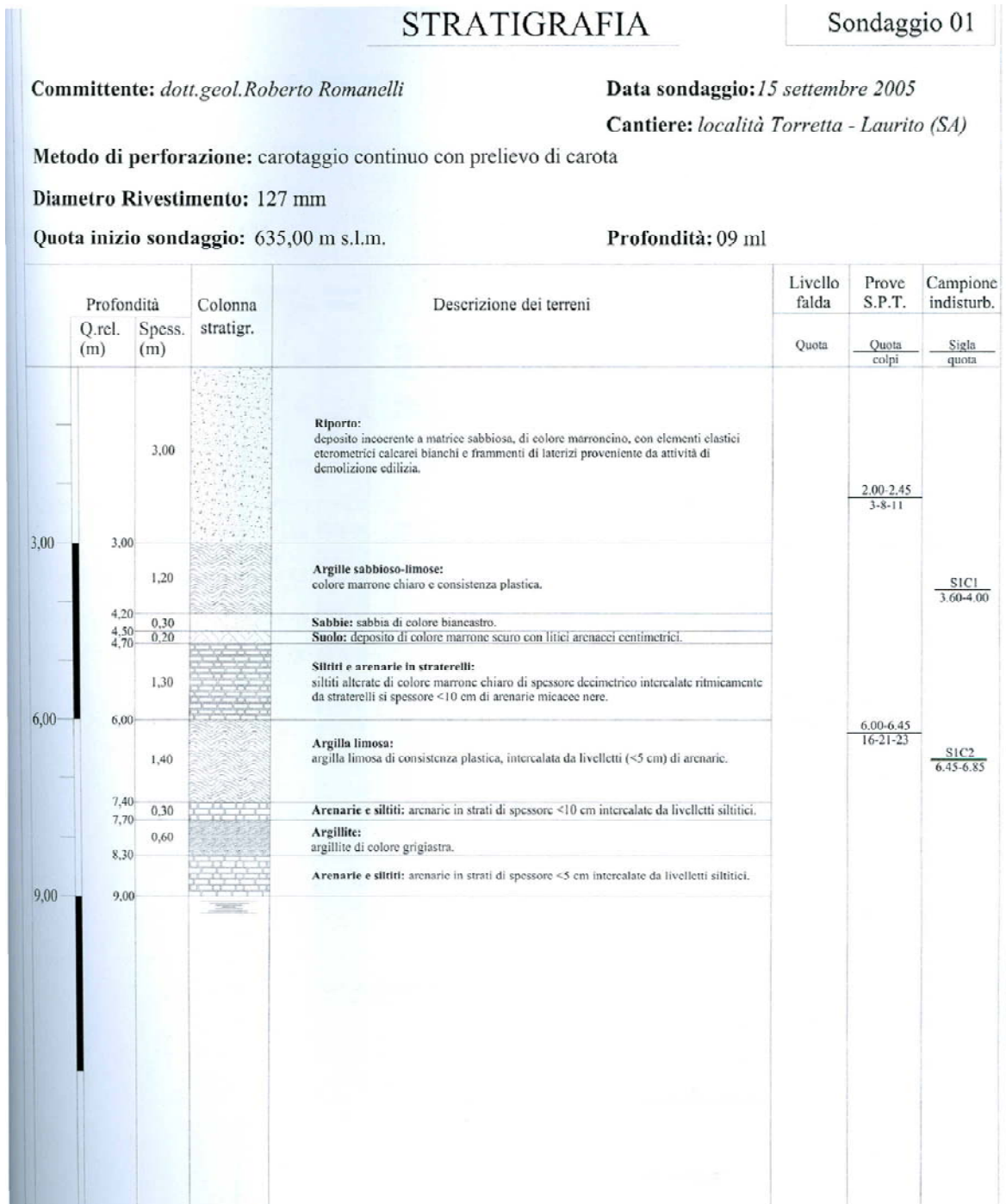


Figura 16: stratigrafia del sondaggio S1.

# STRATIGRAFIA

Sondaggio 02

Autore: *dott.geol.Roberto Romanelli*

Data sondaggio: *16 settembre 2005*

Cantiere: *località Torretta - Laurito (SA)*

Metodo di perforazione: *perforazione a rotazione con distruzione di carota.*

Diámetro del Rinvestimento: *127 mm*

Profondità di inizio sondaggio: *636,80 m s.l.m.*

Profondità: *30,00 ml*

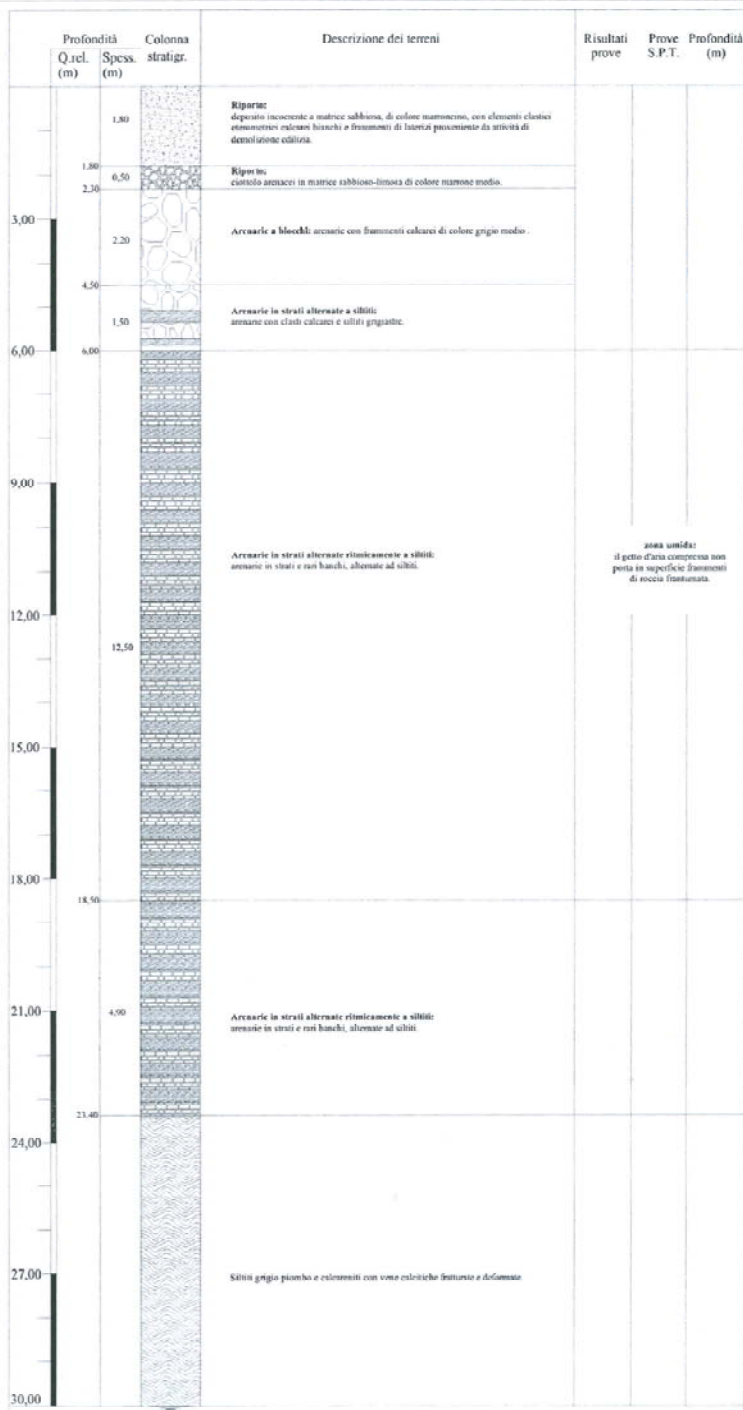


Figura 17: stratigrafia del sondaggio S2.

# STRATIGRAFIA

Sondaggio 03

mittente: *dott.geol.Roberto Romanelli*

Data sondaggio: *19 settembre 2005*

Cantiere: *località Torretta - Laurito (SA)*

modo di perforazione: perforazione a rotazione con distruzione di carota.

diametro Rivestimento: 127 mm

quota a inizio sondaggio: 639,00 m s.l.m.

Profondità: 34,00 m

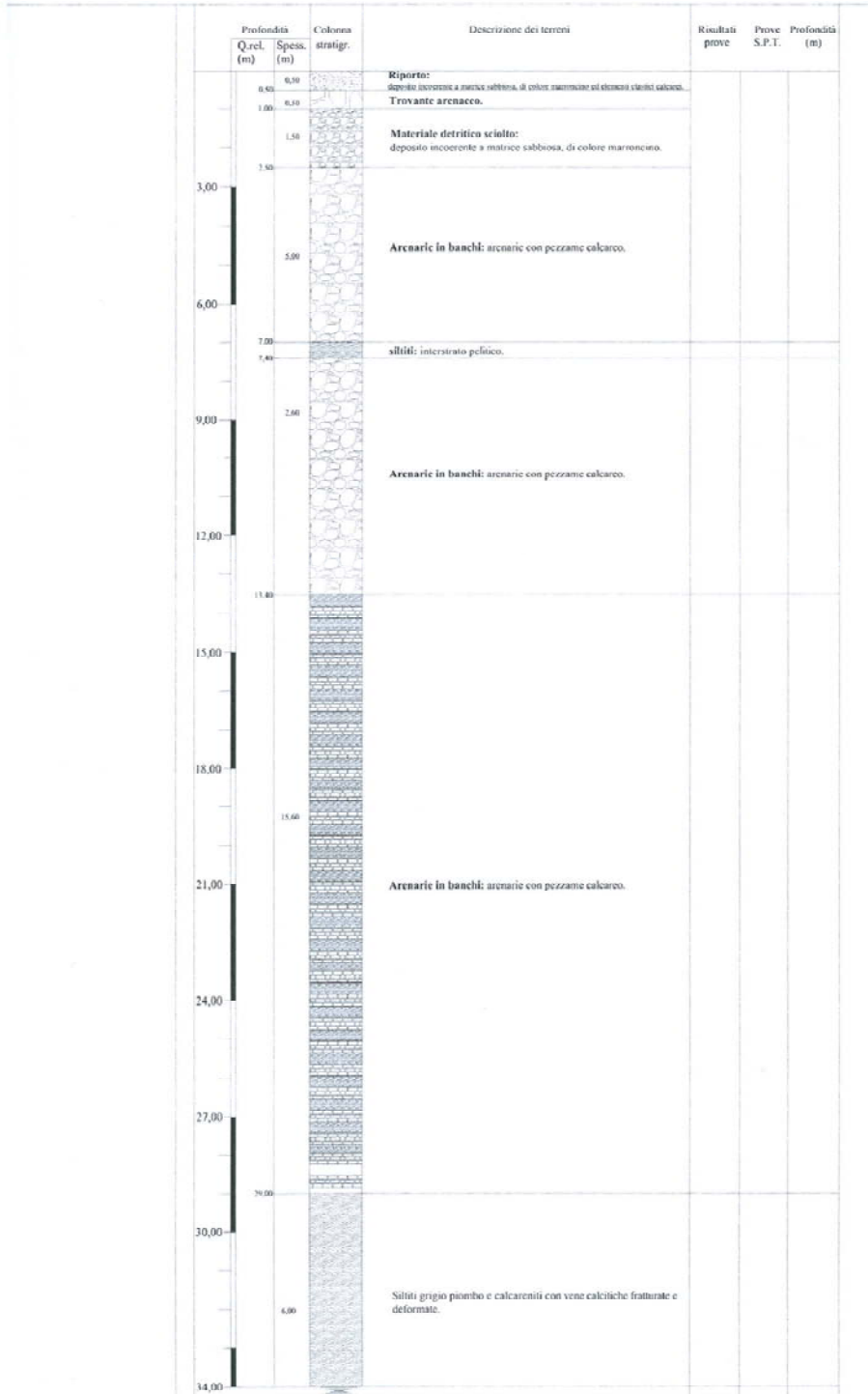


Figura 18: stratigrafia del sondaggio S3.

Dai dati in possesso si evidenzia che il tratto stradale interessato dai dissesti si sviluppa all'interno di ambiti caratterizzati da idro-geomorfotipi che condizionano un deflusso idrico di tipo superficiale e sub-superficiale di tipo convergente. Tali unità morfologiche, caratterizzate da una curvatura in pianta e in profilo di tipo concava (fig. 19) sono caratterizzati dal punto di vista litologico da depositi detritici di versante con scheletro a granulometria grossolana provenienti dal disfacimento degli strati e banconi arenaceo-conglomeratici, immersi in un'abbondante matrice sabbioso-limosa.

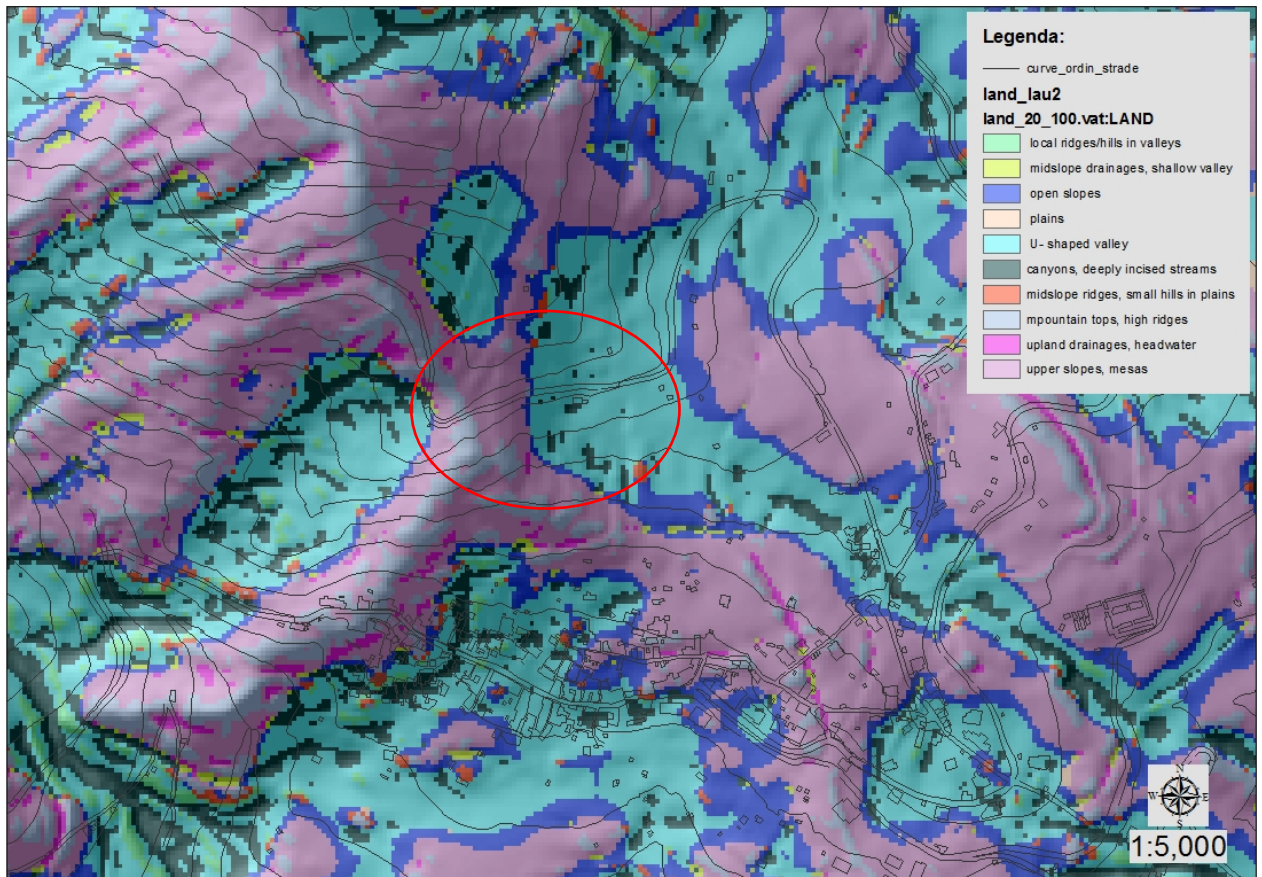


Figura 19: Cartografia relativa alle forme caratterizzanti l'area di studio. In rosso è stata circonscritta l'area in frana cui corrisponde una morfologia concava ( U-shaped valley)

Nell'ambito di tali depositi si instaura una falda stagionale alimentata non solo dagli afflussi meteorici ma anche dagli apporti sotterranei degli acquiferi arenaceo conglomeratici confinati, tali oscillazioni nel tempo inducono una progressiva riduzione della resistenza dei materiali, la quale, in aggiunta al sovraccarico permanente dovuto al rilevato stradale induce condizioni di instabilizzazione soprattutto a seguito di piogge intense avvenute nei mesi precedenti. In particolare, come mostrato sulle figure 20 e 21, nel periodo compreso tra l'inizio di novembre 2010 e l'inizio di dicembre 2010 sono caduti circa 600 mm di pioggia, i quali, evidentemente hanno predisposto il sistema idro-geomorfologico, inducendo condizioni di instabilità. Il periodo piovoso occorso nei quattro giorni precedenti l'evento franoso hanno indotto la rottura dei materiali costituenti il pendio, prim con la formazione di fratture di trazione ad andamento semi-circolare (fig. 22) e successivamente con la mobilitazione in forma di scorrimento rotazionale ( figg. 8-9 e 10).

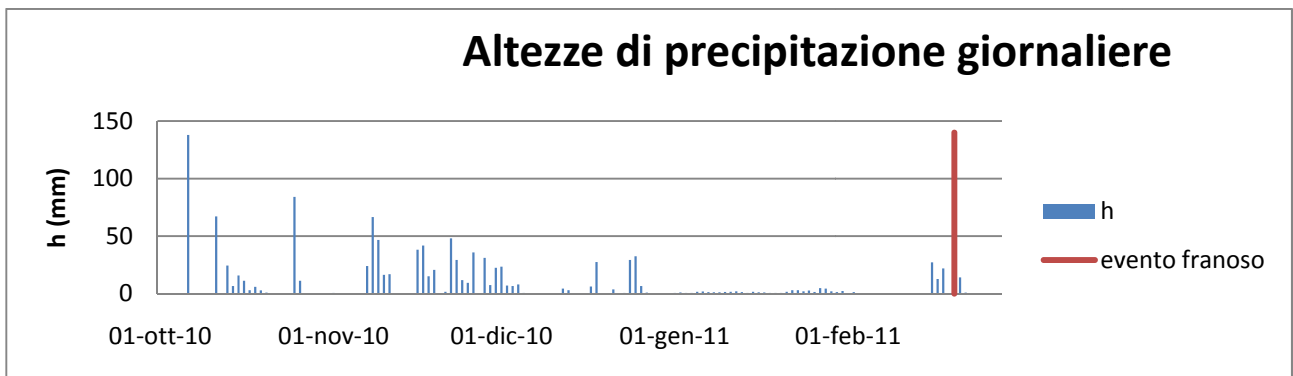


Figura 20: Istogramma delle piogge giornaliere verificatesi dal 1 Ottobre 2010 al 28 febbraio 2011

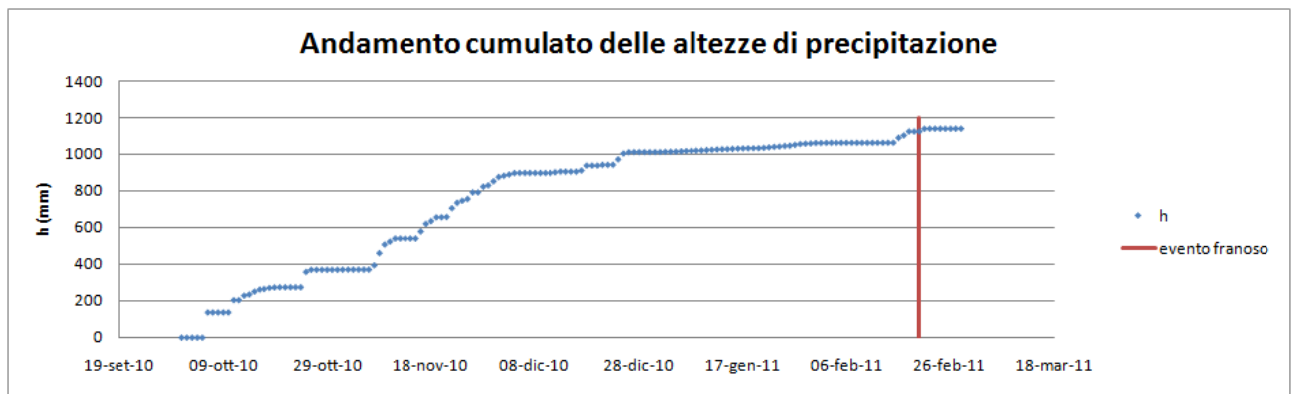


Figura 21: Cumulata delle altezze di precipitazione verificatesi dal 1 Ottobre 2010 al 28 febbraio 2011



Figura 22: Situazioni di dissesto rispettivamente al 21 Febbraio 2011 (a) e al 23 febbraio 2011 (b)

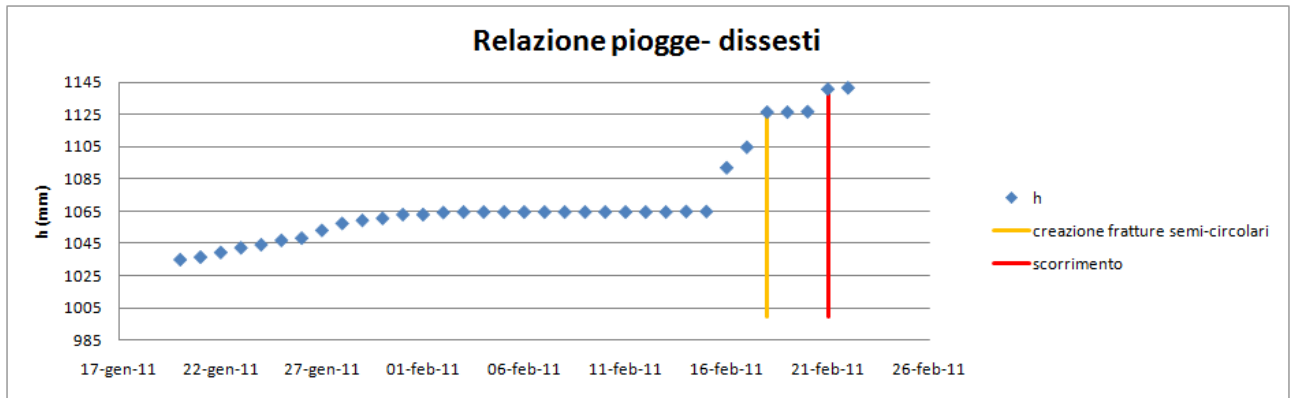


Figura 23: Cumulata mensile delle piogge giornaliere con indicazione dei tempi di innesco ed evoluzione dei dissesti.

#### 4. Possibili evoluzioni dei fenomeni franosi e dei dissesti

Le caratteristiche dell' attuale corpo di frana e la presenza di fratture beanti consente di stabilire le possibili evoluzioni dello stesso. Eventuali fenomeni pluviometrici di notevole intensità che potrebbero verificarsi in futuro potrebbero indurre un'ulteriore disarticolazione del corpo di frana ed una fluidificazione della matrice sabbioso-limosa con conseguente evoluzione della massa fluidificata in forma di colata detritica rapida a blocchi. In tale eventualità non si può escludere una propagazione verso valle con conseguente trascinarsi ed inasprimento di ulteriore materiale lungo gli impluvi preesistenti.

##### 4.1. Probabili scenari di evento

Gli scenari di evento che si possono prevedere in base a quanto esposto al paragrafo precedente, relativamente alla caratterizzazione dei fenomeni franosi in atto e alla loro possibile evoluzione tipologica e cinematica, sono stati verificati attraverso tecniche GIS.

In particolare, lo studio degli scenari di evento è stato condotto distinguendo tra la zona di distacco, quella di propagazione e, infine, quella di invasione.

Lo studio riguardante la zona di distacco è stata condotta in ambiente Gis con l'applicazione del modello distribuito Shalstab ( Dietrich e Montgomery, 1998). Tale modello permette di effettuare uno studio della suscettibilità all'innescò delle coltri superficiali, valutando e quantificando l'effetto topografico sulla possibilità di innescò, ipotizzando che il versante sia sottoposto ad una intensità di pioggia costante e di durata sufficientemente lunga da raggiungere le condizioni stazionarie.

Tale modello distribuito si basa sulla combinazione di un modello di stabilità, sviluppato con riferimento allo schema di pendio indefinito secondo la legge di rottura di Mohr – Coulomb, espressa dalla seguente equazione:

$$\tau = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \phi$$

In cui:

$\tau$  è la resistenza al taglio,

$\sigma$ = tensione normale,

$u$ = pressione neutra,

$\operatorname{tg} \phi$  è l'angolo di resistenza al taglio

E di un modello idrologico fondato, invece, sulla ben nota legge di Darcy:

$$q_a = k \cdot h \cdot \cos q \cdot \sin q \cdot b$$

In cui:

$q$  è la pioggia effettiva sul bacino,

$a$  è l'area contribuente a monte di ogni cella,

$k$  è la conduttività satura del suolo,

$b$  è la larghezza della curva di livello attraverso cui viene drenata l'area contribuente che la sottende,

$h$  è lo spessore del suolo saturo,

$q$  è la pendenza, espressa in gradi, della superficie topografica

La combinazione dei due modelli, consente di ottenere l'equazione che lega l'intensità di pioggia critica al valore di instabilità del versante.

$$q_{cr} = \left[ 1 - \frac{\tan \theta}{\tan \phi} \right] \left[ T \sin \theta \frac{\rho_s / \rho_w}{a/b} \right]$$

Dall'applicazione del modello distribuito sopra descritto si è ottenuta la cartografia, grid based, in cui ogni cella rappresenta l'intensità della precipitazione per la quale si verificano le condizioni limite di stabilità. Le aree cui corrispondono valori di intensità minori, sono quelle più suscettibili alla mobilitazione.

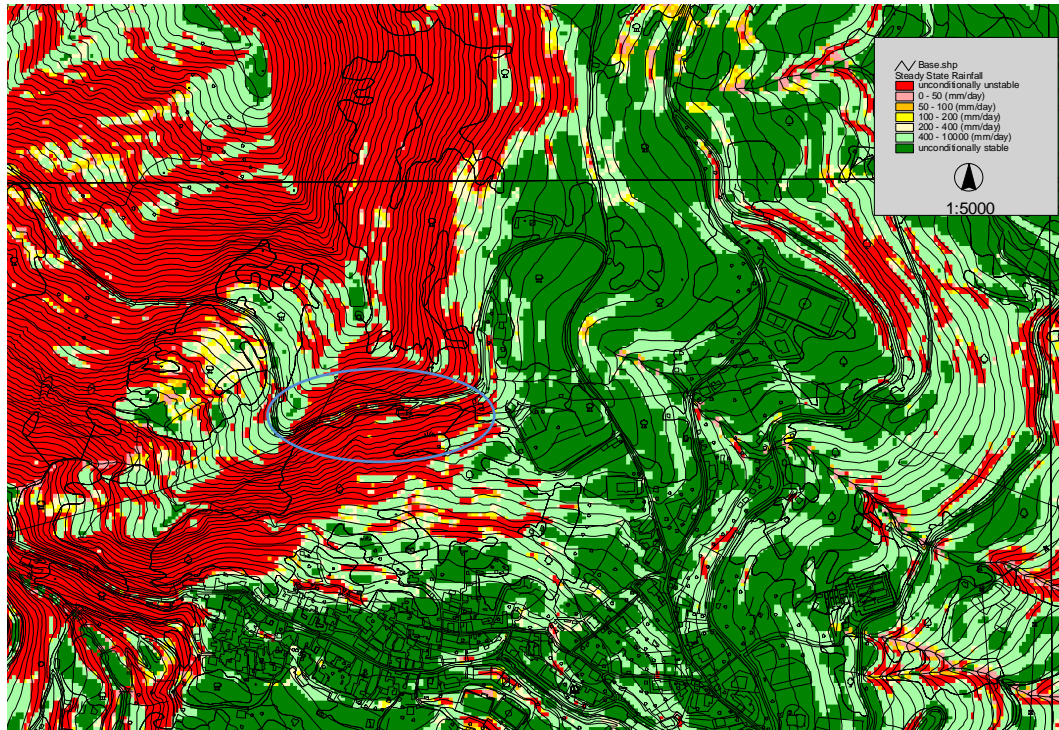


Figura 24: cartografia, grid based, dell'intensità di precipitazione critica ottenuta con il modello distribuito *shalstab*

La cartografia delle aree di innesco dei fenomeni franosi (figura 24), mostra che la strada sita in loc. Torretta, attualmente interessata dai fenomeni di dissesto in atto ed incipienti, è caratterizzata da una suscettibilità all'innesco sia nel primo tratto, precedentemente identificato come tratto soggetto nel 2004 ad un evento franoso, che nel secondo e terzo tratto, rispettivamente attualmente caratterizzati da movimenti di massa in atto e da possibili cinatismi futuri. I risultati ottenuti, pertanto, oltre a confermare quanto già verificatosi sia nel 2004 che l'attuale evento del febbraio 2011, evidenzia la possibile estensione delle aree di innesco nel terzo tratto della strada laddove è stata rinvenuta nel corso dei sopralluoghi la presenza di fratture sul manto stradale.

Per quanto attiene alla zona di propagazione dei dissesti in atto, di quelli incipienti e di quelli che possibilmente potranno mobilitarsi, sulla scorta delle lesioni ad oggi presenti e dei risultati ottenuti con *Shalstab*, sono state effettuate modellazioni dalle quali, tenendo conto della reale topografia e morfologia dei luoghi, si è ottenuta la cartografia relativa alle zone di accumulo dei eventuali flussi detritico fangosi (fig. 25).

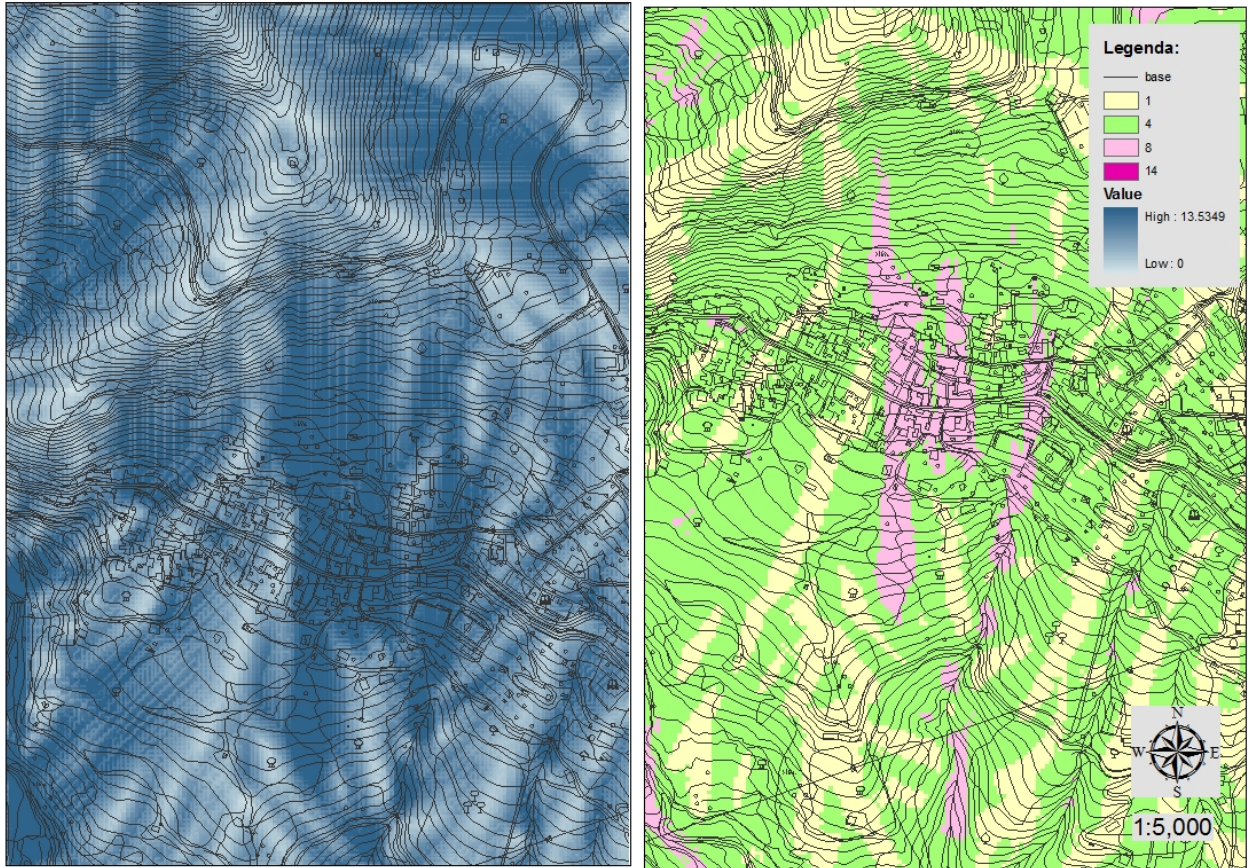


Figura 25: Cartografia relativa alle zone di accumulo dei fluidi. A sinistra è riportata la cartografia così come ottenuta dall'elaborazione, a destra è riportata la stessa cartografia riclassificata per renderla facilmente leggibile.

Considerando la tipologia del fenomeno franoso in atto il cui corpo sta subendo un progressivo avanzamento e disarticolazione verso valle, testimoniata dalla presenza di fratture e rigonfiamenti, non si esclude una possibile evoluzione in forma di colata detritica, è possibile che il flusso di detriti segua le zone di accumulo corrispondenti ai canali presenti nella zona di interesse, i flussi sono evidenziati in figura 25 a sinistra con le aree in blu scuro, le quali si estendono a partire dal versante a valle della strada fino ad arrivare al centro abitato di Laurito.

Pertanto, sulla scorta delle previsioni di innesco e di propagazione studiate ed ottenute in ambiente Gis con tecniche grid based, si evince che i fenomeni di dissesto sia in atto che incipienti sono tali da considerare tale area ad elevata pericolosità ed a rischio rilevante per gli abitanti del comune di Laurito. Infatti le aree di invasione (fig. 26) investono il centro abitato di Laurito, a valle della strada sita in Loc. Torretta, coinvolgendo circa 81 edifici.

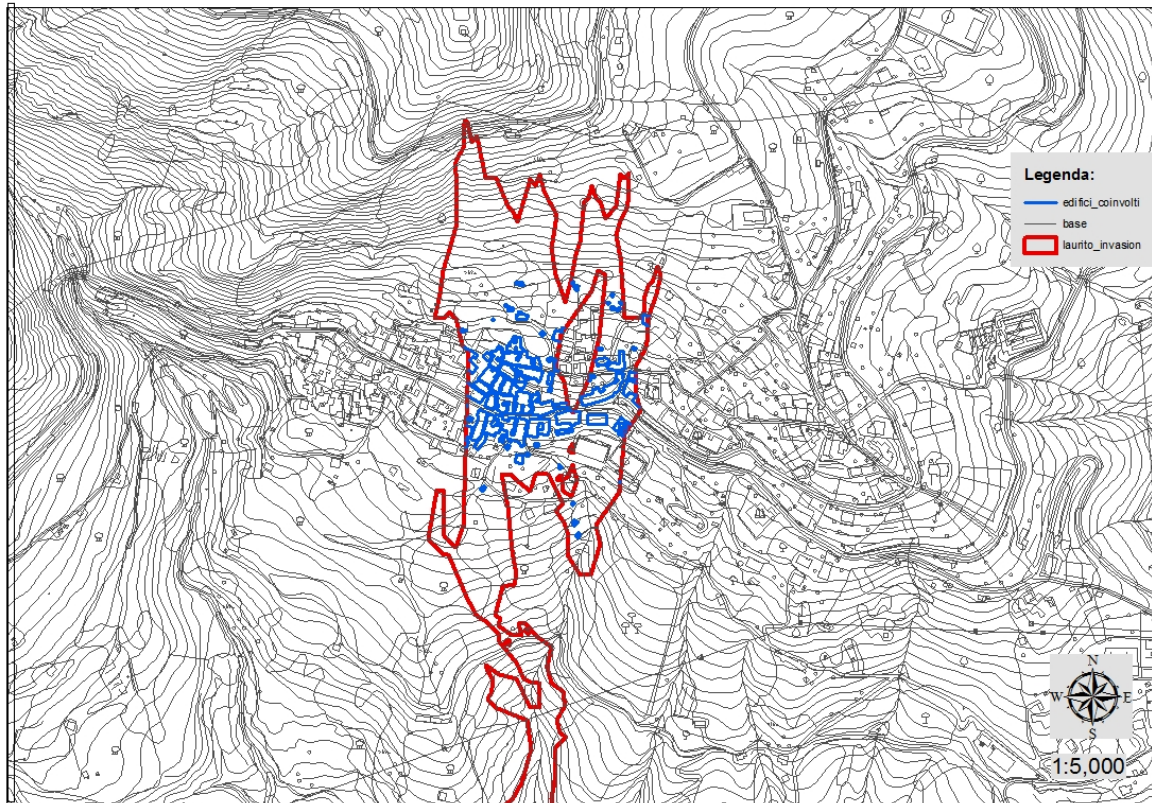


Figura 26: Carta del rischio potenziale relativa al comune di Laurito

## 5. Identificazione degli interventi di somma urgenza e di mitigazione del rischio

Lo studio condotto nell'ambito della presente relazione tecnica ha permesso di identificare il rischio potenziale cui è soggetto la porzione dell'abitato di Laurito, a valle della strada in Loc. Torretta. Al fine di mitigare il rischio causato dagli eventi di dissesto precedentemente descritti, si ritiene necessario individuare opere da realizzare con interventi di somma urgenza e con interventi di stabilizzazione definitiva di mitigazione del rischio.

Gli interventi di somma urgenza che si ritengono improrogabili consistono nella raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e ruscellanti provenienti dai tratti stradali a monte in modo tale da impedire un loro afflusso sia nelle fratture beanti presenti nel tratto 3 che nella zona di frana del tratto 2. Le fratture presenti nel tratto 2, inoltre, devono essere riempite di materiale bituminoso al fine di impedire pericolose infiltrazioni nelle stesse che possono indurre spinte idrostatiche. Quale misura non strutturale di somma urgenza si suggerisce l'attivazione di un idoneo presidio territoriale con osservazioni sistematiche e relativa documentazione fotografica progressiva.

In considerazione del modello geologico e geotecnico dell'area interessata dal dissesto, si ritiene opportuno intervenire per la mitigazione del rischio con opere strutturali consistenti in:

- opera di contenimento consistente in un muro di sostegno in c.a., opportunamente tirantato e fondato su micro-pali posti a quinconce. In fase di dimensionamento delle opere di contenimento si ritiene che i micropali delle strutture fondali debbano essere opportunamente rafforzati in corrispondenza delle superfici/fasce di scorrimento reali o potenziali.

- riempimento delle concavità morfologiche, messe a nudo dalla frana, con l'impiego di materiale arido grossolano opportunamente drenato, compattato e rafforzato con geosintetici.
- sistema drenaggio delle acque sub-superficiali provenienti da monte al fine di evitare sovrappressioni neutre, ciò in considerazione del fatto che, oltre alle scadenti caratteristiche dei terreni detritico colluviali, le cause innescanti del dissesto sono da imputarsi alle intense precipitazioni di medio e breve termine.
- consolidamento e stabilizzazione del tratto di pendio a valle della strada dissestata attraverso la realizzazione di gruppi di pali radice opportunamente ubicati e attestati sul substrato imposto.

Le opere sopra esposte dovranno essere dimensionate in fase esecutiva a seguito di una opportuna indagine geognostica e caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati, nonché attraverso l'installazione nei fori di sondaggio di piezometri ( a canna aperta e tipo Casagrande) e inclinometri.

Il Tecnico

Ing. Albina Cuomo



A handwritten signature in blue ink that reads "Albina Cuomo".

**ALLEGATO : SCHEDA IFFI**

**ALLEGATO : SCHEDA IFFI**

Sigla		ID Frana													
GENERALITÀ															
Compilazione						Localizzazione									
Data		5 marzo 2001				Regione: Campania				Provincia : Salerno					
Compilatore		Ing. Albina Cuomo				Comune: Laurito									
Istituzione		Autorità di bacino Regionale in Sinistra Sele													
CTR		Scala: 1: 2.000				Numero				Toponimo: Strada Comunale Laurito-Monte Fulgenti					
MORFOMETRIA FRANA							POSIZIONE FRANA SUL VERSANTE								
Dati generali							Testata					Unghia			
Quota corona (m) : 635			Azimut movimento $\alpha$ (°): 180				○		In cresta			○			
Quota unghia (m): 625			Area totale A (m <sup>2</sup> ): 1200				X		Parte alta del versante			X			
Lungh. orizz. L <sub>o</sub> (m): 40			Volume finale massa				○		Parte media del versante			○			
Dislivello H (m): 10			Spostata stimato V <sub>f</sub> (m <sup>3</sup> ): 60000				○		Parte bassa del versante			○			
Pendenza $\beta$ (°): 40			Profondità sup. sciv. D <sub>r</sub> (m): 5				○		Fondovalle			○			
GEOLOGIA															
Unità 1		Substrato in posto			Unità 2		Copertura			1 2 Litologia					
1		Formazione di S. Mauro			2		Detriti con blocchi in matrice sabbioso-limosa			○○ roccie carbonatiche					
Descrizione 1					Descrizione 2					○○ travertini					
										○○ marne					
										○○ flysch calcareo-marnosi					
Discontinuità 1: Stratificazione N245 e 30° inclinazione			Discontinuità 2: immer./inclin. Fratturazione N90 e 90° inclinazione			1 2 Assetto ○○ orizzontali ○○ reggipoggio X○ traverpoggio (generico) ○○ traverp. ortoclinale ○○ traverp. plagioclinale ○○ franapoggio (generico) ○○ franap. + inclinato pendio ○○ franap. - inclinato pendio ○○ franap. inclinato = pendio			X○ arenarie, flysch arenacei ○○ argilliti, siltiti, flysch pelitici ○○ roccie effusive laviche acide ○○ roccie effusive laviche basiche ○○ roccie effusive piroclastiche ○○ roccie intrusive acide ○○ roccie intrusive basiche ○○ roccie metamorfiche ○○ roccie gessose, anidritiche, saline ○○ roccie sedimentarie silicee						
1 2 Struttura ○○ massiva X○ stratificata ○○ fessile ○○ fessurata ○○ fratturata ○○ scistosa ○○ vacuolare ○○ caotica			1 2 Litotecnica ○○ roccia ○○ roccia lapidea ○○ roccia debole ○○ detrito ○○ terra granulare ○○ terra granulare addensata ○○ terra granulare sciolta ○○ terra coesiva ○○ terra coesiva consistente ○○ terra coesiva poco consist. ○○ terra organica ○○ unità complessa X○ unità complessa: alternanza ○○ unità complessa: <i>mélange</i>			1 2 Degradazione ○○ fresca ○○ leggerm. degradata X○ mediam. degradata ○○ molto degradata ○○ completam. degradata			○○ conglomerati e breccie ○○ detriti ○○ terreni prev. ghiaiosi ○○ terreni prev. sabbiosi ○○ terreni prev. limosi ○○ terreni prev. argillosi ○○ terreno eterogeneo ○○ terreno di riporto						
1 2 Spaziatura ○○ molto ampia (>2m) X○ ampia (60cm - 2m) ○○ moderata (20cm - 60cm) ○○ fitta (6cm - 20cm) ○○ molto fitta (<6cm)															
USO DEL SUOLO							ESPOSIZIONE DEL VERSANTE								
○ aree urbanizzate		○ seminativo arborato		○ rimboscimento e novelletto		○ incolto nudo		○ N		○ E		X S		○ W	
○ aree estrattive		○ colture specializzate		X bosco ceduo		○ incolto macchia cespugliato		○ NE		○ SE		○ SW		○ NW	
○ seminativo		○ vegetazione riparia		○ bosco d'alto fusto		○ incolto prato pascolo									
IDROGEOLOGIA				CLASSIFICAZIONE DELL'EVENTO FRANOSO											
Acque superficiali				1 <sup>liv</sup>		1 2 Movimento		n.d.○		1 2 Velocità		1 2 Materiale			
□ assenti				○		○ ○ crollo				○○ estremamente lento (< 5*10 <sup>-10</sup> m/s)		○○ roccia			
□ stagnanti				○		○ ○ ribaltamento				○○ molto lento (< 5*10 <sup>-8</sup> m/s)		X○ detrito			
□ ruscellamento diffuso				○		X ○ scivolamento rotazionale				○○ lento (< 5*10 <sup>-6</sup> m/s)		○ X terra			
X ruscellamento concentrato				○		○ ○ scivolamento traslativo				X○ moderato (< 5*10 <sup>-4</sup> m/s)		1 2 Cont. acqua			
Sorgenti		Falda		○		○ ○ espansione				○○ rapido (< 5*10 <sup>-2</sup> m/s)		○○ secco			
○ assenti		○ assente		○		○ X colamento "lento"				○○ molto rapido (< 5 m/s)		○○ umido			

<input checked="" type="checkbox"/> diffuse	<input checked="" type="checkbox"/> freatica	<input type="checkbox"/> colamento "rapido"	<input checked="" type="checkbox"/> estremamente rapido (> 5 m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> bagnato
<input type="checkbox"/> localizzate	<input type="checkbox"/> in pressione	<input type="checkbox"/> sprofondamento		<input type="checkbox"/> molto bagnato
<b>N° 1</b>	<b>Prof. (m) 3</b>	<input checked="" type="checkbox"/> complesso	<b>Note sulla classificazione:</b>	
<i>Se necessario, al 2° livello, aggiungere i dati relativi ad un 3° o 4° movimento su un foglio a parte</i>		<input type="checkbox"/> DGPV	Il fenomeno franoso parte dalla sede stradale e interessa sia il rilevato stradale, che il detrito sottostante. Non si esclude la evoluzione a colata detritico fangosa rapida	
		<input type="checkbox"/> aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi		
		<input type="checkbox"/> aree soggette a sprofondamenti diffusi		
		<input type="checkbox"/> aree soggette a frane superficiali diffuse		

ATTIVITÀ									
Stato			Distribuzione				Stile		
<input checked="" type="checkbox"/> attivo	<input type="checkbox"/> quiescente	<input type="checkbox"/> stabilizzato	<input type="checkbox"/> costante	<input checked="" type="checkbox"/> retrogressivo	<input checked="" type="checkbox"/> avanzante	<input type="checkbox"/> singolo	<input checked="" type="checkbox"/> complesso	<input type="checkbox"/> multiplo	
<input type="checkbox"/> riattivato	<input type="checkbox"/> relitto	<input type="checkbox"/> artificialmente	<input checked="" type="checkbox"/> in allargamento	<input type="checkbox"/> in diminuzione	<input type="checkbox"/> confinato	<input checked="" type="checkbox"/> composito	<input type="checkbox"/> successivo		
<input type="checkbox"/> sospeso	<input type="checkbox"/> naturalmente		<input type="checkbox"/> multidirezionale						
<b>METODOLOGIA UTILIZZATA PER LA VALUTAZIONE DEL TIPO DI MOVIMENTO E DELLO STATO DI ATTIVITA'</b>			<input type="checkbox"/> fotointerpretazione*		* In caso di scelta fotointerpretazione:				
			<input checked="" type="checkbox"/> rilevamento sul terreno		Id_volo (rif. tabella volo_aer)				
			<input type="checkbox"/> monitoraggio		Numero strisciata				
			<input type="checkbox"/> dato storico/archivio		Numero fotogramma				
<input type="checkbox"/> segnalazione									
DATA DELLA OSSERVAZIONE PIU' RECENTE CHE HA PERMESSO DI DETERMINARE LO STATO DI ATTIVITA'					05 marzo 2001				
ATTIVAZIONI				DATAZIONE EVENTO PIU' SIGNIFICATIVO					
				Fonte		Data certa			
				<input type="checkbox"/> giornali	<input type="checkbox"/> immagini telerilevate	Data incerta		min	max
				<input type="checkbox"/> pubblicazioni	<input type="checkbox"/> documenti storici	Anno			
				<input type="checkbox"/> testim. orali	<input type="checkbox"/> lichenometria	Mese			
				<input type="checkbox"/> audiovisivi	<input type="checkbox"/> dendrocronologia	Giorno			
				<input type="checkbox"/> archivi enti	<input type="checkbox"/> metodi radiometrici	Ora			
				<input type="checkbox"/> cartografia	<input type="checkbox"/> altre datazioni	Età Radiometrica		Anni B.P.	precisione
									±
CAUSE									
<b>Intrinseche</b>					<b>Geomorfologiche</b>				
<input checked="" type="checkbox"/> materiale debole					<input type="checkbox"/> sollevamento tettonico				
<input type="checkbox"/> superficie di taglio preesistenti					<input type="checkbox"/> erosione glaciale base versante				
<input type="checkbox"/> materiale sensitivo					<input type="checkbox"/> sollevamento vulcanico				
<input type="checkbox"/> orient. sfavorev. discount. Prim.					<input type="checkbox"/> erosione margini laterali frana				
<input type="checkbox"/> materiale collassabile					<input type="checkbox"/> scarico glaciopressioni				
<input type="checkbox"/> orient. sfavorev. discount second.					<input type="checkbox"/> eros. sotterranea, sifonamento				
<input type="checkbox"/> materiale alterato					<input type="checkbox"/> erosione fluviale base versante				
<input checked="" type="checkbox"/> contrasto di permeabilità					<input checked="" type="checkbox"/> deposito sul pendio o in cresta				
<input type="checkbox"/> materiale fratturato					<input type="checkbox"/> erosione marina base versante				
<input type="checkbox"/> contrasto di competenza					<input type="checkbox"/> rimozione naturale vegetazione				
<b>Fisiche</b>					<b>Antropiche</b>				
<input type="checkbox"/> precipitaz. brevi intense					<input type="checkbox"/> scavo al piede del pendio				
<input type="checkbox"/> gelificazione o crioclastismo					<input type="checkbox"/> carico sulla cresta del pendio				
<input checked="" type="checkbox"/> precipitaz. eccezionali prolungate					<input type="checkbox"/> abbassam. rapido livello serbatoio				
<input type="checkbox"/> termoclastismo					<input type="checkbox"/> innalzamento livello serbatoio				
<input type="checkbox"/> fusione rapida di neve/ghiaccio					<input type="checkbox"/> irrigazione				
<input type="checkbox"/> imbibizione / disseccamento					<input type="checkbox"/> attività agricole e pratiche colturali				
<input type="checkbox"/> fusione del permafrost					<input type="checkbox"/> scarsa manutenz. drenaggi				
<input type="checkbox"/> aloclastismo					<input type="checkbox"/> vibrazioni				
<input type="checkbox"/> congelamento sorgenti									
<input type="checkbox"/> terremoto									
<input type="checkbox"/> abbass. rapido liv. idrico esterno									
<input type="checkbox"/> eruzione vulcanica									
<input type="checkbox"/> innalzam. livello idrico esterno									
<input type="checkbox"/> rottura soglia lago									

**Note: (X) predisponenti (■) innescente**

SEGNI PRECURSORI							
X fenditure, fratture <input type="checkbox"/> trincee, doppie creste <input type="checkbox"/> crolli localizzati X rigonfiamenti	<input type="checkbox"/> contropendenze <input type="checkbox"/> cedimenti X lesioni dei manufatti <input type="checkbox"/> scricchiolio strutture	X inclinaz. pali o alberi <input type="checkbox"/> comparsa sorgenti <input type="checkbox"/> scomparsa sorgenti <input type="checkbox"/> scomparsa corsi d'acqua	<input type="checkbox"/> variaz. portata sorgenti <input type="checkbox"/> variaz. livello acqua pozzi <input type="checkbox"/> acqua in pressione nel suolo <input type="checkbox"/> rumori sotterranei				
DANNI			n.d. <input type="checkbox"/>				
<b>Tipo di danno</b> X diretto, potenziale se con evoluzione <input type="checkbox"/> caduta in un invaso <input type="checkbox"/> sbarramento corso d'acqua <input type="checkbox"/> sbarramento e rottura diga di frana <input type="checkbox"/> rottura diga o argine artificiale							
<b>Persone</b> X <input type="checkbox"/> morti N. <input type="checkbox"/> feriti N. <input type="checkbox"/> evacuati N		X a rischio N. 50					
<b>Edifici</b> X <input type="checkbox"/> privati N. 80 <input type="checkbox"/> pubblici N. 3		X privati a rischio N. 80 <input type="checkbox"/> pubblici a rischio N. 3					
<b>Costo (€.)</b> Beni: 1000.000,00		Attività: 100.000,00 Totale: 1100.000,00					
Centri abitati	Grado	Strutture servizio pubblico	Grado	Beni culturali	Grado	Strade	Grado
centro abitato maggiore	X	ospedale	X	monumenti	X	autostrada	
centro abitato minore	G	caserma		beni storico-architettonici		statale	M
nucleo rurale		scuola		musei		provinciale	
case sparse		biblioteca		opere d'arte	G	comunale	G
Attività economiche	Grado	sedi Pubblica Amministraz.		Infrastrutture di servizio	Grado	altro	
nucleo commerciale	X	chiesa		acquedotti	G		
nucleo artigianale	G	impianto sportivo		fogne			
impianto manifatturiero		cimitero		linee elettriche			
impianto chimico		centrale elettrica		linee telefoniche			
impianto estrattivo		porto		gasdotti			
impianto zootecnico		ponte o viadotto, strada	G	oleodotti			
Terreno agricolo	Grado	galleria		canalizzazioni	Grado	Denominazione	
seminativo	X	condotta forzata		impianti a fune			
seminativo arborato		stazione ferroviaria		Ferrovie			
culture specializzate		bacino idrico		alta velocità			
prato o pascolo		diga		2 o più binari			
bosco	G	inceneritore		1 binario			
rimboschimento		discarica		Rete urbana			
		depuratore		Ferrovia nd			
							Corso d'acqua <input type="checkbox"/> Danno: X potenziale <input type="radio"/> deviazione <input type="radio"/> sbarramento parziale <input type="radio"/> sbarramento totale

**Grado di danno:** N = non valutabile; L = lieve (estetico); M = medio (funzionale); G = grave (strutturale o perdita totale)

STATO DELLE CONOSCENZE	INTERVENTI PREESISTENTI		
<b>Relaz. tecniche</b> X relaz. sopralluogo <input type="checkbox"/> progetto preliminare X relazione geologica <input type="checkbox"/> X prog. esecutivo/definitivo  <b>Indagini e monitoraggio</b> X perforaz. geognostiche <input type="checkbox"/> inclinometri X analisi geotecniche lab. <input type="checkbox"/> piezometri <input type="checkbox"/> indagini idrogeologiche <input type="checkbox"/> fessurimetri <input type="checkbox"/> geoelettrica <input type="checkbox"/> estensimetri <input type="checkbox"/> sismica di superficie <input type="checkbox"/> clinometro <input type="checkbox"/> sismica down-hole <input type="checkbox"/> assestimento <input type="checkbox"/> sismica cross-hole <input type="checkbox"/> rete microsismica <input type="checkbox"/> penetrometro <input type="checkbox"/> monitor. topografico <input type="checkbox"/> pressiometro <input type="checkbox"/> monitor. idrometeorol. <input type="checkbox"/> scissometro <input type="checkbox"/> altro	<b>Movimenti di terra</b> <input type="checkbox"/> riprofil., gradonatura <input type="checkbox"/> riduz. carichi testa <input type="checkbox"/> increm. carichi piede <input type="checkbox"/> disaggio  <b>Sostegno</b> <input type="checkbox"/> gabbioni <input type="checkbox"/> muri X paratie <input type="checkbox"/> pali <input type="checkbox"/> terre arm.-rinf.  <b>Mitigaz. danni</b> <input type="checkbox"/> consolid. edifici <input type="checkbox"/> demolizioni	<b>Drenaggio</b> <input type="checkbox"/> canalette superf. <input type="checkbox"/> trincee drenanti <input type="checkbox"/> pozzi drenanti <input type="checkbox"/> dreni suborizz. <input type="checkbox"/> gallerie drenanti  <b>Protezione</b> <input type="checkbox"/> reti <input type="checkbox"/> spritz-beton <input type="checkbox"/> rilevati paramassi <input type="checkbox"/> trincee paramassi <input type="checkbox"/> strutt. paramassi <input type="checkbox"/> evacuazione <input type="checkbox"/> sistema allarme	<b>Sist. idraul.-forest.</b> <input type="checkbox"/> inerbimenti <input type="checkbox"/> rimboscimenti <input type="checkbox"/> disboscam.selettivo <input type="checkbox"/> viminate, fascinate <input type="checkbox"/> briglie o soglie <input type="checkbox"/> difese di sponda  <b>Rinforzo</b> <input type="checkbox"/> chiodi-bulloni X tiranti-ancoraggi <input type="checkbox"/> imbracature <input type="checkbox"/> iniezioni/jet grouting <input type="checkbox"/> reticoli micropali <input type="checkbox"/> tratt. term.chim.eletr.
<b>Costo indagini</b>  già eseguite(€) 20.000,00	<b>Costo previsto</b>  interventi da eseguire(€) 626.500,00		<b>Costo effettivo</b>  interventi da eseguire (€) 939.174,000
DOCUMENTAZIONE	ADEMPIMENTI LEGISLATIVI NAZIONALI		

<i>Archivi</i>	<i>CARG</i>	<input type="checkbox"/> Legge 267/98 piani straordinari	<input type="checkbox"/> Piano Paesistico
<input type="checkbox"/> Archivio AVI	<input type="radio"/> SI	<input type="checkbox"/> Legge 267/98 interventi urgenti	<input type="checkbox"/> Piani territoriali di coordinamento provinciale
<input type="checkbox"/> Archivio SCAI	<input type="radio"/> NO	<input type="checkbox"/> Legge 267/98 PSAI	<input type="checkbox"/> Ordinanze Min. Interno (Prot. Civile) N°
<input type="checkbox"/> Archivio sopralluoghi DPC	<input type="radio"/> Non coperto	<input checked="" type="checkbox"/> Schemi provvisori e programmatici Legge 183/89	<input checked="" type="checkbox"/> Legge 365/00
<input type="checkbox"/> Archivio interventi SGN		<input checked="" type="checkbox"/> Pianificazione di bacino Legge 183/89	<input type="checkbox"/> Altro
<input checked="" type="checkbox"/> Altro			

**BIBLIOGRAFIA**

<b>Autori</b>	<b>Anno</b>	<b>Titolo</b>	<b>Rivista / Libro / Relazione</b>	<b>Editore / Ente</b>	<b>vol.</b>	<b>pag .</b>

Note: