



CONVEGNO

«Analisi e mitigazione del dissesto idrogeologico»

Foggia

6 giugno 2017



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Interventi sulle frane di grandi dimensioni: la frana di Montaguto (AV)

Angelo Corazza, Dipartimento della protezione civile

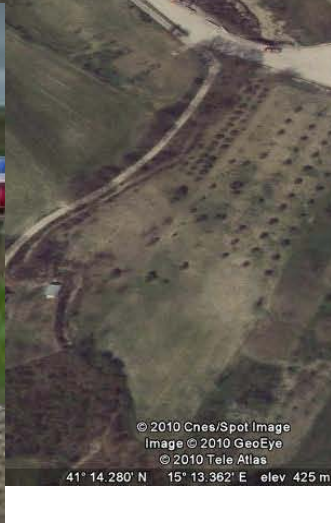
Interruzione infrastrutture



Il 10 marzo 2010 la frana di Montaguto ha provocato l'interruzione della SS 90 «delle Puglie» e della ferrovia Napoli-Bari creando forti disagi per la popolazione e determinando un danno economico stimato dalle parti sociali in circa 300 mila euro al giorno



Dopo l'evento del 2010



I numeri della frana



- **Volume stimato:** 6 milioni di m³
- **Area:** circa 600.000 m²
- **Velocità di picco:** >3 m/giorno
- **Sviluppo complessivo:** 3 km

Capo del Dipartimento - Commissario Delegato

Soggetti Attuatori



**Coordinamento
DPC**



Esercito



ANAS



Regione Campania



Centri di Competenza



Interventi emergenziali: metodo osservazionale

Ralph Brazelton Peck



Advantages and limitations
of the observational method
in applied soil mechanics

1969

Processo continuo di progettazione che consente, sulla base di misure acquisite ed elaborate al momento, sia il rapido adeguamento delle opere “temporanee” alle varie situazioni che si presentano in corso d’opera, sia di ricavare informazioni utili al progetto dell’opera definitiva, dove le opere provvisionali potrebbero essere comunque inserite con funzioni specifiche.

- **Fase 1** (marzo 2010 – ottobre 2010): lavori urgenti per il ripristino dei collegamenti (RFI e SS 90); monitoraggio integrato, studi ed indagini; opere di drenaggio provvisoriale e in somma urgenza; progettazione opere di mitigazione.
- **Fase 2** (novembre 2010 - novembre 2012): Lavori per la mitigazione del rischio con canalizzazioni, drenaggi e opere di sostegno al piede; ulteriori indagini geognostiche e geofisiche.
- **Fase 3**: marzo 2014 – luglio 2014: lavori di completamento.

Rete integrata di monitoraggio del fenomeno franoso di Montaguto

La rete di monitoraggio ha subito una evoluzione in funzione dei risultati ottenuti e delle criticità rilevate.

Gli elementi della rete di monitoraggio sono:

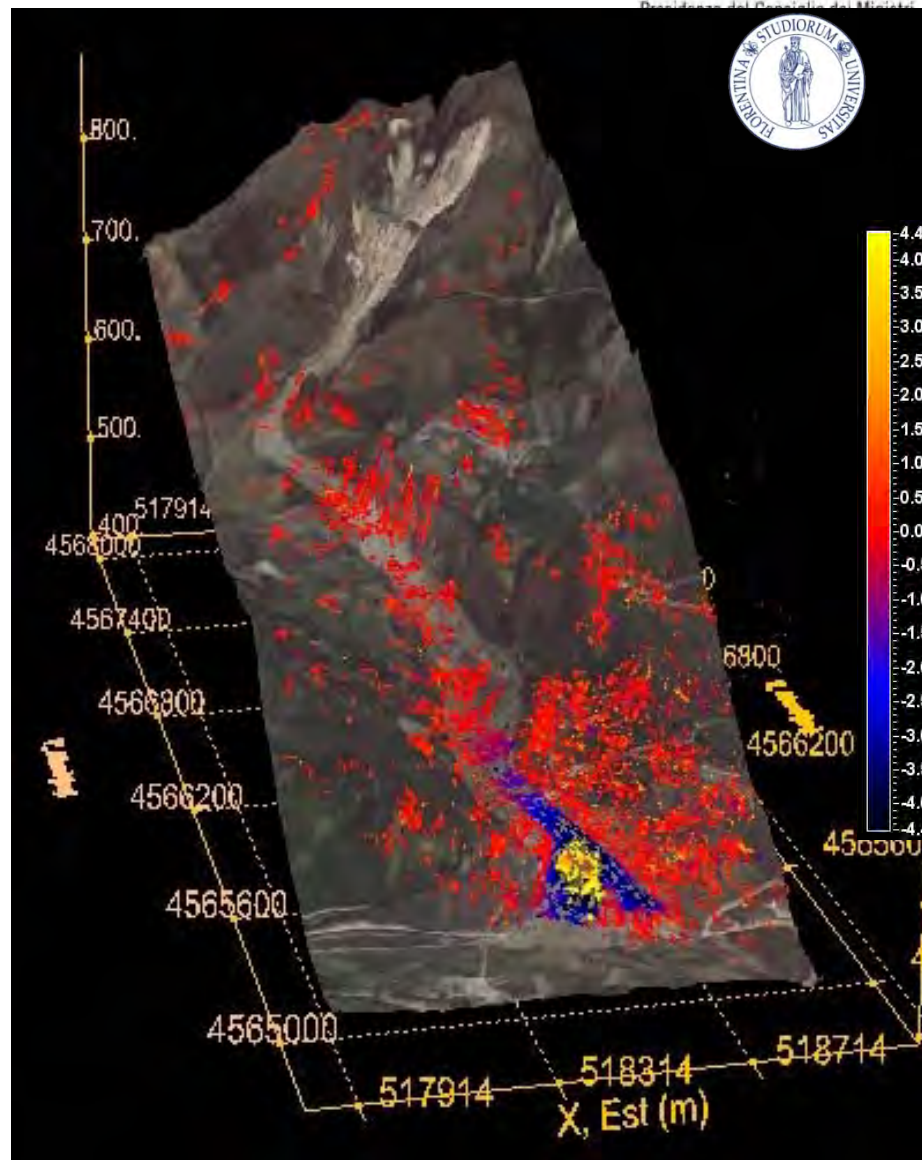
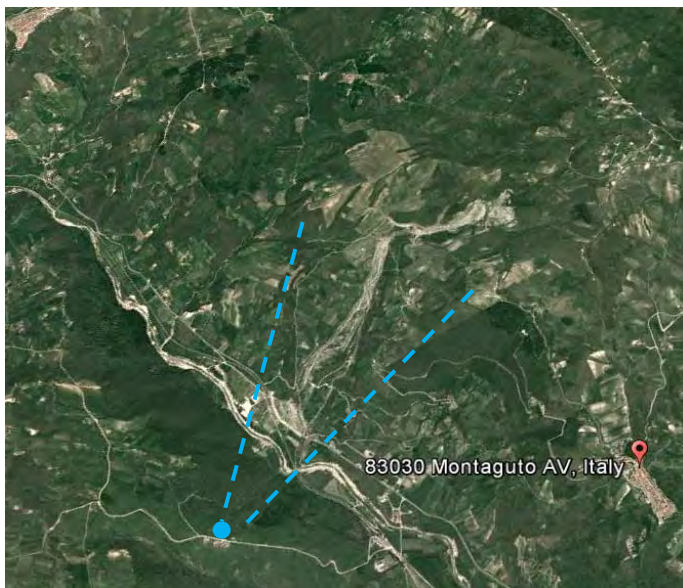
- 3 stazioni totali robotizzate
- 1 stazione meteorologica
- 3 piezometri automatici
- 1 stazione radar da terra



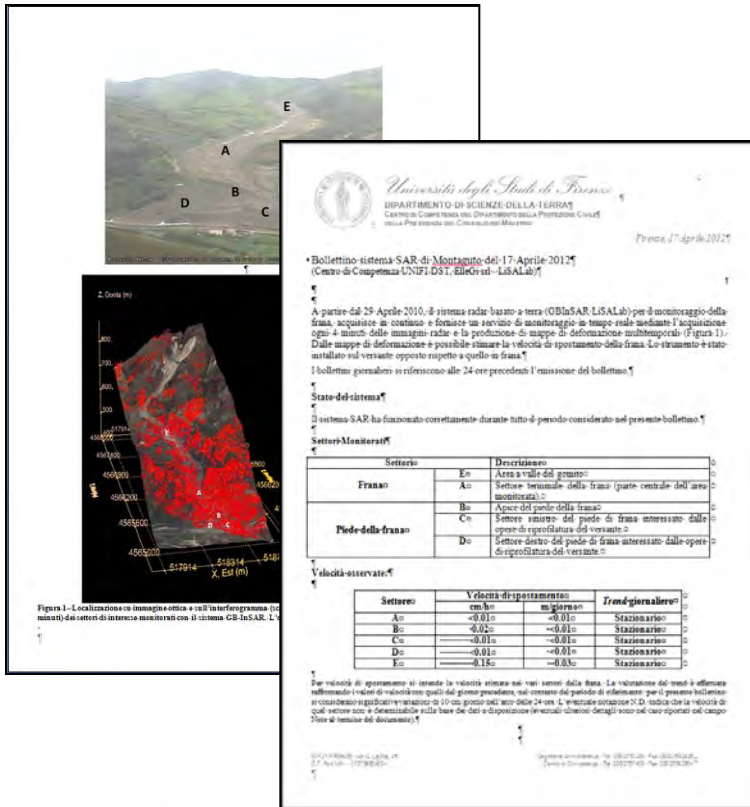
Monitoraggio topografico: CNR-IRPI



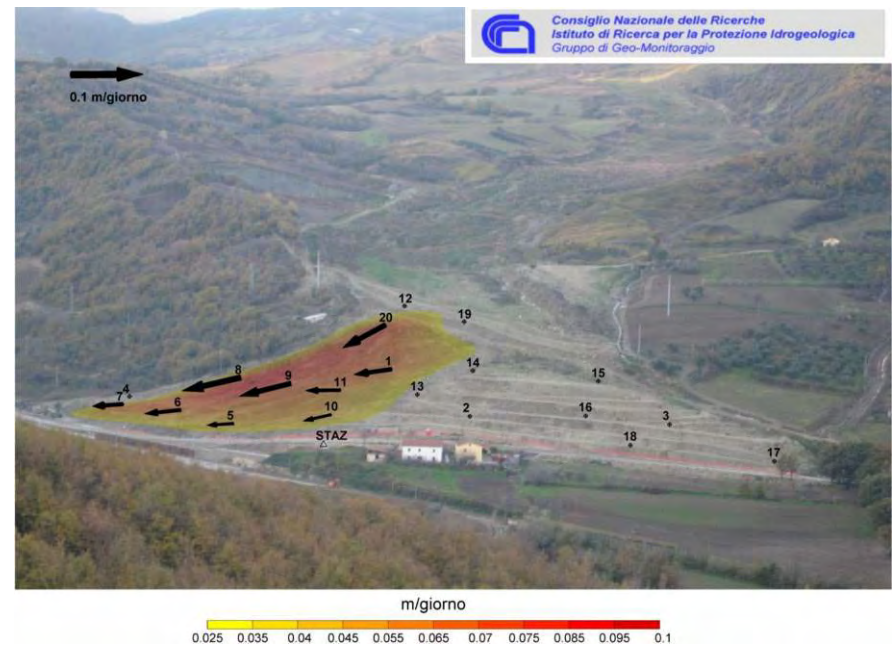
Monitoraggio GB-InSAR: DST-UNIFI



Bollettini giornalieri



Mappe di velocità



Velocità media (24 h) – 03/05/2011

Importanza del monitoraggio



Il sistema di monitoraggio radar e topografico ha svolto da subito un'azione di supporto alla fase conoscitiva e di gestione dell'emergenza permettendo di concentrare l'attenzione sui settori a più alta criticità;

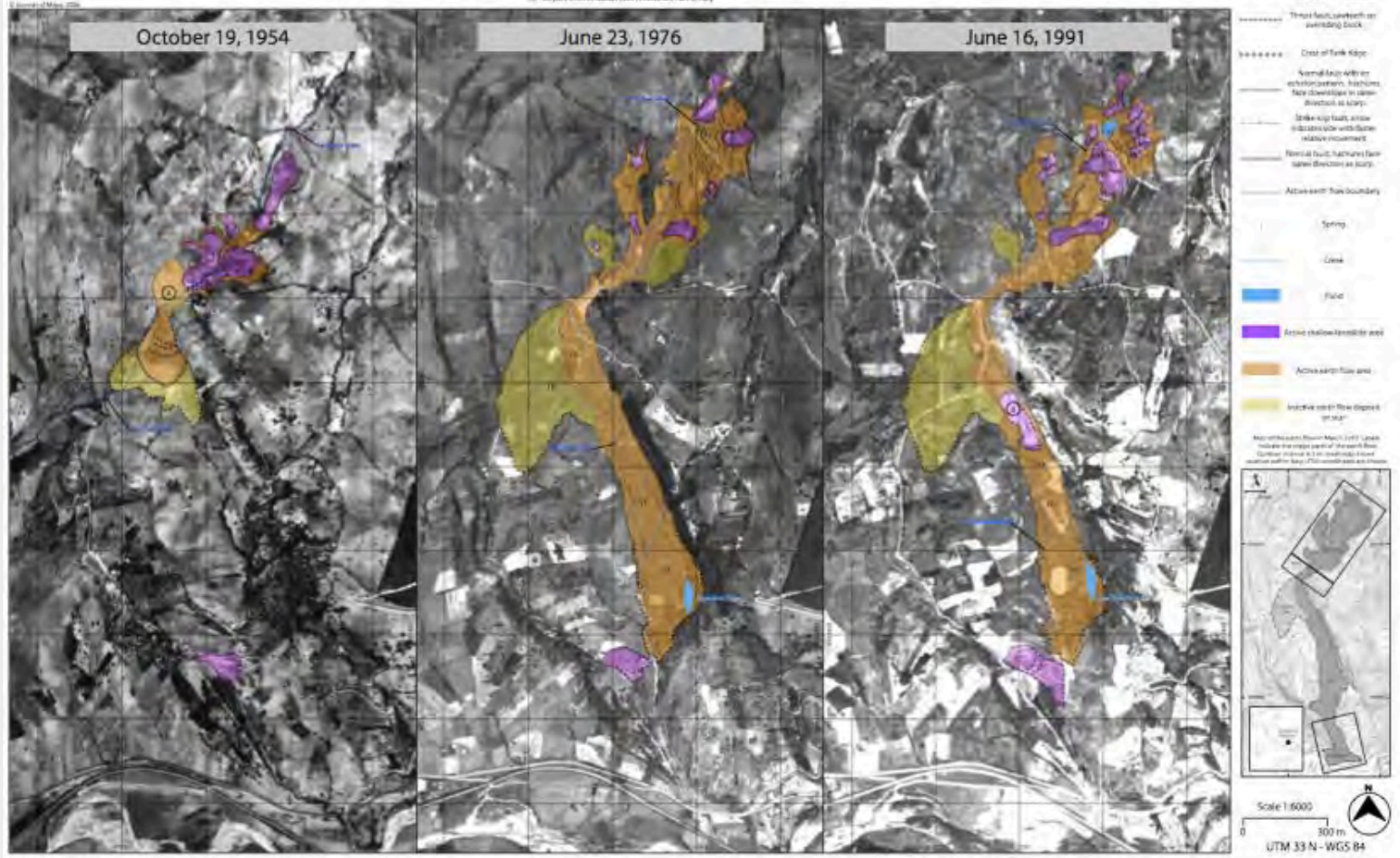
- **Durante prima fase emergenziale ha consentito il controllo dell'evoluzione del fenomeno e la gestione della sicurezza dei cantieri operanti al piede;**
- **Ha poi contribuito alla caratterizzazione del dissesto e alla definizione dei parametri cinematici, fornendo informazioni utili per la progettazione delle opere;**
- **Ha inoltre permesso l'analisi dell'efficacia delle opere e l'individuazione di eventuali dinamiche negative, permettendo la tempestiva realizzazione di varianti migliorative dell'efficacia delle opere stesse;**
- **Consente tuttora il controllo in tempo reale dell'intero corpo di frana, permettendo l'identificazione tempestiva di eventuali criticità, a garanzia della sicurezza delle infrastrutture stradali e ferroviaria.**

Studio evolutivo della frana : Unisannio

Multi-temporal maps of the Montaguto earth flow in southern Italy from 1954 to 2010

Luigi Guerriero¹, Paola Revelino², Jeffrey A Coe³, Mariano Focareta⁴, Gerardo Grefe⁵, Vincenzo Albanese⁶, Angelo Corazza⁷, Francesco M Guadagno⁸

¹ - Department of Biological, Geological and Environmental Studies, University of Salerno, Benevento, Italy
² - U.S. Geological Survey, Denver Federal Center, Denver, Colorado, USA
³ - Mediterranean Agency for Remote Sensing and Environmental Control, Villa del Poggio Reale, Benevento, Italy
⁴ - Department of Basal Civil Structures, Rome, Italy

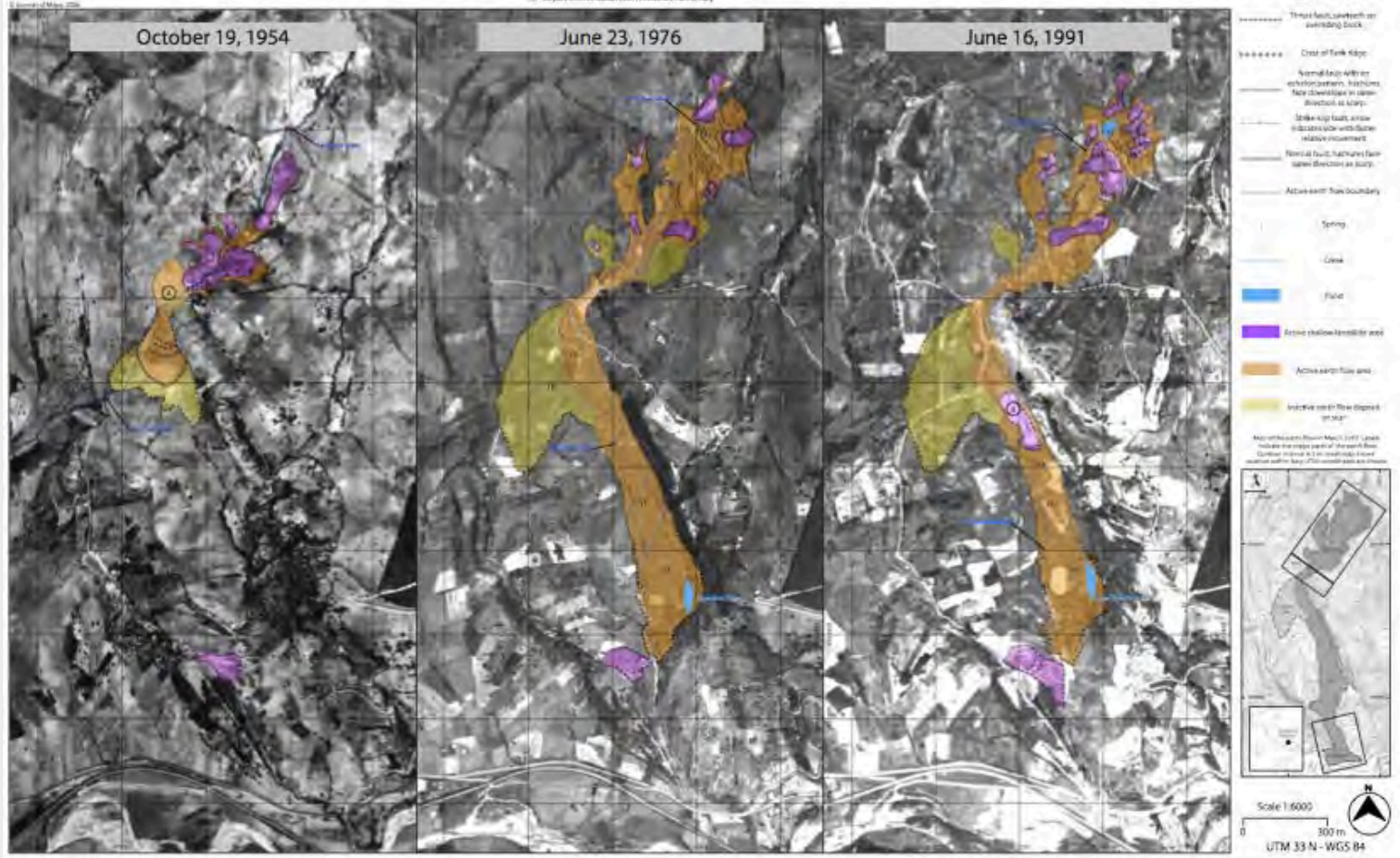


Studio evolutivo della frana : Unisannio

Multi-temporal maps of the Montaguto earth flow in southern Italy from 1954 to 2010

Luigi Guerriero¹, Paola Revelino², Jeffrey A Coe³, Mariano Focareta⁴, Gerardo Grefe⁵, Vincenzo Albanese⁶, Angelo Corazza⁷, Francesco M Guadagno⁸

¹ - Department of Biological, Geological and Environmental Studies, University of Salerno, Benevento, Italy
² - U.S. Geological Survey, Denver Federal Center, Denver, Colorado, USA
³ - Mediterranean Agency for Remote Sensing and Environmental Control, Villa dei Papi, Benevento, Italy
⁴ - Department of Basal Civil Structures, Rome, Italy

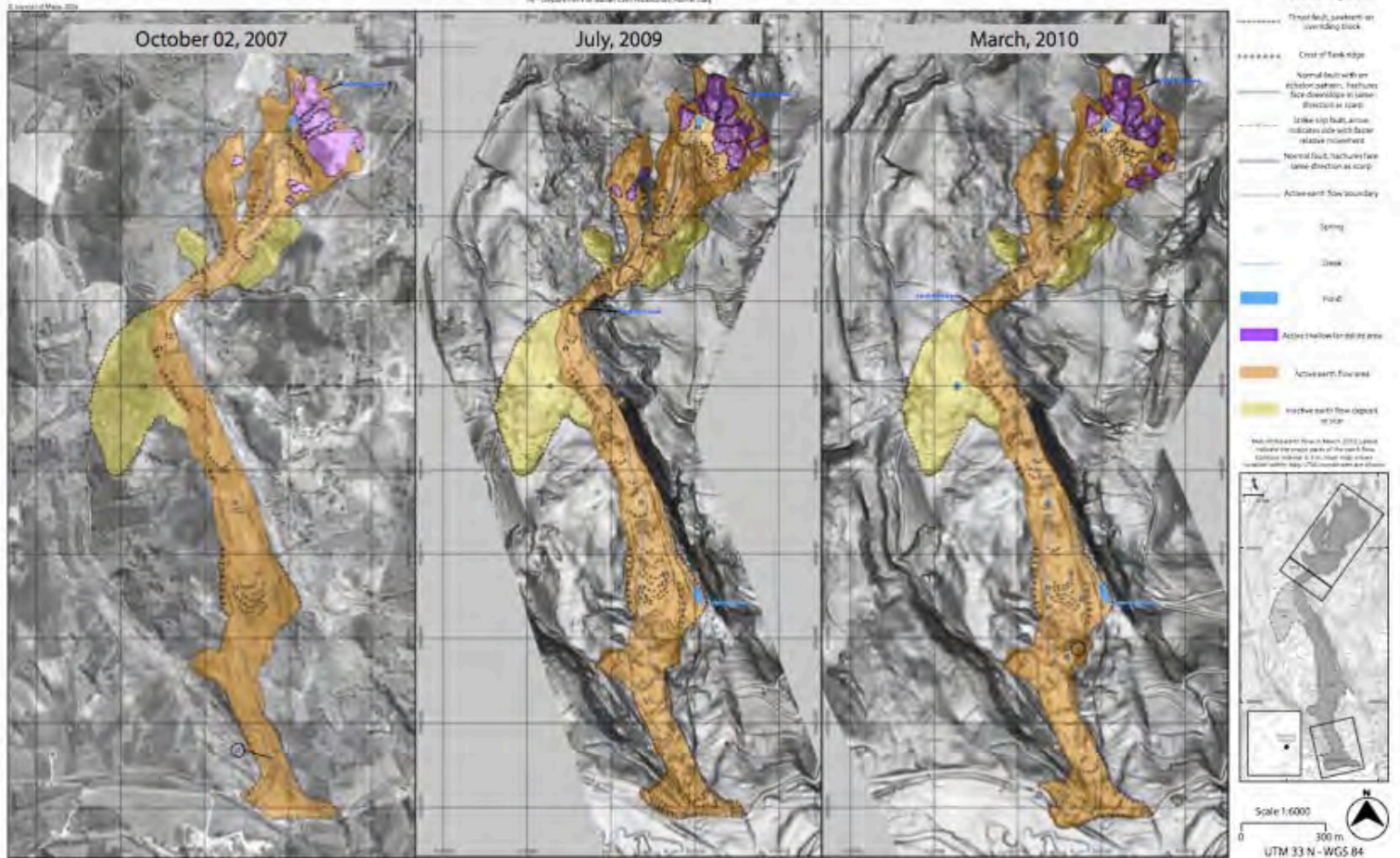


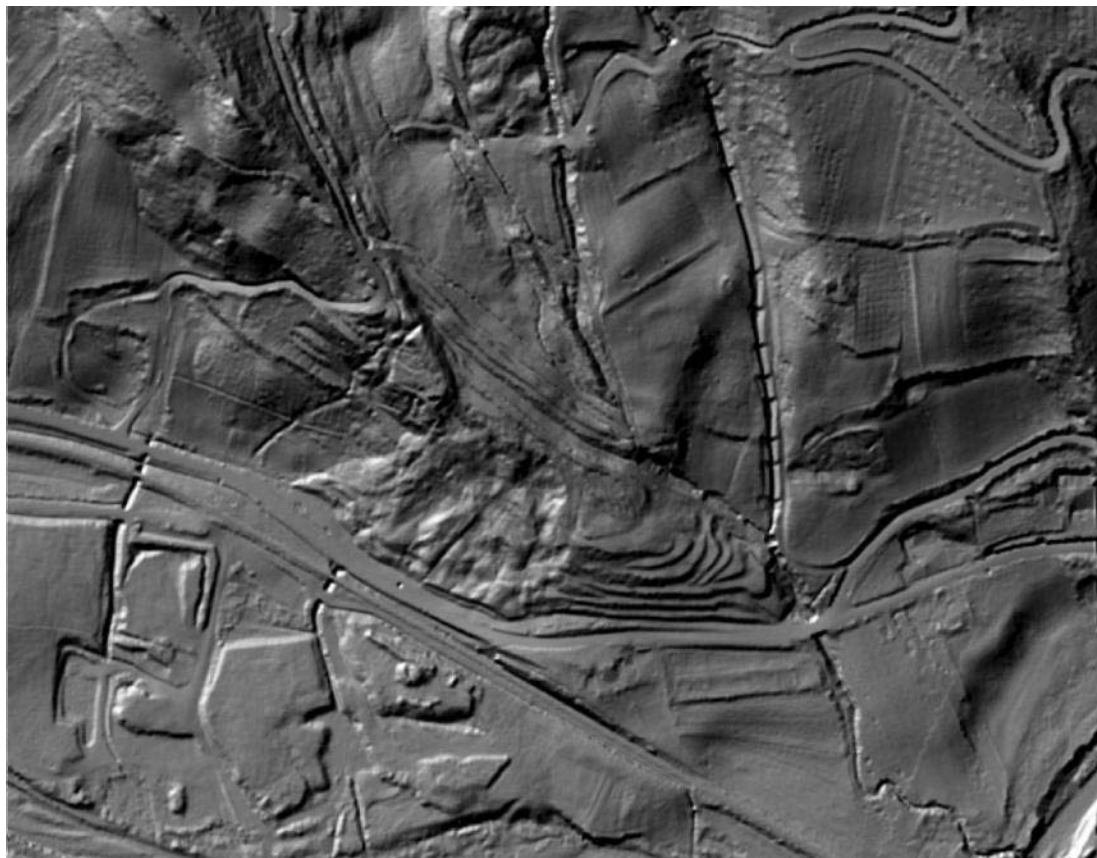
Studio evolutivo della frana : Unisannio

Multi-temporal maps of the Montaguto earth flow in southern Italy from 1954 to 2010

Luigi Guarniero¹, Paola Revelino², Jeffrey A Coe³, Mariano Focareta⁴, Gerardo Grelli⁵, Vincenzo Albanese⁶, Angelo Corazza⁷, Francesco M Guadagno⁸

¹ - Department of Biological, Geological and Environmental Studies, University of Salerno, Benevento, Italy
² - I.I.G. Geological Survey Center Federal Center Denver, Colorado, USA
³ - Mediterranean Agency for Remote Sensing and Environmental Control, Via dei Papi, Benevento, Italy
⁴ - Department of Italian Civil Protection, Rome, Italy





2004

2006

2009

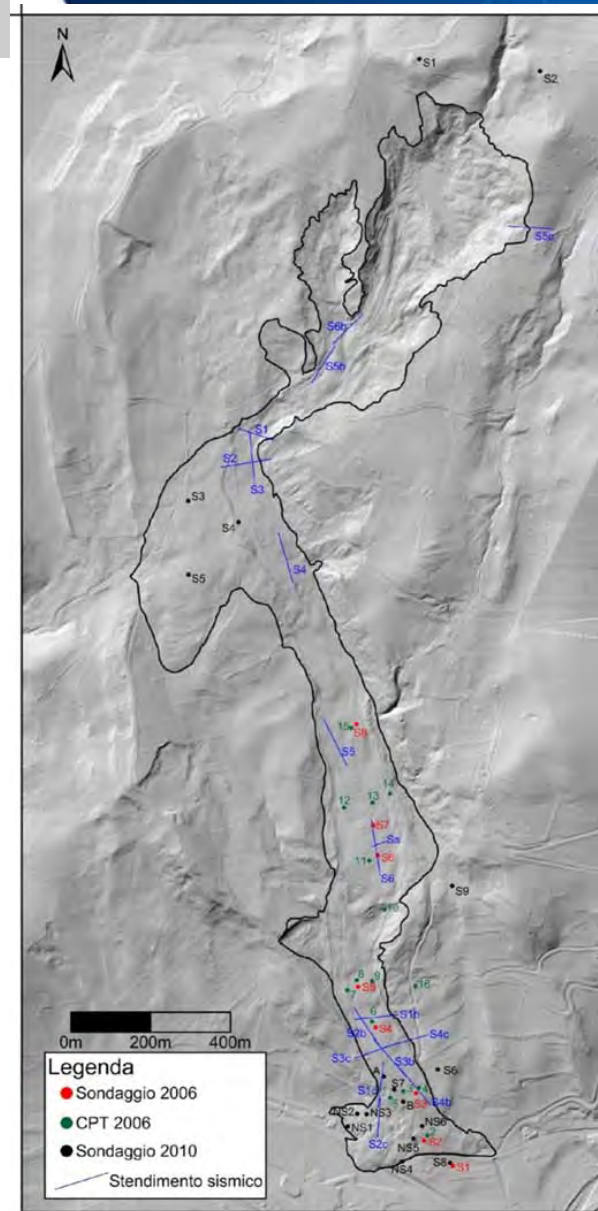
4/2010

6/2010

2011

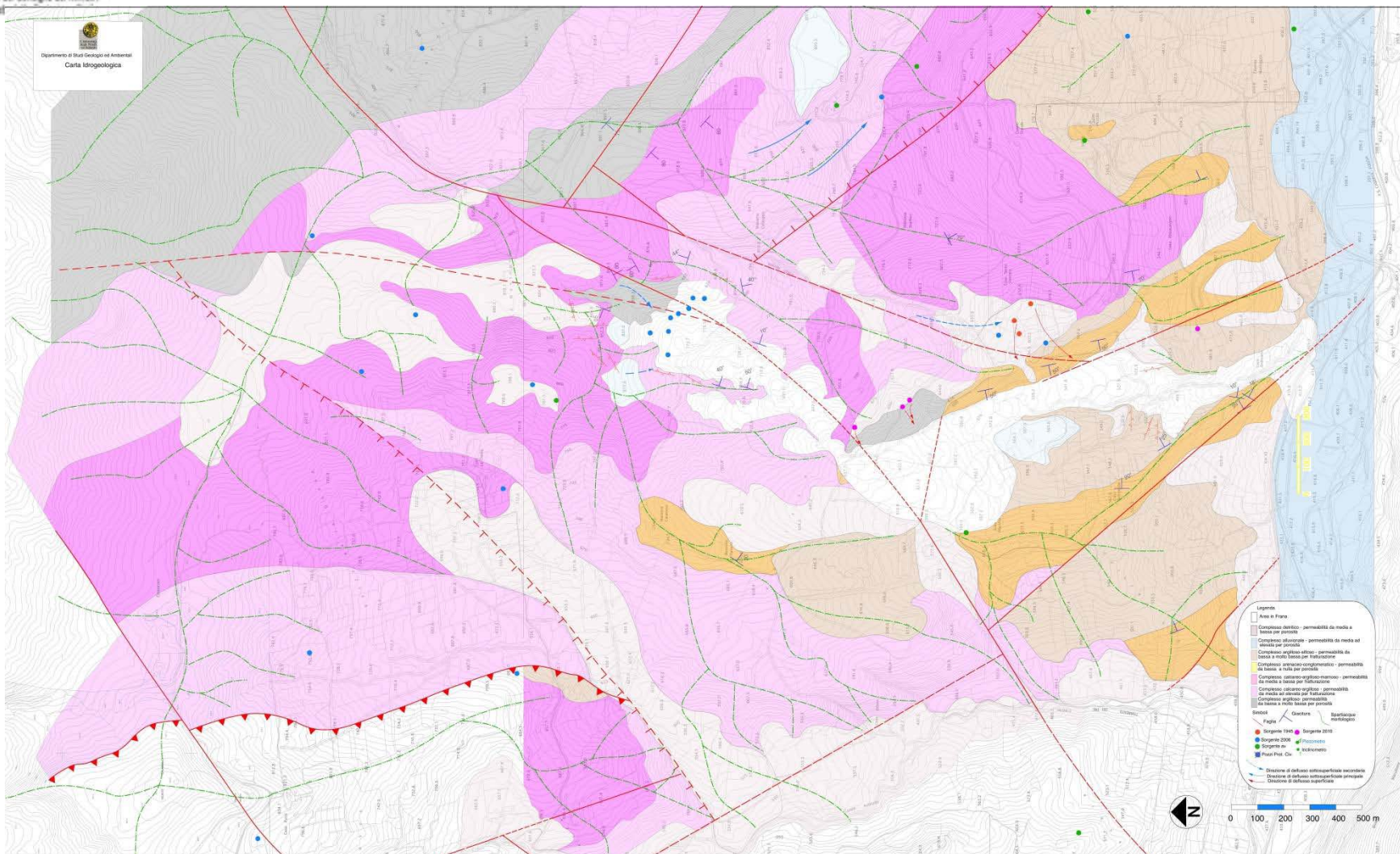
Analisi comparata dati LiDAR

- ❑ Indagini geologiche
- ❑ Indagini idrogeologiche
- ❑ Sondaggi Geognostici
- ❑ Tomografie Sismiche a Rifrazione
- ❑ Tomografie di resistività elettrica
- ❑ Caratterizzazione geologico-tecnica dei depositi e dei materiali di frana



Rilievi geologici e idrogeologici di dettaglio

Dipartimento di Studi Geologici ed Ambientali
Carta idrogeologica



Rilievi geologici e idrogeologici di dettaglio



Legenda

- Area in frana
- bn - alluvioni recenti ed attuali
- Uva3 - argille a mattoni e luoghi sabbiosi contenenti guai di molluschi (Panopea), Pliocene inf.
- Uva2 - Sabbie ed arenarie corceae, Messiniano.
- Uva3 - Conglomerati poligenici, Messiniano inf. parte alta.
- Fae - Calcareniti bianche o gialle con mattoni policromi con zali livelli conglomeratici, Aquilano - Tortoniano.

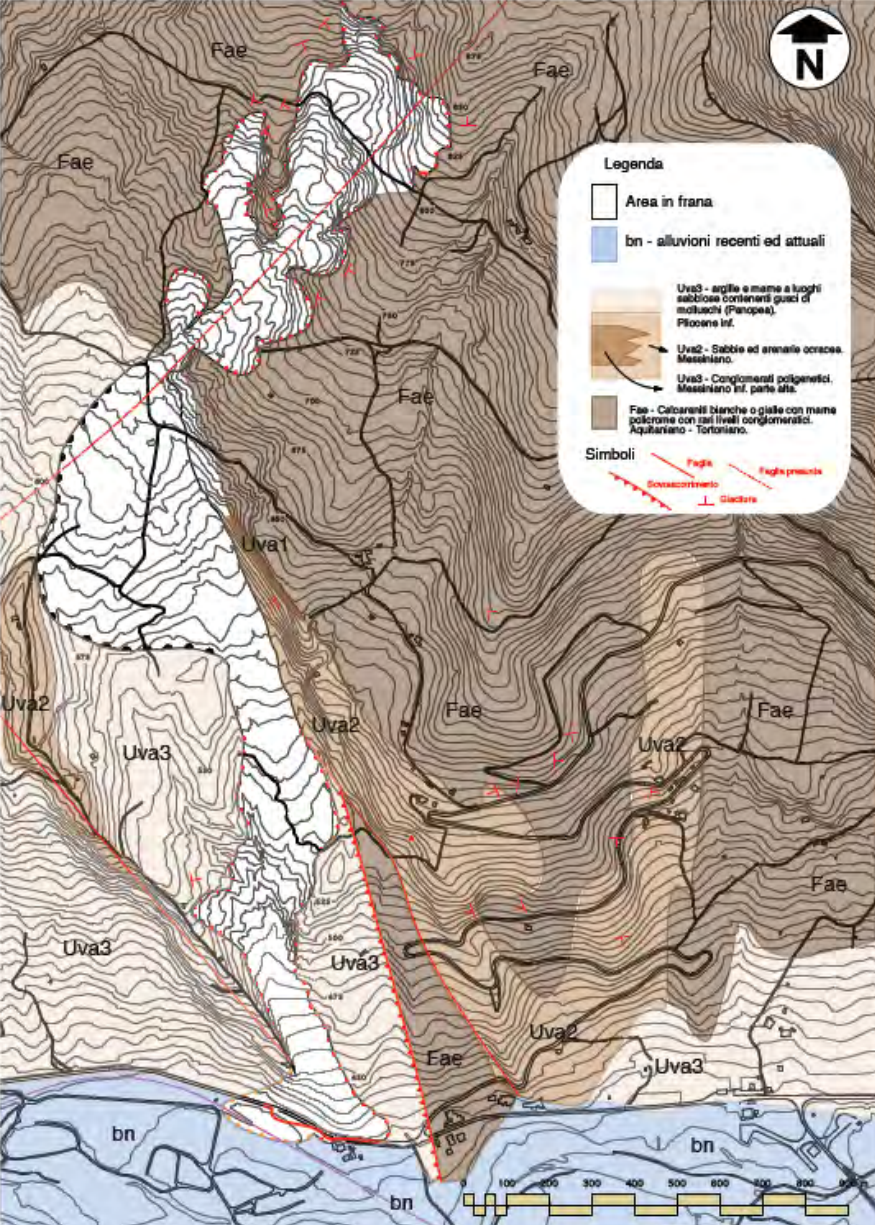
Simboli

- Faglia
- Faglia presunta
- Sovrasottintorno
- Glaciere

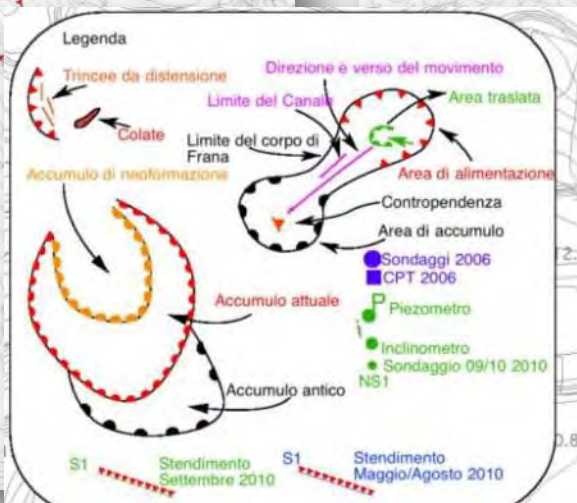
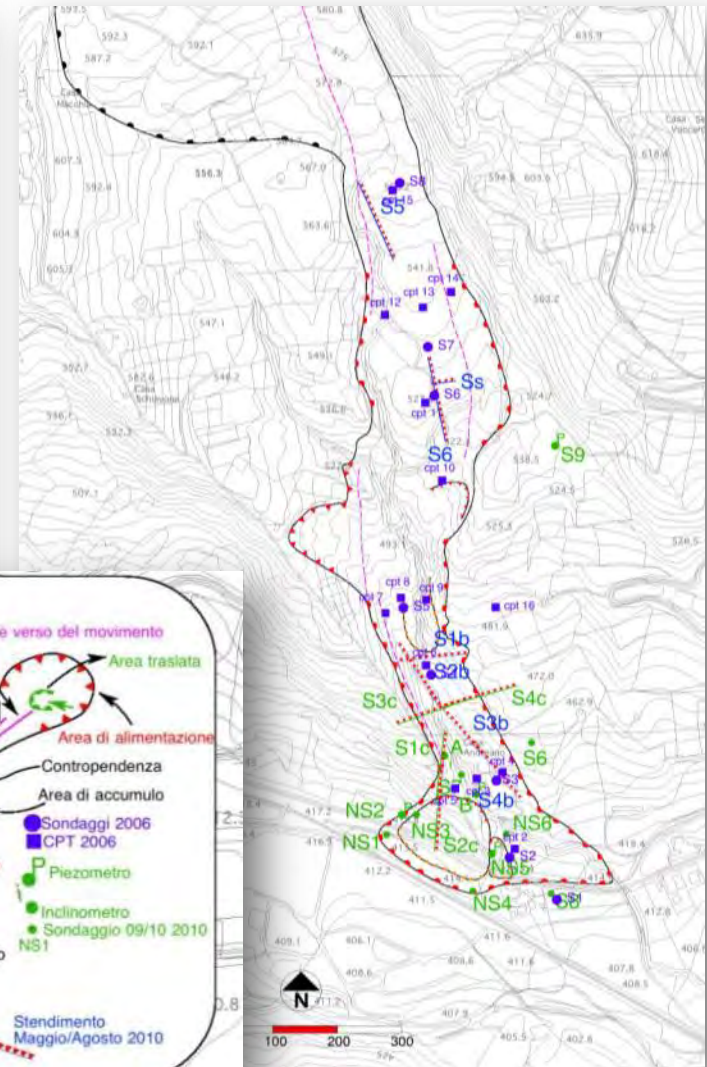
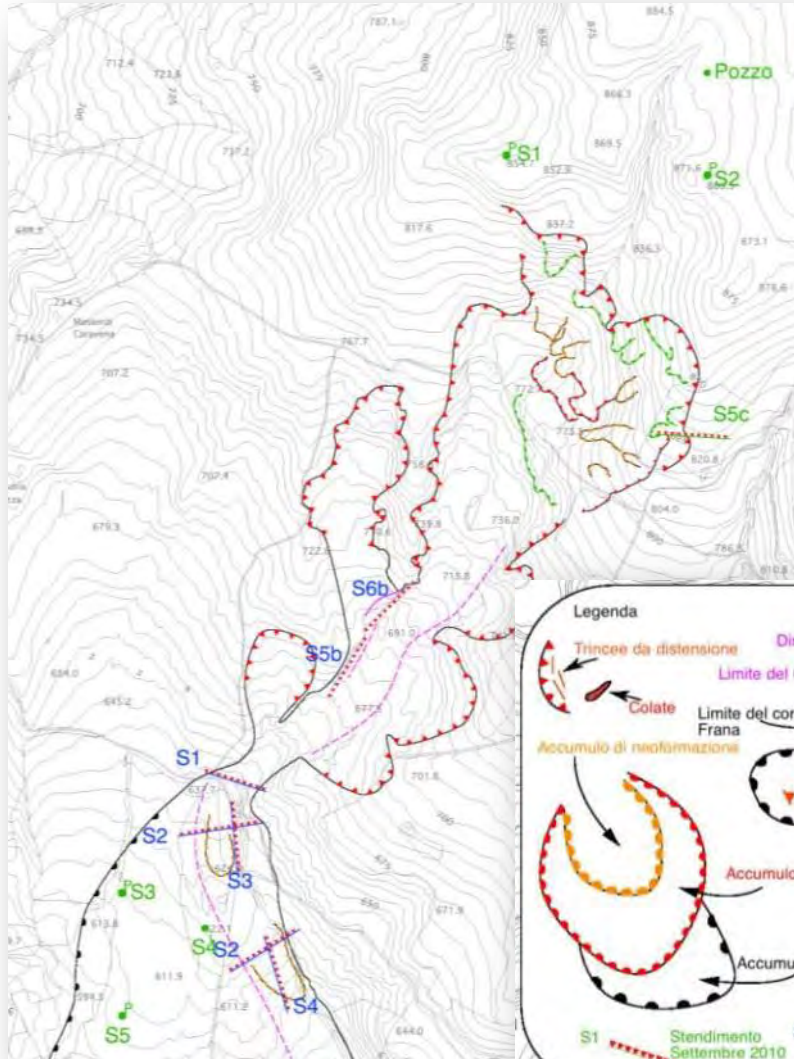
Flysch di Faeto (FAE): Calcareniti con marne con rari livelli conglomeratici
Miocene inf.

Unità di Altavilla (Uva): 1- conglomerati; 2- sabbie e arenarie; 3- argille e marne.
Miocene sup.

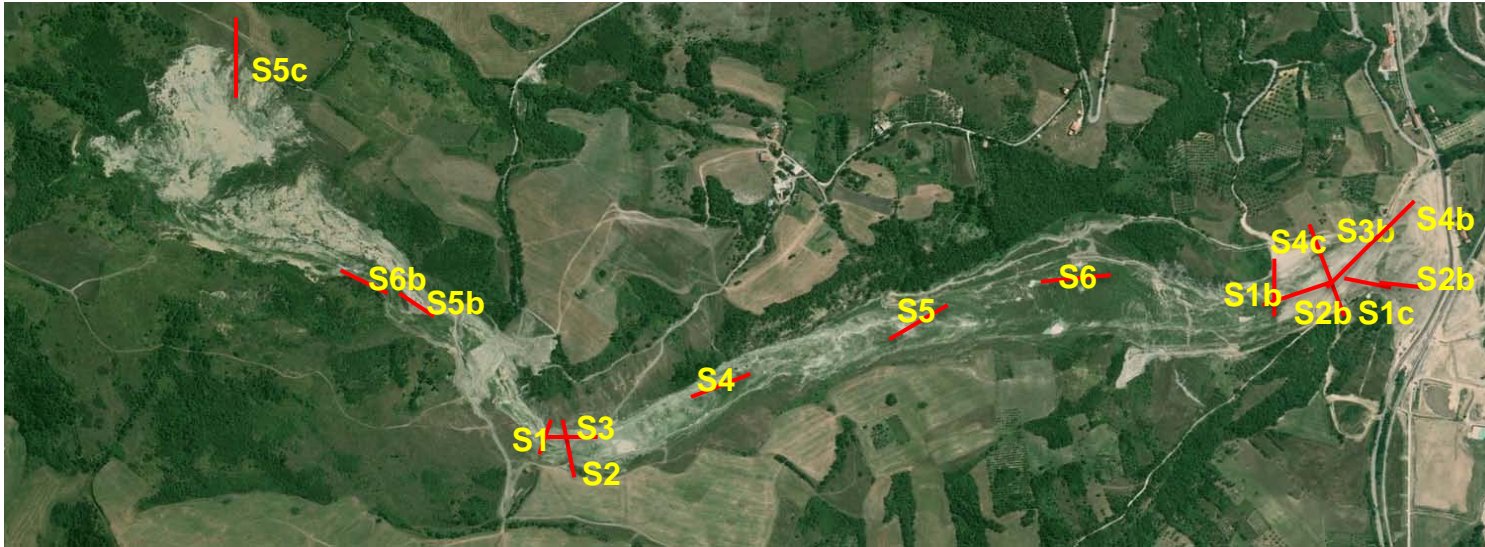
Depositi alluvionali fiume Cervaro (bn).
Pleistocene – Olocene



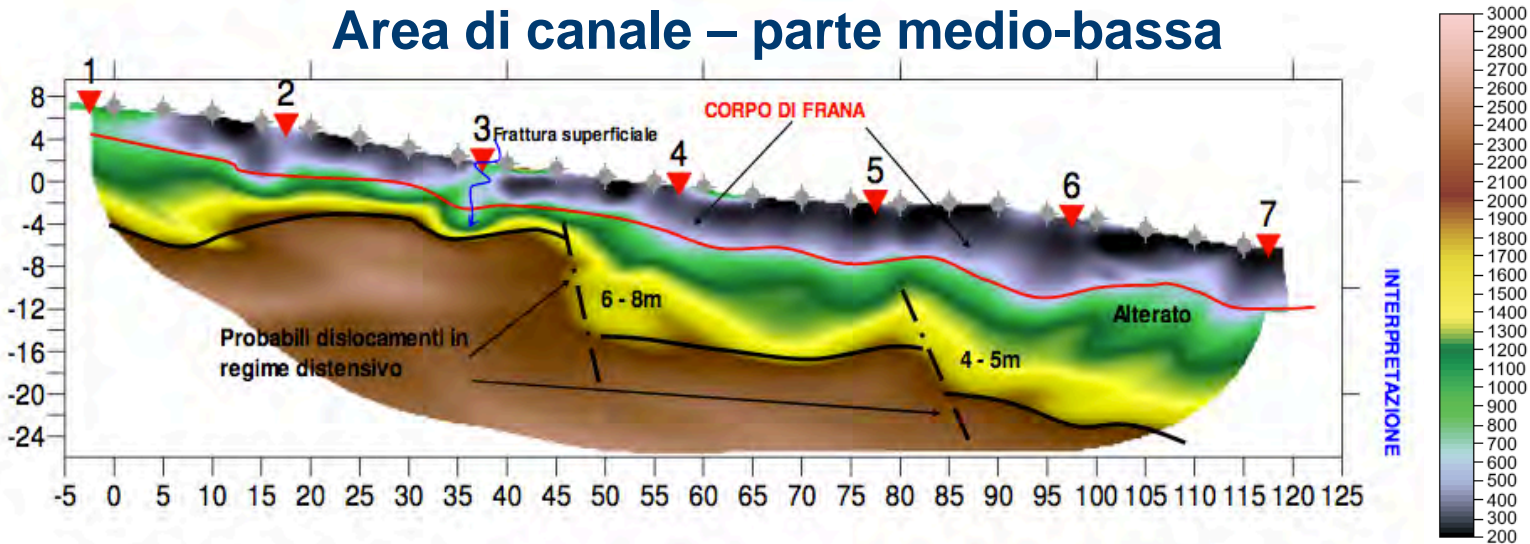
Indagini geognostiche



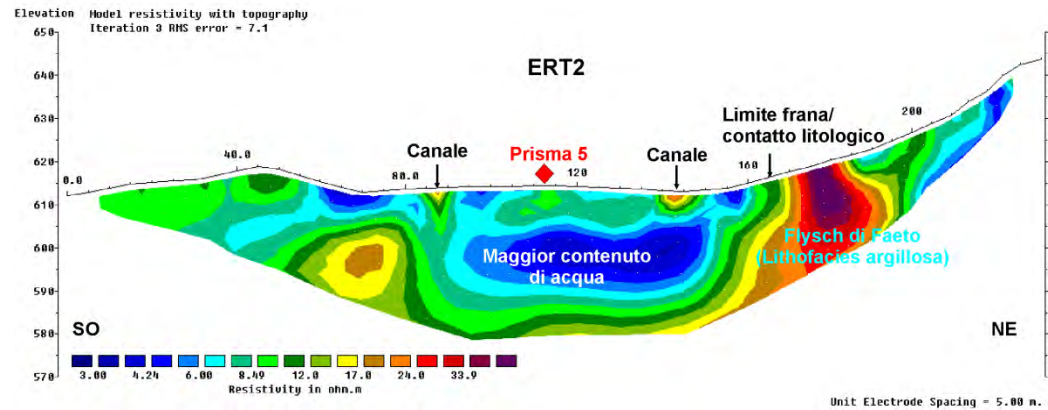
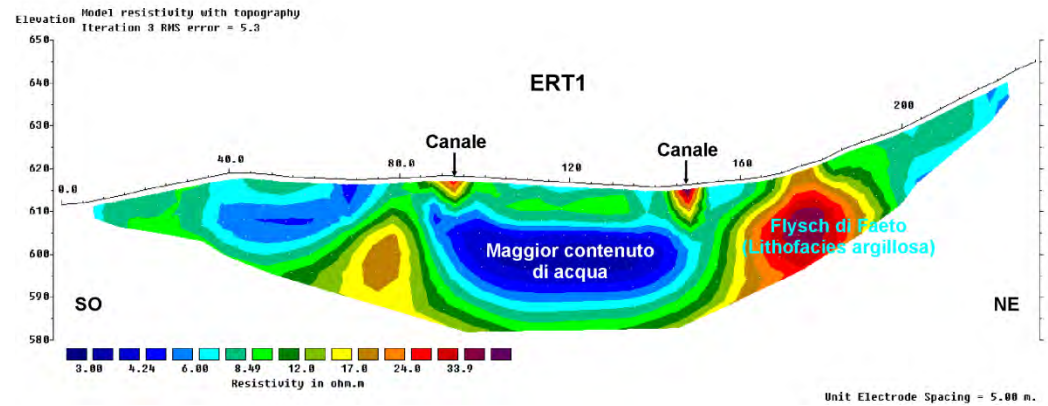
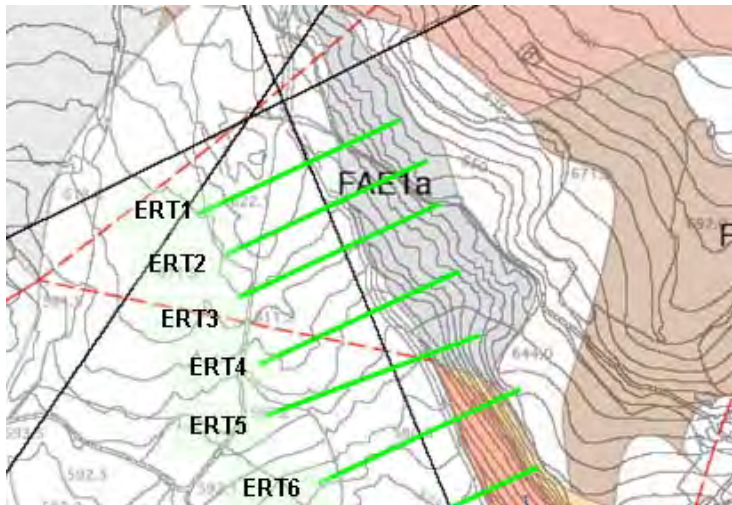
Tomografie sismiche



Area di canale – parte medio-bassa



Area di canale – parte medio-bassa



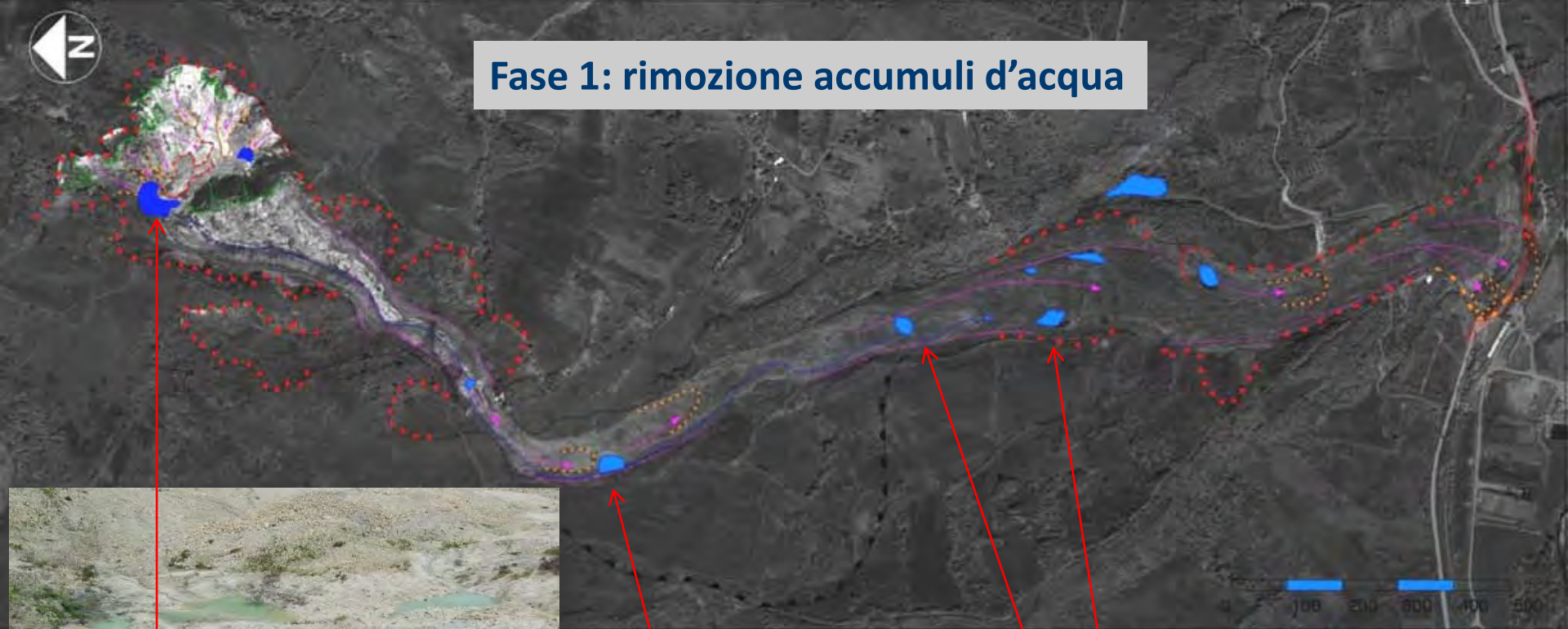
Fase 1: opere provvisionali

- **Rimozione cumuli di frana: per ripristino infrastrutture di collegamento**
- **Riprofilatura continua: per consentire l'operatività dei mezzi a fronte di un avanzamento del fronte di frana anche prossimo ai 3m/die**
- **Allontanamento delle acqua dal corpo di frana: per impedire, attraverso la realizzazione di canali di scolo e di condutture, arrivi di acqua dall'esterno del corpo di frana**
- **Prosciugamento pozze e drenaggi profondi: per eliminare i ristagni e drenare il corpo di frana attraverso l'utilizzo di motopompe del Genio Militare e la realizzazione di canali di scolo e di trincee drenati**





Fase 1: rimozione accumuli d'acqua

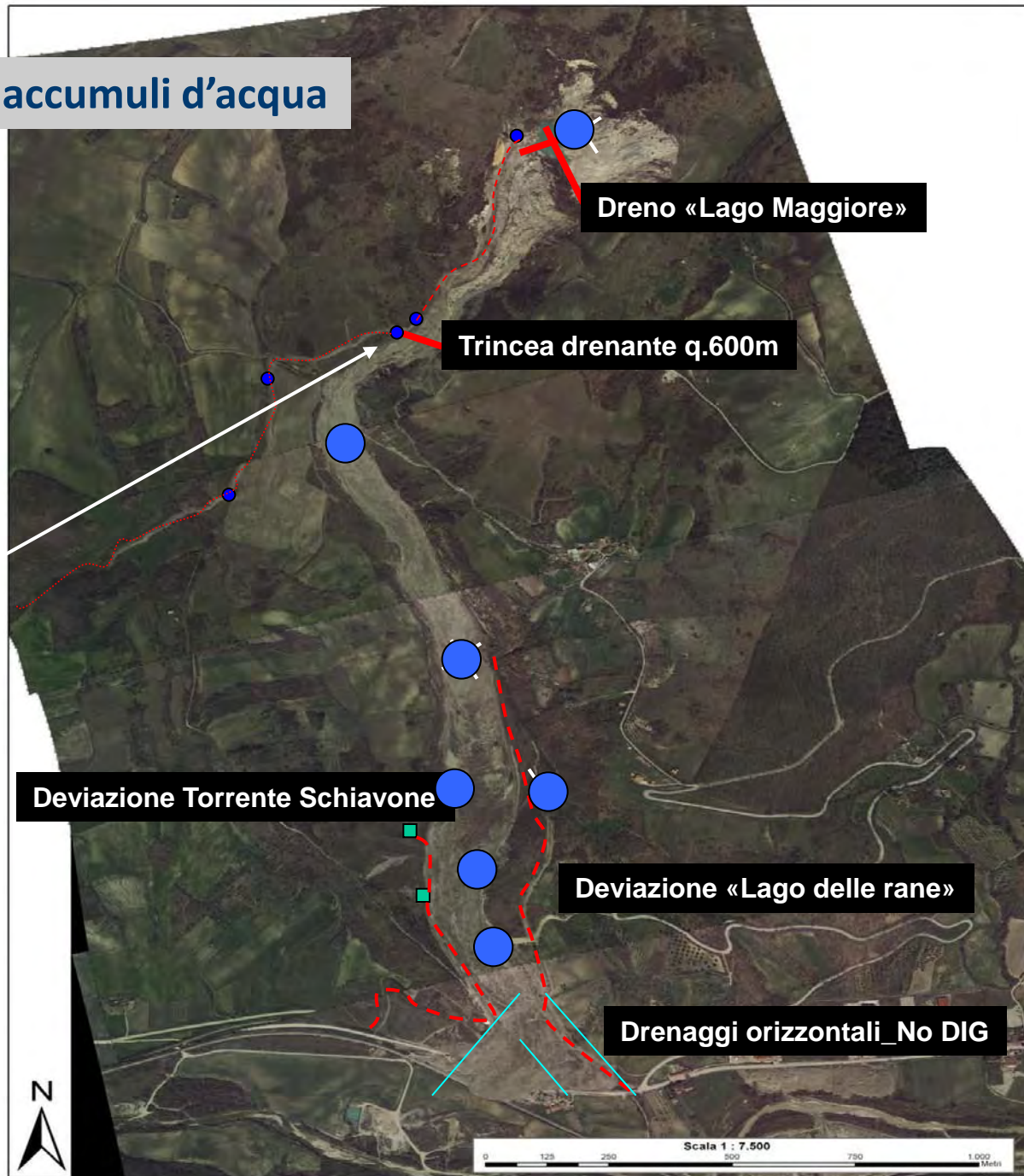


Fase 1: rimozione accumuli d'acqua

● interventi



Particolare pozzo di derivazione



Fase 1: rimozione accumuli d'acqua



Deviazione Torrente Schiavone

Prima ...

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



...dopo



Trincea drenante q.600m



Portata agosto 2010 1l/s circa



Deviazione Torrente Nocella e bonifica «Lago delle rane»



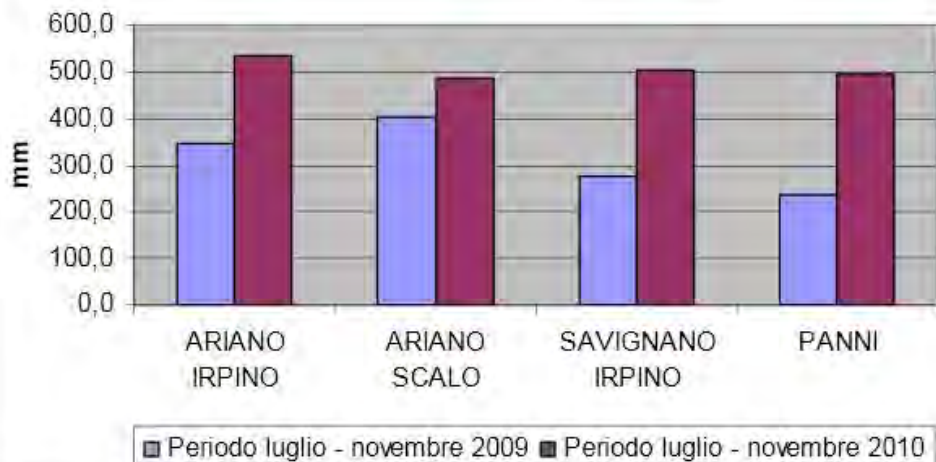


Prima..



... dopo

Precipitazioni area frana di Montaguto



Primi test efficacia opere



Fase 1: rimozione cumuli di frana



Ripristino della funzionalità delle infrastrutture stradale e ferroviaria mediante la rimozione del terreno e la risagomatura del piede della frana.





Fase 1: rimozione cumuli di frana



Difficoltà operative

1 7 2010



24 5 2010



30 6 2010

Riapertura ferrovia e strada statale



Nella prima fase emergenziale, attraverso il coinvolgimento e il grande impegno di soggetti attuatori coordinati dall'Ing. Angelo Pepe (11° Reggimento Genio Militare Guastatori di Foggia, RFI e ANAS) e grazie al monitoraggio integrato (radar e con stazioni totali) operato da UNIFI-DST e dal CNR-IRPI sono state possibili lavorazioni H24 con l'asportazione di alcune centinaia di migliaia di mc di materiali di frana.



10 marzo 2010 interruzione SS 90 e ferrovia



**7 giugno 2010
Riapertura ferrovia**



**10 luglio 2010
Riapertura SS 90**



- **Manutenzione franchi di sicurezza della strada dal piede di frana**
- **Monitoraggio e manutenzione opere di drenaggio**
- **Sistemazione idraulica Rio Nocella**
- **Sistemazione idraulica lago Maggiore e parte medio alta della frana**
- **Sistemazione idraulica parte medio bassa della frana**
- **Opera di contenimento del piede**

Manutenzione franchi di sicurezza della strada dal piede di frana





Sistemazione Rio Nocella

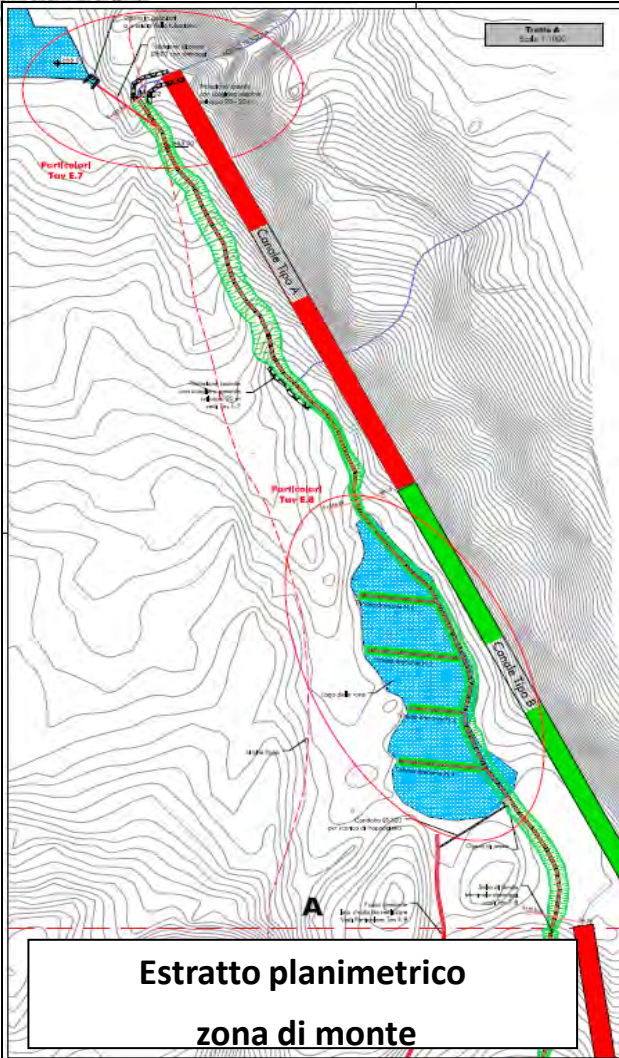


Deviazione delle acque del rio Nocella in sinistra orografica del corpo di frana

Obiettivo: riduzione delle acque nel corpo di frana.

Modalità: Realizzazione di un nuovo canale di raccolta delle acque provenienti dal rio Nocella attraverso un compluvio naturale in sinistra della frana.

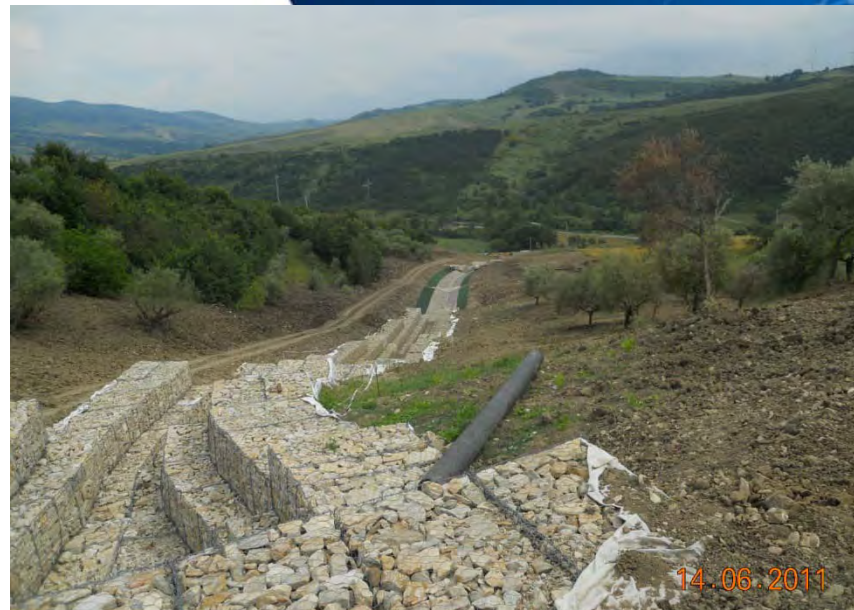
Sistemazione Rio Nocella





PROTEZION
Presidenza del Consiglio
Dipartimento della Protezione

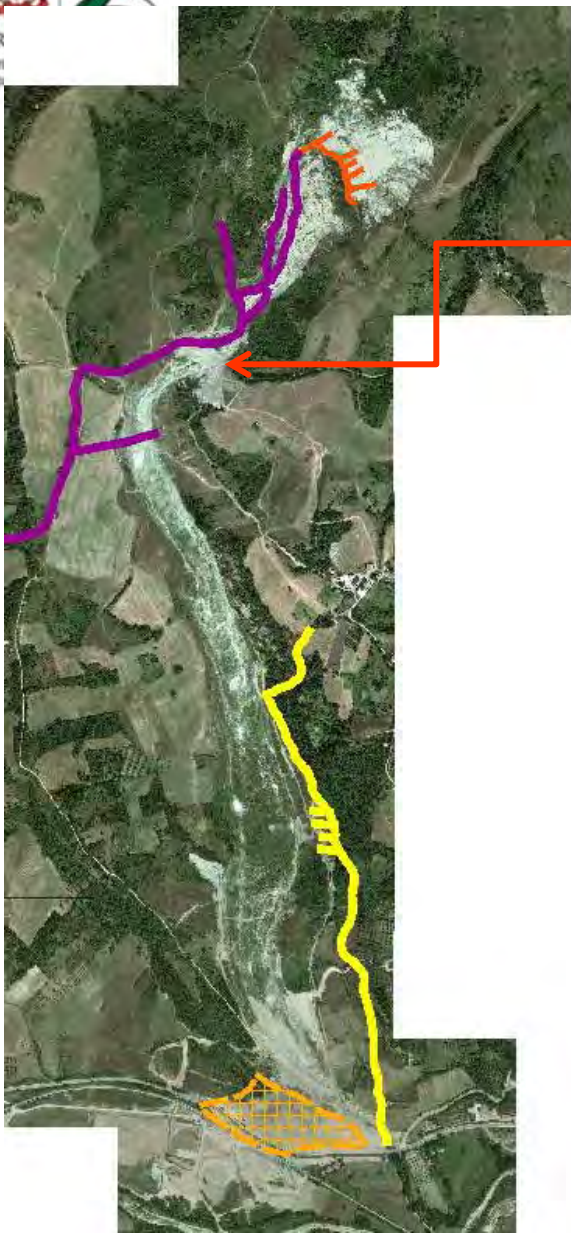
Sistemazione Rio Nocella



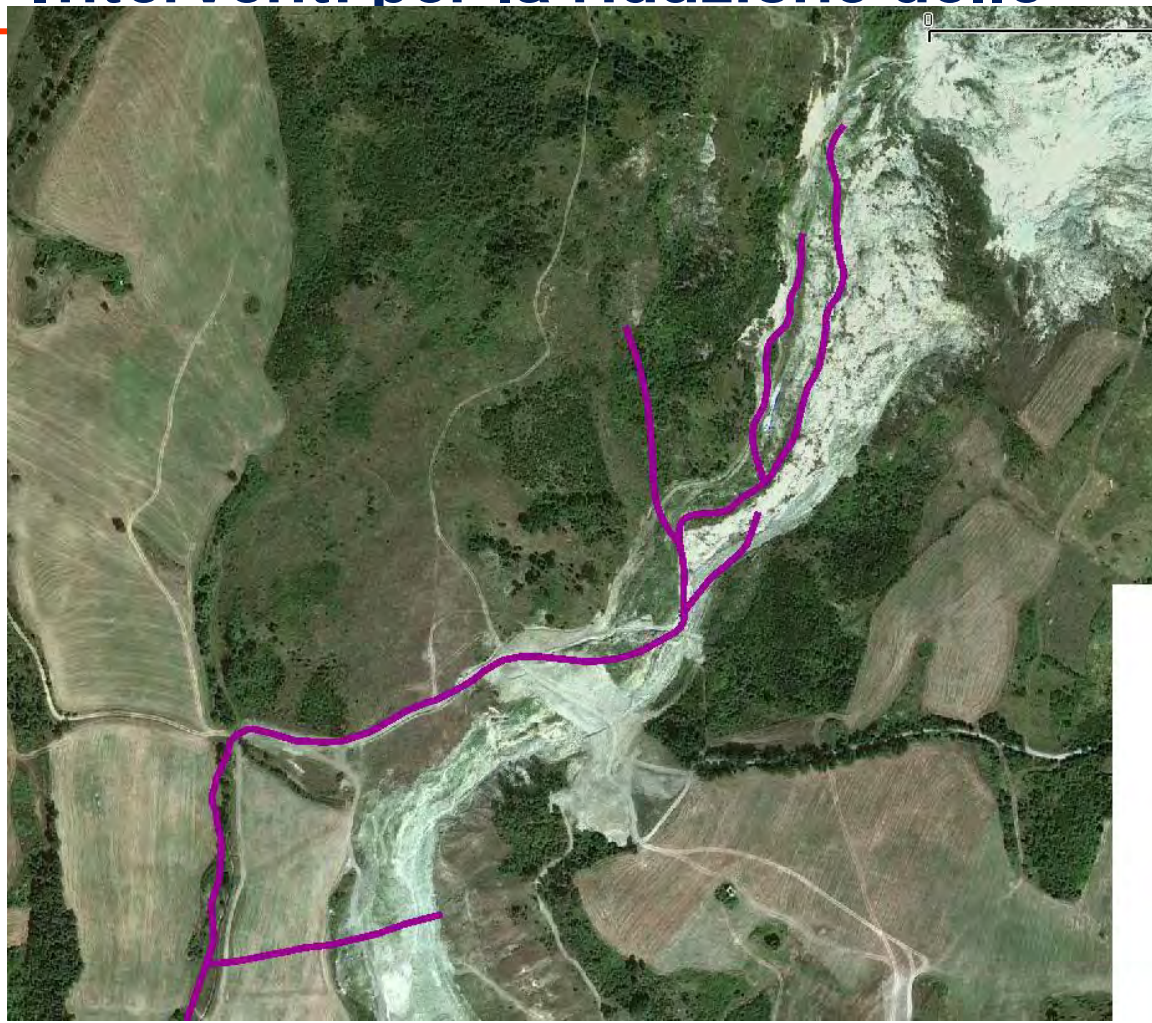


Opere zona medio alta

PR
Pian
Dis



Parte medio alta Interventi per la riduzione delle





Opere zona medio alta

Pesi
Dipa

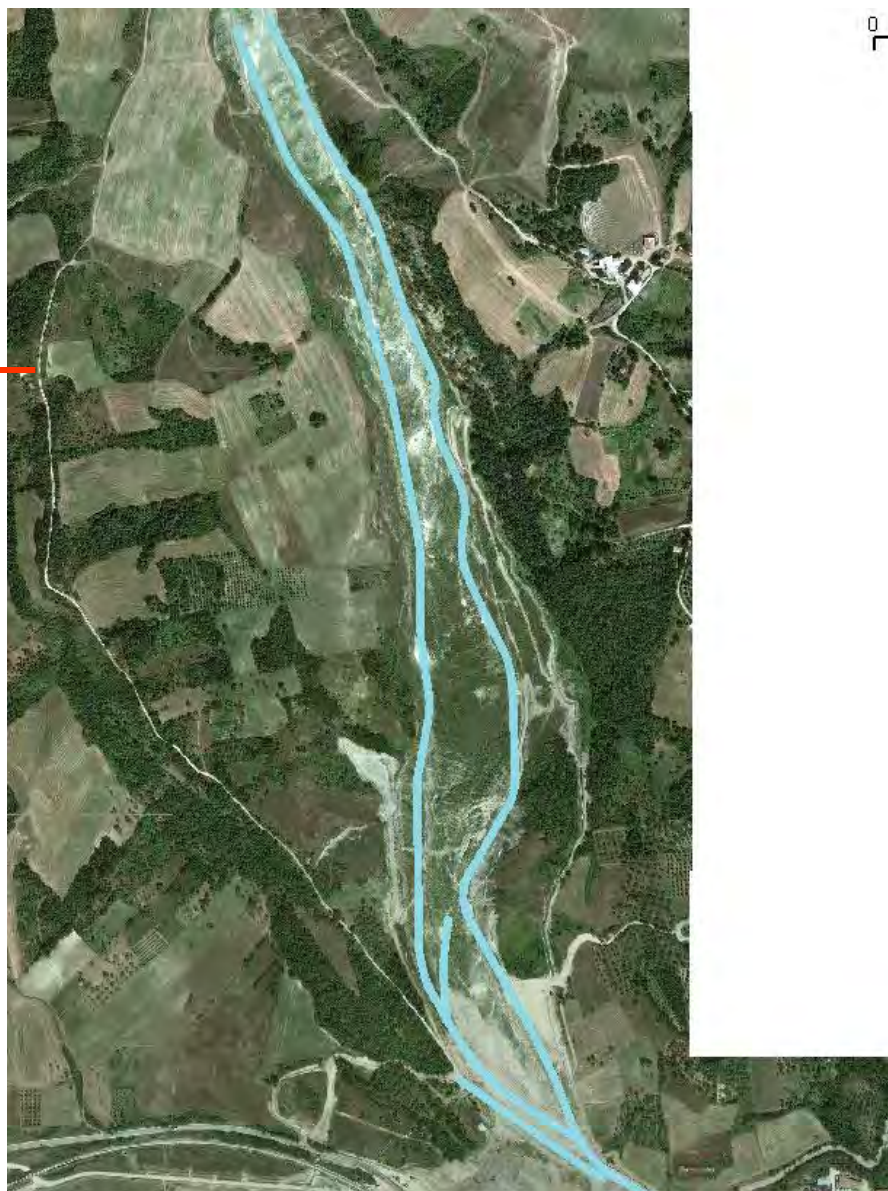
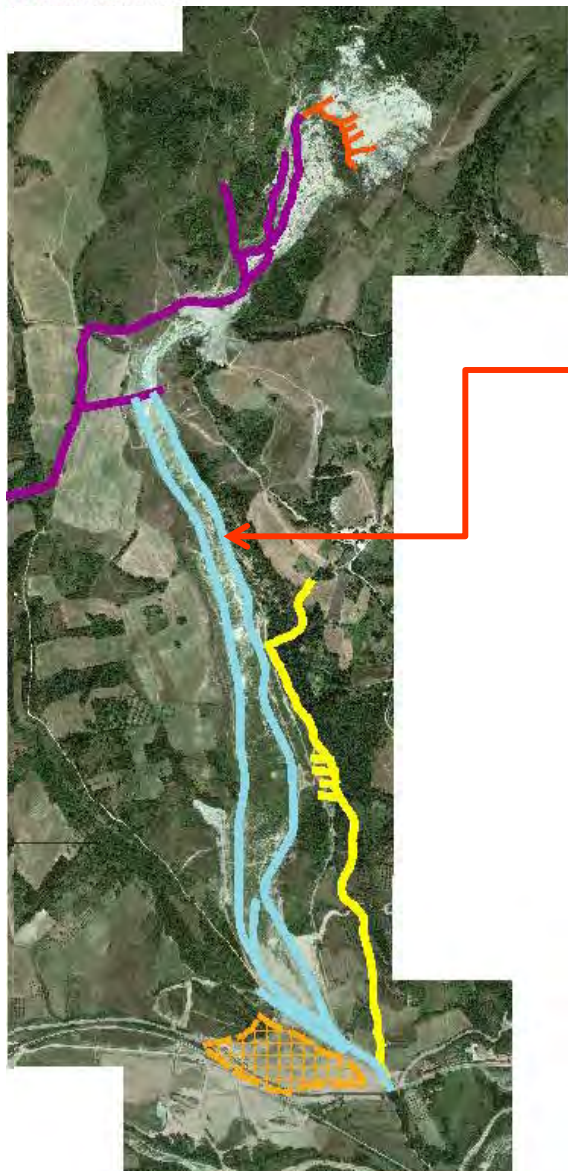
metallico a



Acqua raccolta esclusivamente dalle trincee drenanti della zona medio-alta



Opere zona medio-bassa





Opere zona medio-bassa

PRC
Piani
Dipart

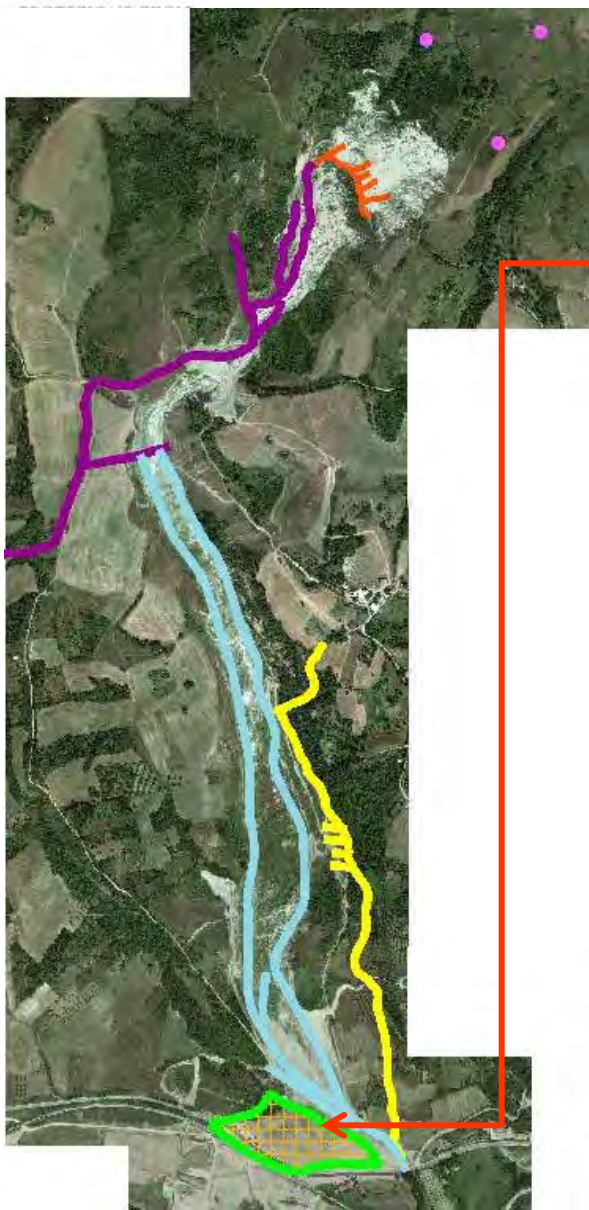


**SEZIONE TIPO
DETTAGLIO CANALE DX
(profondità canale fino
Scala 1:50**

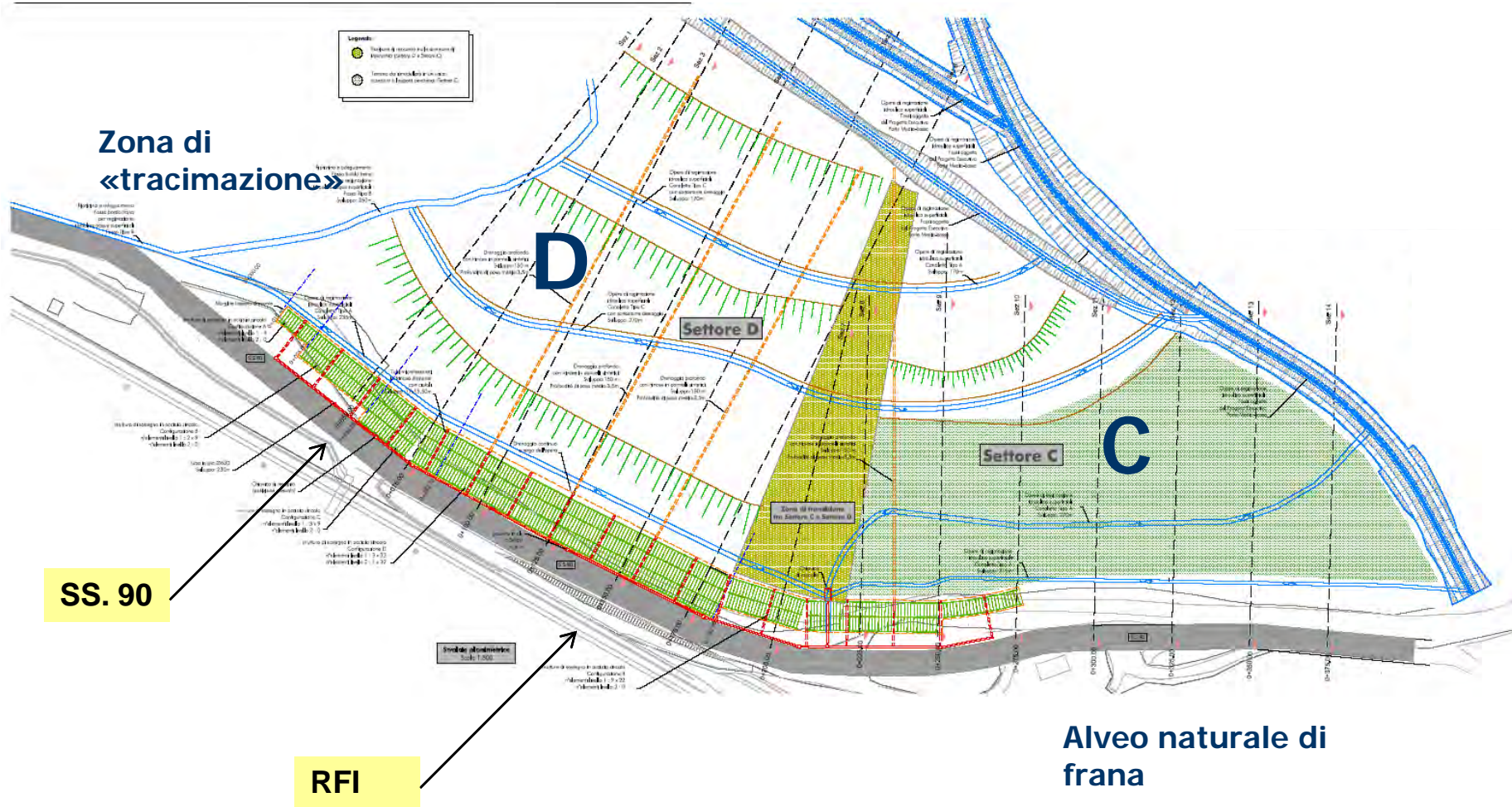


Opere al piede

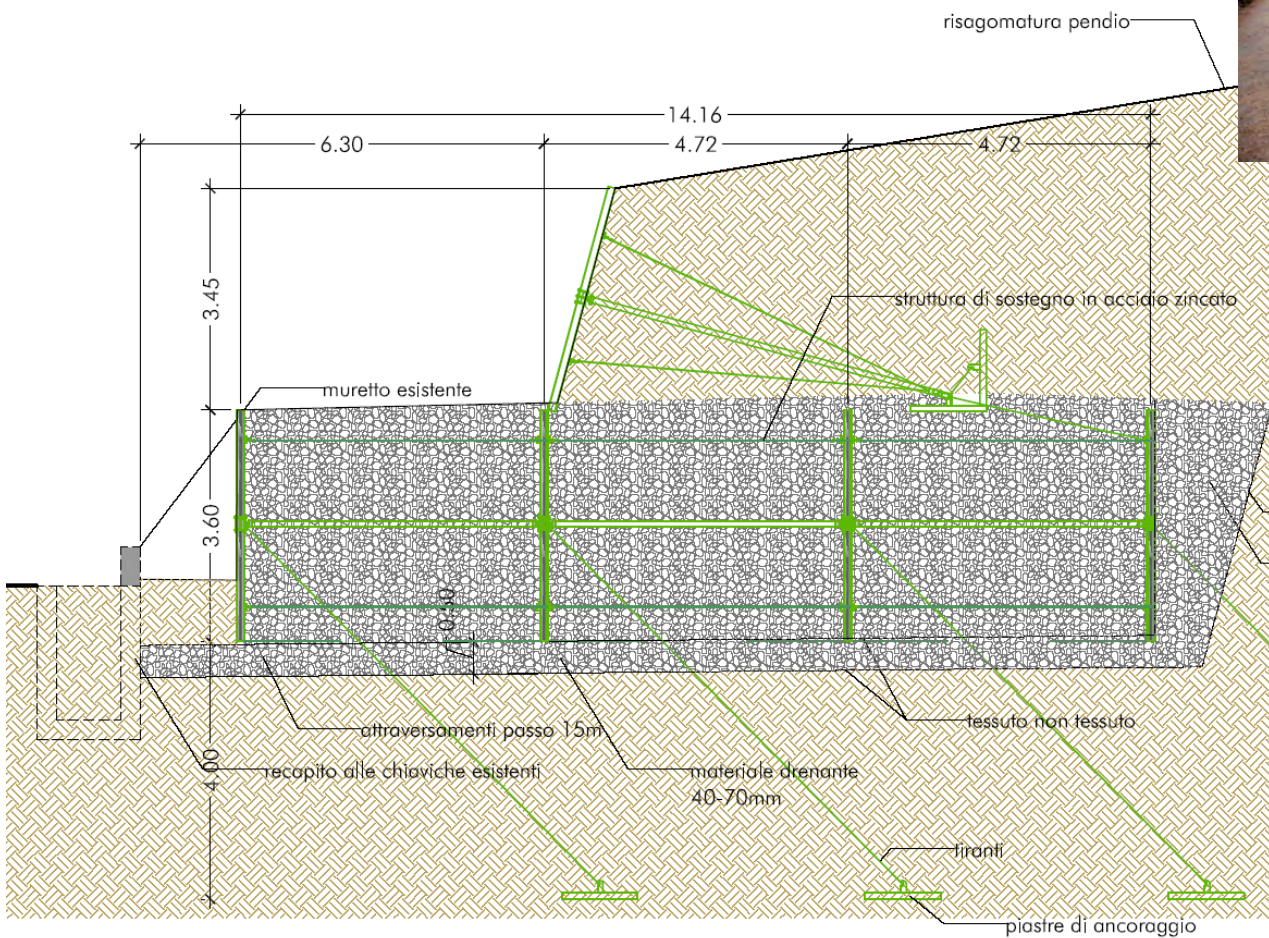
Stabilizzazione piede
Interventi per la
conservazione del piede della
frana nel *periodo transitorio*.



PLANIMETRIA GENERALE



OPERE AL PIEDE DELLA FRANA



Ancoraggi con sistema T-FEG



Sezione tipo configurazione D

OPERE AL PIEDE DELLA FRANA



SAGOMATURA FINALE DEL VERSANTE

Obiettivi raggiunti



- Riapertura in tempi brevi, grazie a movimenti terra H24 e ulteriori opere, delle due infrastrutture strategiche interrotte dalla frana il 10 marzo 2010 e riaperte il 7 giugno 2010 (ferrovia Napoli – Bari) e il 10 luglio 2010 (SS 90);
- Sostanziale stabilizzazione del corpo di frana a seguito dei lavori realizzati. Movimenti molto limitati solo in un settore;
- Convivenza, con sufficienti margini di sicurezza grazie anche ai sistemi di monitoraggio, fra un una frana di grandi dimensioni e complessità, non ancora completamente stabilizzata, e due infrastrutture strategiche quali la SS 90 e la ferrovia Napoli – Bari.

Costo totale interventi: 16 milioni di euro

La sicurezza delle infrastrutture



Dalla loro riapertura ad oggi sia la SS 90 che la ferrovia Napoli – Bari non hanno subito alcuna interruzione, neppure temporanea, dovuta a riprese, anche locali, del movimento franoso ►

Grazie per l'Attenzione!

angelo.corazza@protezionecivile.it