

# COMUNE DI CASTROVILLARI

(PROVINCIA DI COSENZA)

OGGETTO: LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LA  
MESSA IN SICUREZZA DELLA STRADA  
DI ACCESSO AL SANTUARIO DELLA  
MADONNA DEL CASTELLO  
**PROGETTO DEFINITIVO**

TAV. N° 7Bis

SCALA 1: \_\_\_\_

## STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA

I PROGETTISTI E DIRETTORI DEI LAVORI

Geom. *Giovanni R. Martire*

Ing. *Giuseppe Milione*

Ing. *Vincenzo Morrone*

Ing. *Francesco Saraceni*

Geolog. *Vincenzo Lo Polito*

IL COORD. DELLA SIC. IN FASE DI PROG.

Geom. *Giovanni R. Martire*

Castrovillari li, \_\_\_\_\_



IL COMMITTENTE

## **PREMESSA**

Nell'ambito della presentazione del progetto *“Lavori di somma urgenza per la messa in sicurezza della strada di accesso al Santuario della Madonna del Castello”* da parte dell'Amministrazione comunale di Castrovillari, è stato redatto il presente studio di compatibilità geomorfologica, a firma congiunta geologo-progettisti, dal momento che l'area in questione ricade in una zona a rischio idrogeologico classificata R4.

Lo studio è stato redatto in conformità alla normativa vigente e ottemperando a quanto riportato nelle:

- Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria, aggiornate con delibera del C.I. n. 27 del 02/08/2011;
- Linee Guida per gli “Studi di Compatibilità Geomorfologica relativi agli interventi per la mitigazione del rischio di frana”, approvate dal C.I. in data 31/07/2002.

## **INTERVENTO SULLA VIABILITÀ DI ACCESSO AL SANTUARIO**

Nel mese di marzo 2012 si è verificato un movimento franoso di grosse dimensioni che ha coinvolto parte del versante nord orientale del colle della Madonna del Castello nel rione Civita. Il dissesto, nella parte sua parte di monte, ha causato in un primo momento l'inclinazione verso valle di un tratto di muro a secco che delimita il lato settentrionale della strada di accesso al Santuario e la rottura di una condotta fognaria che arriva fino al depuratore cittadino. Immediatamente dopo la frana si è provveduto a deviare il tracciato della condotta fognaria e ad interdire il traffico veicolare lungo la strada di accesso.

Nel corso delle stagioni invernali successive al periodo di innesco della frana, sempre in occasione di intense precipitazioni, la situazione di dissesto dell'area si è aggravata sempre di più con l'arretramento continuo della corona di frana che ha causato il ribaltamento ed il crollo del muro a secco e il conseguente dissesto di una parte del ciglio stradale.

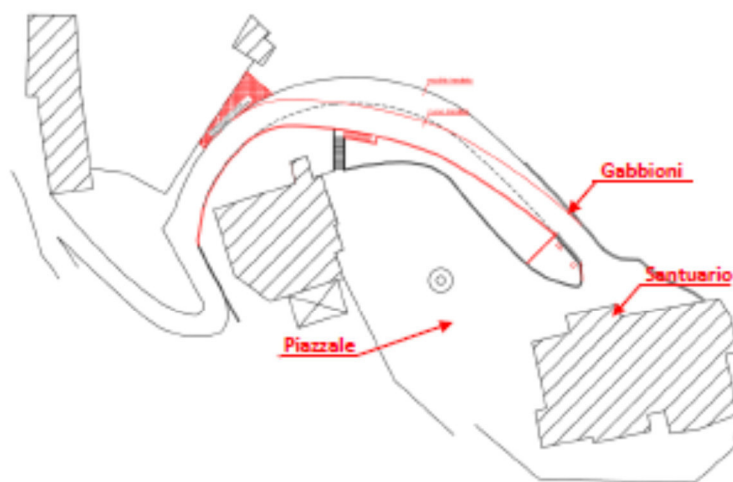
Allo scopo di rendere fruibile l'accesso al Santuario della Madonna del Castello è stato progettato quindi l'intervento in oggetto per la messa in sicurezza della strada di accesso.

La strada esistente sarà riprogettata per una lunghezza complessiva di circa 80 ml ed avrà una larghezza di 6 ml; essa sarà realizzata più a monte rispetto all'attuale tracciato in modo da essere più lontana dal ciglio di frana attuale, intercettando nel contempo litotipi con migliori caratteristiche geomeccaniche. La strada avrà una fondazione costituita da una piastra in c.a. delle dimensioni pari a 80,00x7,00x0,30 ml sulla quale sarà steso prima il manto bituminoso di usura e successivamente il tappetino finale. La piastra di fondazione sarà ancorata al terreno mediante una serie di micropali lunghi mediamente 10,00 ml e diametro 10,00 cm realizzati a scacchiera ogni due ml.

A monte della carreggiata sarà realizzato un muro di contenimento in c.a., previa demolizione di quello esistente in muratura, avente altezza media pari a 3,20 ml, spessore 0,30 ml e ancorato staticamente e rigidamente alla piastra sottostante.

A completamento dell'opera saranno realizzate:

- la scala che collega la strada al piazzale soprastante;
- la rete fognaria superficiale che attualmente è posta sul ciglio a monte della strada esistente sarà interrata e nella quale confluiranno le acque bianche del piazzale, della strada e delle aree circostanti il Santuario;
- il posizionamento di gabbioni per il consolidamento del tratto di strada compreso tra l'incrocio della strada e il piazzale antistante il Santuario.



Stralcio planimetrico della Strada di Accesso al Santuario

— Tracciato modificato

— Tracciato esistente

## INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE

L'assetto geologico del territorio castrovillarese è caratterizzato dalla presenza di formazioni carbonatiche, costituenti il massiccio Pollino-Dolcedorme, sulle quali sono state deposte, in più riprese, formazioni di origine marina, incise da profondi valloni, formanti vaste superfici a morfologia pianeggiante che costituiscono ampi terrazzi morfologici.

In particolare sulla maggior parte dell'area occupata dal centro abitato di Castrovillari affiora una formazione costituita da sabbie fini e grossolane giallo-rossastre, talora ocracee, con lenti di argille siltose, associate ad intercalazioni di sabbie con ciottoli, conglomerati sabbiosi poco cementati e conglomerati poligenici cementati. Le superfici di questa formazione presentano una copertura di terra rossa e ciottoli, quale alterazione e rimaneggiamento, talora continentale, dei depositi sottostanti.

Il centro abitato occupa parte di un ampio terrazzo morfologico delimitato a nord dalla conoide di deiezione della Petrosa, a est dal Torrente Fiumicello e a sud e ad ovest dal Fiume Coscile. Questo terrazzo è inciso da diversi corsi d'acqua che hanno un decorso grosso modo nord-ovest sud-est e che confluiscono, dopo brevi tratti, in sinistra orografica nel corso d'acqua principale rappresentato dal Fiume Coscile; i più importanti di questi affluenti si identificano con il predetto Fiumicello, il Canal Greco, il Vallone Alona e il Canale Rondella.

La situazione idrografica descritta ha contribuito in modo determinante a creare l'assetto morfologico intorno all'abitato di Castrovillari, nel quale si identifica una serie di profonde incisioni i cui versanti presentano pendenze elevate, in relazione alla discreta resistenza all'erosione e alle buone caratteristiche meccaniche dei litotipi sabbioso-conglomeratici.

Lungo i versanti di questi valloni si registra nel contempo un'intensa azione delle acque ruscellanti che scorrono con notevole energia erosiva e, in generale, senza alcuna opera di salvaguardia; ciò ha determinato nel tempo una dinamica dei versanti molto attiva e l'innescarsi di varie forme gravitative, antiche e recenti, attive e quiescenti, che sono riconducibili a crolli, ribaltamenti, scorrimenti o a frane complesse.

L'idrogeologia della zona ha uno schema abbastanza semplice nel quale la circolazione delle acque freatiche può avvenire nei terreni granulari, a permeabilità per porosità elevata ( $k=10^{-3}-10^{-5}$  cm/sec), solo quando queste sono sorrette da un livello impermeabile per cementazione più profondo. Questa condizione non si registra sull'area in esame dove l'assenza in profondità di livelli impermeabili determina una circolazione freatica che avviene a profondità non inferiori a 40-50 metri dal p.c. e comunque tali da non influire sulla stabilità del versante.

## INQUADRAMENTO DEL VERSANTE ALL'INTERNO DEGLI ELABORATI P.A.I.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria nelle Tavole 078-33 "Perimetrazioni delle aree a rischio e/o pericolo di frana" e "Cartografazione e classificazione dei fenomeni franosi" relative al comune di Castrovillari, ha individuato le aree a rischio e le aree in frana ad esse associate; queste sono state definite come quelle contenenti tutti gli elementi esposti, quali le presenze umane, i beni mobili ed immobili, pubblici e privati, che possono essere coinvolti dagli eventi gravitativi.

Dalla trasposizione del tracciato stradale di accesso al Santuario della Madonna del Castello sugli elaborati PAI (Fig. 1 e Fig. 2) si può notare che gran parte dell'intero tratto stradale ricade in un fenomeno franoso attivo di tipo scorrimento, identificato con la sigla CAS2; a questo dissesto è associata un'area a rischio e/o pericolo di frana di grado R4.

Lo stesso PAI nelle tavole AV 78033/B e RI 78033/B, relative rispettivamente alle "Aree vulnerate ed elementi a rischio" e alla "Perimetrazione delle aree a rischio idraulico", ha individuato sia le aree a rischio idraulico sia le Aree, i Punti e le Zone di Attenzione normate dall'art.24 del PAI Calabria. Per ciò che concerne il rischio idraulico, il tratto stradale in questione non ricade in nessuna delle zone definite a rischio.

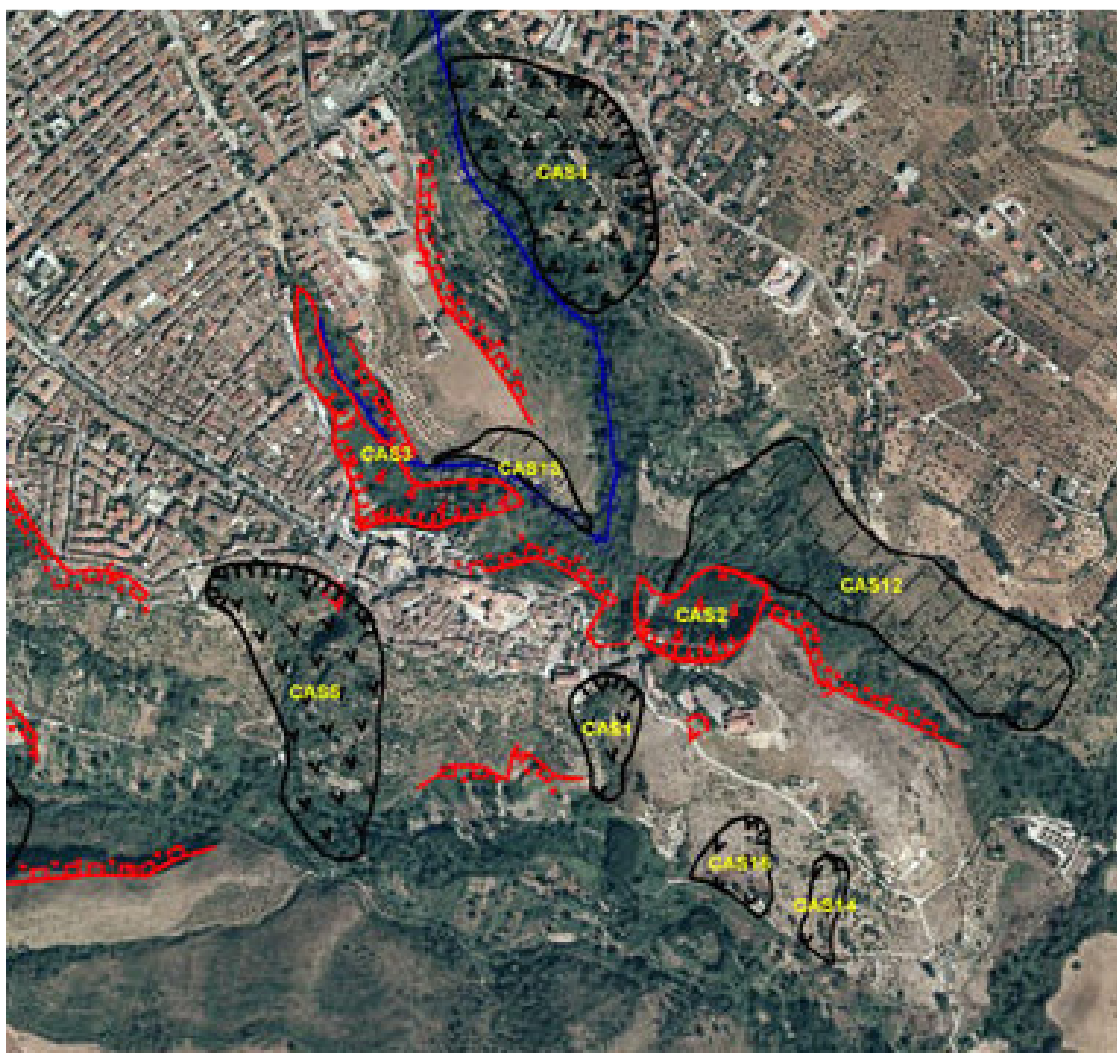


Fig. 1 - Tavola 078-33 del PAI Calabria - "Cartografazione e classificazione dei fenomeni franosi"



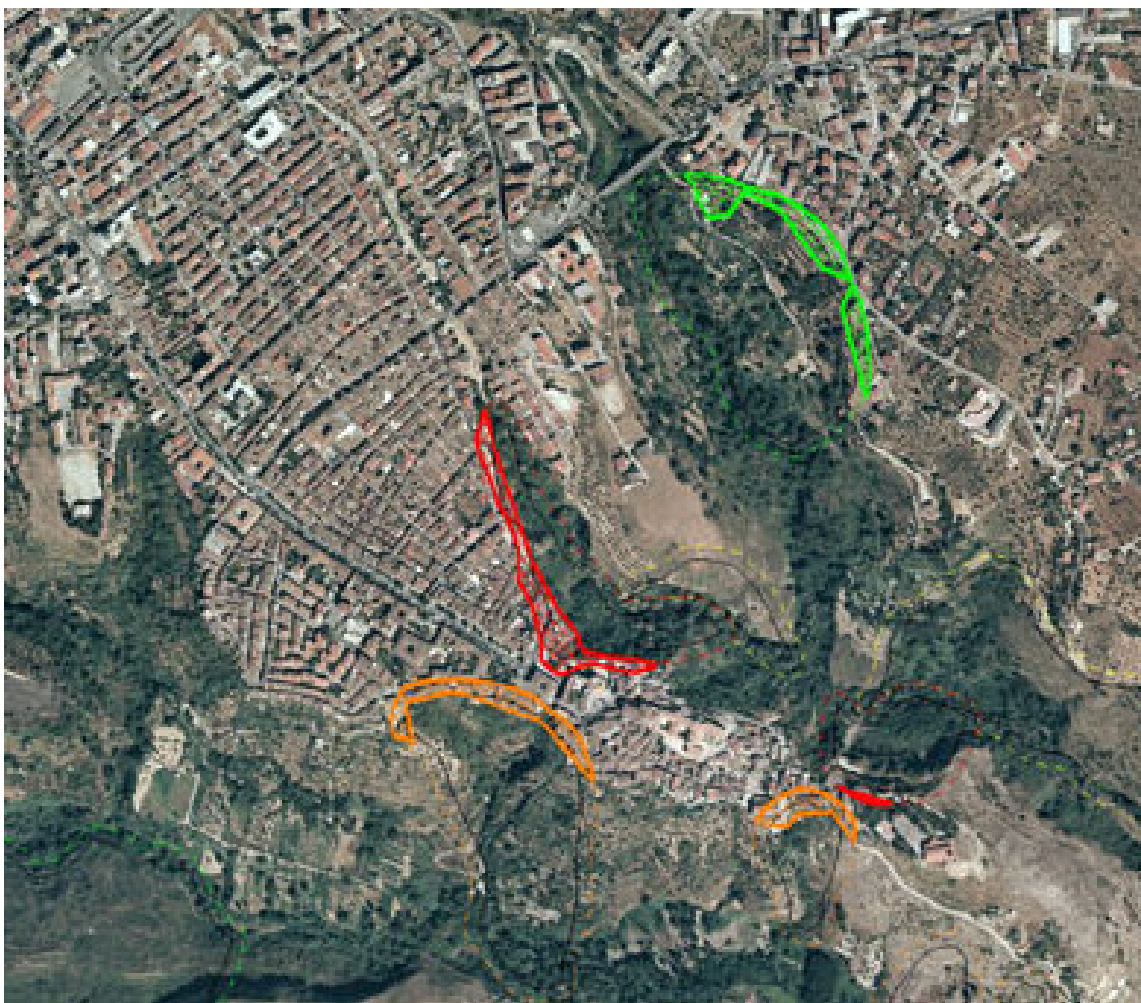


Fig. 2 - Tavola 078-33 del PAI Calabria - "Perimetrazioni delle aree a rischio e/o pericolo di frana"

## DESCRIZIONE DEL DISSESTO E CARATTERI STRATIGRAFICI

Il 6 marzo 2012 si è verificato un movimento franoso di grosse dimensioni che ha coinvolto il versante nord orientale del terrazzo morfologico prima descritto e che degrada verso il Canale Rondella con una pendenza variabile tra il 35 e il 40% circa. Il fenomeno è composto da diversi movimenti gravitativi riconducibili a crolli e scorrimenti roto-traslativi di cui quello principale si sviluppa su un fronte di circa 120m.

Il corpo di frana si è staccato lungo il versante, in un tratto quasi verticale, dove affiorano sabbie e ghiaie clinostratificate con locali intercalazioni costituite da limi-sabbiosi rosso giallastri.

In particolare il fenomeno franoso si è verificato in due sezioni del versante: nella parte superiore, tra la strada di accesso al Santuario e la sottostante strada di servizio lungo la quale era stata interrata una condotta fognaria, e nella parte mediana dello stesso, formando una serie di conoidi di detrito che si sono depositati alla base dei due tratti.

Il dissesto che ha coinvolto la parte superiore del versante ha causato in un primo momento l'inclinazione verso valle del muro a secco che delimita il lato settentrionale della strada di accesso al Santuario e la rottura della condotta fognaria con conseguenti fenomeni di intensa erosione lineare sul deposito di frana e sulla parete sub verticale sottostante la strada di servizio, tanto da creare due canali larghi diversi metri. Immediatamente dopo la frana si è provveduto a deviare il tracciato della condotta fognaria e a interdire il traffico veicolare lungo la strada di accesso.

Nel corso delle stagioni invernali passate, sempre in occasione di intense precipitazioni, si è verificato il ribaltamento e il crollo del muro a secco e l'arretramento della corona di frana che ha conseguentemente coinvolto parte della sede stradale di accesso al Santuario.

La tipologia dei movimenti che hanno interessato il versante è di tipo complesso ed include principalmente il crollo ed il ribaltamento di blocchi frammisti a materiali sciolti facilmente erodibili e, subordinatamente lo scorrimento. Ciò è da attribuirsi essenzialmente alle buone caratteristiche meccaniche

dei litotipi affioranti che hanno un comportamento geotecnico tipico dei materiali granulari dotati di valori dell'angolo di attrito interno piuttosto elevati e nei quali possono innescarsi rotture lungo superfici nette, non profonde, dovute all'azione erosiva delle acque ruscellanti.

I terreni interessati dal dissesto nel suo complesso sono costituiti da due unità litostratigrafiche entrambe di origine marina, il cui limite coincide pressoché con la strada di servizio nella quale era stata interrata la condotta fognaria.

Immediatamente a valle della strada di accesso, il versante si sviluppa con una parete verticale di altezza variabile con un massimo di circa 15 m; lungo la parete affiora una formazione costituita principalmente da sabbie medie o grossolane con intercalazioni di 1-2 m di ghiaie medie con evidenti segni di clinostratificazione; la parte sommitale della parete, per uno spessore variabile tra 3 e 4 metri, è composta invece da litotipi a granulometria più fine costituiti da sabbie, limi e sabbie limose di colore rossastro o giallastro.

La parte inferiore del dissesto, lungo la parete sub verticale sottostante la strada sterrata di servizio, ha interessato un litotipo costituito da conglomerati poligenici eterometrici e da sabbie fini; i materiali risultano ben addensati con livelli talora debolmente cementati.

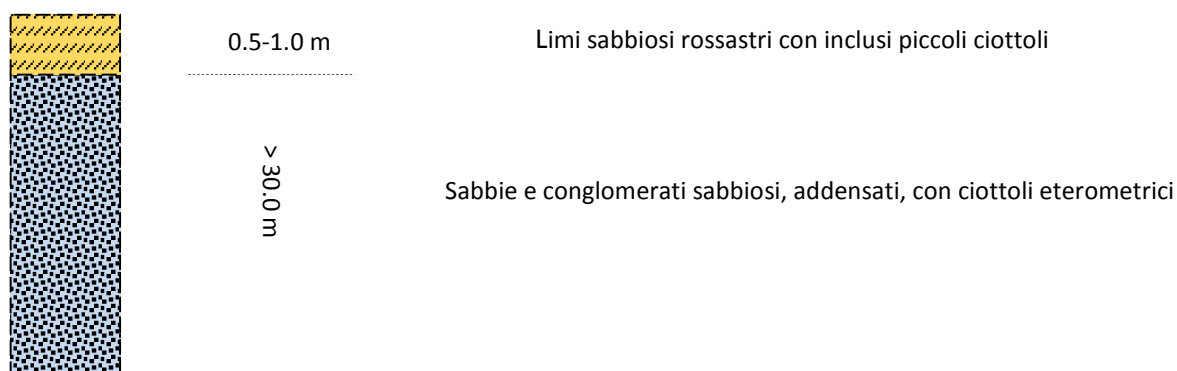
### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI LITOTIPI AFFIORANTI SULL'AREA IN ESAME

Per la caratterizzazione stratigrafica, litologica e geotecnica dei terreni interessati dalla realizzazione delle opere previste in progetto sono state presi in considerazione i risultati della campagna di indagini geognostiche eseguita in occasione della redazione dello *"Studio geologico e geomorfologico preliminare ed indicazioni per immediati interventi ed azioni finalizzati alla messa in opera di misure di salvaguardia dell'incolumità pubblica e di monitoraggio dell'area interessata dal movimento franoso. Versante nord-orientale del Santuario Madonna del Castello"*, redatto nel mese di luglio 2012 dal dr. geol. Rocco Dominici su commissione dell'Amministrazione Comunale di Castrovillari.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo dalla profondità di 20m dalla quota 325m s.l.m;
- n. 3 prove DPSH;
- n. 2 tomografie sismiche a rifrazione ;
- n. 1 stendimento sismico di tipo MASW.

Nella tabella che segue sono indicati i valori dei principali parametri geotecnici dei terreni presenti nel volume significativo, ricavati dalle correlazioni con il valore medio del numero dei colpi N rilevato con le prove in sito e utilizzati nella verifica di stabilità, relativamente ai terreni sabbiosi e ghiaioso sabbiosi.



*Sabbie e conglomerati sabbiosi, addensati, con ciottoli eterometrici*

$\gamma$	peso di volume	18.0 kN/m <sup>3</sup>
$c'$	coesione drenata	0.2 kN/m <sup>2</sup>
$\phi'$	angolo d'attrito interno	29°
$E_{ed}$	Coefficiente edometrico	30.000 kN/m <sup>2</sup>
$K_b$	Coefficiente di sottofondo	120 kN/cm <sup>3</sup>

L'indagine MASW ha definito le velocità  $V_{s30}$  con la formula  $V_{s30} = 30/(\sum h_i/V_i) = 596$  m/s. In base a questo valore si può valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie e il litotipo investigato può essere definito come appartenente alla categoria di suolo B -*Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti* -, così come definito nell'OPCM n. 3274 del 20/03/2003.

#### VERIFICHE DI STABILITÀ DEL PENDIO

Allo scopo di analizzare le condizioni di stabilità del pendio in prossimità della strada di accesso al Santuario, sono state eseguite delle verifiche nelle condizioni morfologiche, topografiche e strutturali attuali e in quelle future. In particolare la verifica di stabilità nella situazione ex-post è stata eseguita tenendo conto sia dello spostamento verso monte dell'attuale tracciato stradale sia delle opere strutturali (fondazione stradale in c.a. sorretta da micropali).

Le verifiche sono state eseguite con il metodo di Janbu e Zeng Liang al fine di individuare i fattori di sicurezza minimi (Zeng Liang) e massimi (Janbu), a parità di situazione geometrica e strutturale, per le condizioni ex-ante ed ex-post opera. Nelle attuali condizioni di stabilità i calcoli mostrano che il valore minimo del fattore di sicurezza  $F_s$  calcolato con il metodo di Janbu è pari a 1.60 mentre nelle condizioni ex-post aumenta fino a raggiungere il valore di 3.44; allo stesso modo con il metodo di Zeng Liang i valori del fattore di sicurezza aumentano da 1.34 a 2.86.

Sulla scorta dei risultati ottenuti si può affermare che lo spostamento verso monte di parte del tracciato stradale e la realizzazione della fondazione stradale costituita da una soletta in c.a., sorretta a valle e a monte da una serie di micropali, rappresentano interventi che migliorano le condizioni di stabilità e rappresentano un intervento indispensabile all'accesso al Santuario.

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il movimento franoso di grosse dimensioni che ha coinvolto parte del versante nord orientale del colle della Madonna del Castello nel rione Civita ha causato, tra l'altro, la rottura di una condotta fognaria e il dissesto del ciglio della strada di accesso al Santuario impedendo il traffico veicolare. Allo scopo di rendere fruibile l'accesso al Santuario della Madonna del Castello è stato progettato quindi l'intervento in oggetto per la messa in sicurezza della strada di accesso.

La strada esistente sarà riprogettata per una lunghezza complessiva di circa 80 ml ed avrà una larghezza di 6 ml; essa sarà realizzata più a monte rispetto all'attuale tracciato in modo da essere più lontana dal ciglio di frana attuale, intercettando nel contempo litotipi con migliori caratteristiche geomeccaniche.

La tipologia dei movimenti che hanno interessato il versante è di tipo complesso ed include principalmente il crollo ed il ribaltamento di blocchi frammisti a materiali sciolti facilmente erodibili e, subordinatamente lo scorrimento. Ciò è da attribuirsi essenzialmente alle buone caratteristiche meccaniche dei litotipi affioranti che hanno un comportamento geotecnico tipico dei materiali granulari dotati di valori dell'angolo di attrito interno piuttosto elevati e nei quali possono innescarsi rotture lungo superfici nette, non profonde, dovute all'azione erosiva delle acque ruscellanti.

I terreni interessati dal dissesto nel suo complesso sono costituiti da due unità litostratigrafiche entrambe di origine marina, il cui limite coincide pressoché con una strada di servizio nella quale era stata

interrata la condotta fognaria. Nella parte alta del versante affiora una formazione costituita principalmente da sabbie medie o grossolane con intercalazioni di 1-2 m di ghiaie medie con evidenti segni di clinostratificazione; nella parte sommitale del dissesto, per uno spessore variabile tra 3 e 4 metri, affiorano litotipi a granulometria più fine costituiti da sabbie, limi e sabbie limose di colore rossastro o giallastro.

La parte inferiore del dissesto, lungo la parete sub verticale sottostante la strada sterrata di servizio, ha interessato un litotipo costituito da conglomerati poligenici eterometrici e da sabbie fini; i materiali risultano ben addensati con livelli talora debolmente cementati.

L'idrogeologia della zona ha uno schema abbastanza semplice nel quale la circolazione delle acque freatiche può avvenire nei terreni granulari superficiali, a permeabilità per porosità elevata ( $k=10^{-3}-10^{-5}$  cm/sec), solo quando queste sono sorrette da un livello impermeabile per cementazione più profondo. Questa condizione non si registra sull'area in esame dove l'assenza in profondità di livelli impermeabili determina una circolazione freatica che avviene a profondità non inferiori a 40-50 metri dal p.c. e comunque tali da non influire sulla stabilità dei versanti con incremento delle pressioni neutre che riducono la resistenza dei materiali.

Dal punto di vista geotecnico i terreni investigati mostrano caratteristiche geomeccaniche riferibili a litotipi grossolani ben addensati dotati di angolo di attrito interno con valori variabili tra 28° e 33°; il loro comportamento geotecnico è tipico dei litotipi non coesivi e la loro resistenza è dovuta essenzialmente al grado di addensamento e cementazione che risultano piuttosto elevati. I livelli di sabbie limose e limi presenti nell'ammasso con il loro modesto spessore, nel complesso non modificano le buone caratteristiche geomeccaniche generali.

Le condizioni di stabilità del pendio in prossimità della strada di accesso al Santuario, sono state eseguite attraverso verifiche nelle condizioni morfologiche, topografiche e strutturali attuali e in quelle future. I risultati delle verifiche mostrano che lo spostamento verso monte di parte del tracciato stradale e la realizzazione della fondazione stradale costituita da una soletta in c.a., sorretta a valle e a monte da una serie di micropali, rappresentano interventi che migliorano le condizioni di stabilità e rappresentano un intervento indispensabile all'accesso al Santuario.

È opportuno sottolineare che l'intervento previsto in progetto è mirato alla sola messa in sicurezza della strada e servirà a garantire l'accesso al Santuario; l'attuale intervento, infatti, non può essere considerato come risolutivo del problema della stabilità complessiva del versante nord orientale del colle della Madonna del Castello che dovrà essere oggetto di interventi ben più importanti.

In definitiva, l'opera di progetto, pur ricadendo in un'area a criticità e rischio elevato dal punto di vista geomorfologico, è stata realizzata rispettando il criterio di non aumentare il livello di pericolosità di frana esistente e la sua realizzazione non preclude l'eliminazione o la mitigazione delle condizioni di rischio esistenti.



# REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE



**REGIONE CALABRIA**  
**PROVINCIA DI COSENZA**  
**COMUNE DI CASTROVILLARI**

***Progetto: Indagini geognostiche finalizzate allo studio  
geologico-geomorfologico del dissesto verificatosi in località  
Madonna del Castello nel comune di Castrovillari***

*Committente: Geol. Rocco Dominici - UNICAL*

**I Tecnici:**

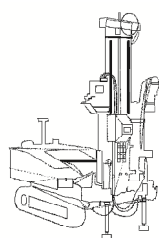
**Dott. Geol. BIANCINI Remo**

*Remo Biancini*

**Dott. Geol. MARTORELLA Edmondo**

*Edmondo Martorella*

**DATA: Aprile 2012**



**Geologia Ambiente Pedologia  
Indagini Geognostiche**


**Via Gorizia 6 - 87012 Castrovillari (Cs)**

**Tel. 340.0595712 - 340.8829119 - 328.6290670**

**E-mail: [info@gap-consulting.it](mailto:info@gap-consulting.it) - Website: [www.gap-consulting.it](http://www.gap-consulting.it)**

## **INDICE**

<i>PREMESSA.....</i>	<i>Pag.3</i>
<i>Planimetria ubicazione indagini.....</i>	<i>Pag.4</i>
<b><u>CAPITOLO A – Prove penetrometriche DPSH</u></b>	<i>Pag.5</i>
<i>A1 Metodologia .....</i>	<i>Pag.5</i>
<i>A2 Stratigrafie prove penetrometriche.....</i>	<i>Pag.7</i>
<i>DIN01.....</i>	<i>Pag.7</i>
<i>DIN02.....</i>	<i>Pag.10</i>
<i>DIN03.....</i>	<i>Pag.13</i>
<b><u>CAPITOLO B – Prospezione sismica a rifrazione (tomografia sismica)</u></b>	<i>Pag.16</i>
<i>B1 Metodologia .....</i>	<i>Pag.16</i>
<i>B2 Documentazione fotografica.....</i>	<i>Pag.18</i>
<i>B3 Sezioni sismostratigrafiche.....</i>	<i>Pag.19</i>
<b><u>CAPITOLO C – Prospezione sismica di tipo M.A.S.W.</u></b>	<i>Pag.21</i>
<i>C1 Metodologia .....</i>	<i>Pag.21</i>
<i>C2 Documentazione fotografica.....</i>	<i>Pag.23</i>
<i>C3 Categoria di terreno di fondazione.....</i>	<i>Pag.24</i>

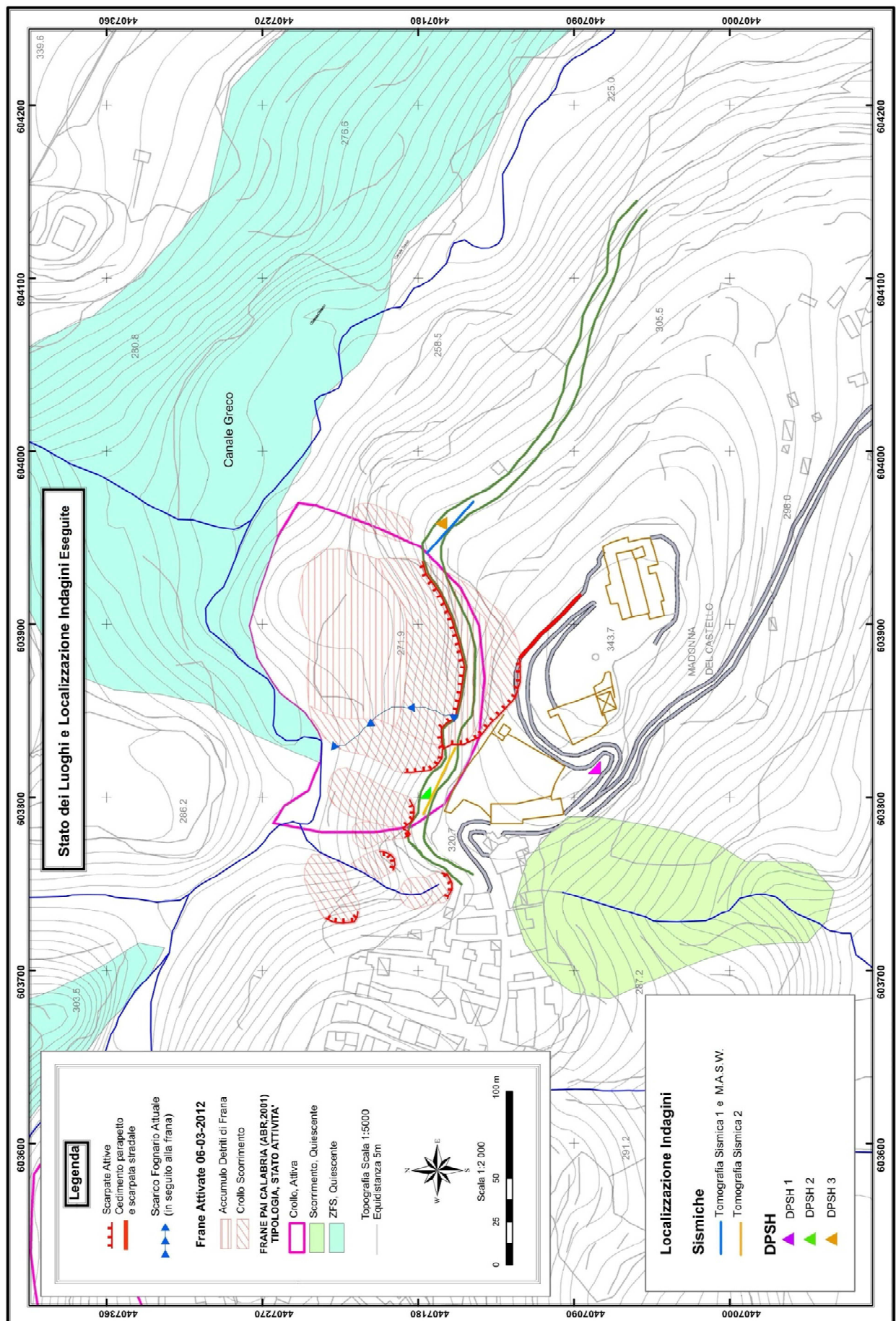
	Indagini geognostiche per dissesto in località <i>Madonna del Castello</i> nel comune di <i>Castrovillari</i>	Elaborato <b>RELAZIONE INDAGINI</b>	
		Data: APRILE 2012	Pag. 3 di 21

## PREMESSA

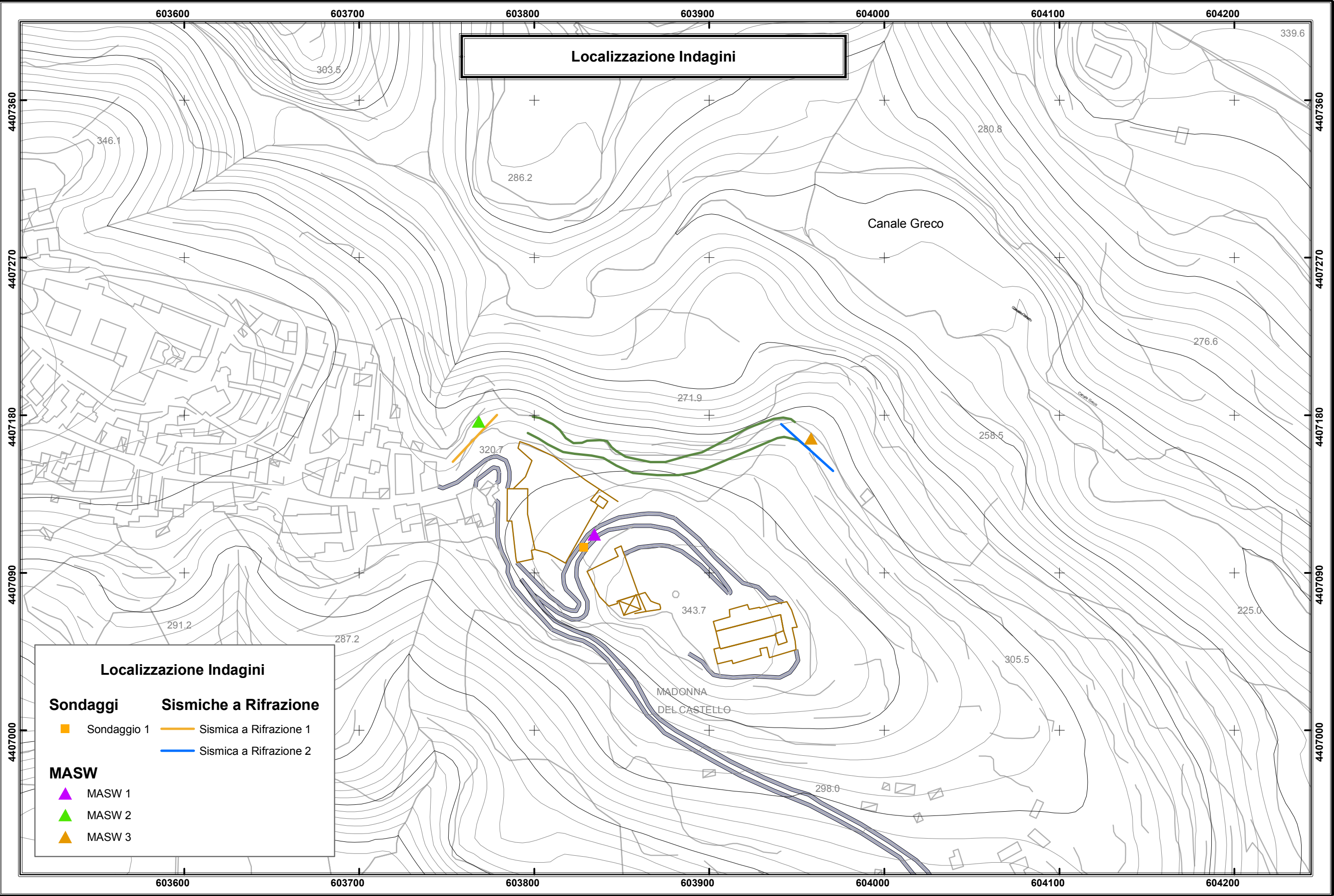
Per conto del **Dr. Geol. Rocco Dominici**, relativamente al progetto di indagini geognostiche finalizzate allo studio geologico-geomorfologico del dissesto verificatosi nel comune di Castrovillari in località *Madonna del Castello*, è stata eseguita un'indagine geognostica consistente in:

- n°03 prove penetrometriche superpesanti *DPSH*, per la deduzione della stratigrafia presente nonché per avere una stima dei parametri geotecnici;
- n°02 prospezioni sismiche a rifrazione per la ricostruzione del modello sismostratigrafico del sito (tomografie sismiche);
- n°01 prospezioni sismiche con metodologia *M.A.S.W.* per la definizione delle  $V_{s30}$ .

Planimetria ubicazione indagini









**Rpd > Qd CAPACITA' PORTANTE DINAMICA** – Hermier - Tcheng & Lebegue.

Per l'esecuzione dell'indagine è stato utilizzato un penetrometro **PAGANI TG 63-200** Statico/dinamico, il quale si distingue dagli altri penetrometri in commercio per il suo elevato rendimento energetico. L'energia trasmessa dal maglio alle aste è infatti pari al 78%, ciò garantisce la perfetta verticalità durante l'infissione e riduce i tempi di esecuzione della prova. E' realizzato su carro cingolato semovente a trazione idraulica, che consente la più ampia mobilità, anche su terreni sconnessi. Può essere posizionato anche su pendii molto ripidi, mediante tre stabilizzatori, inoltre è possibile inclinare il "mast", rendendolo sempre perfettamente verticale. E' una macchina altamente flessibile che permette di passare da una modalità all'altra (statica/dinamica) in qualunque momento consentendo di ottenere informazioni lungo verticali costituite da terreni con caratteristiche meccaniche molto diverse. Consente anche il prelievo di campioni rimaneggiati o a disturbo limitato al fine di una migliore interpretazione stratigrafica.

#### **DPSH (S. Heavy)**

<b>Beta eff.</b>	<b>1.80</b>	Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
<b>M(massa)</b>	<b>64 kg</b>	Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
<b>H(maglio)</b>	<b>0.75 m</b>	Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
<b>L(aste)</b>	<b>1.00 m</b>	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
<b>M(aste)</b>	<b>8.00 kg</b>	Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
<b>M(sistema)</b>	<b>30 kg</b>	Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
<b>A(punta)</b>	<b>20.00 cm<sup>2</sup></b>	Area della superficie laterale del cono della punta
<b>Alfa(punta)</b>	<b>90 °</b>	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
<b>Prf.(1<sup>a</sup>asta)</b>	<b>0.80 m</b>	Profondità di giunzione della prima asta infissa
<b>N</b>	<b>0.20 m</b>	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
<b>Rivest.</b>	<b>Si</b>	Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
<b>ø(punta)</b>	<b>50.50 mm</b>	Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
<b>MaxCE%</b>	<b>50.00 %</b>	Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
<b>L/DM</b>	<b>2.00</b>	Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
<b>D(tb)</b>	<b>100.00 mm</b>	Diametro della testa di battuta.
<b>DEV(a)[&lt;5m]</b>	<b>2.00 °</b>	Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
<b>DEV(a)[&gt;5m]</b>	<b>1.00 °</b>	Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
<b>ECCmax(a)</b>	<b>0.02 mm</b>	Massima eccentricità consentita alle aste
<b>Dest(aste)</b>	<b>32.00 mm</b>	Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
<b>Dint(aste)</b>		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
<b>Dmin(punta)</b>	<b>49.00 mm</b>	Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
<b>hcl(punta)</b>	<b>50.50 mm</b>	Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
<b>Ras(punta)</b>	<b>11.00 mm</b>	Rastremazione del cono nella parte alta
<b>Hc(punta)</b>		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
<b>RangeCP</b>	<b>5 - 100</b>	Massimo numero di colpi utile
<b>Spinta</b>	<b>t</b>	Spinta nominale strumento



## A2. Stratigrafie prove penetrometriche

**G.A.P. Consulting**

Via Gorizia 6 - 87012 Castrovillari (CS)

Email: info@gap-consulting.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

**DIN**

**1**

riferimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm²**

Scala: **1:70**

Pagina: **1**

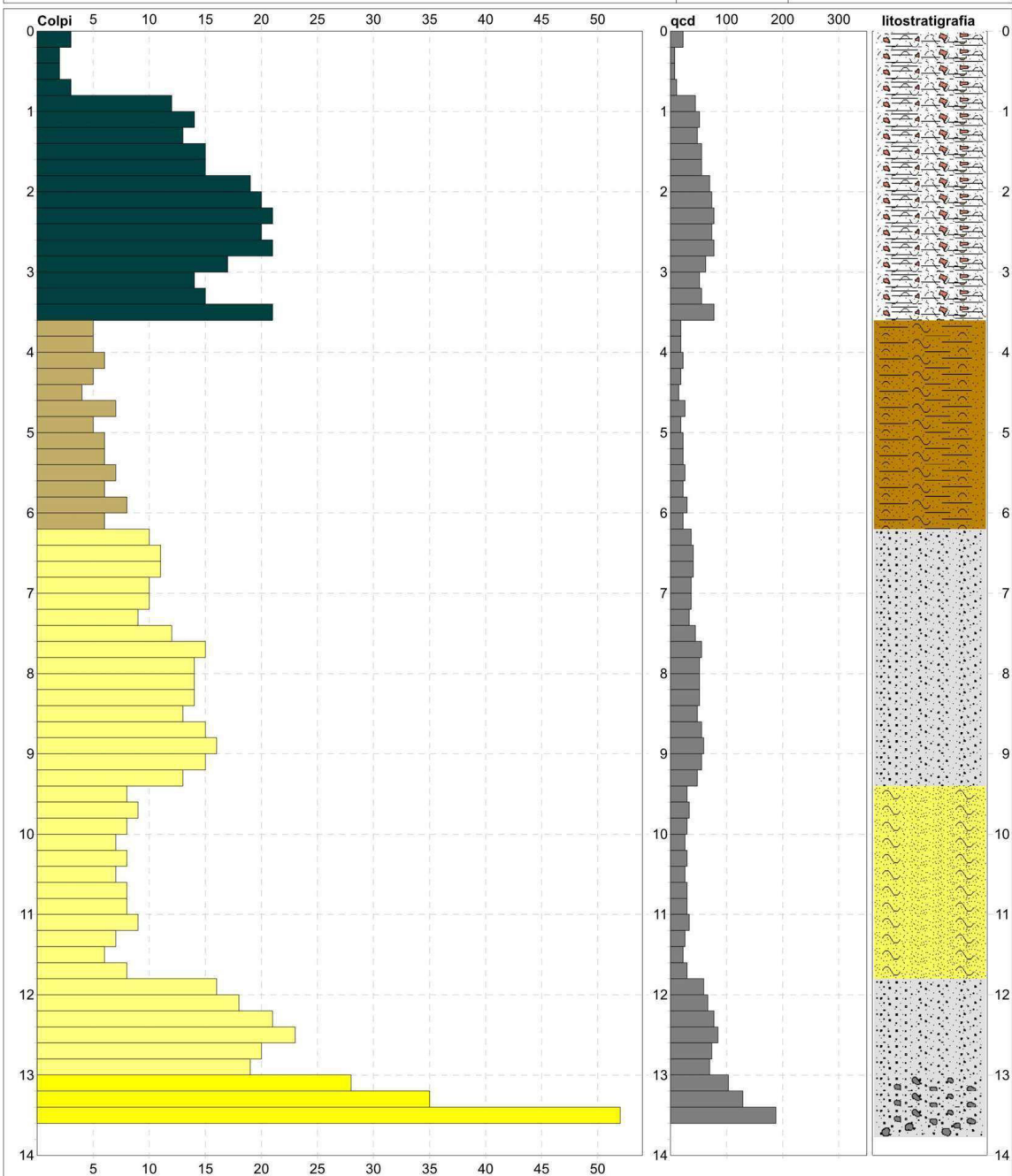
Elaborato:

Data esec.: **24/04/2012**

Quota ass.: **P.C.**

Falda:

Non rilevata



Penetrometro: **DPSH (S. Heavy)**

Massa battente: **63.50 m**

Altezza caduta: **0.75 m**

Avanzamento: **0.20 m**

Litologia: **Personalizzata**

Responsabile:

Assistente:

Preforo: **m**

Corr.astine: **kg/ml**

Cod.ISTAT: **078033**



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

**DIN**

**1**

riferimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: **24/04/2012**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	3		22.35					
0.40	1	2		7.36					
0.60	2	2		7.36					
0.80	2	3		11.04					
1.00	2	12		44.15					
1.20	2	14		51.51					
1.40	2	13		47.83					
1.60	3	15		55.19					
1.80	3	15		55.19					
2.00	3	19		69.90					
2.20	3	20		73.58					
2.40	3	21		77.26					
2.60	4	20		73.58					
2.80	4	21		77.26					
3.00	4	17		62.54					
3.20	4	14		51.51					
3.40	4	15		55.19					
3.60	5	21		77.26					
3.80	5	5		18.40					
4.00	5	5		18.40					
4.20	5	6		22.07					
4.40	5	5		18.40					
4.60	6	4		14.72					
4.80	6	7		25.75					
5.00	6	5		18.40					
5.20	6	6		22.07					
5.40	6	6		22.07					
5.60	7	7		25.75					
5.80	7	6		22.07					
6.00	7	8		29.43					
6.20	7	6		22.07					
6.40	7	10		36.79					
6.60	8	11		40.47					
6.80	8	11		40.47					
7.00	8	10		36.79					
7.20	8	10		36.79					
7.40	8	9		33.11					
7.60	9	12		44.15					
7.80	9	15		55.19					
8.00	9	14		51.51					
8.20	9	14		51.51					
8.40	9	14		51.51					
8.60	10	13		47.83					
8.80	10	15		55.19					
9.00	10	16		58.87					
9.20	10	15		55.19					
9.40	10	13		47.83					
9.60	11	8		29.43					
9.80	11	9		33.11					
10.00	11	8		29.43					
10.20	11	7		25.75					
10.40	11	8		29.43					
10.60	12	7		25.75					
10.80	12	8		29.43					
11.00	12	8		29.43					
11.20	12	9		33.11					
11.40	12	7		25.75					
11.60	13	6		22.07					
11.80	13	8		29.43					
12.00	13	16		58.87					
12.20	13	18		66.22					
12.40	13	21		77.26					
12.60	14	23		84.62					
12.80	14	20		73.58					
13.00	14	19		69.90					
13.20	14	28		103.01					
13.40	14	35		128.77					
13.60	15	51		187.63					



H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**

**1**

referimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: **24/04/2012**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

### PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	$\beta$ -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0.00 : 3.60	Media	14	1.52	21	51.11	85.27	141	137	2.56	Coes./Gran.	Riporto
2	3.60 : 6.20	Media	6	1.52	9	21.51	29.80	148	70	1.08	Coes./Gran.	Limo sabbioso/argilloso
3	6.20 : 9.40	Media	13	1.52	19	46.45	60.60	184	127	2.32	Granulare	Sabbia con ghiaia
4	9.40 : 11.80	Media	8	1.52	12	28.51	29.05	181	88	1.43	Coes./Gran.	Sabbia limosa
5	11.80 : 13.00	Media	20	1.52	30	71.74	74.65	238	182	3.59	Granulare	Sabbia con ghiaia
6	13.00 : 13.60	Media	38	1.52	58	139.80	139.80	271	309	6.99	Granulare	Ciottoli e trovanti

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	$\phi$ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0.00 : 3.60	21	1.31	2.03	23.98	0.65	71	52	33	353	2.00	1.60	301	---
2	3.60 : 6.20	9	0.56	1.89	34.00	0.92	44	32	30	261	1.92	1.48	173	---
3	6.20 : 9.40	19	---	---	---	---	---	49	33	338	1.98	1.58	284	---
4	9.40 : 11.80	12	0.75	1.92	31.20	0.84	52	38	31	284	1.94	1.52	207	---
5	11.80 : 13.00	30	---	---	---	---	---	65	36	423	2.05	1.69	377	---
6	13.00 : 13.60	58	---	---	---	---	---	88	42	638	2.17	1.88	616	---

Sigla	Parametro	UM
Nspt	Numero colpi prova SPT	Colpi
Cu	Coesione non drenata	Kg/cm2
Ysat	Peso di volume saturo	t/m3
Yd	Peso di volume secco	t/m3
W	Contenuto d'acqua	%
e	avanzamento per colpo	
Mo	Modulo edometrico	Kg/cm2
Dr	Densità relativa	%
f	Angolo d'attrito	°
E'	Modulo di deformazione drenato	Kg/cm2
VCA	Numero di colpi medio dello strato	Colpi
b	Coefficiente di correlazione con la prova SPT	
rp	Resistenza dinamica alla punta	Kg/cm2
qc	Capacità portante dinamica	Kg/cm2
Vs	Velocità di propagazione delle onde sismiche	m/sec
G	Modulo di deformazione di taglio	Kg/cm2
Q	Energia specifica teorica per colpo	Kg/cm2

**G.A.P. Consulting**

Via Gorizia 6 - 87012 Castrovillari (CS)

Email: info@gap-consulting.it

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

**DIN**

**2**

referimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Scala: **1:40**

Pagina: **1**

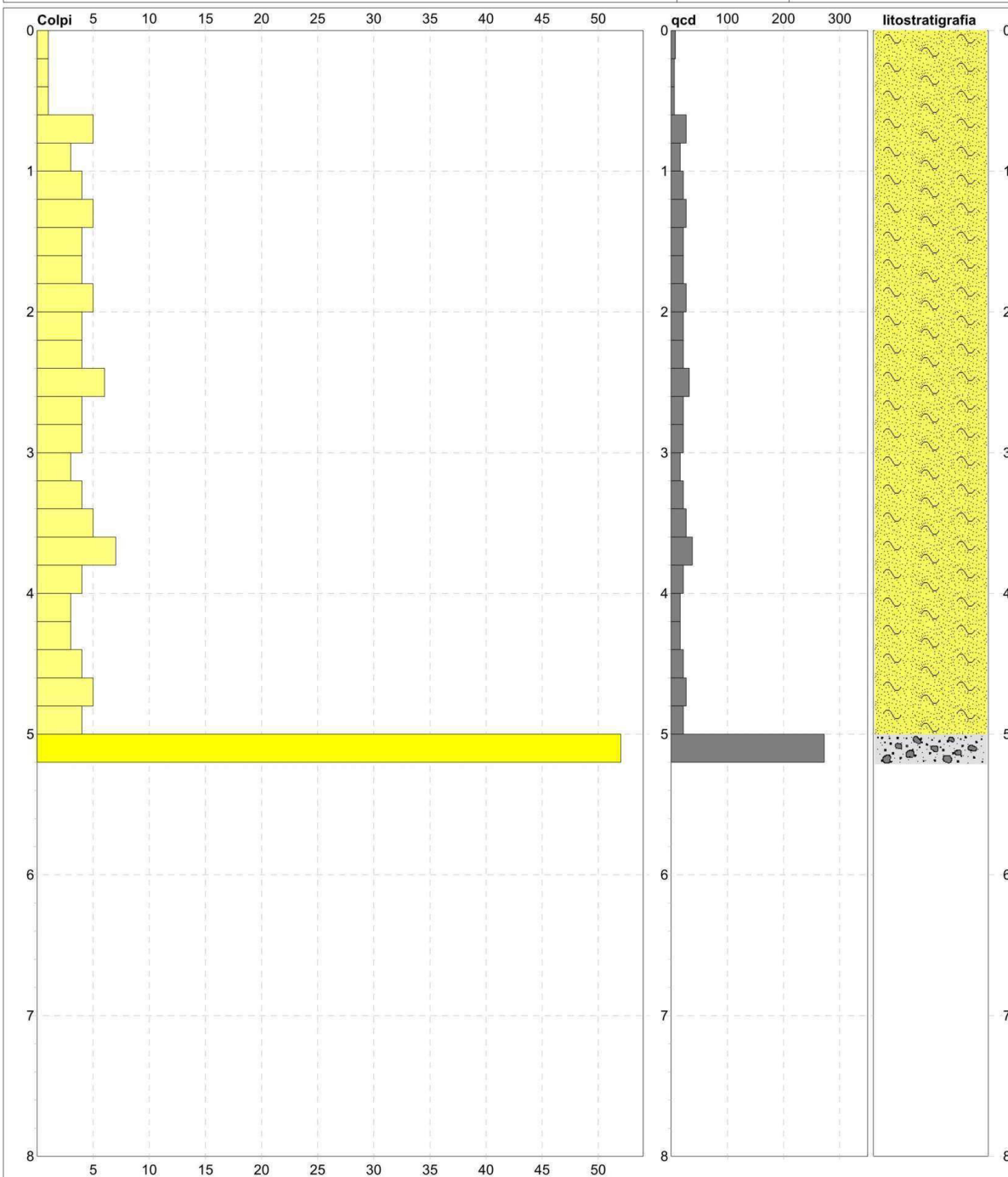
Elaborato:

Data exec.: **24/04/2012**

Quota ass.: **P.C.**

Falda:

Non rilevata



Penetrometro: **DPSH (S. Heavy)**

Massa battente: **63.50 m**

Altezza caduta: **0.75 m**

Avanzamento: **0.20 m**

Litologia: **Personalizzata**

Responsabile:

Assistente:

Preforo: **m**

Corr.astine: **kg/ml**

Cod.ISTAT: **078033**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

**DIN**

**2**

referimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: **24/04/2012**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	1		7.45					
0.40	1	1		5.34					
0.60	2	1		5.34					
0.80	2	5		26.72					
1.00	2	3		16.03					
1.20	2	4		21.37					
1.40	2	5		26.72					
1.60	3	4		21.37					
1.80	3	4		21.37					
2.00	3	5		26.72					
2.20	3	4		21.37					
2.40	3	4		21.37					
2.60	4	6		32.06					
2.80	4	4		21.37					
3.00	4	4		21.37					
3.20	4	3		16.03					
3.40	4	4		21.37					
3.60	5	5		26.72					
3.80	5	7		37.40					
4.00	5	4		21.37					
4.20	5	3		16.03					
4.40	5	3		16.03					
4.60	6	4		21.37					
4.80	6	5		26.72					
5.00	6	4		21.37					
5.20	6	51		272.50					



H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**

**2**

referimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 24/04/2012

Pagina: 1

Elaborato:

Falda: Non rilevata

### PARAMETRI GENERALI

n°	profondità m	statistica	VCA colpi	$\beta$ -	Nspt colpi	rp kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0.00 : 5.00	Media	4	1.52	6	20.82	22.47	121	50	1.04	Coes./Gran.	Sabbia limosa
2	5.00 : 5.20	Media	51	1.52	78	272.50	272.50	237	392	13.63	Granulare	Ciottoli (Conglomerato cementato)

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e -	Mo kg/cm²	Dr %	$\phi$ °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0.00 : 5.00	6	0.38	1.85	37.04	1.00	36	22	28	238	1.89	1.43	139	---
2	5.00 : 5.20	78	---	---	---	---	---	96	44	793	2.21	1.94	787	---

Sigla	Parametro	UM
Nspt	Numero colpi prova SPT	Colpi
Cu	Coesione non drenata	Kg/cm2
Ysat	Peso di volume saturo	t/m3
Yd	Peso di volume secco	t/m3
W	Contenuto d'acqua	%
e	avanzamento per colpo	
Mo	Modulo edometrico	Kg/cm2
Dr	Densità relativa	%
f	Angolo d'attrito	°
E'	Modulo di deformazione drenato	Kg/cm2
VCA	Numero di colpi medio dello strato	Colpi
b	Coefficiente di correlazione con la prova SPT	
rp	Resistenza dinamica alla punta	Kg/cm2
qc	Capacità portante dinamica	Kg/cm2
Vs	Velocità di propagazione delle onde sismiche	m/sec
G	Modulo di deformazione di taglio	Kg/cm2
Q	Energia specifica teorica per colpo	Kg/cm2

**G.A.P. Consulting**

Via Gorizia 6 - 87012 Castrovillari (CS)

Email: info@gap-consulting.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA**

**DIN**

**3**

riferimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm²**

Scala: **1:40**

Pagina: **1**

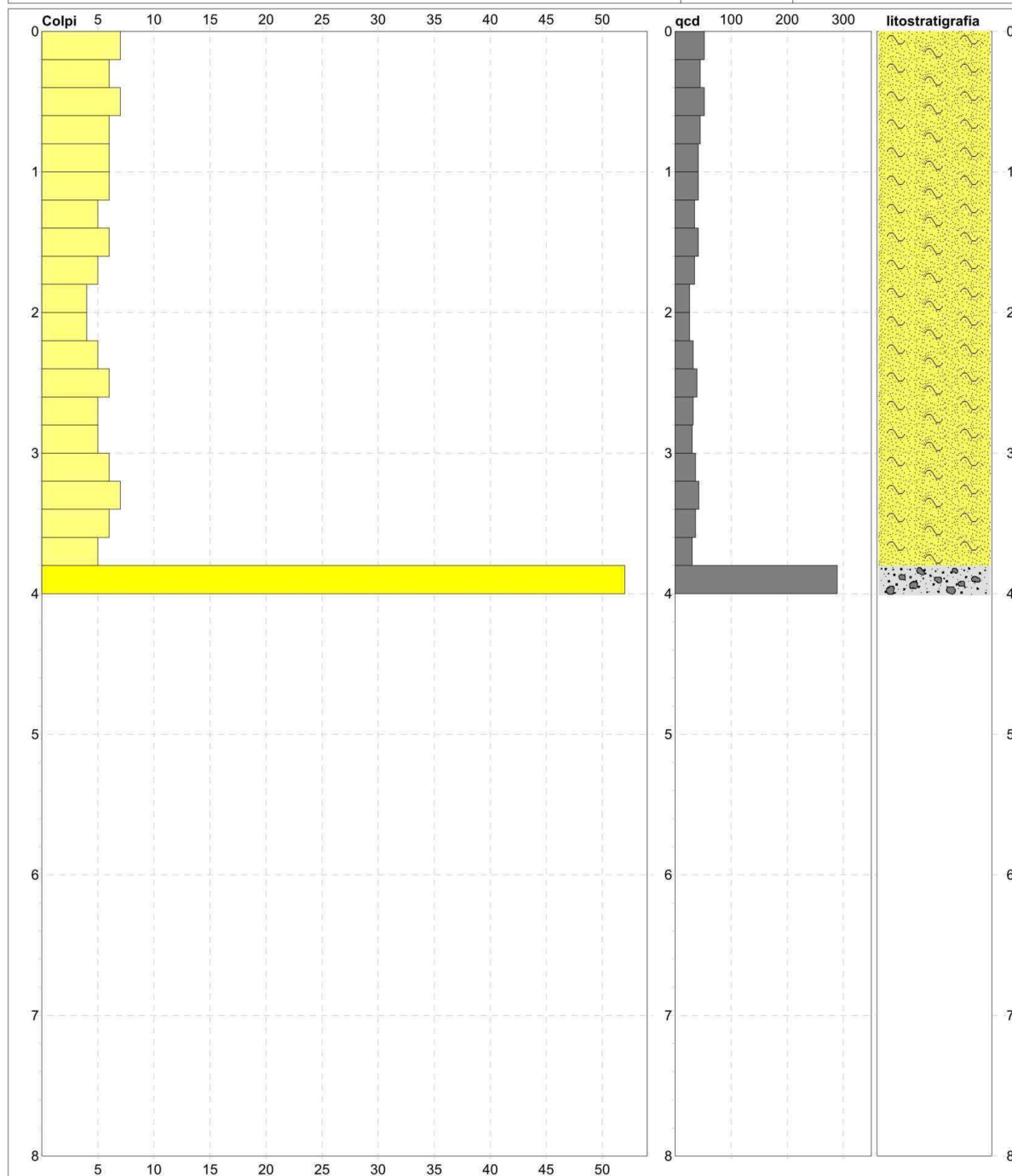
Elaborato:

Data esec.: **24/04/2012**

Quota ass.:

Falda:

Non rilevata



Penetrometro: **DPSH (S. Heavy)**

Massa battente:

63.50 m

Altezza caduta:

0.75 m

Avanzamento:

0.20 m

Litologia: **Personalizzata**

Responsabile:

Assistente:

Preforo: **m**

Corr.astine: **kg/ml**

Cod.ISTAT: **078033**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE**

**DIN**

**3**

riferimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Data esec.: **24/04/2012**

Pagina: **1**

Elaborato:

Falda: **Non rilevata**

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm <sup>2</sup>	H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm <sup>2</sup>
0.20	1	7		52.14					
0.40	1	6		44.69					
0.60	2	7		52.14					
0.80	2	6		44.69					
1.00	2	6		41.43					
1.20	2	6		41.43					
1.40	2	5		34.52					
1.60	3	6		41.43					
1.80	3	5		34.52					
2.00	3	4		25.74					
2.20	3	4		25.74					
2.40	3	5		32.17					
2.60	4	6		38.61					
2.80	4	5		32.17					
3.00	4	5		30.12					
3.20	4	6		36.15					
3.40	4	7		42.17					
3.60	5	6		36.15					
3.80	5	5		30.12					
4.00	5	51		288.83					



H = profondità

L1 = prima lettura (colpi punta)

L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)

qcd = resistenza dinamica punta

Asta = numero di asta impiegata

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUDDIVISIONE GEOTECNICA

**DIN**

**3**

riferimento

**009-2012**

Committente: **Geol. Dominici Rocco**

Cantiere: **Dissesto in località Madonna del Castello**

Località: **Castrovillari (CS)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

Data esec.: 24/04/2012

Pagina: 1

Elaborato:

Falda: Non rilevata

### PARAMETRI GENERALI


n°	profondità m	statistica	VCA colpi	$\beta$ -	Nspt colpi	rp kg/cm <sup>2</sup>	qc kg/cm <sup>2</sup>	Vs m/sec	G kg/cm <sup>2</sup>	Q kg/cm <sup>2</sup>	natura	descrizione
1	0.00 : 3.80	Media	6	1.52	9	37.69	35.00	123	70	1.88	Coes./Gran.	Sabbia limosa
2	3.80 : 4.00	Media	51	1.52	78	288.83	307.24	225	392	14.44	Granulare	Ciotoli (Conglomerato cementato)

### NATURA COESIVA

### NATURA GRANULARE

n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm <sup>2</sup>	Ysat t/m <sup>3</sup>	W %	e -	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	$\phi$ °	E' kg/cm <sup>2</sup>	Ysat t/m <sup>3</sup>	Yd t/m <sup>3</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Liq. -
1	0.00 : 3.80	9	0.56	1.89	34.00	0.92	44	32	30	261	1.92	1.48	173	---
2	3.80 : 4.00	78	---	---	---	---	---	96	44	793	2.21	1.94	787	---

Sigla	Parametro	UM
Nspt	Numero colpi prova SPT	Colpi
Cu	Coesione non drenata	Kg/cm2
Ysat	Peso di volume saturo	t/m3
Yd	Peso di volume secco	t/m3
W	Contenuto d'acqua	%
e	avanzamento per colpo	
Mo	Modulo edometrico	Kg/cm2
Dr	Densità relativa	%
f	Angolo d'attrito	°
E'	Modulo di deformazione drenato	Kg/cm2
VCA	Numero di colpi medio dello strato	Colpi
b	Coefficiente di correlazione con la prova SPT	
rp	Resistenza dinamica alla punta	Kg/cm2
qc	Capacità portante dinamica	Kg/cm2
Vs	Velocità di propagazione delle onde sismiche	m/sec
G	Modulo di deformazione di taglio	Kg/cm2
Q	Energia specifica teorica per colpo	Kg/cm2

	Indagini geognostiche per dissesto in località Madonna del Castello nel comune di Castrovillari	Elaborato <b>RELAZIONE INDAGINI</b>	
		Data: APRILE 2012	Pag. 16 di 21

## **CAPITOLO B - Prospezione sismica a rifrazione**


### *B1. Metodologia*

Nella prospezione sismica a rifrazione si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione"), che sono le più veloci fra le diverse onde elastiche, o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori e andamento dei livelli presenti. La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione o di taglio nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza o di maglio, esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino agli apparecchi di ricezione (geofoni) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (Legge di *Snell*), cioè rifrangendosi sulle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente. L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni è costituita da una serie di ricevitori (geofoni) che vengono spazati lungo un determinato allineamento (base sismica) e da un sismografo che registra l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono. Così, osservando i primi arrivi su punti posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva tempo-distanza (dromocrona) rappresentante la variazione del minimo percorso in funzione del tempo. Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali ( $V_p$ ) o trasversali ( $V_s$ ) dei mezzi attraversati ed il loro spessore. La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa tra larghi limiti; per lo stesso tipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione; aumenta per contro con la profondità e l'età geologica. Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali, diversamente da quelle trasversali che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione. Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali, per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- un livello potrà essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde sismiche in esso risulterà superiore a quella dei livelli soprastanti (effetto della inversione di velocità);
- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli "arrivi" dallo strato sottostante (effetto dello strato nascosto e "zona oscura");
- aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione, ma può ovviamente ridursi la precisione nella determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i diversi livelli individuati.



	Indagini geognostiche per dissesto in località Madonna del Castello nel comune di Castrovillari	Elaborato <b>RELAZIONE INDAGINI</b>	
		Data: APRILE 2012	Pag.17 di 21

Il metodo della tomografia sismica è una tecnica di indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un alto potere risolutivo, offrendo la possibilità di ricostruire anomalie e discontinuità stratigrafiche anche particolarmente complesse. Questa tecnica fornisce l'immagine della distribuzione delle onde sismiche sotto la superficie, basate sui tempi di primo arrivo (come nella normale sismica a rifrazione) e sulla geometria di acquisizione. Si ricostruisce in tal modo un modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni: la fase di calcolo si conclude quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

Il processing dei dati, qui eseguito con il software *RAYFRAC*T prosegue con la fase di inversione tomografica detta *WET* (*Wavepath Eikonal Traveltime*), che permette il calcolo delle traiettorie d'onda (*wavepath*) attraverso le soluzioni alle differenze finite dell'equazione che esprime le modalità di propagazione di un'onda in un mezzo isotropo. Successivamente, con la fase di imaging, si otterrà con un software dedicato (*SURFER*) l'immagine della sezione tomografica.

#### *Sistema di acquisizione*

Le indagini sono state condotte mediante l'utilizzo di sismografo P.A.S.I. modello 16SG24, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali (*Re.Mi.* – *Refraction Microtremor*) - *M.A.S.W.* (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) - *S.A.S.W.* (*Spectral Analysis of Surface Waves*).

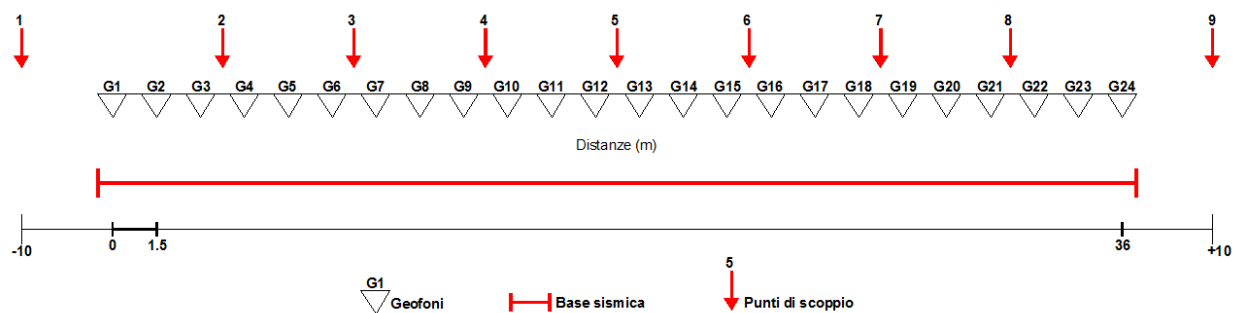
L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale.

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni cliccando gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

La sorgente sismica è costituita da una massa battente (mazza dal peso di 8kg) che batte su una piastra di alluminio. Il martello funge contemporaneamente da starter poiché collegato a mezzo di trigger al sismografo. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni (*Geospace* – 4.5Hz).

Sono stati eseguiti due stendimenti con lunghezze pari a 36.00 metri. Gli schemi di acquisizione delle tracce (lunghezza, posizione dei punti di energizzazione etc.) sono i seguenti:

### Geometria degli stendimenti



### B2. Documentazione fotografica



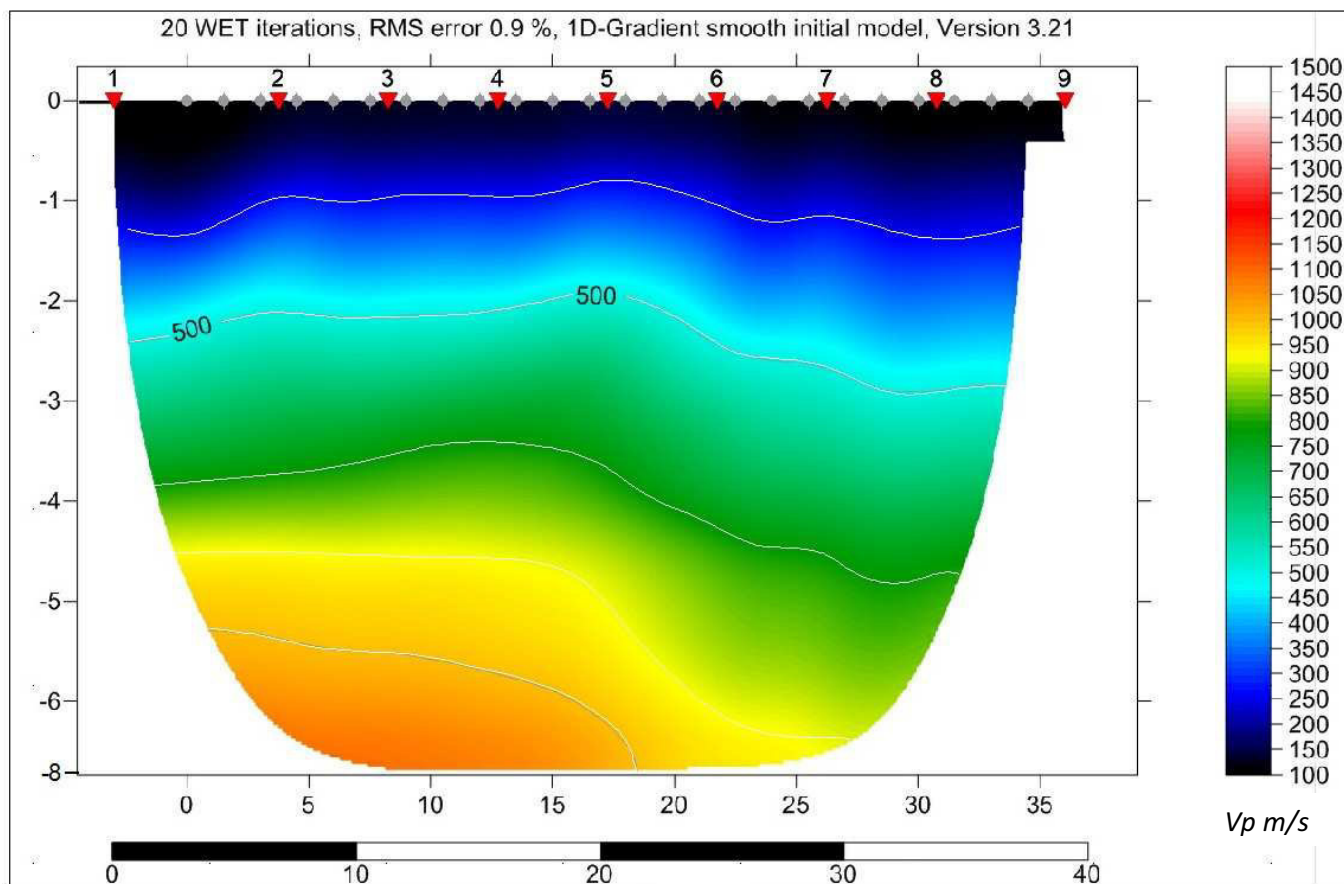
**Stendimento tomografia 1**



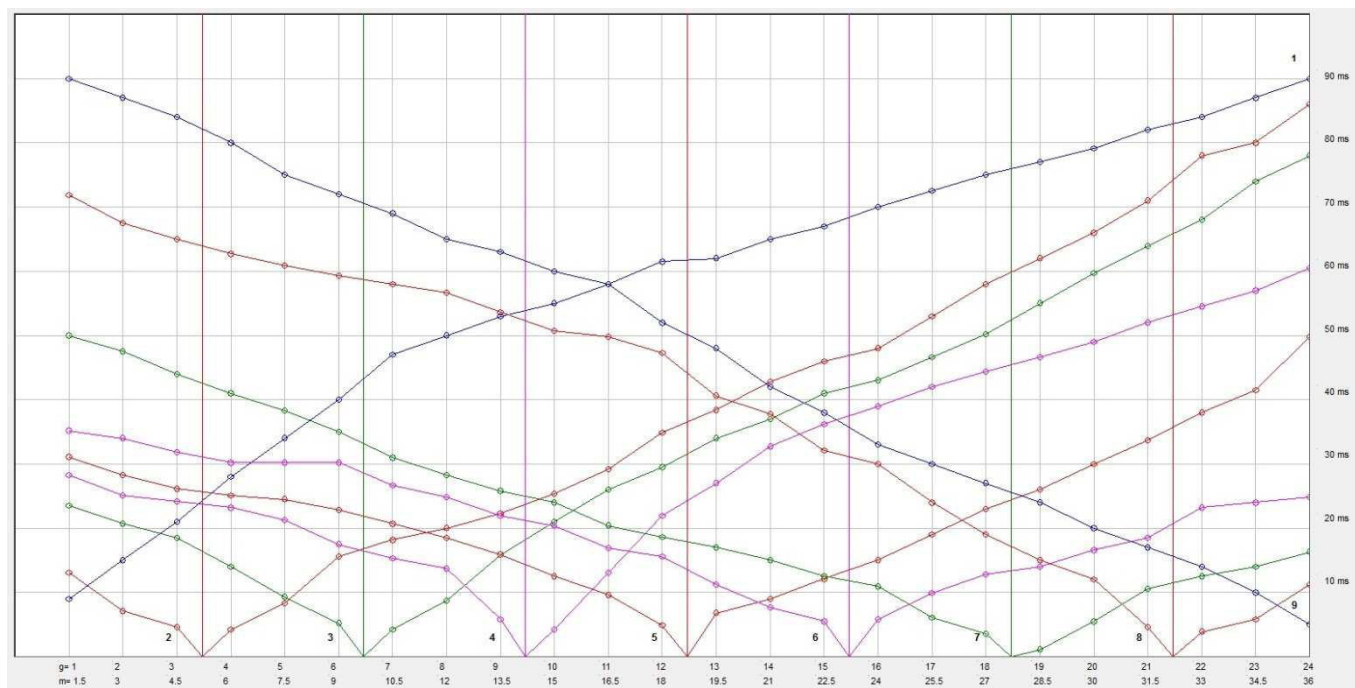
**Stendimento tomografia 2**

### B3. Sezioni sismostratigrafiche

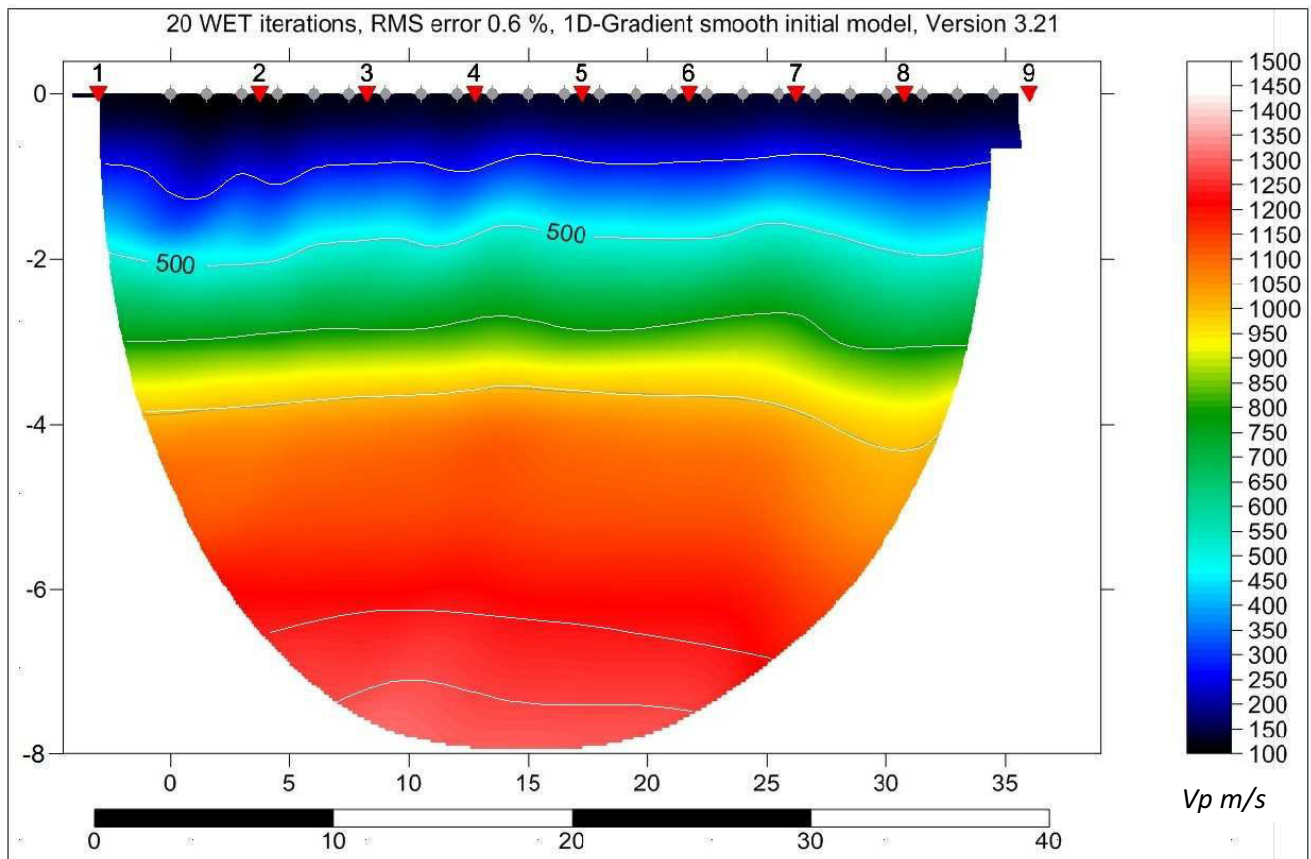
#### PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO TOMOGRAFIA 1



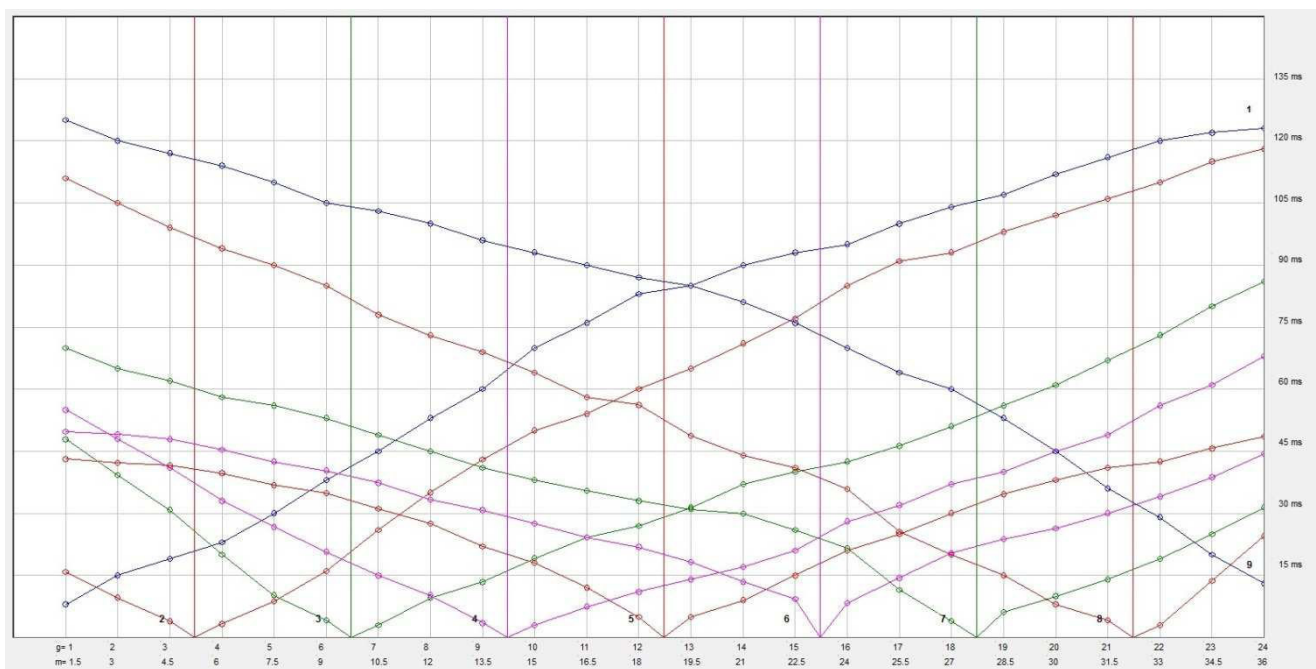
#### DROMOCRONE STENDIMENTO TOMOGRAFIA 1



**PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO TOMOGRAFIA 2**



**DROMOCRONE STENDIMENTO TOMOGRAFIA2**





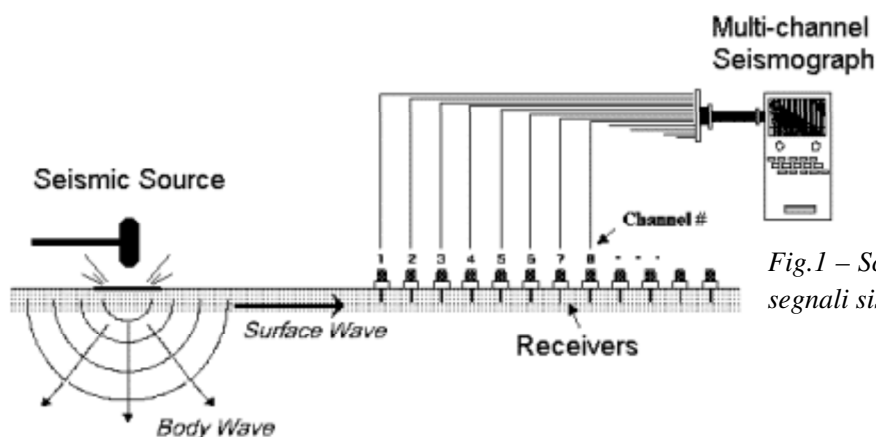
## CAPITOLO C - Prospezione sismica di tipo M.A.S.W.

### C1. Metodologia

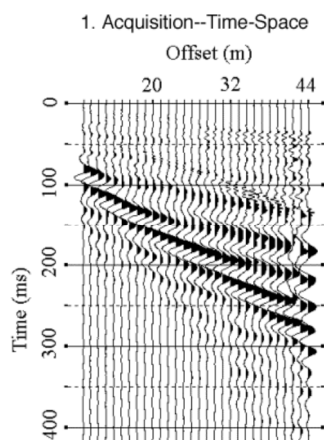
L'analisi multicanale delle onde superficiali di *Rayleigh* – *M.A.S.W.* (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) – è un efficiente metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_s$ . Tale metodo utilizza le onde superficiali di *Rayleigh* registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde di *Rayleigh*, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica *S.A.S.W.*, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

L'intera procedura per una *M.A.S.W.* consiste di 4 passi fondamentali:

- ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici (*Fig.2*), generati da una sorgente energizzante artificiale (mazza battente su piastra), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente geofoni (*Fig.1*) che viene spostato lungo la linea dello stendimento stesso dopo ogni acquisizione;



*Fig.1 – Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.*



*Fig.2 – Segnali sismici acquisiti dai geofoni lungo uno stendimento.*

- estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione delle velocità di fase delle onde superficiali di *Rayleigh* (una curva per ogni acquisizione) (*Fig.3*);



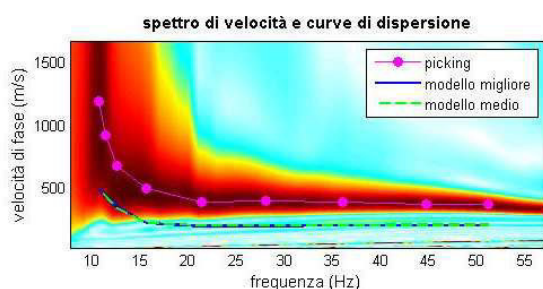


Fig.3 – Curva di dispersione delle velocità di fase in funzione della frequenza delle onde superficiali di Rayleigh.

3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle  $V_s$  (Fig.4) (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);

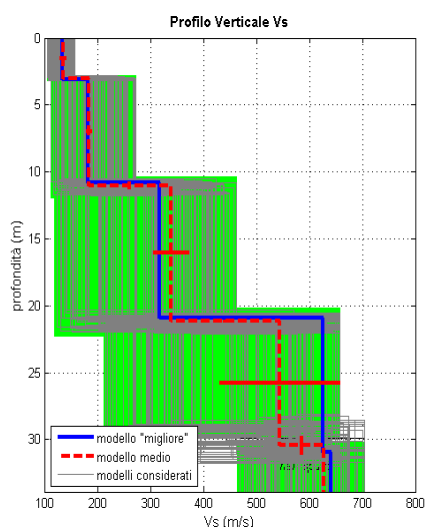


Fig. 4 – Modello di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) ottenuto dalla curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh attraverso l'inversione di un modello multistrato di terreno. La velocità delle onde di taglio è approssimativamente pari a  $1.1V_R$  ( $V_R$ =velocità delle onde di Rayleigh) e la profondità è pari a circa  $0.4\lambda$  ( $\lambda$ =lunghezza d'onda).

4. Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle  $V_s$  dei terreni con approccio multicanale. Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume ( $P$  e  $S$ ), sia onde di superficie (*Rayleigh* e *Love*), che si propagano in tutte le direzioni. Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore (Fig.5). Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare e dall'attività umana (Fig.5). Il vantaggio dell'approccio multicanale della tecnica *M.A.S.W.* sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di *Rayleigh* evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

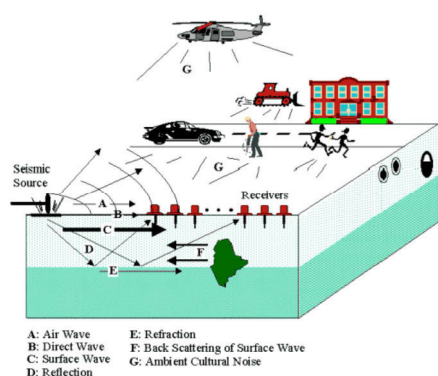


Fig.5 – Schematizzazione dei vari tipi di onde (di volume e superficiali) e di alcune possibili sorgenti di rumore ambientale

Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti (Fig.6) in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni.

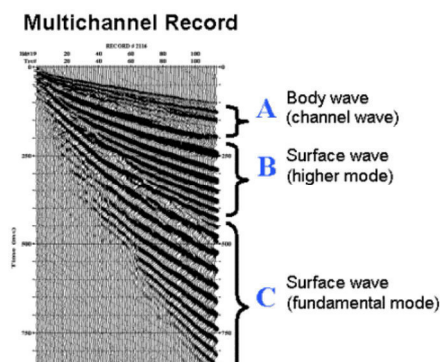


Fig.6 – Segnali sismici con acquisizione multicanale e riconoscimento delle varie fasi sismiche (onde di volume, modo fondamentale e modi superiori delle onde superficiali).

Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di *Rayleigh*) viene estratto da un modello specifico. Tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, noise ambientale) vengono quindi rimosse durante il processo di elaborazione.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo P.A.S.I. modello 16SG24; la sorgente sismica è costituita da una massa battente (mazza dal peso di 8kg) che batte su una piastra di alluminio; il martello funge contemporaneamente da starter poiché collegato a mezzo di trigger al sismografo; le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni (*Geospace* – 4.5Hz), posizionati lungo il profilo di indagine con diversi punti di offset (2.00 - 3.00 - 5.00 metri). I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (*WinMASW*) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

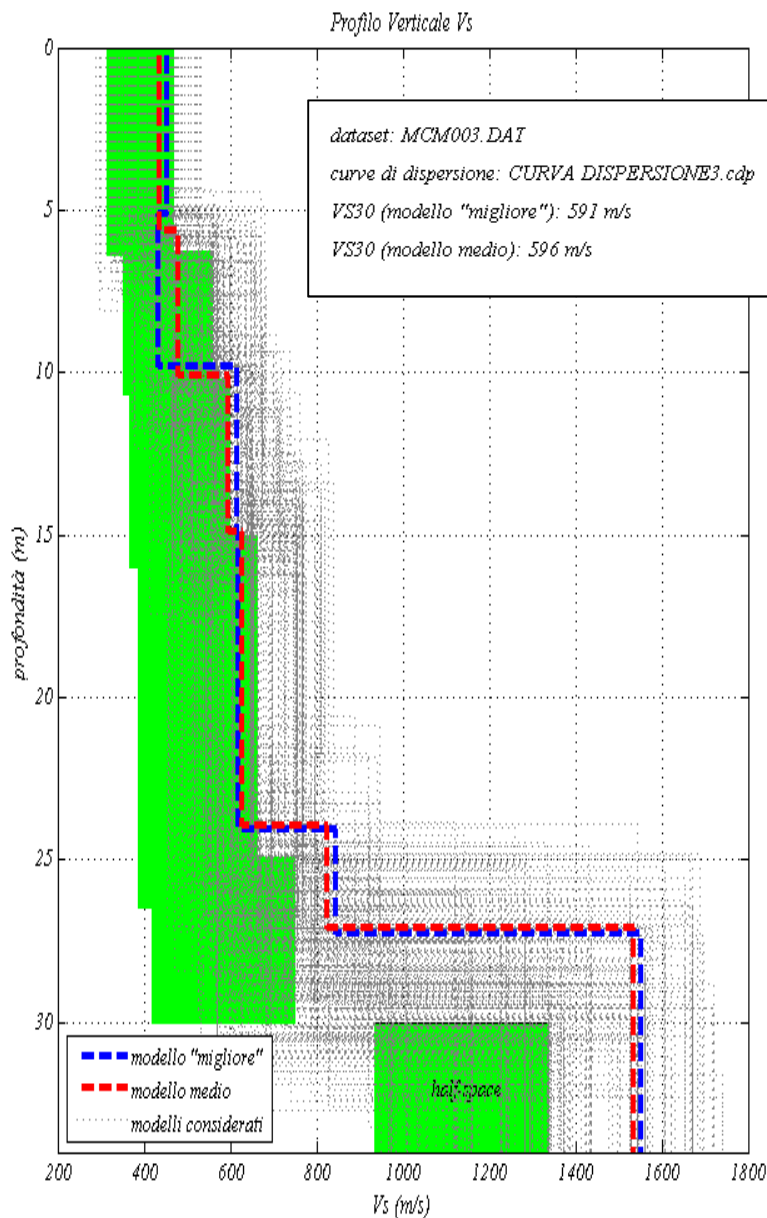
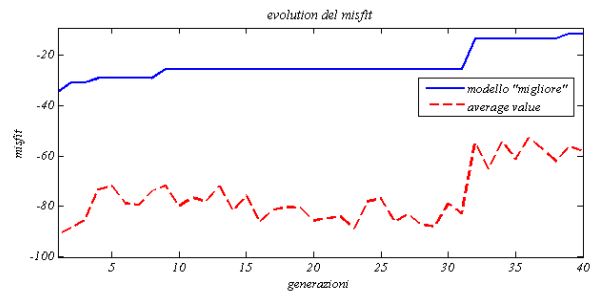
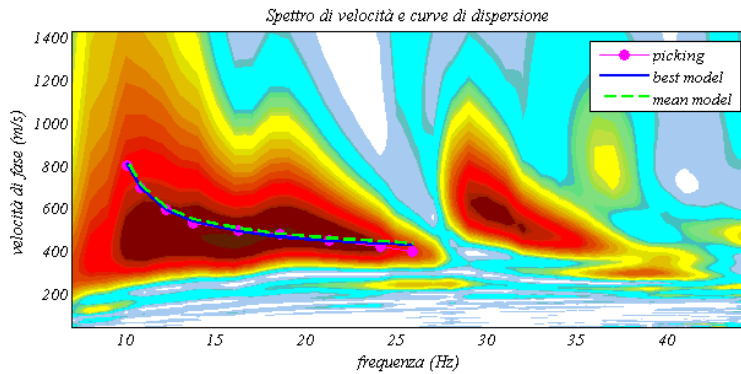
## C2. Documentazione fotografica



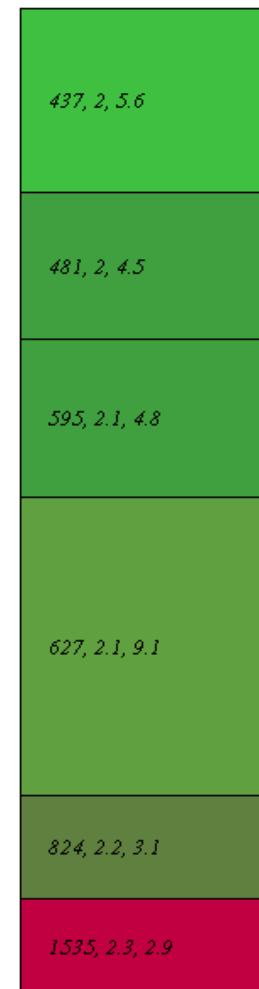
Stendimento M.A.S.W.

### C3. Definizione categoria di terreno di fondazione

E' stata realizzata n°1 prospezione sismica di tipo M.A.S.W. con stendimento di lunghezza pari a 36.00 metri e con spaziatura intergeofonica di 1.50 metro con punti di offset a 1.00 metri, 2.00 metri, 5.00 metri e 10.00 metri esterni al geofono 1.



### Colonna sismostratigrafica



Vs density thickness  
(m/s) (gr/cm³) (m)

**Elaborazione dati Modello medio Tipo di analisi: onde di Rayleigh**

Strati	Profondità	Spessori (m)	Vs (m/s)
1	5.60	5.60	437
2	10.10	4.50	481
3	14.90	4.80	595
4	24.00	9.10	627
5	27.10	3.10	824
6	30.00	2.90	1535

VS <sub>30</sub> (m/s)
596
Categoria di suolo
B <sup>1</sup>

**I Tecnici:**

**Dott. Geol. BIANCINI Remo**

*Remo Biancini*

**Dott. Geol. MARTORELLA Edmondo**

*Edmondo Martorella*

---

<sup>1</sup> B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

**ANALISI DI STABILITA' EX ANTE**  
**ZENG LIANG (1995) COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO  $F_s = 1,34$**

Lat./Long.	39,808278/16,213304
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	8,38 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	24,14 m
Ascissa vertice destro superiore xs	37,42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	37,28 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,7	2,3
3	10,6	4,5
4	12,7	6,9
5	14,4	11,9
6	17,4	16,7
7	23,5	16,7
8	34,8	20,5

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

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	0,20		29	1800,00	2100,00		

**Risultati analisi pendio**

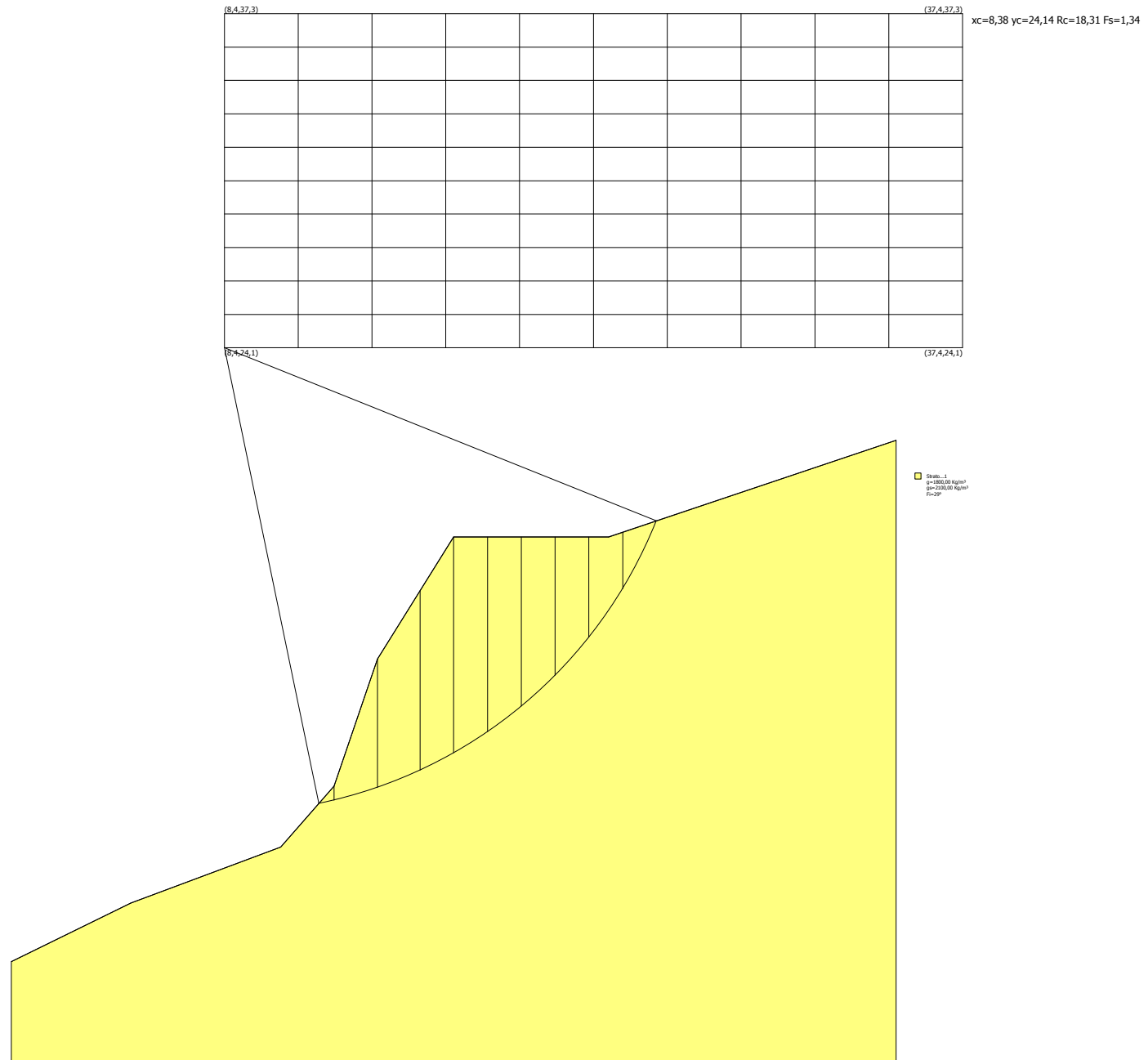
Fs minimo individuato	1,34
Ascissa centro superficie	8,38 m
Ordinata centro superficie	24,14 m
Raggio superficie	18,31 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

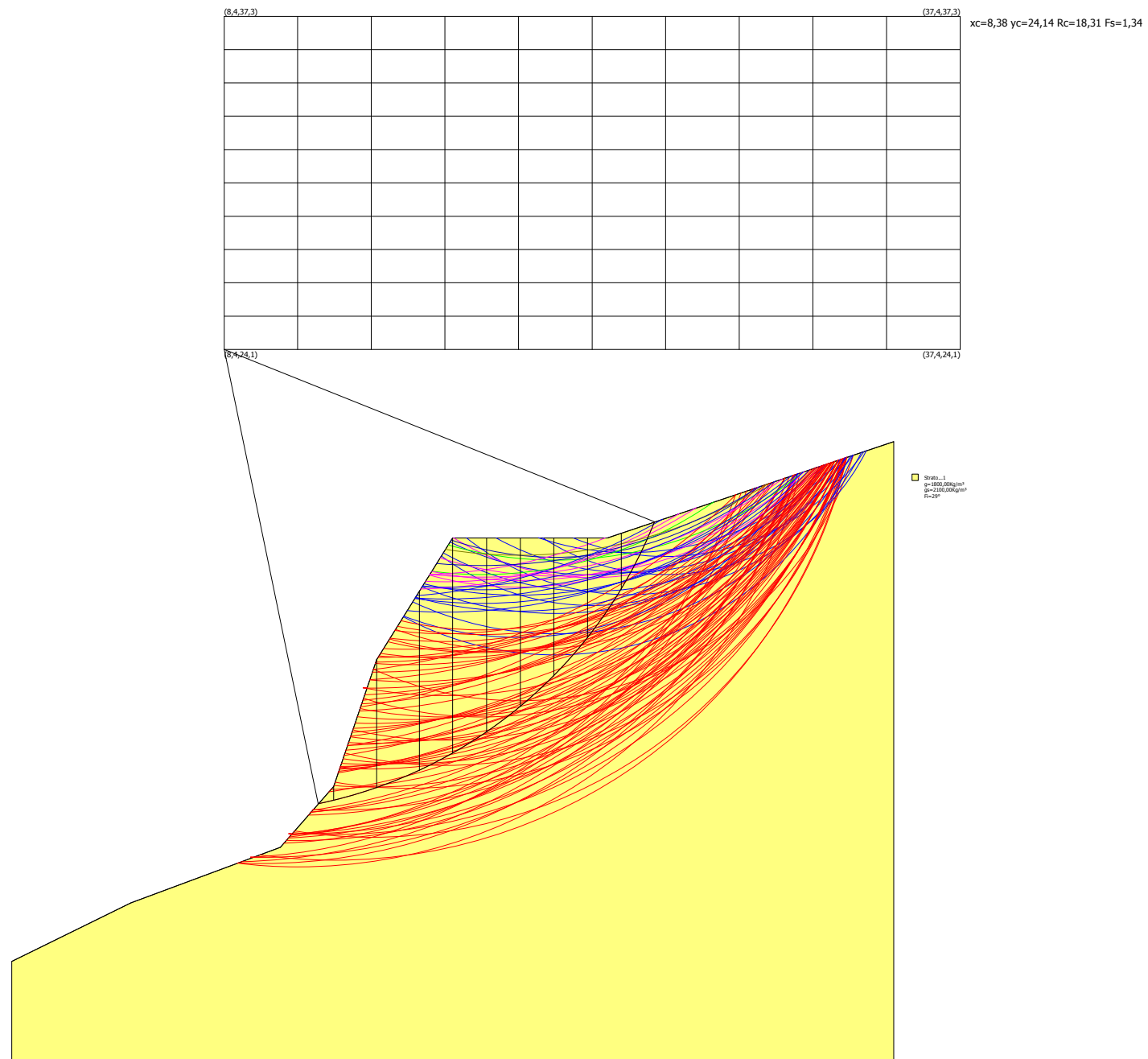
**xc = 8,382 yc = 24,138 Rc = 18,307 Fs=1,34**



# VERIFICA EX-ANTE



# VERIFICA EX-ANTE



**ANALISI DI STABILITA' EX ANTE**  
**JANBU (1967) COEFFICIENTE DI SICUREZZA MASSIMO  $F_s = 1.605$**

Lat./Long.	39,808278/16,213304
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	8,38 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	24,14 m
Ascissa vertice destro superiore xs	37,42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	37,28 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	4,7	2,3
3	10,6	4,5
4	12,7	6,9
5	14,4	11,9
6	17,4	16,7
7	23,5	16,7
8	34,8	20,5

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

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	0,20		29	1800,00	2100,00		

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	1,61
Ascissa centro superficie	8,38 m
Ordinata centro superficie	24,14 m
Raggio superficie	20,12 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

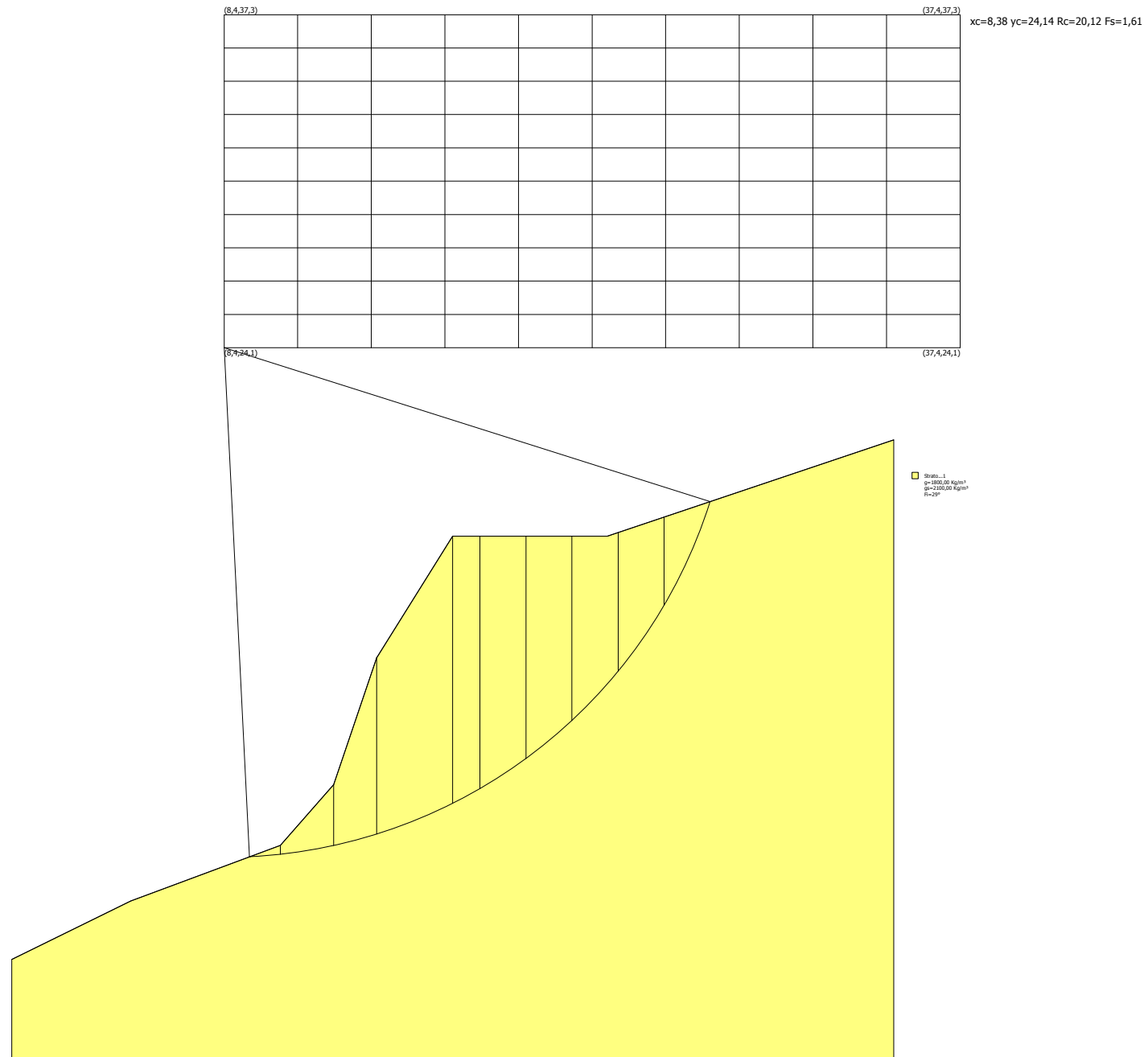
**xc = 8,382 yc = 24,138 Rc = 20,118 Fs=1,605**

---

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,22	4,6	1,22	412,88	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	258,8	1943,4
2	2,1	9,4	2,13	5339,85	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	4575,1	5144,9
3	1,7	14,9	1,76	14396,63	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	12788,4	8202,7
4	3,0	22,0	3,24	47641,13	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	42340,4	24136,7
5	1,07	28,4	1,22	19790,39	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	17577,2	10342,0
6	1,82	33,2	2,17	30790,37	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	27277,1	17383,6
7	1,82	39,7	2,36	26410,26	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	23357,2	17151,8
8	1,82	46,8	2,66	20837,47	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	18188,6	16807,6
9	1,82	55,1	3,18	15018,53	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	12197,0	17146,3
10	1,82	66,0	4,48	6687,77	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	728,3	17225,8

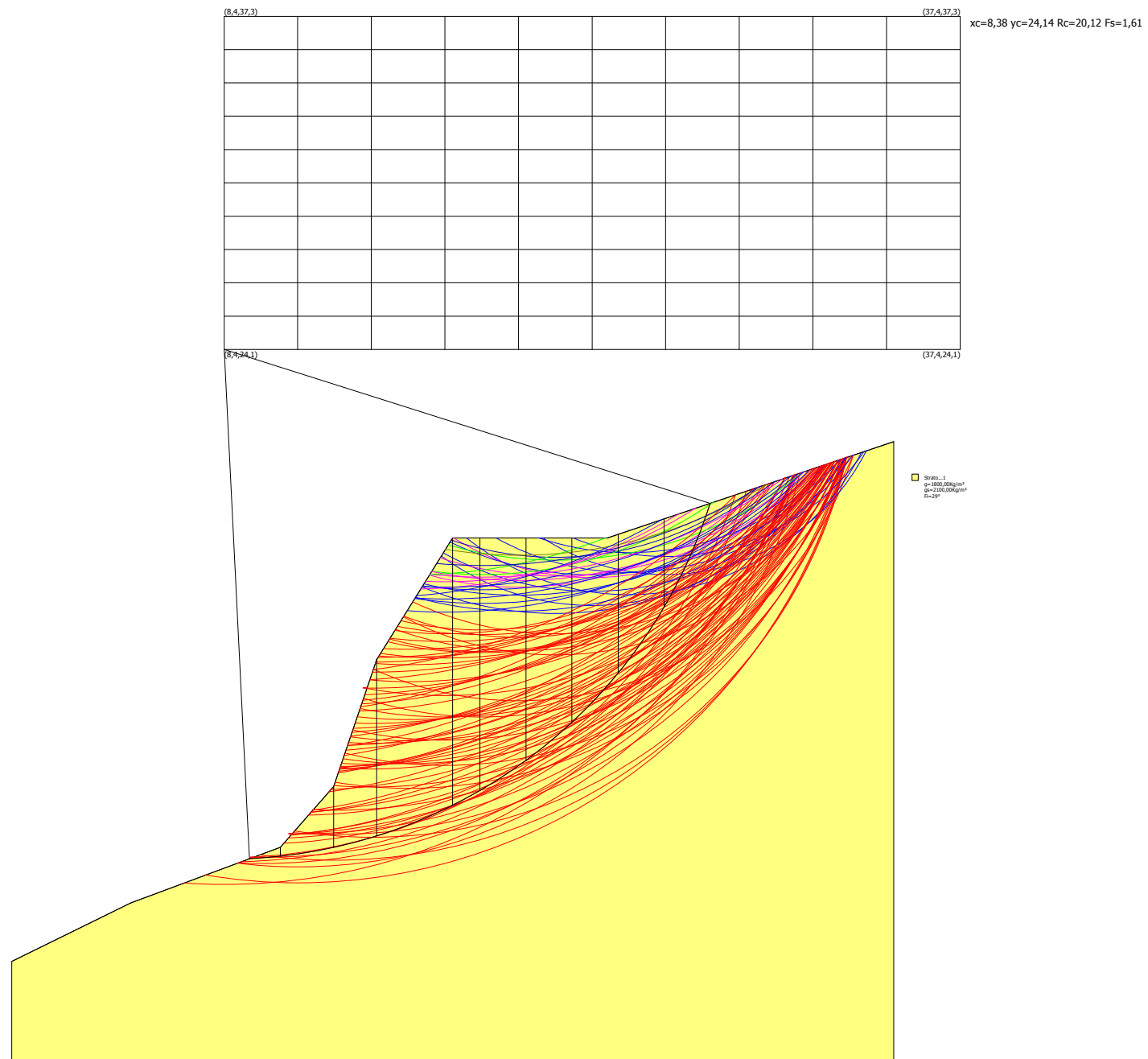
---

# VERIFICA EX-ANTE





# VERIFICA EX-ANTE



**ANALISI DI STABILITA' EX POST**  
**ZENG LIANG (1995) COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO  $F_s = 2.86$**

Zona	Castrovillari
Lat./Long.	39,808278/16,213475
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,41 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	17,34 m
Ascissa vertice destro superiore xs	14,47 m
Ordinata vertice destro superiore ys	21,28 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	6,0
3	5,0	6,0
4	5,0	6,2
5	11,4	6,33
6	11,52	6,33
7	11,52	9,53
8	15,0	13,4
9	17,8	13,4

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

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	0,20		29	1800,00	2100,00		

**Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche**

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m <sup>3</sup> )
1	11,52	6,33	0	0,1	3,2	0,3	0,4	2400

**Pali...**

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm²)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	10,97525	6,324863	0,1	10	90	1	10	--	Tensione tangenziale
2	5,010617	6,200222	0,1	10	90	1	10	--	Tensione tangenziale

**Carichi distribuiti**

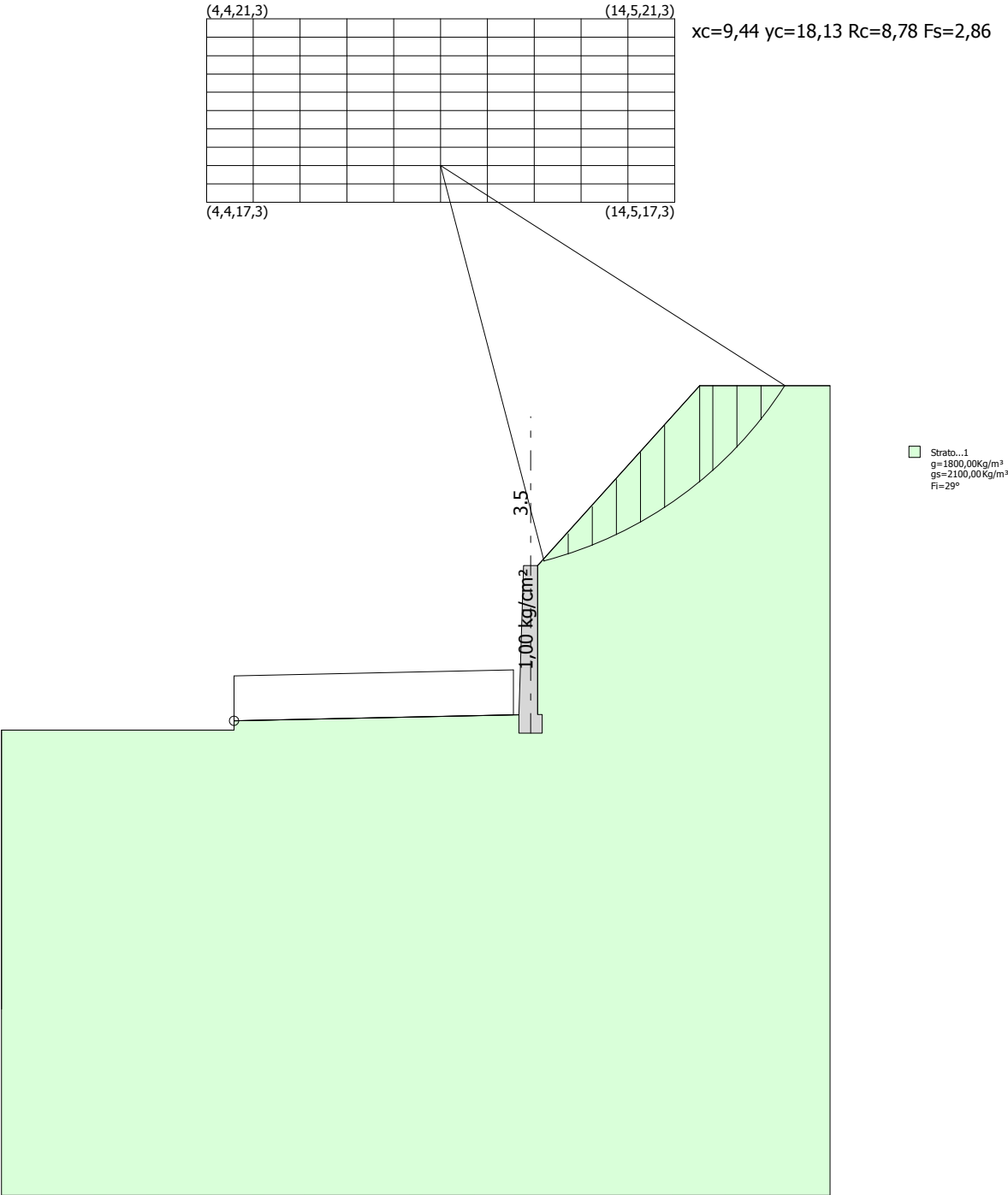
N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	5	6,2	11	6,325381	1

**Risultati analisi pendio**

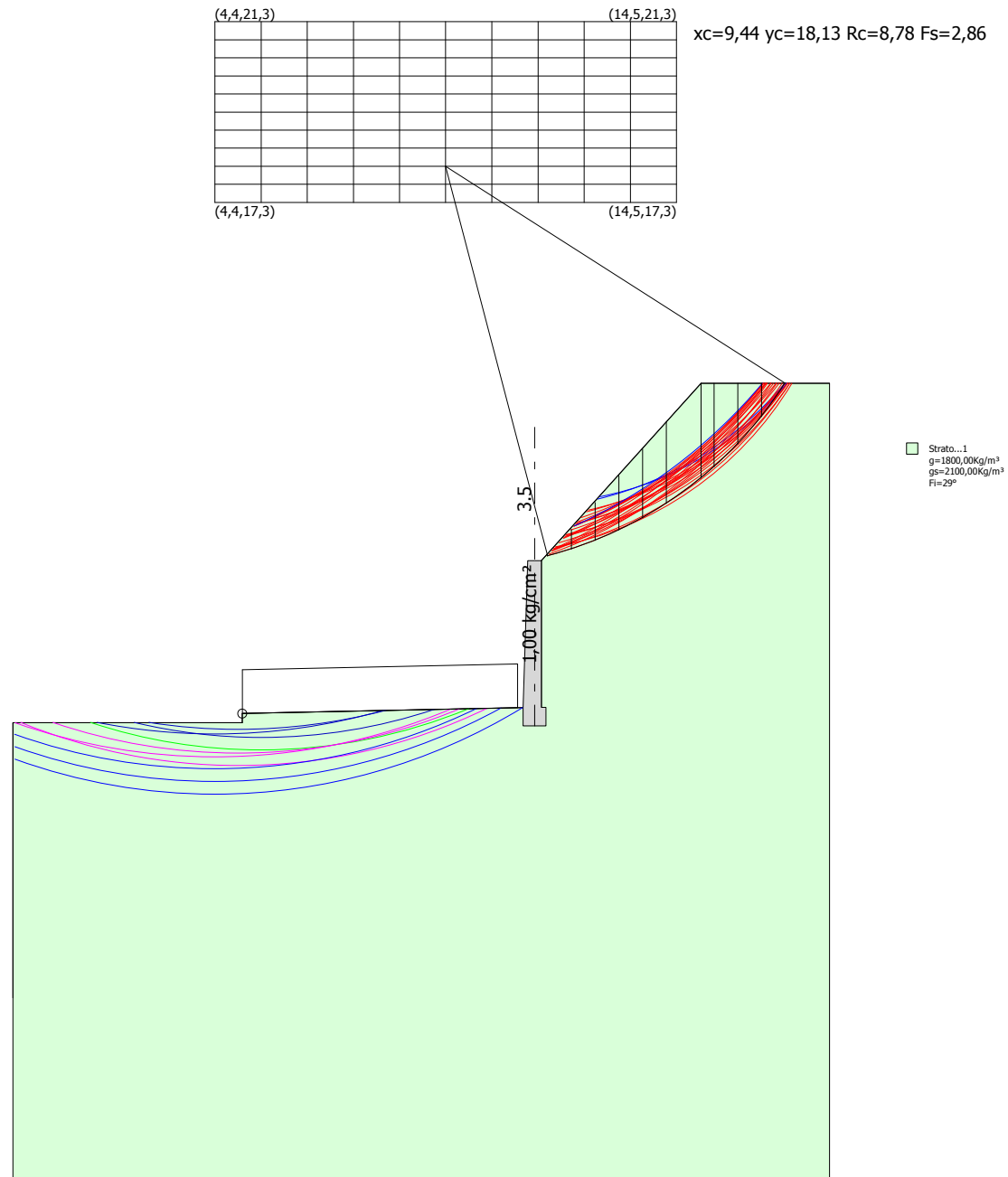
```
=====
Fs minimo individuato                2,86
Ascissa centro superficie              9,44 m
Ordinata centro superficie            18,13 m
Raggio superficie                      8,78 m
=====
```

**xc = 9,436 yc = 18,131 Rc = 8,785 Fs=2,86**

VERIFICA EX-POST



# VERIFICA EX-POST





## ANALISI DI STABILITA' EX POST

### JANBU (1967) COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO $F_s = 3.44$

Zona	Castrovillari
Lat./Long.	39,808278/16,213475
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### aglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,41 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	17,34 m
Ascissa vertice destro superiore xs	14,47 m
Ordinata vertice destro superiore ys	21,28 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	6,0
3	5,0	6,0
4	5,0	6,2
5	11,4	6,33
6	11,52	6,33
7	11,52	9,53
8	15,0	13,4
9	17,8	13,4

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

#### Stratigrafia

##### Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m³)
1	11,52	6,33	0	0,1	3,2	0,3	0,4	2400

#### Pali...

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza a (m)	Inclinazio ne (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm²)	Momento plasticizzazi one (kN*m)	Metodo stabilizz azione
1	10,97525	6,324863	0,1	10	90	1	10	--	Tensione tangenzi ale
2	5,010617	6,200222	0,1	10	90	1	10	--	Tensione tangenzi

									ale
<b>Carichi distribuiti</b>									
N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )				
1	5	6,2	11	6,325381	1				

**Risultati analisi pendio**

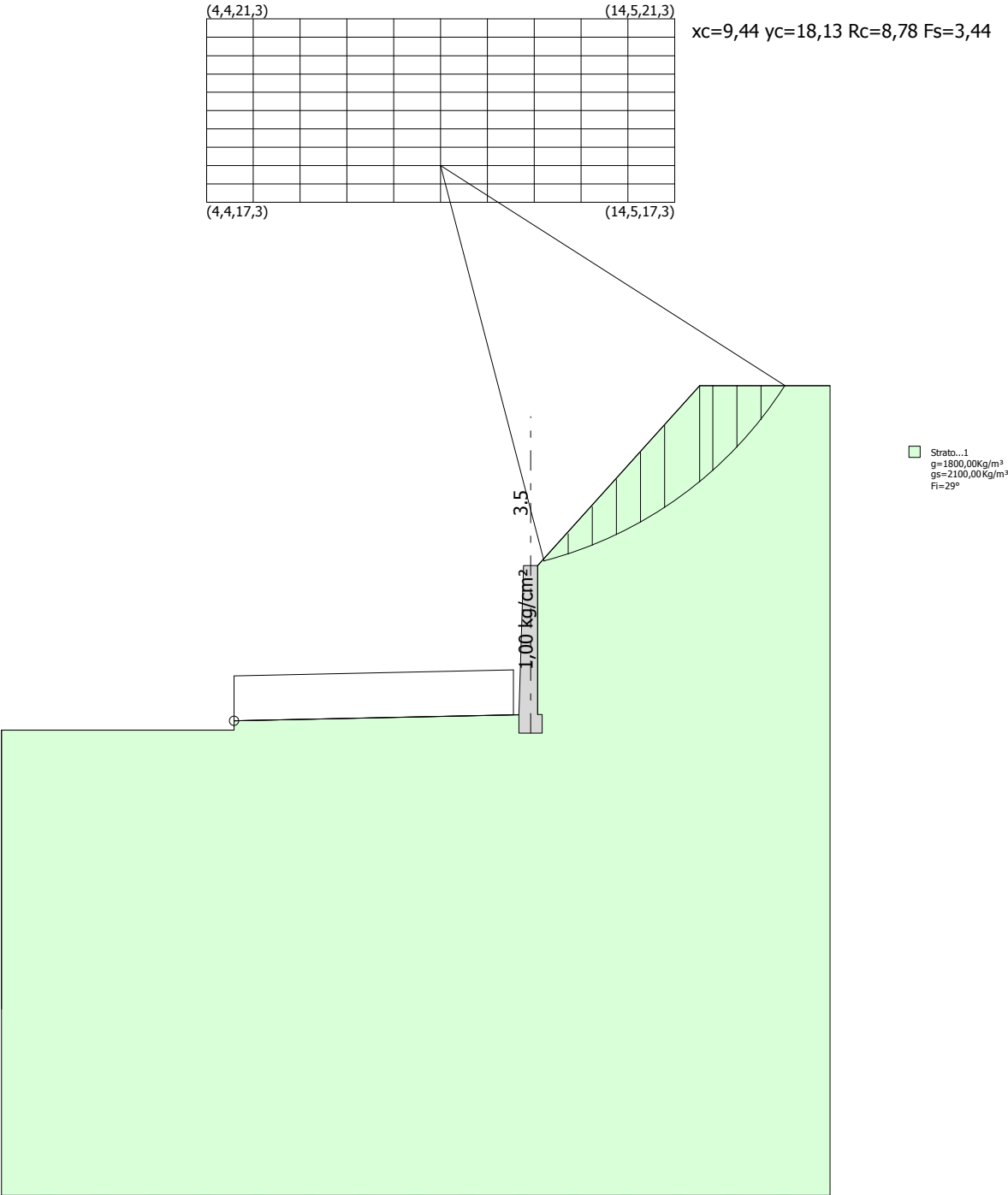
Fs minimo individuato	3,44
Ascissa centro superficie	9,44 m
Ordinata centro superficie	18,13 m
Raggio superficie	8,78 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

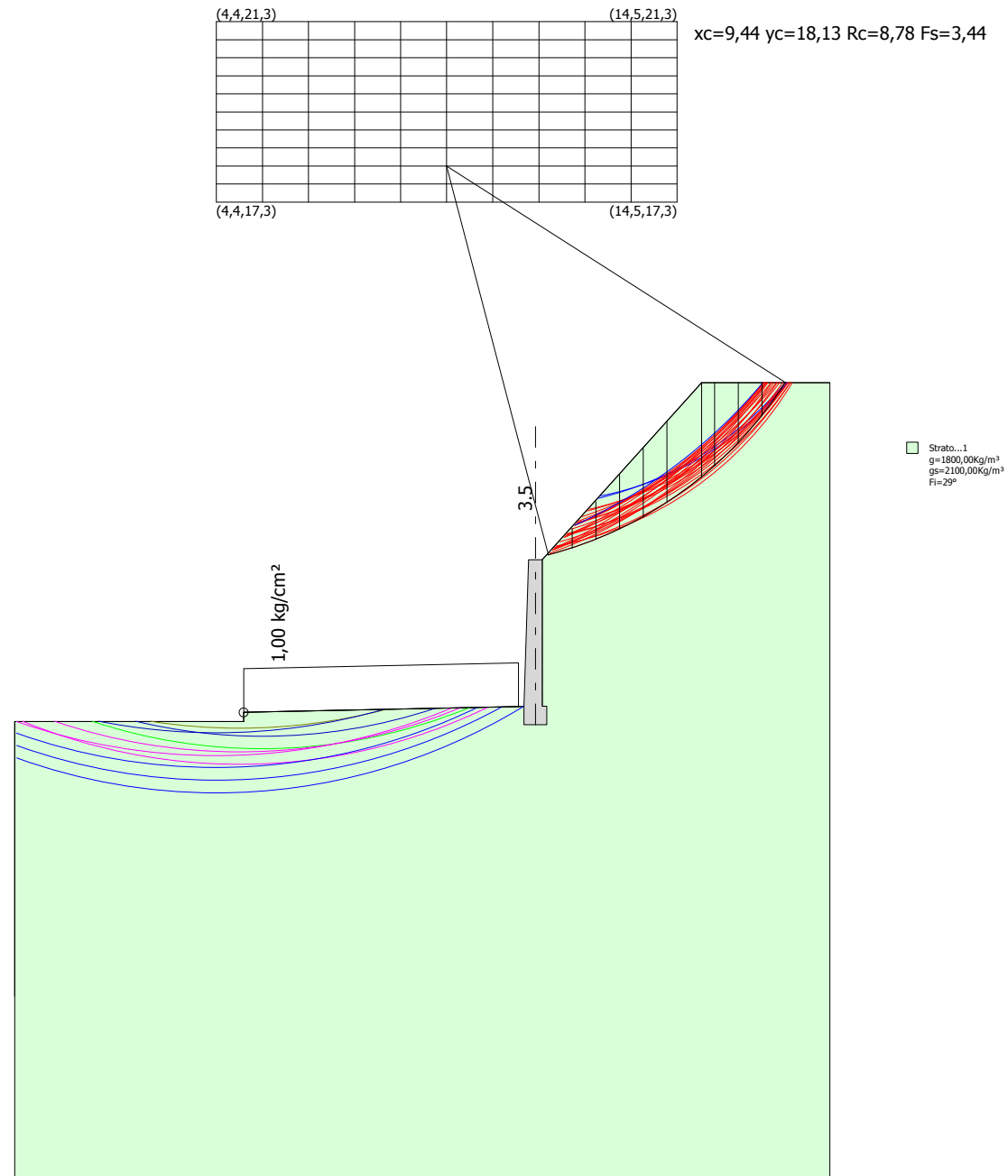
**xc = 9,436 yc = 18,131 Rc = 8,785 Fs=3,442**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,52	16,4	0,54	205,18	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	97,5	412,1
2	0,52	20,0	0,55	591,1	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	457,2	502,8
3	0,52	23,6	0,57	942,66	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	789,8	596,6
4	0,52	27,4	0,58	1257,12	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	1095,5	696,1
5	0,52	31,2	0,61	1530,84	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	1373,3	804,3
6	0,75	36,3	0,93	2619,93	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	2427,9	1388,5
7	0,28	40,5	0,37	994,3	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	931,9	578,8
8	0,52	44,1	0,72	1477,02	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	1322,0	1055,5
9	0,52	49,0	0,79	968,03	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	689,0	1042,6
10	0,52	54,5	0,89	356,87	0,0	0,0	0,2	29,0	0,0	-202,6	1003,8

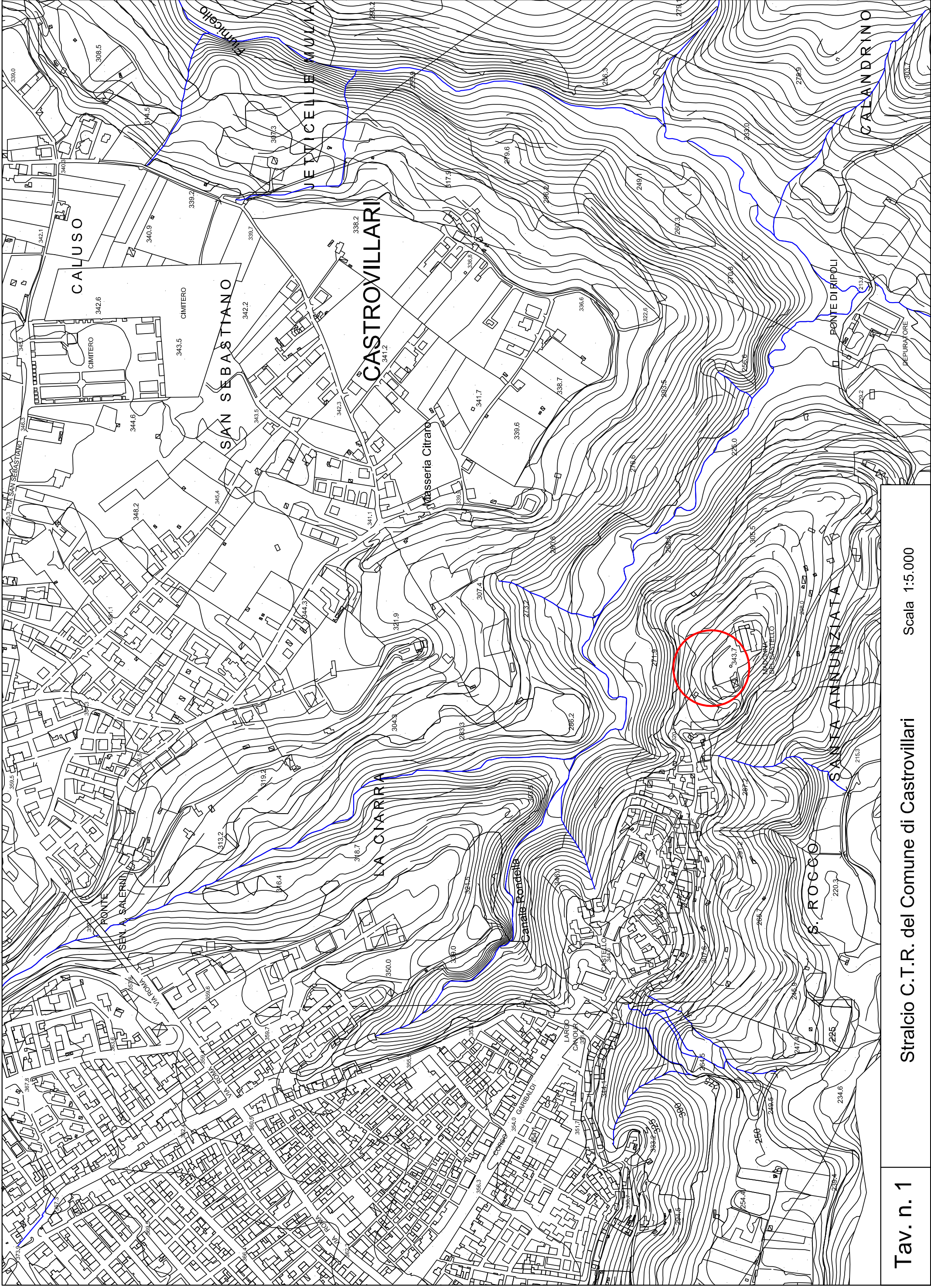
# VERIFICA EX-POST



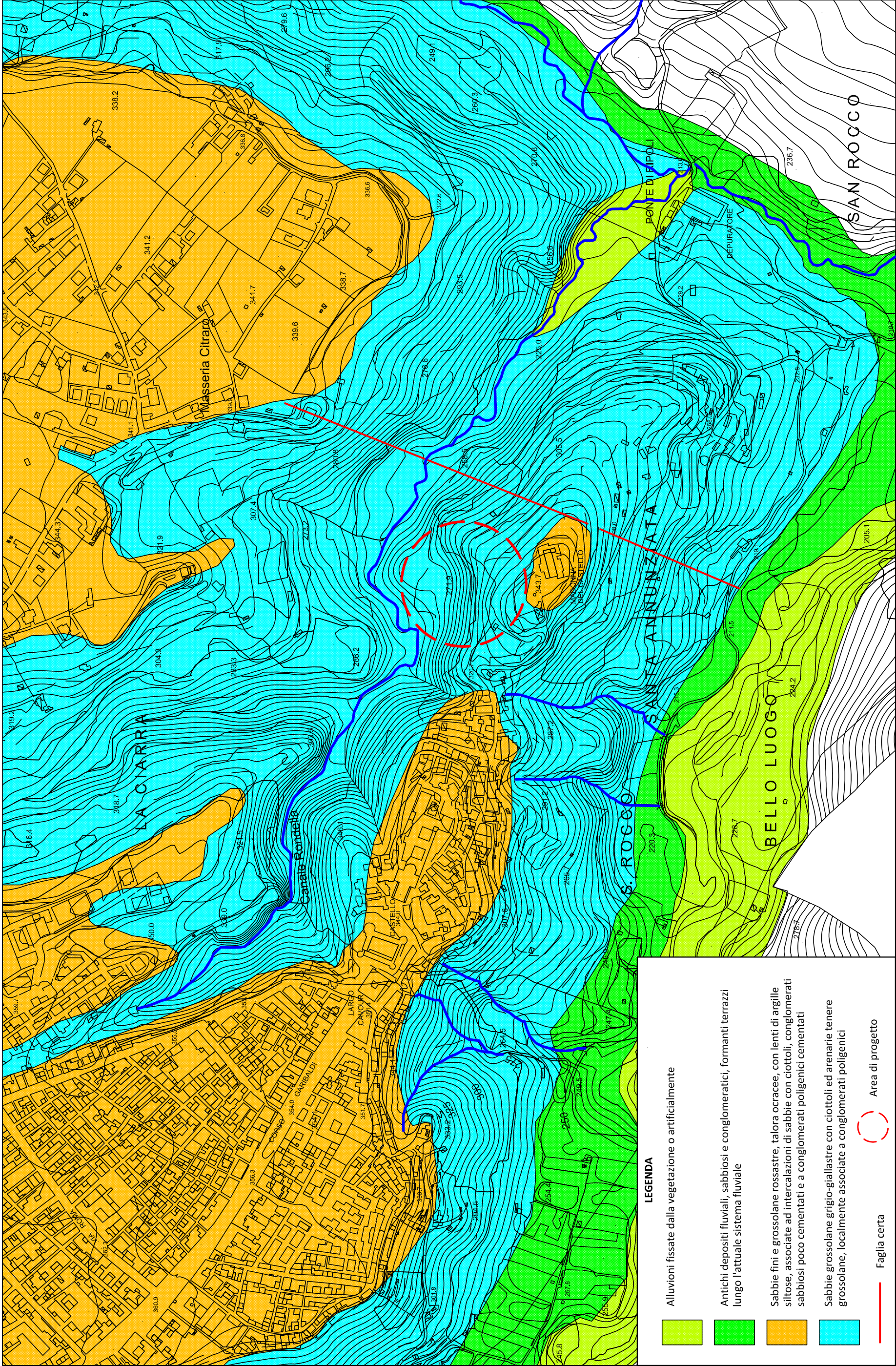
# VERIFICA EX-POST



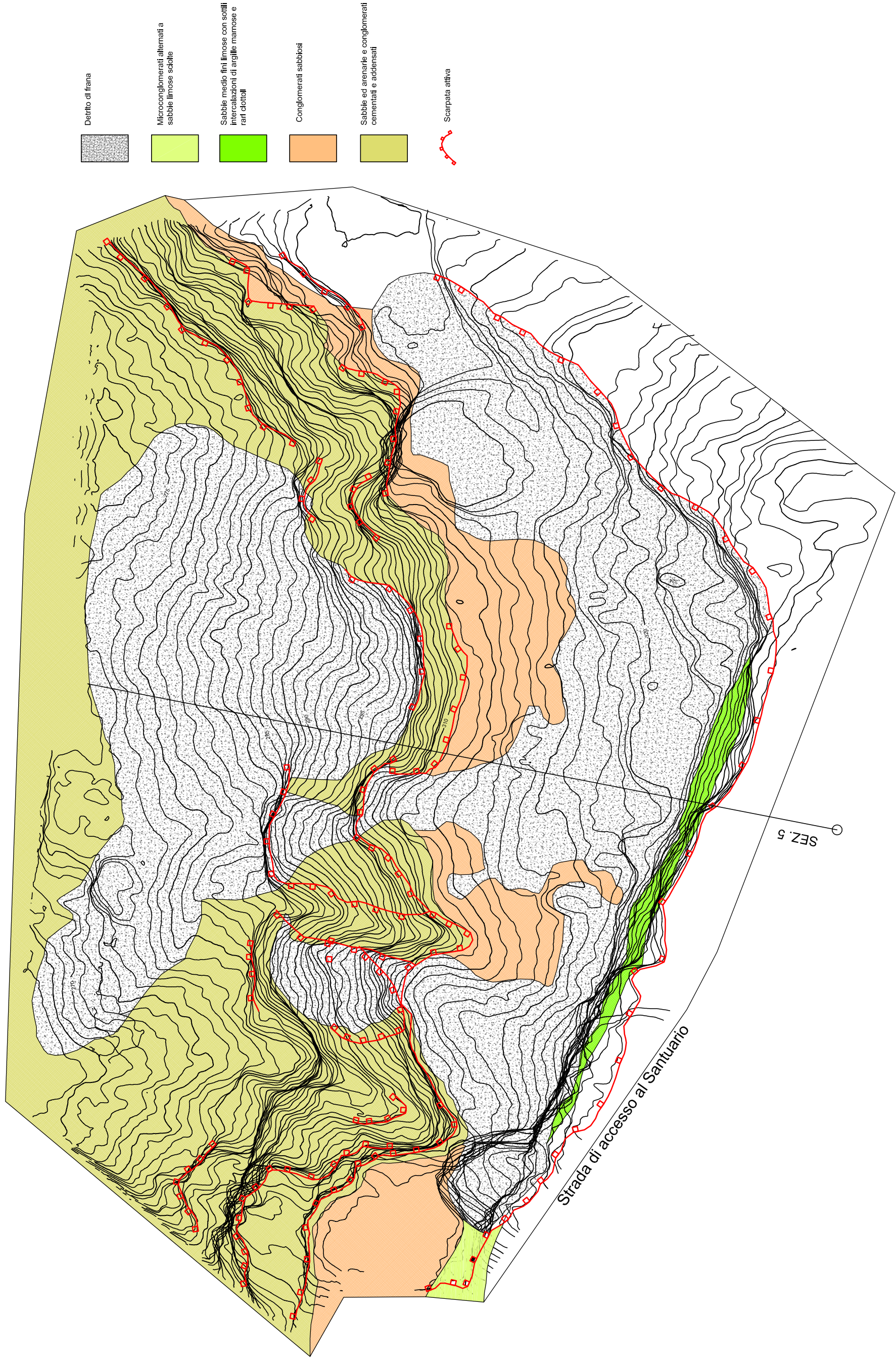




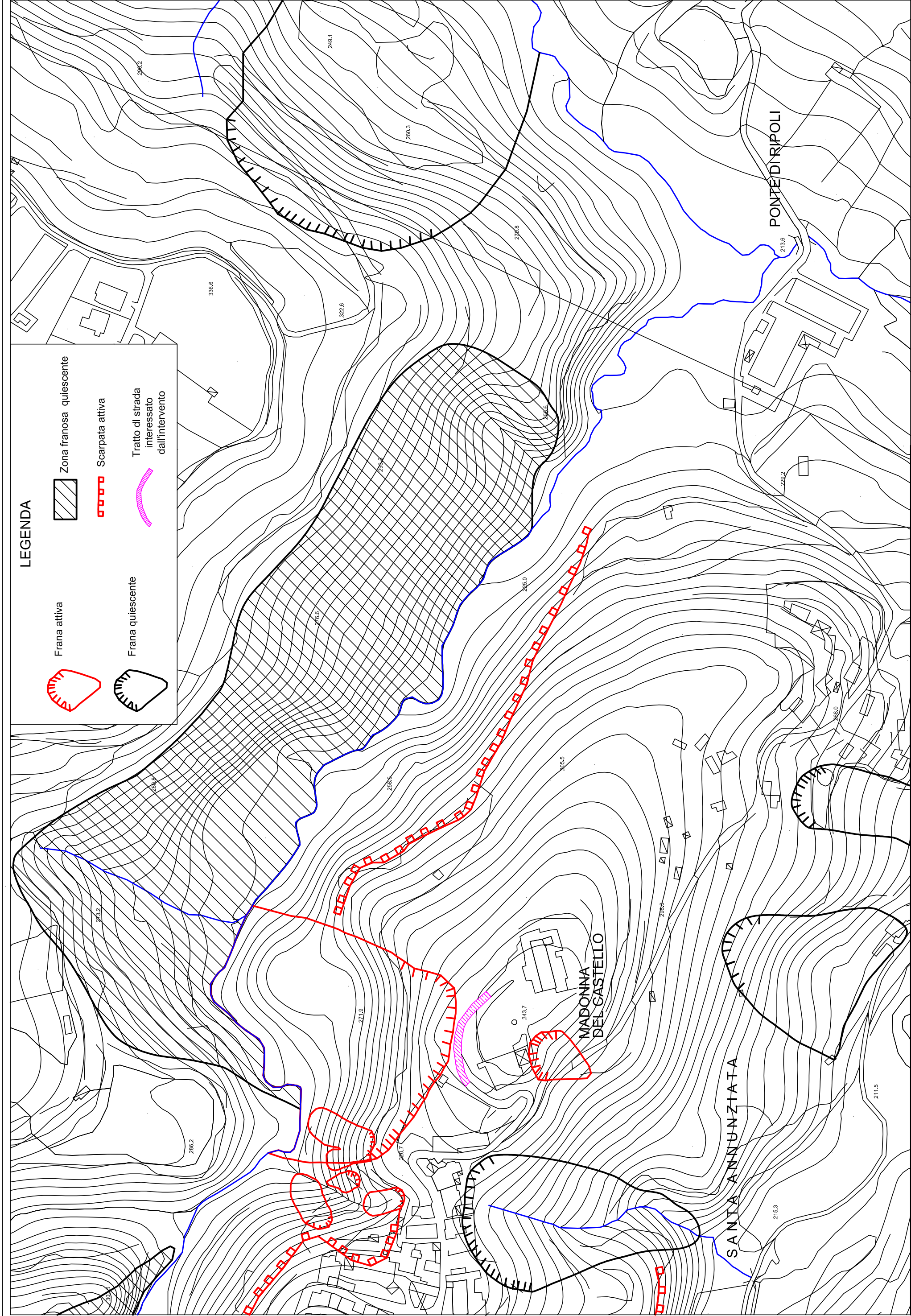




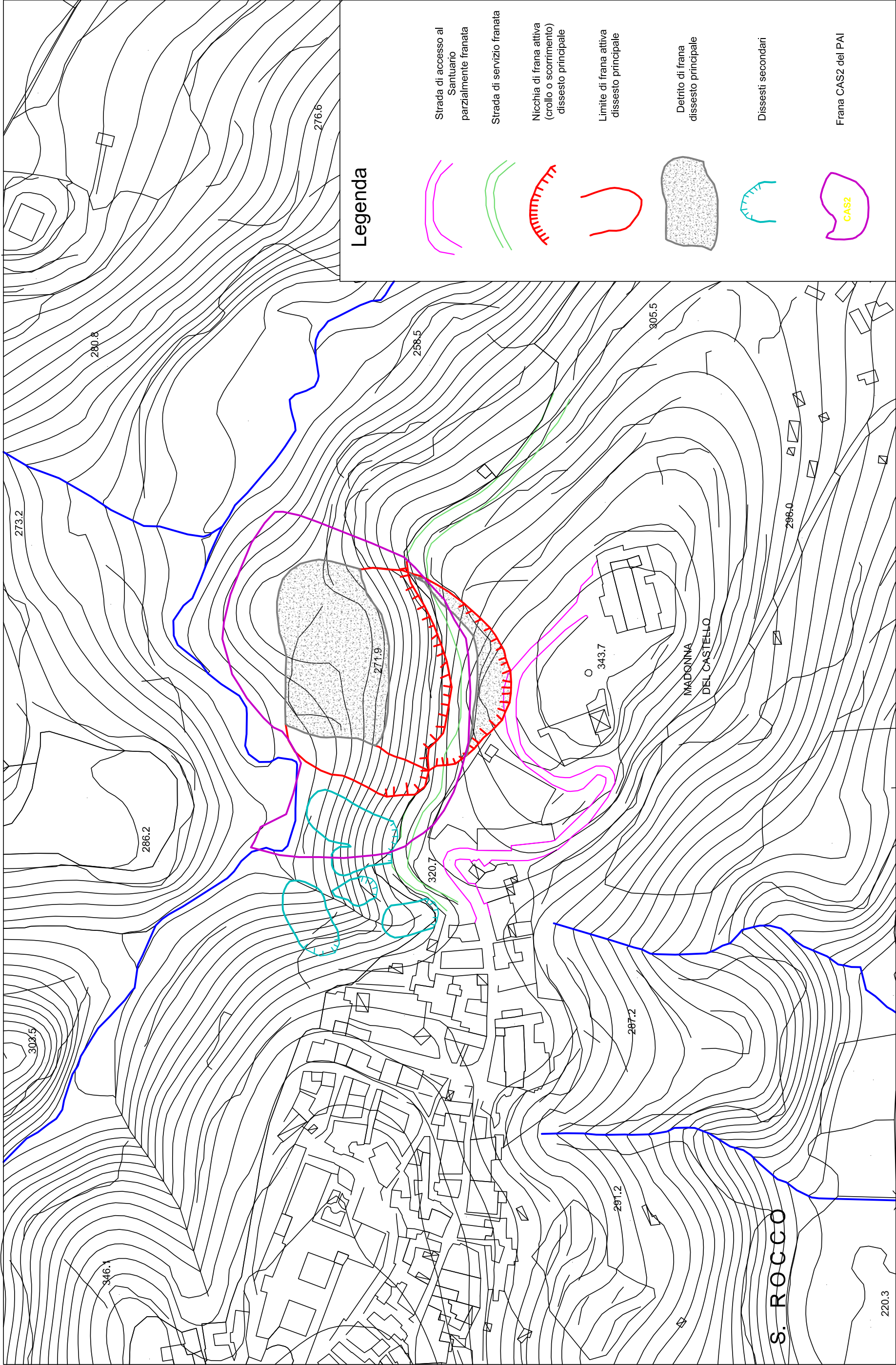






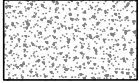











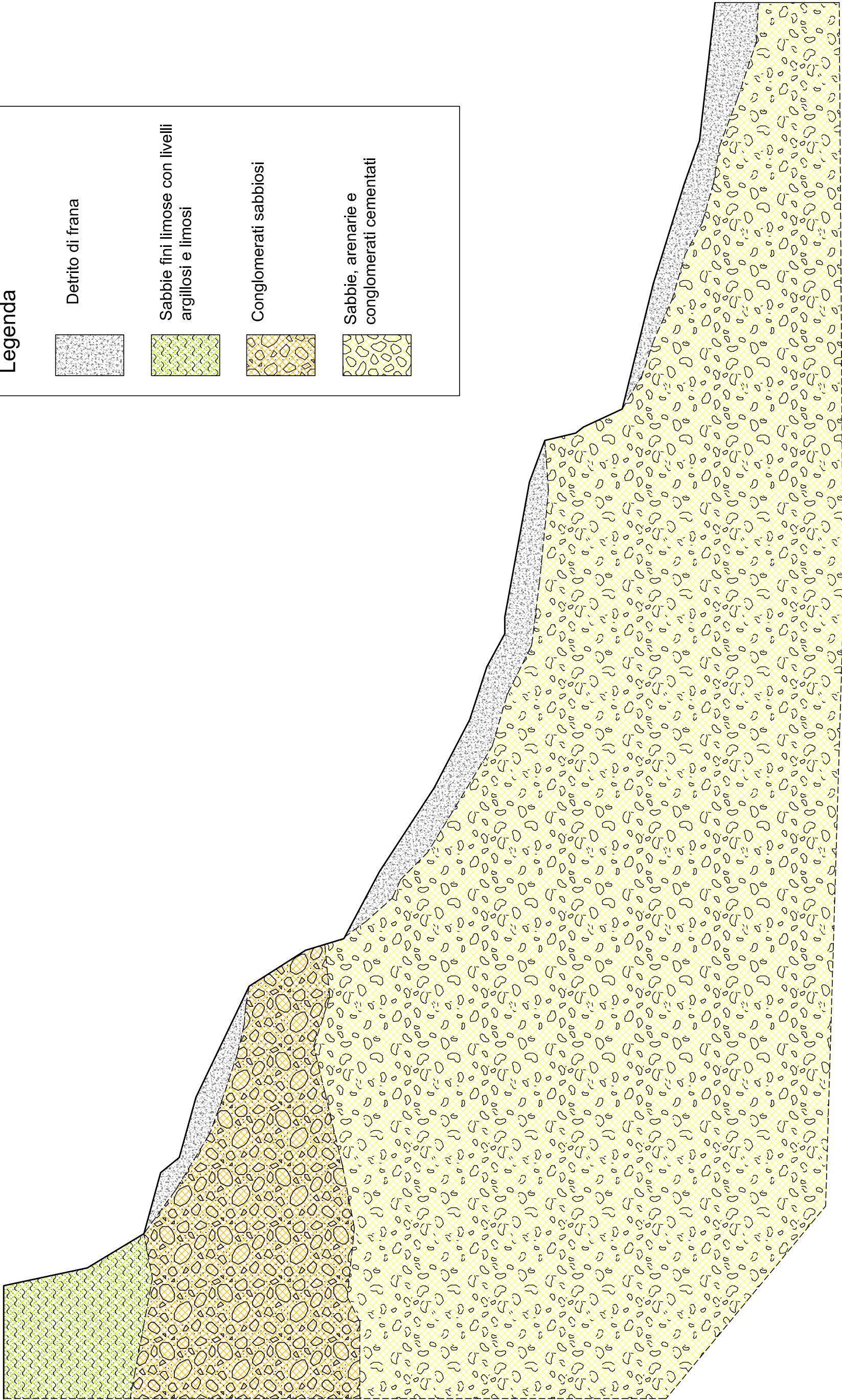
Legenda

Detrito di frana

Sabbie fini limose con livelli argillosi e limosi

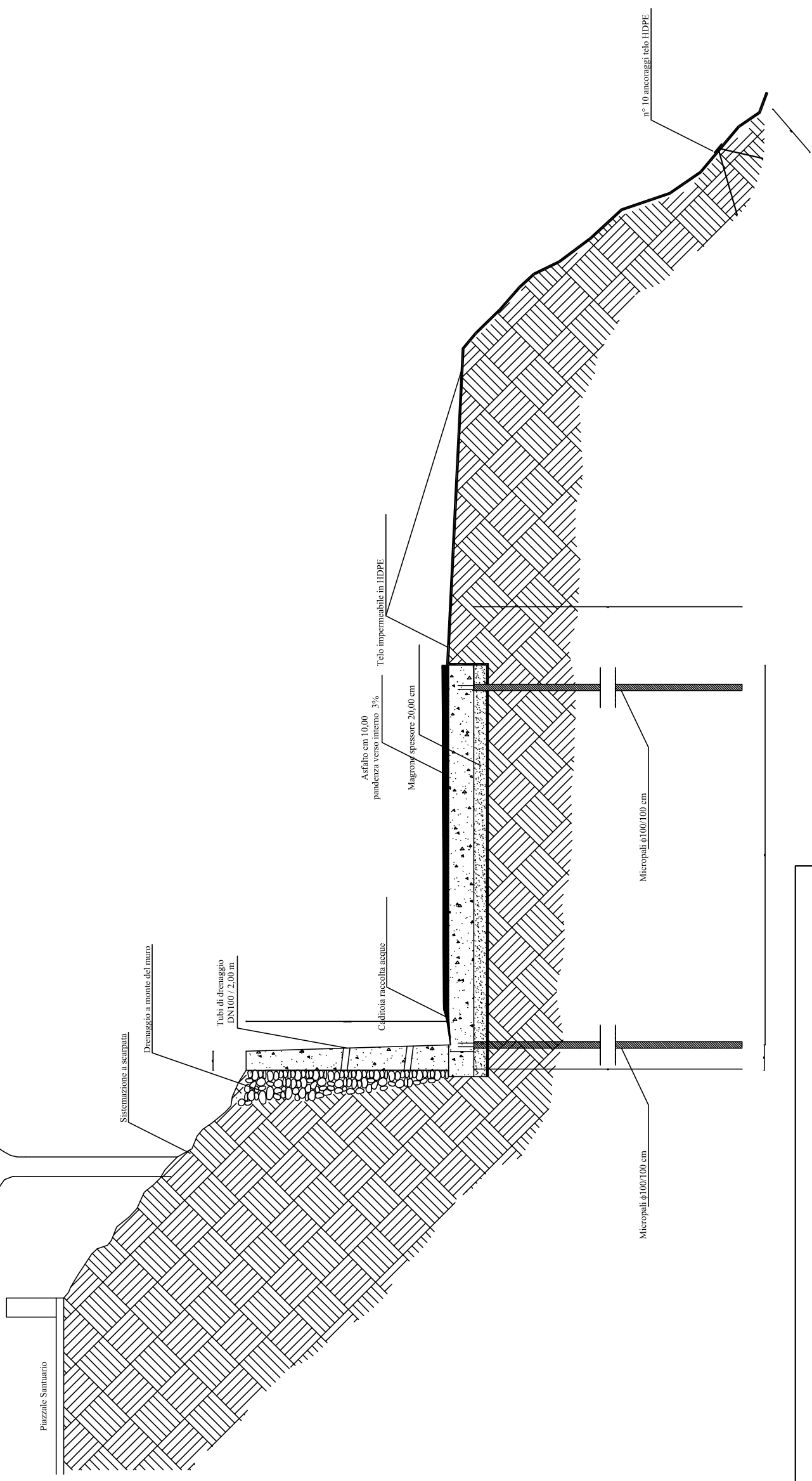
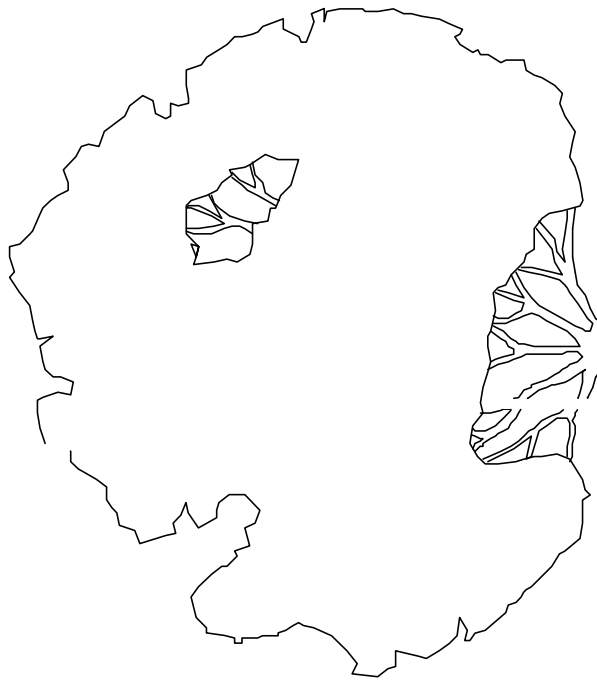
Conglomerati sabbiosi

Sabbie, arenarie e conglomerati cementati









Tav. n.8	Sezione di dettaglio della strada di accesso
----------	--

**STRADA DI ACCESSO AL SANTUARIO PARZIALMENTE  
DANNEGGIATA OGGETTO DELLA MESSA IN SICUREZZA**

**Strada di  
servizio  
interessata  
dal dissesto**

**Strada di servizio  
interessata dal  
dissesto**

**Parte  
superiore del  
dissesto**

**Parte inferiore  
del dissesto con  
l'ampia conoide  
di detrito di  
frana**

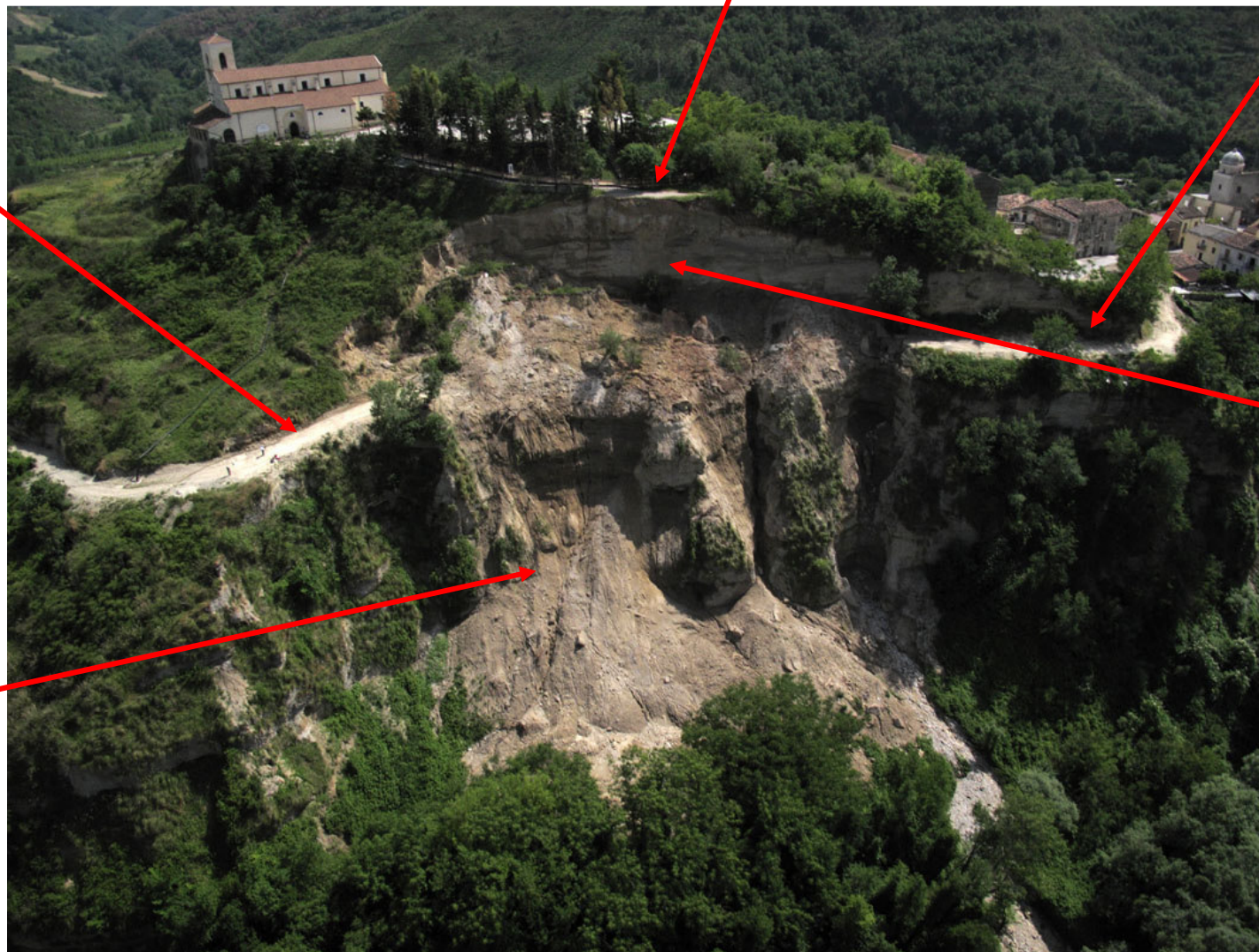


Foto 1 - Vista d'insieme del dissesto



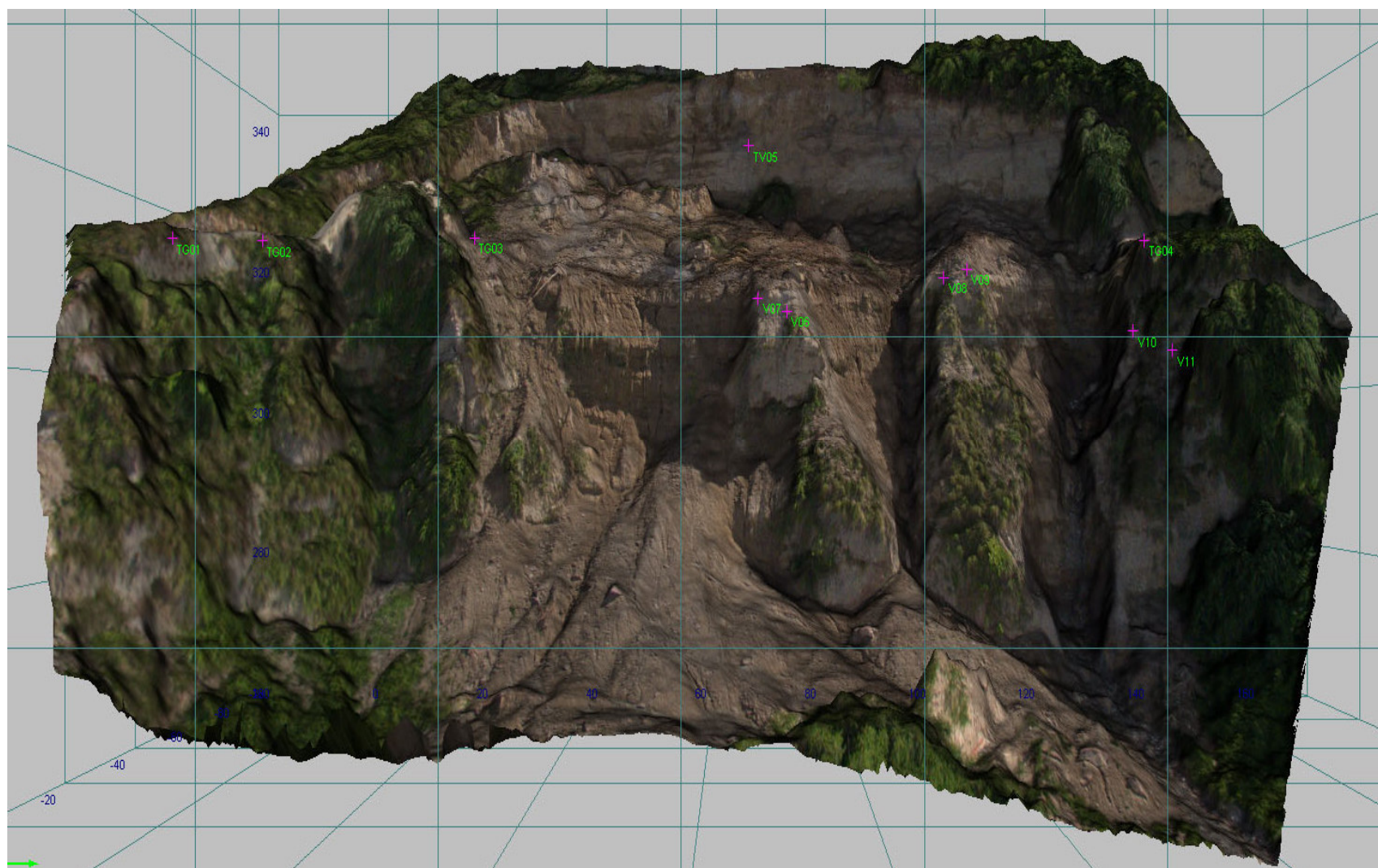


Foto 2 - Modello digitale del terreno



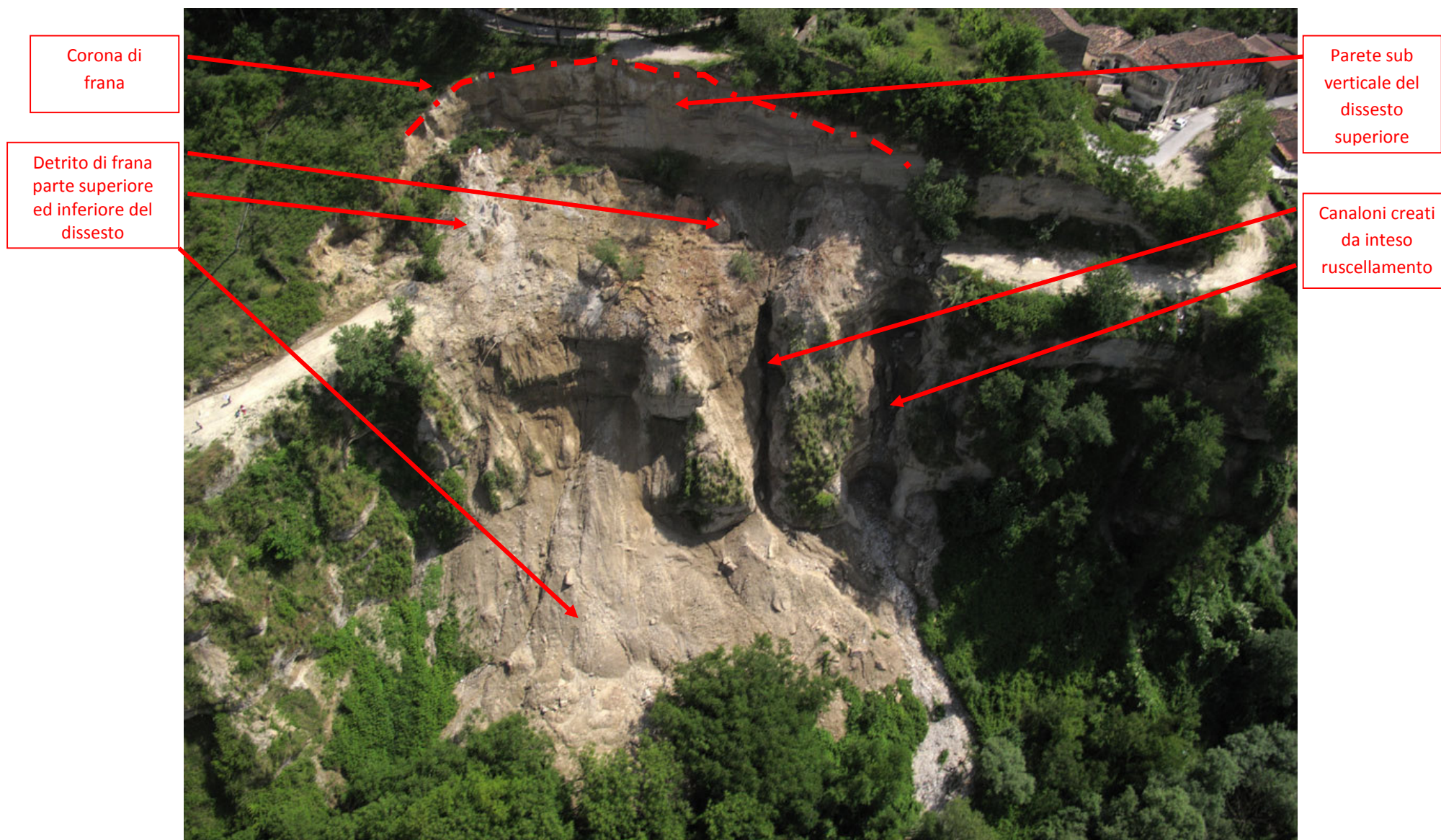


Foto 3 - Particolari del dissesto





Foto 1 - Strada di accesso al Santuario vista da Ovest



Foto 2 - Strada di accesso al Santuario vista da Ovest





Foto 3 - Strada di accesso al Santuario vista da Ovest



Foto 4 - Strada di accesso al Santuario vista da Ovest





Foto 5 - Strada di accesso al Santuario vista da Est



Foto 6 - Strada di accesso al Santuario vista da Est con il ciglio stradale lambito dal dissesto





Foto 7 - Condotta di derivazione posta nella cunetta lato monte della strada nei pressi del ciglio di frana



Foto 8 – Ciglio stradale coinvolto dal dissesto





Foto 9 - Particolare del bordo stradale al limite del ciglio di frana



Foto 10 – Particolare della strada dissestata





Foto 11 – Tratto del versante a monte della strada da arretrare sul quale verrà impostato il nuovo tracciato



## DICHIARAZIONE

Il sottoscritto geologo dott. Vincenzo Lo Polito, nato a Castrovillari il 12/01/1951 e residente a Castrovillari in Via San Lorenzo Bellizzi n. 6, C.F. LPLVCN51A12C349N, con Studio Tecnico in Castrovillari alla via XX Settembre n.85, in riferimento al "Progetto per i lavori di somma urgenza per la messa in sicurezza della strada di accesso al Santuario della Madonna del Castello", visto lo studio geologico redatto dal sottoscritto e pienamente recepito dai progettisti appartenenti al R.T.P., avendo partecipato attivamente alla redazione dell'ipotesi progettuale e al dimensionamento delle opere

### DICHIARA

che gli interventi progettuali previsti, pur ricadendo in un'area a criticità e rischio elevato dal punto di vista geomorfologico (R4), rispettano il criterio di non aumentare il livello di pericolosità di frana esistente e la loro realizzazione non precludono l'eliminazione o la mitigazione delle condizioni di rischio esistenti e pertanto con la presente il sottoscritto

### ACCETTA

il progetto presentato.

Contestualmente, i progettisti geom. Giovanni Rosario Martire, ing. Giuseppe Milione, ing. Vincenzo Morrone e ing. Francesco Saraceni

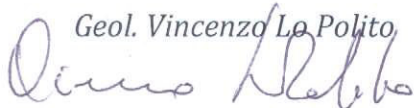
### DICHIARANO

di aver pienamente accettato lo studio geologico redatto dal geologo dott. Vincenzo Lo Polito.

Castrovillari, lì 21/12/2015

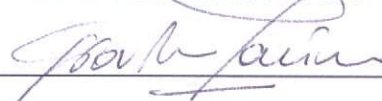
*Il Geologo*

*Geol. Vincenzo Lo Polito*



*I Progettisti*

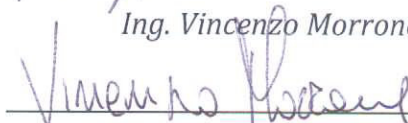
*Geom. Giovanni R. Martire*



*Ing. Giuseppe Milione*



*Ing. Vincenzo Morrone*



*Ing. Francesco Saraceni*

