

COMUNE DI MONTEFALCONE APPENNINO

(Provincia di Fermo)

SISTEMAZIONE MOVIMENTO FRANOSO IN Loc. CALDARETTO

Committente: Amministrazione Comunale

Indagine geologica, geotecnica e sismica

Oggetto:

Relazione



DATA Giugno 2016

Studio Tecnico - Geologico **Dr.Geol. ALBERTO CONTI**
Via IV Novembre n°4
63018 PORTO S.ELPIDIO (AP)
Tel. e Fax 0734.992263 email: geol.albertoconti@tin.it

Timbro e firma del tecnico

Firma del committente

INDICE

1	Premessa	pag.	2
2	Inquadramento topografico	pag.	4
3	Caratteristiche geologiche e geomorfologiche	pag.	4
4	Litostratigrafia e caratterizzazione geotecnica	pag.	7
5	Sismicità	pag.	9
	5.1 Categoria di sottosuolo	pag.	9
	5.2 Coefficiente di amplificazione topografica	pag.	10
	5.3 Determinazione della frequenza caratteristica di risonanza	pag.	10
	5.4 Determinazione parametri sismici dell'area	pag.	11
6	Prime indicazioni di carattere geologico-tecnico per il consolidamento dell'area	pag.	12

La presente relazione è composta da n° 14 pagine.

Allegati:

- Documentazione fotografica
- Carta Topografica IGM
- Stralcio IFFI
- Stralcio PAI
- Tav. 1 - Planimetria e sezioni litologiche
- Tabelle elaborazione prova penetrometrica statica E-CPT
- Tabelle indagine sismica HVSr
- n° 3 Stratigrafie

OPERA DELL'INGEGNO - RIPRODUZIONE VIETATA OGNI DIRITTO RISERVATO - ART.99 L.633/41

COMUNE DI MONTEFALCONE APPENNINO
PROVINCIA DI FERMO

SISTEMAZIONE MOVIMENTO FRANOSO IN LOC. CALDARETTO

Relazione geologico, geotecnica e sismica

Committente: Amministrazione Comunale

1_PREMESSA

La presente relazione è relativa al consolidamento di un movimento franoso, avvenuto in seguito al susseguirsi di straordinari eventi meteorici, che interessa la strada comunale Caldaretto. L'area è posta in Comune di Montefalcone Appennino. L'indagine è finalizzata all'acquisizione delle informazioni necessarie **per la caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica del sito** coinvolto dal fenomeno gravitativo al fine di accertare le migliori tecniche per il consolidamento dell'area. Vista la pericolosità legata all'arretramento del fenomeno gravitativo di valle sono stati disposti lavori di somma urgenza (paratia di pali in corso di realizzazione) per la messa in sicurezza provvisoria del tratto di strada. L'indagine complessiva si è articolata nelle seguenti fasi di lavoro:

- una prima fase conoscitiva caratterizzata dall'osservazione e definizione delle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche mediante opportuni sopralluoghi e rilievi di superficie estesi per un "intorno significativo";
- esecuzione di n° 3 sondaggi geognostici

- misura dei microtremori effettuata utilizzando un rilevatore digitale di microtremori (Tromino®) che consente la definizione del rapporto HVSR e la determinazione della frequenza caratteristica di risonanza del sottosuolo
- rilievo topografico dell'area interessata dal fenomeno gravitativo
- prova penetrometrica statica E-CPT effettuata dalla ditta Geodrill s.a.s. di Cerreto d'Esi.
- elaborazione e sintesi dei risultati dell'indagine effettuata;

L'indagine è stata svolta in ottemperanza alla normativa tecnica di riferimento: D.M. 11.03.88 [norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione], Circolare Min. LL.PP. 24.09.1988 n.30483 [istruzione riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii, i criteri generali...], L. n. 64 del 02.02.74 [legge sismica], **DM 14.01.2008** [testo unico per le costruzioni] e relativa circolare ministeriale [istruzioni Circ. Min. e Febbraio 2009 n. 617].

2 – INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

La zona interessata dallo studio si trova nella parte sud-occidentale del territorio comunale di Montefalcone Appennino ed è compresa nel Foglio n° 132 della Carta d'Italia, Tav. I NE. Essa è posta lungo il versante settentrionale della valle del fiume Aso. L'area, situata a ridosso di un fosso minore (fosso Beccio) in destra idrografica, interessa la strada comunale Caldaretto. Dall'analisi della cartografia disponibile si deduce una quota altimetrica dell'area di interesse compresa tra 570 e 575 m s.l.m..

3_CARATTERISTICHE GEOLOGICHE - GEOMORFOLOGICHE

3.1- Lineamenti geologici

Nell'area vi affiorano i depositi torbidity della Formazione della Laga. I rilievi effettuati hanno permesso di distinguere le seguenti associazioni litologiche, presenti nell'area in oggetto, partendo dai termini più antichi.

a) Formazione della Laga

- Associazione pelitica

E' costituita da argille siltose e argille marnose grigio-azzurre omogenee o finemente laminate cui si intercalano sottilissimi livelli sabbioso-siltosi. All'interno di tale associazione si rinvencono rari livelli arenaceo-pelitici.

Lo spessore è pari a diverse decine di ml.

- Associazione arenaceo-pelitica

Costituita sabbie a granulometria medio-fine, cementate, in strati da spessi a molto spessi. Si intercalano sottili livelli argilloso-marnosi

Lo spessore è pari ad alcuni ml.

3.2- Assetto geomorfologico dell'area – analisi del dissesto

Il tratto di versante preso in considerazione presenta una morfologia caratterizzata da una buona energia del rilievo. Scarpate nette sono legate all'affioramento dell'unità Arenaceo-Pelitica mentre pendii meno acclivi si osservano in presenza dell'unità pelitica spesso mascherata dalla coltre colluviale. Il dissesto complessivo è costituito da due fenomeni franosi distinti:

il primo, a valle, ha coinvolto la strada comunale regredendo verso monte e riguarda una porzione della strada fino al fosso sottostante

il secondo, a monte, coinvolge la strada con il fronte restringendo la carreggiata e, di fatto, ostruendola pericolosamente.

L'intervento di somma urgenza, in corso di realizzazione, ha la funzione di impedire la regressione del fenomeno franoso di valle mettendo, da un lato, in sicurezza la strada comunale. Il dissesto posto a monte dell'arteria stradale è caratterizzato da diverse corone di frana, spesso raccordate tra loro, a da un corpo di frana di spessore pari a circa 2,00 ml. Riguarda la porzione più superficiale della coltre colluvio-eluviale. I fenomeni descritti rientrano in un più ampio dissesto gravitativo esteso in gran parte del versante nella zona NW. Già in passato il tratto più a nord della strada è stato interessato da un intervento di consolidamento realizzato mediante paratia di pali trivellati collegati in testa da una trave. La frana, come si può evincere dalle tavole allegate, ha interessato la porzione valle della strada anche a causa di processi di erosione concentrata legati allo scarico del tombino posto lungo la strada e a fenomeni di erosione lungo il fosso Beccio. L'analisi della cartografie PAI non ha evidenziato la presenza di tale fenomeno gravitativo; al contrario le mappe legate all'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) segnala la frana nel suo complesso classificandola come *scivolamento rotazionale/traslato*.

L'area interessata dal dissesto è caratterizzata dalla presenza di litotipi del substrato prevalentemente argillosi con intercalazioni di livelli arenacei ben cementati. In gran parte del fronte essi sono mascherati da una coltre di riporto e colluviale costituita da limi-sabbiosi, limi-argillosi e argille. Il dissesto gravitativo, per entrambe le porzione (valle e

monte) è legato al susseguirsi di eccezionali precipitazioni meteoriche in un contesto già non favorevole. Il fenomeno franoso rilevato può essere classificato di tipo rotazionale con rapida evoluzione a fenomeni di colamento. Il fronte del movimento franoso a monte della strada si estende, verso NW, per alcune decine di ml.

3.3 Idrografia ed idrogeologia dell'area

L'idrografia superficiale è "gestita" prevalentemente dalla morfologia dei luoghi. Le acque di corrivazione meteorica drenano in maniera regolare lungo le superfici dei campi e vengono convogliate, in maniera naturale, anche in prossimità dell'area in dissesto. I tombini stradali raccolgono in parte tali acque e le indirizzano, attraverso canalizzazioni interraste, lungo la scarpata che si affaccia sul fosso. Tale situazione ha sicuramente contribuito al dissesto in oggetto.

In questa fase di studio non sono state rinvenute particolari circolazioni idriche all'interno dei terreni interessati.

4_LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1 *Caratteristiche litostratigrafiche locali*

Le principali caratteristiche litologiche, nonché i rapporti litostratigrafici tra le varie unità individuate, sono state dedotte dai seguenti elementi di valutazione:

1. Sondaggi geognostici effettuati
2. Prova penetrometrica statica E-CPT

La caratterizzazione geotecnica che segue è legata sia all'elaborazione delle prove penetrometriche statiche CPT sia ai risultati delle prove di laboratorio effettuate su campioni di terreno prelevati in terreni analoghi nelle vicinanze.

In dati raccolti hanno messo in evidenza, a partire dall'attuale piano campagna, la seguente serie litostratigrafica locale.

Depositi Continentali

[LITOTIPO A] Riporto – dal piano campagna alla profondità di circa 3,00-3,50 ml dal piano strada

Costituito da sedimenti argillosi marroni (S1) e sedimenti limoso-sabbiosi con ciottoli anche di grandi dimensioni

Ai fini dei calcoli geotecnici possono essere assunti i seguenti parametri:

γ [t/mc]: peso di volume = 1,80

ϕ [gradi]: angolo di attrito interno* = 22°

[LITOTIPO B] Coltre Colluviale – dalla profondità di circa 3,50 ml alla profondità di 12,00 ml dal piano strada (limitatamente al Sondaggio 1)

Costituita da sedimenti limi argillosi e argille grigiastre. Dalle osservazioni effettuate durante la perforazione tale litotipo, fino alla profondità di 5,00 ml dal p.s., appare rimaneggiato e a consistenza variabile. I risultati della prova penetrometrica statica E-CPT eseguita nelle immediate vicinanze del S1 evidenziano un grado di consistenza abbastanza costante fino alla profondità di 8,50 ml dove la prova si è interrotta per la probabile presenza di un trovante.

Ai fini dei calcoli geotecnici possono essere assunti i seguenti parametri:

γ [t/mc]: peso di volume = 1,95

C_u [t/mq]: coesione non drenata = 11 - 16

C_{u_k} [t/mq]: coesione non drenata – parametro caratteristico¹ = 11

c' [t/mq]: coesione drenata* = 0,9

c'_k [t/mq]: coesione drenata – parametro caratteristico¹ = 0,8

ϕ [gradi]: angolo di attrito interno* = 24 - 25°

ϕ_k [gradi]: angolo di attrito interno – parametro caratteristico¹ = 24°

E_d [Kg/cmq]: modulo edometrico = 45 - 70

E_{d_k} [Kg/cmq]: modulo edometrico – parametro caratteristico¹ = 55

Depositi marini del substrato

[LITOTIPO C] Argille marnose dalla profondità variabile da 1,50 a 12,0 ml p.s.

Argille marnose grigie molto consistenti, intercalate da livelli aranacei. Lo spessore complessivo di tale unità è pari a diverse decine di ml.

Ai fini dei calcoli geotecnici possono essere assunti i seguenti parametri:

γ [t/mc]: peso di volume = 2,00

C_u [t/mq]: coesione non drenata* = 25 - 30

C_{u_k} [t/mq]: coesione non drenata – parametro caratteristico¹ = 26

c' [t/mq]: coesione drenata* = 3,5

c'_k [t/mq]: coesione drenata – parametro caratteristico¹ = 3,0

ϕ [gradi]: angolo di attrito interno° = 27 - 28°

ϕ_k [gradi]: angolo di attrito interno – parametro caratteristico¹ = 27°

E_d [Kg/cmq]: modulo edometrico = 160

E_{d_k} [Kg/cmq]: modulo edometrico – parametro caratteristico¹ = 140

**parametri desunti da prove di laboratorio reperite*

1) I *parametri caratteristici* sono stati determinati tenendo conto delle equazioni riportate nel designers' guide to EN 1990 (Gulvanessian, Calgaro and Holichy, Telford 2002):

$$X_K = m \pm t_{n-1}^{0,95} s \sqrt{1 + 1/n}$$

$$X_K = m \pm z_{0,005} \sigma \sqrt{1 + 1/n}$$

5_SISMICITA'

Con l'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 Marzo 2003, l'intero territorio nazionale è stato oggetto di un aggiornamento e revisione della classificazione sismica. Esso è stato suddiviso in quattro zone a livello decrescente di pericolosità sismica di base. Il territorio del comune di Montefalcone Appennino è interamente incluso nella zona 2.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”.

5.1_Categoria di sottosuolo

Facendo riferimento al Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008 – § 7.11.3) ed alla nuova normativa sismica Ord. P.C.M. n° 3274 del 20.3.03, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella 3.2.II e Tabella 3.2.III) sulla base della misura diretta della V_{s30} (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 metri di profondità) o, nei casi in cui tale misura non sia disponibile, sulla base dei valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica $N_{spt,30}$ nei terreni a grana grossa e/o tenendo conto della resistenza non drenata equivalente Cu_{30} nei terreni a grana fine.

Nel presente lavoro per la definizione della categoria di sottosuolo ci si è avvalsi di un tromografo digitale che consente la determinazione delle velocità delle onde di taglio (V_s) utilizzando un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSr) basati sulla simulazione del campo d'onde di superficie (Rayleigh e Love) secondo la teoria descritta in AKI (1964) Ben-Menahem e Singh (1981)- (relazione allegata).

Nel sito in esame la V_{s30} , è risultata pari a **554 m/sec** e quindi secondo la tab. 3.2.II della normativa, il sottosuolo appartiene alla categoria **B**.

CATEGORIA B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
-------------	--

5.2- Coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente di amplificazione topografica è stato determinato tenendo conto delle indicazioni contenute nel D.M. del 14.01.2008 (punto 3.2.1. – Tab. 3.2.IV e Tab. 3.2.VI). Essendo l'area di intervento ubicata su un pendio avente un'inclinazione media pari a circa 14° si ricava una Categoria Topografica T1 (Tab. 3.2.IV). A tale categoria corrisponde un Coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1 (Tab. 3.2.VI).

5.3-Determinazione della frequenza caratteristica di risonanza

L'indagini sismiche passiva a stazione singola è utile per la determinazione della frequenza di risonanza del terreno (tabelle indagine sismica HVSR allegate).

L'interpretazione della prova sismica effettuata con il tromografo digitale permette, come già accennato, di determinare la frequenza caratteristica di risonanza del sito. Tale dato rappresenta un parametro importante per il corretto dimensionamento delle strutture in termini di risposta sismica locale evitando di realizzare strutture aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno e che in caso di sisma possono essere soggette all'effetto di "doppia risonanza" che potrebbe comprometterne la stabilità stessa.

L'analisi della curva H/V relativa alla registrazione effettuata nel sito in esame ha evidenziato una frequenza di risonanza pari a **5,28 Hz**.

5.4-Determinazione parametri sismici dell'area

Con l'entrata in vigore delle "Norme tecniche per le Costruzioni" – D.M. del 14.01.2008 la stima della pericolosità sismica locale viene determinata mediante la definizione dell'azione sismica di riferimento dedotta sulla base dei valori di pericolosità recentemente prodotti e messi in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

In questa sede per la definizione dei principali parametri che caratterizzano lo spettro per la località investigata, ed eventualmente i periodi di ritorno non coincidenti con i parametri contenuti nell'allegato A delle norme, è stata utilizzata un'applicazione software on line messa a disposizione dalla Geostru software® denominata "GeoStru PS®" (link: <http://www.geostru.com/geoapp/ParametriSismici.aspx>).

La definizione dei parametri sismici dei siti in esame avviene utilizzando i dati provenienti da quattro siti di riferimento (nodi della rete INGV) mediante alcuni processi di interpolazione. Le coordinate geografiche utilizzate per il posizionamento del sito all'interno della griglia elaborata dalla INGV sono state ricavate direttamente dalla mappa geografica presente sul sito e sono:

Coordinate geografiche (WGS84)	
Latitudine φ	Longitudine λ
42,983641°	13,438037°

1	Tipo di costruzione (1 – 2 – 3)	2
2	Vita Nominale V_N (≤ 10 - ≥ 50 - ≥ 100)	50 anni
3	Classi d'uso in presenza di azioni sismiche (I – II – III – IV)	II
4	Coefficiente d'uso C_u (0.7 – 1.0 – 1.5 – 2.0)	1
5	Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_u$	50 anni
6	Categoria sottosuolo	B
7	Categoria topografica	T1 [$\beta < 15^\circ$]

Le elaborazioni effettuate hanno fornito i seguenti parametri sismici:

STATO LIMITE	T_R	$a_g (g)$	F_0	T^*_c	S_s	C_c	S_T	a_{max}
SLO	30	0.058	2.489	0.279	1.20	1.420	1.0	0.686
SLD	50	0.073	2.465	0.293	1.20	1.410	1.0	0,861
SLV	475	0.179	2.476	0.343	1.20	1.360	1.0	2.112
SLC	975	0.232	2.513	0.351	1.17	1.360	1.0	2,662
	[anni]	[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[m/s ²]

STATO LIMITE	T_R	$a_g (g)$	a_{max}	β_s	K_h	K_v
SLO	30	0.058	0.686	0.70	0.049	0.000
SLD	50	0.073	0,861	0.70	0.061	0.000
SLV	475	0.179	2.112	0.70	0.151	0.000
SLC	975	0.232	2,662	0.70	0.190	0.000
	[anni]	[g]	[m/s ²]	[-]	[-]	[-]

6 – INDICAZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO-TECNICO PER IL CONSOLIDAMENTO DELL'AREA

Gli studi svolti permettono di definire i criteri e le tipologie di intervento per il consolidamento e la sistemazione idrogeologica dell'area in esame.

Come già sopra ricordato con l'intervento di somma urgenza in corso di realizzazione (paratia di pali lungo il lato valle della strada) le problematiche legate al dissesto posto sul lato valle della strada comunale Caldaretto verranno, in parte, risolte. Resta da intervenire sulla parte a

monte della strada con una adeguata regimazione delle acque meteoriche e la realizzazione di un'opera di sostegno (gabbionate) in grado di contenere il terreno soggetto ad un lento ed evidente processo gravitativo il quale, dopo le ingenti piogge del marzo scorso, ha invaso parte della restante porzione della strada.

6.1. Interventi finalizzati al generale miglioramento del deflusso delle acque superficiali

Le acque piovane che naturalmente si raccolgono lungo la strada comunale in questione devono necessariamente essere indirizzate verso il lato monte della stessa; convogliate nel pozzetto di raccolta esistente posto sul margine meridionale e condotte, mediante tubazione di grosso diametro, verso sud in prossimità dell'attraversamento del fosso del Beccio. In sostanza va rimossa la tubazione che dal pozzetto attraversa normalmente la strada comunale e convoglia le acque a valle lungo versante rappresentando una evidente concausa del dissesto in atto.

6.2. Interventi finalizzati al contenimento del corpo di frana a monte della strada

Appare necessario procedere alla realizzazione di un'opera di sostegno (gabbionate) in grado di contenere il terreno soggetto ad un lento ed evidente processo gravitativo il quale periodicamente, dopo ingenti piogge, invade pericolosamente la strada comunale ostacolandone la fruizione. Inoltre un mancato rapido intervento di consolidamento del movimento franoso comporterebbe un rapido arretramento dello stesso, come in parte sta già avvenendo, con possibile coinvolgimento, nella parte alta del versante, di un tratto della strada provinciale. Il corpo di frana è costituito dai sedimenti limo-argillosi e argillosi chiaramente rimaneggiati dal processo gravitativo in atto. Ai fini del dimensionamento dell'opera di contenimento è consigliabile adottare i seguenti parametri geotecnici:

γ [t/mc]: peso di volume = 1,90

Cu_k [t/mq]: coesione non drenata – parametro caratteristico¹ = 7

c'_k [t/mq]: coesione drenata – parametro caratteristico¹ = 0,5

ϕ_k [gradi]: angolo di attrito interno – parametro caratteristico¹ = 22,5°

6.3. Interventi finalizzati al miglioramento del comportamento meccanico dei terreni

6.3. Interventi finalizzati al miglioramento del comportamento meccanico dei terreni

Nel quadro complessivo di intervento si ritiene utile procedere, oltre al contenimento del corpo di frana, anche ad interventi finalizzati all'abbattimento del carico idraulico all'interno dei corpi in movimento mediante la realizzazione di trincee drenanti da realizzare perpendicolarmente al pendio.

Porto S. Elpidio, Giugno 2016

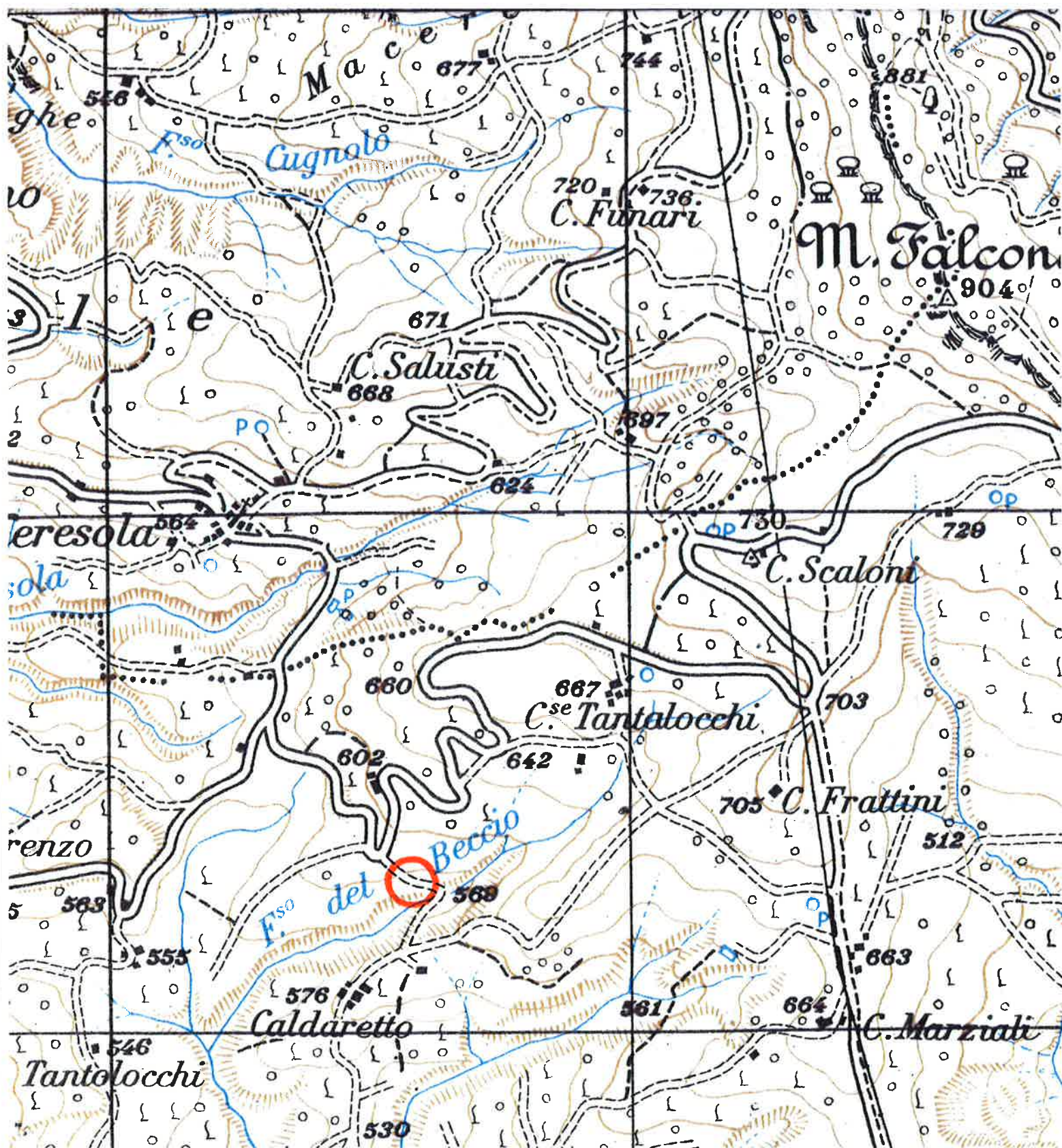
dr. geol. Alberto Conti

CARTA TOPOGRAFICA IGM 1951 - 1:10000

Foglio 132 - Tav. I N.E.



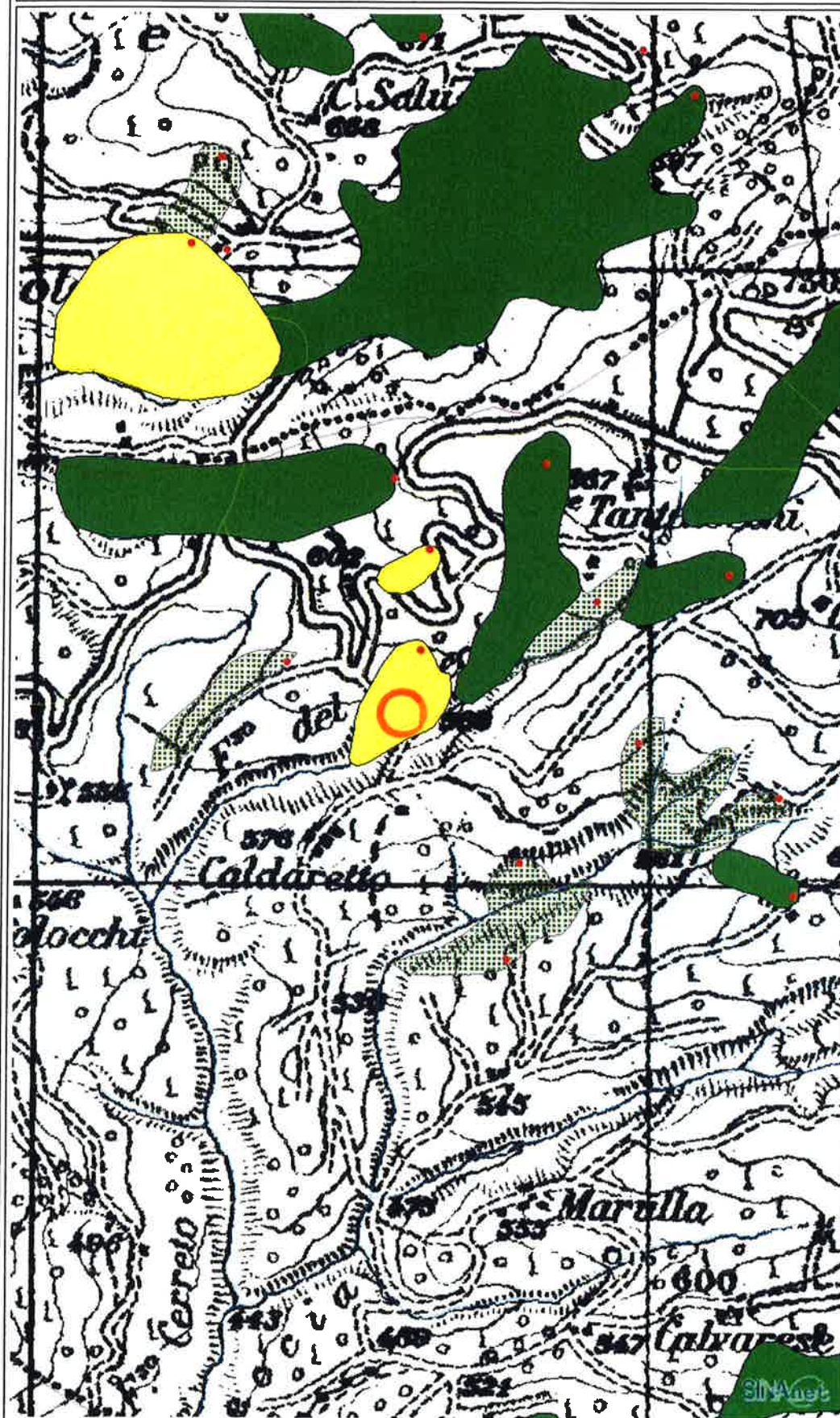
area in oggetto



AREA IN OGGETTO

**ISPRA**Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale**PROGETTO IFFI**

Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

**Layer IFFI****Punto Identificativo del Fenomeno Franoso**

- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

Tipologia di frana

- Crollo/ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslato
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- N.D.
- DGPV
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Frane lineari

Layer BASE

- Reticolo stradale
- Tracciato ferroviario
- Urbanizzato CLC2000
- Laghi
- Fiumi
- Limiti regionali
- Limiti provinciali
- Limiti comunali
- Limiti autorità di bacino
- Reticolo tavolette 25.000

Area in oggetto

SCALA: 1:10.000
PROIEZIONE: UTM 33
DATUM: WGS84
CARTOGRAFIA: MARCHE

COORDINATE
N.O. E: 371.890 N: 4.761.220
S.E. E: 373.240 N: 4.758.930
DATA: 15/07/2015

COMUNE DI MONTEFALCONE APPENNINO
PROVINCIA DI FERMO

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MOVIMENTO FRANOSO INTERESSANTE LA STRADA
COMUNALE CALDARETTO



PROVE PENETROMETRICA STATICA E-CPT



Geodrill s.a.s.
 Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.
SERVIZI GEOLOGICI
 Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888
 60043 Cerreto d'Esi(AN)
 P.IVA: 02334920424
 E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esi, il 16 aprile 2016

COMMITTENTE: Dr. Geol. Alberto Conti

CANTIERE: C.da Caldaretto-Montefalcone Appennino

PROVA E-CPT: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

caratteristiche tecniche del penetrometro			
Tipo di attrezzatura: penetrometro statico PAGANI semovente TG 63-100 standard			
Capacità di spinta: 100 kN			
Punta digitale PAGANI			
Sensori di misura		Dimensioni	
Resistenza di punta (q_c)	50 Mpa	Apertura cono	60°
		Area punta	cmq. 10
Attrito laterale (f_s)	0,5 Mpa	Rapporto delle aree di punta (a)	0,80
		Area manicotto di attrito	cmq. 150
Pressione nei pori (u)	2,5 Mpa	Rapporto delle aree del manicotto (b)	0
		Diametro	mm. 36
Inclinazione	0°-20°	Peso	Kg. 2,1
		Lunghezza totale	mm. 413

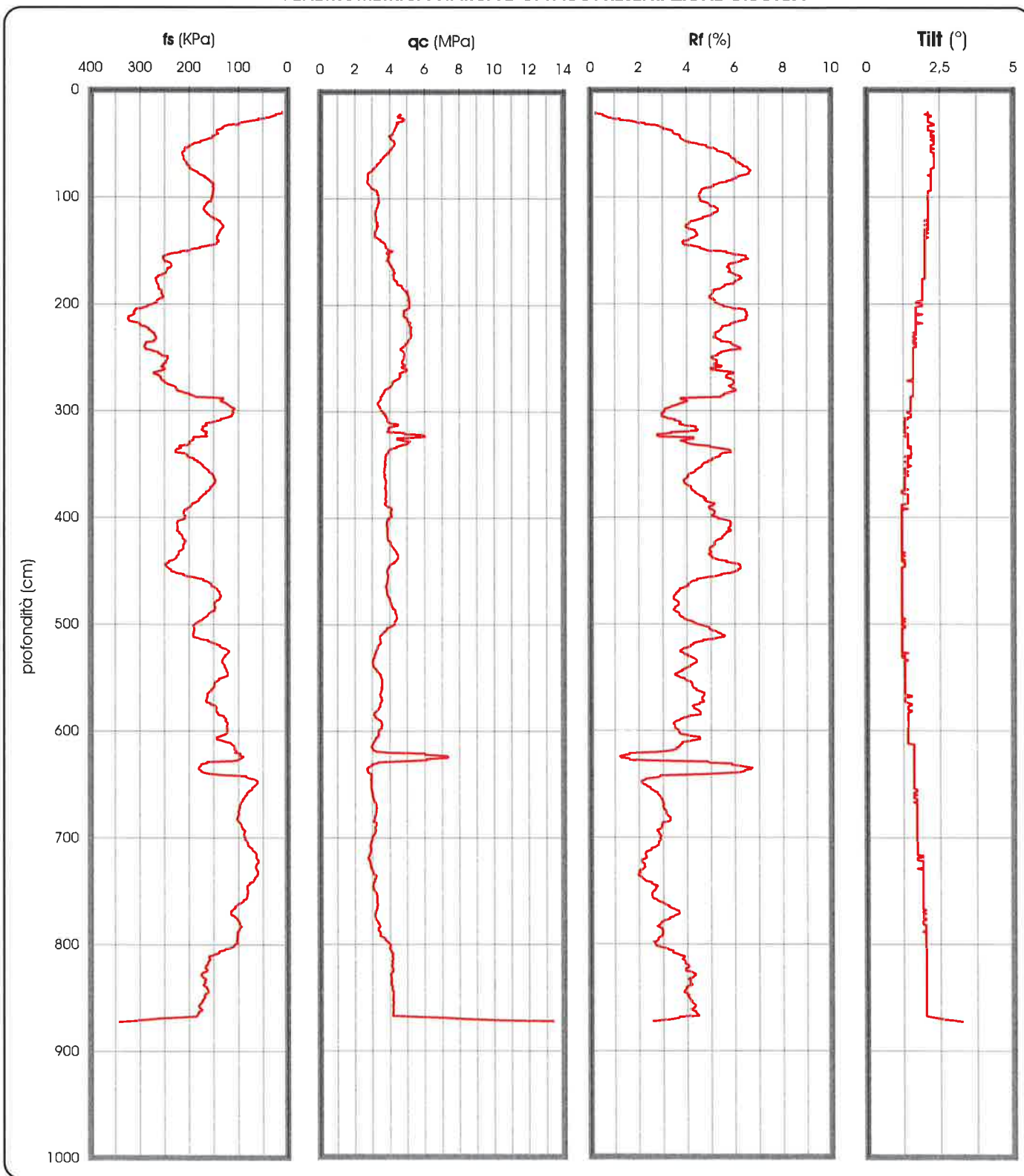
legenda per la rappresentazione grafica

f_s =	resistenza specifica locale al manicotto
q_c =	resistenza specifica al cono statico
R_f =	rapporto della resistenza (f_s/q_c)
Tilt =	inclinazione

legenda per la caratterizzazione geomeccanica

q_c =	resistenza specifica al cono statico
q_{cm} =	resistenza specifica al cono statico media per quel determinato strato
$\sigma_{v\text{eff}}$ =	pressione verticale efficace (stima)
D_r =	densità relativa (Lancellotta, 1983)
ϕ =	angolo di attrito (Caquot, Koppejan, De Beer, Schmertmann)
E =	modulo di Young (Robertson & Campanella, 1983)
C_u =	coesione non drenata (Terzaghi, $((q_{cm} - \sigma_{v\text{eff}})/N_k)$; Lunne, Robertson, Powell 1977)
M =	modulo di deformazione edometrica (metodo generale del modulo edometrico; Buisman)
V_s =	velocità delle onde di taglio (Iyisan, 1996)
G =	modulo di deformazione al taglio (Imai & Tomauchi)
E_u =	modulo di deformazione non drenato (Cancelli 1980)

PROVA PENETROMETRICA STATICA E-CPT: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA





CANTIERE: C.da Caldaretto-Montefalcone Appennino

PROF.: 8,72 m






[illegible]



Studio Tecnico Geologico Dr. Alberto Conti Via IV Novembre, 4 P.S.Elpidio (FM) Tel 0734 992263				Committenti: Comune di Montefalcone Appennino		Sondaggio n° 1 Data: 7/7/2015							
				Località: Strada Caldaretto									
Metodo di perforazione: rotazione meccanica con carotiere del diametro di 300 mm						Quota:							
Profondità Progressiva (m)	Profondità dal p.c. (m)	Simbologia	Note falda	Campioni	Descrizione litologica	Resistenza penet. tascabile (Kg/cmq)							
						1	2	3	4	5	6	7	
1,00	3,5				TERRENO DI RIPORTO costituito da terreno argilloso limoso grigio marrone. <i>2,00) Rp: 1,5 ÷ 1,6 ÷ 1,3</i>								
2,00													
3,00													
4,00						COLTRE COLLUVIALE Argille e limi argillosi grigi, rimaneggiati, a consistenza variabile <i>4,30) Rp: 3,0 ÷ 2,6 ÷ 2,5</i>							
5,00													
6,00	12,0				<i>6,00) Rp: 5,5 ÷ 5,6 ÷ 5,3</i> Sedimenti argillosi e argilloso-sabbiosi, consistenti. Dalla profondità di 9,50 ml si rinvenivano resti legnosi carbonizzati. <i>9,0) Rp: 6,0 ÷ >6</i>								
7,00													
8,00													
9,00													
10,00													
11,00	16,0				FORMAZIONE MARINA DEL SUBSTRATO Argille marnose grigie in strati alterni a sabbie parzialmente cementate								
12,00													
13,00													
14,00													
15,00													
16,00					FINE SONDAGGIO: Alla profondità di circa -16,0 m dall'attuale p.c..								
17,00													
18,00													
19,00													
20,00													
21,00													
22,00													

Note: a) prelievo campioni: ; b) livello falda ; c) modeste infiltrazioni idriche: ★

Studio Tecnico Geologico Dr. Alberto Conti Via IV Novembre, 4 P.S.Elpidio (FM) Tel 0734 992263				Committenti: Comune di Montefalcone Appennino		Sondaggio n° 2 Data: 7/7/2015						
				Località: Strada Caldaretto								
Metodo di perforazione: rotazione meccanica con carotiere del diametro di 300 mm						Quota:						
Profondità Progressiva (m)	Profondità dal p.c. (m)	Simbologia	Note falda	Campioni	Descrizione litologica	Resistenza penet. tascabile (Kg/cmq)						
						1	2	3	4	5	6	7
1,00	3,0				TERRENO DI RIPORTO costituito da terreno sedimenti sciolti sabbioso-limosi di colore marrone. Si rinvencono ciottoli anche di grandi dimensioni.							
2,00												
3,00												
4,00	7,0				FORMAZIONE MARINA DEL SUBSTRATO Argille marnose grigie prevalenti intercalate da strati sabbiosi parzialmente cementati e molto cementati							
5,00												
6,00												
7,00												
8,00												
9,00												
10,00												
11,00												
12,00												
13,00												
14,00												
15,00												
16,00												
17,00												
18,00												
19,00												
20,00												
21,00												
22,00												

Note: a) prelievo campioni: ; b) livello falda ; c) modeste infiltrazioni idriche: ★

Studio Tecnico Geologico Dr. Alberto Conti Via IV Novembre, 4 P.S.Elpidio (FM) Tel 0734 992263				Committenti: Comune di Montefalcone Appennino		Sondaggio n° 3 Data: 7/7/2015						
				Località: Strada Caldaretto								
Metodo di perforazione: rotazione meccanica con carotiere del diametro di 300 mm						Quota:						
Profondità Progressiva (m)	Profondità dal p.c. (m)	Simbologia	Note falda	Campioni	Descrizione litologica	Resistenza penet. tascabile (Kg/cmq)						
						1	2	3	4	5	6	7
1,00	1,5				TERRENO DI RIPORTO costituito da terreno sedimenti sciolti sabbioso-limosi di colore marrone. Si rinvencono ciottoli anche di grandi dimensioni.							
2,00					FORMAZIONE MARINA DEL SUBSTRATO Argille marnose grigie prevalenti intercalate da strati sabbiosi da parzialmente cementati a molto cementati							
3,00												
4,00												
5,00	5,0											
6,00												
7,00												
8,00					FINE SONDAGGIO: Alla profondità di circa -5,0 m dall'attuale p.c.. E' stata interrotta per la presenza di un livello molto cementato							
9,00												
10,00												
11,00												
12,00												
13,00												
14,00												
15,00												
16,00												
17,00												
18,00												
19,00												
20,00												
21,00												
22,00												

Note: a) prelievo campioni:  ; b) livello falda  ; c) modeste infiltrazioni idriche: ★

COMUNE DI MONTEFALCONE APPENNINO
PROVINCIA DI FERMO

Movimento franoso interessante al strada comunale Caldaretto



INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR
- MISURA DEI MICROTREMORI -

MONTEFALCONE APPENNINO, STRADA CALDAROTTO TEP01

Strumento: TE3-0093/01-14

Formato dati: 32 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 07/07/15 09:40:09 Fine registrazione: 07/07/15 10:00:09

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 53% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

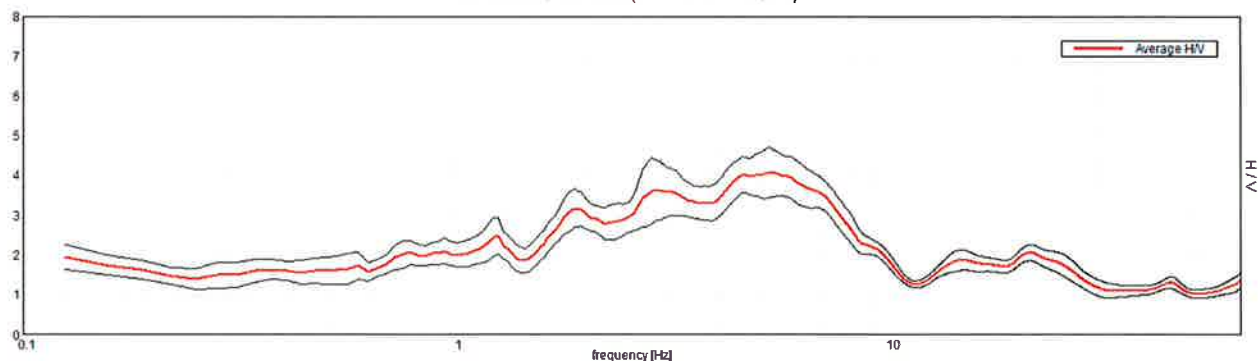
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

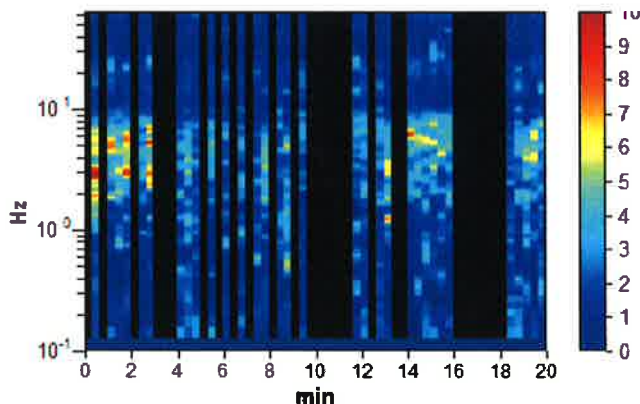
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

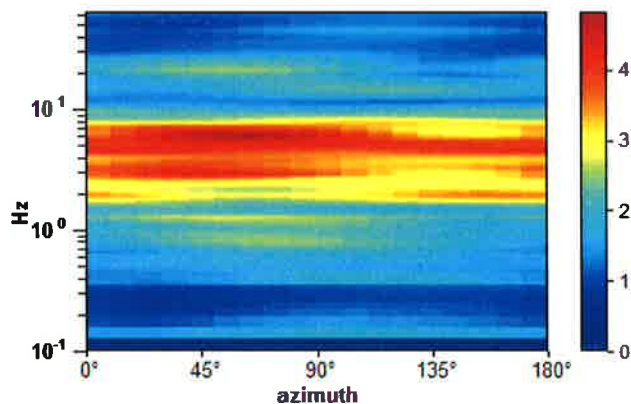
Picco H/V a 5.28 ± 1.87 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



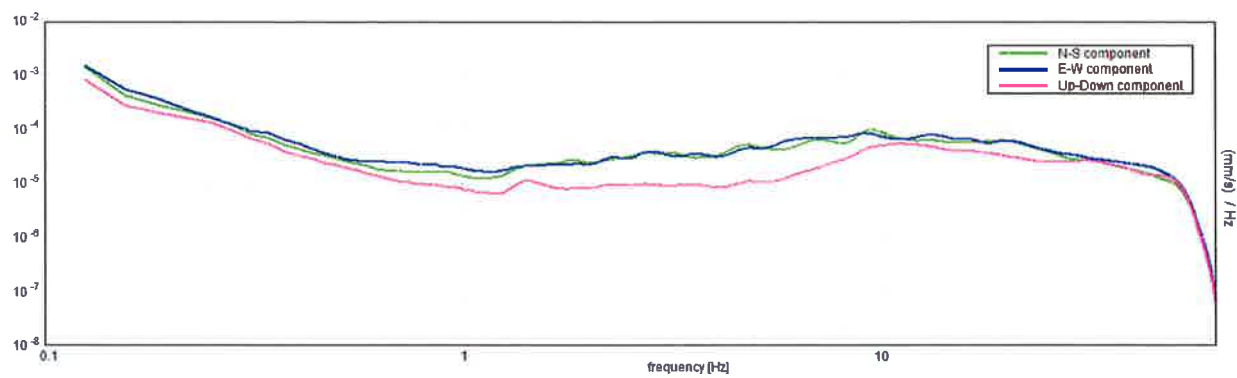
SERIE TEMPORALE H/V



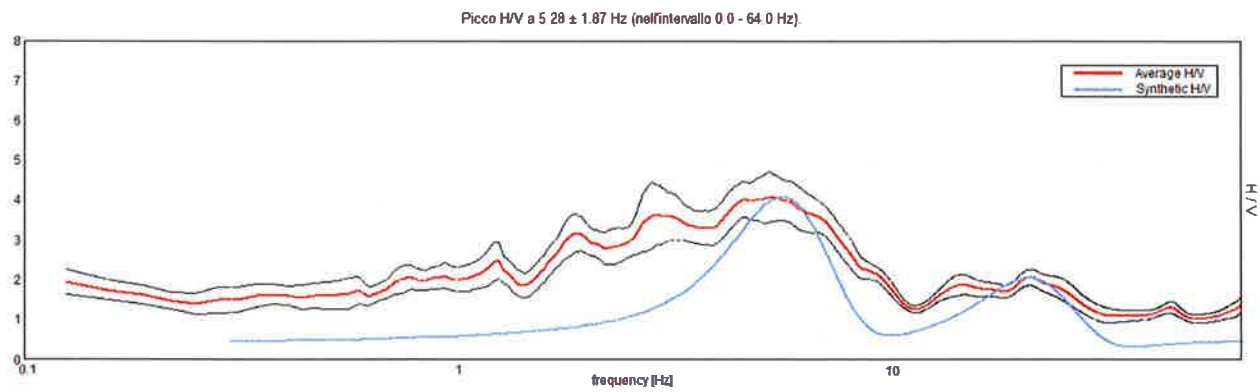
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

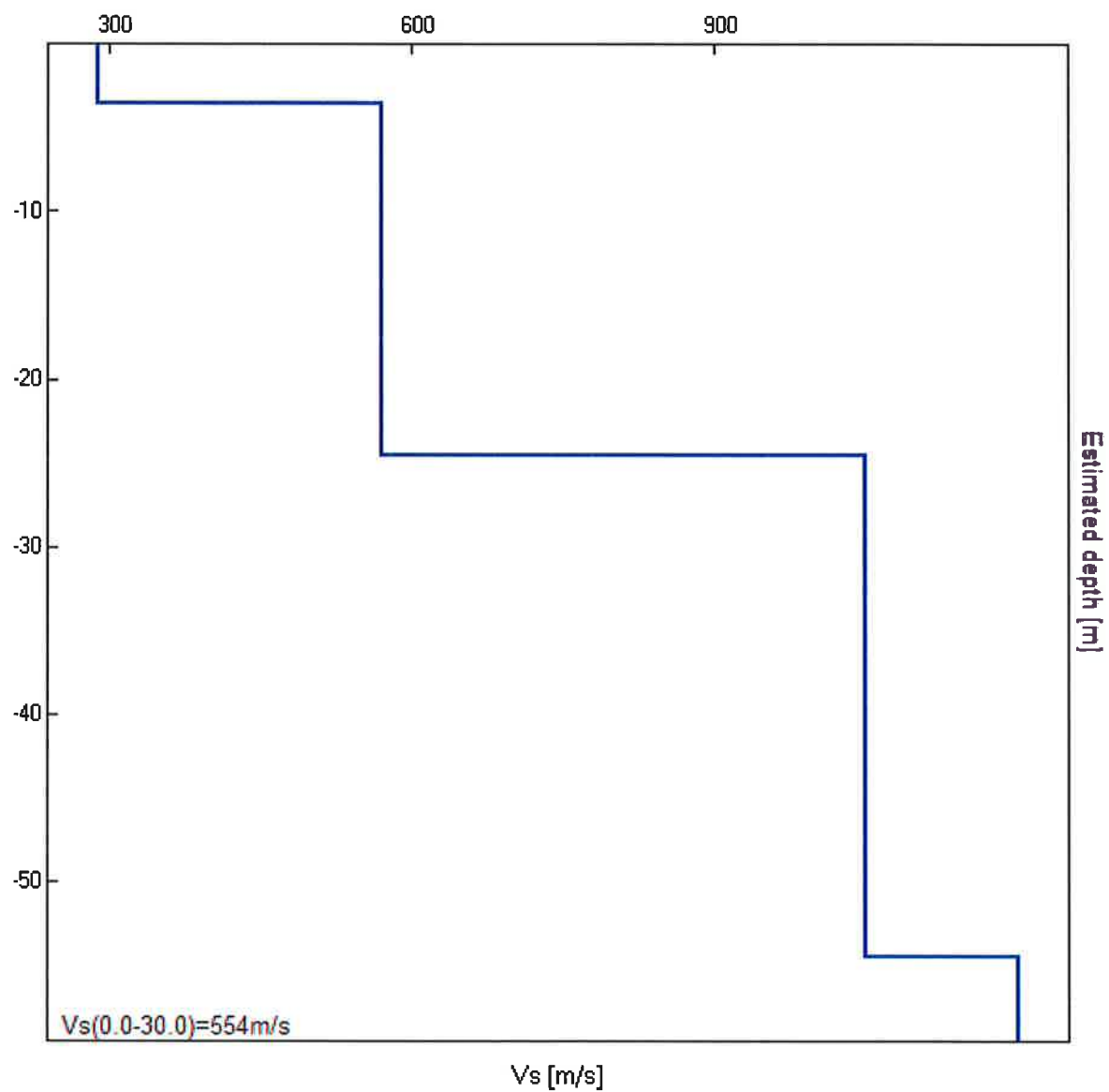


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.50	3.50	290	0.42
24.50	21.00	570	0.42
54.50	30.00	1050	0.40
inf.	inf.	1200	0.42

Vs(0.0-30.0)=554m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 5.28 ± 1.87 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.28 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3380.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 254	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.5 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.08 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.35473 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.87342 < 0.26406$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.622 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

DEPOSITI CONTINENTALI

- Terreno di riporto
- Limi argillosi rimaneggiati
- Limi argillosi

DEPOSITI MARINI DEL SUBSTRATO

- Argille marnose grigie con livelli sabbiosi cementati

- Corpo di frana
- S_n Sondaggio geognostico
- Tr₁ Indagine sismica passiva a stazione singola HVSR
- Prova penetrometrica statica E-CPT
- A Traccia sezione litologica
- Corona di frana

Planimetria - Scala 1:200



Frana a monte della strada



Sondaggio geognostico S3

Frana a monte della strada



Dissesto complessivo - vista da Sud

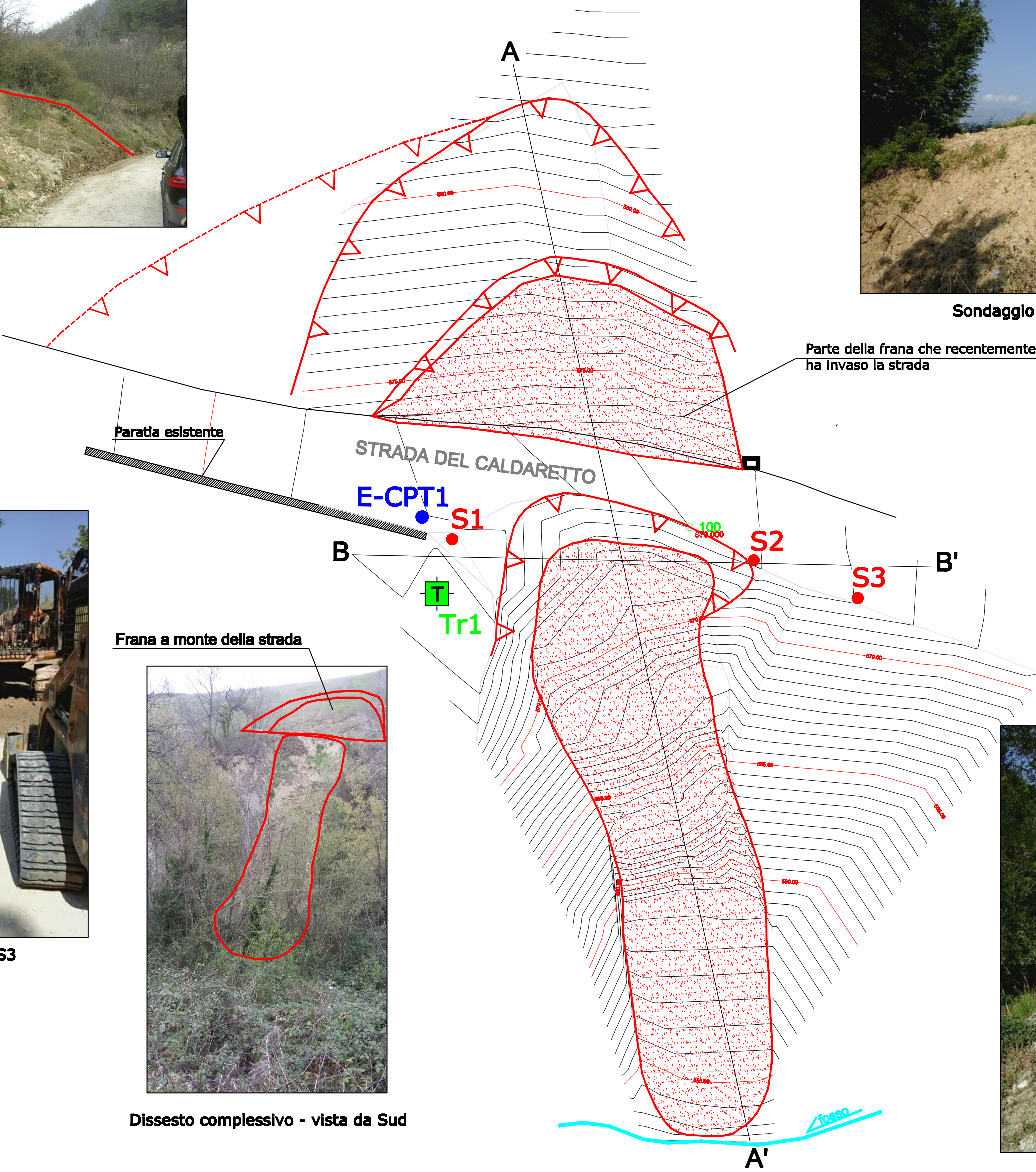


Sondaggio geognostico S1

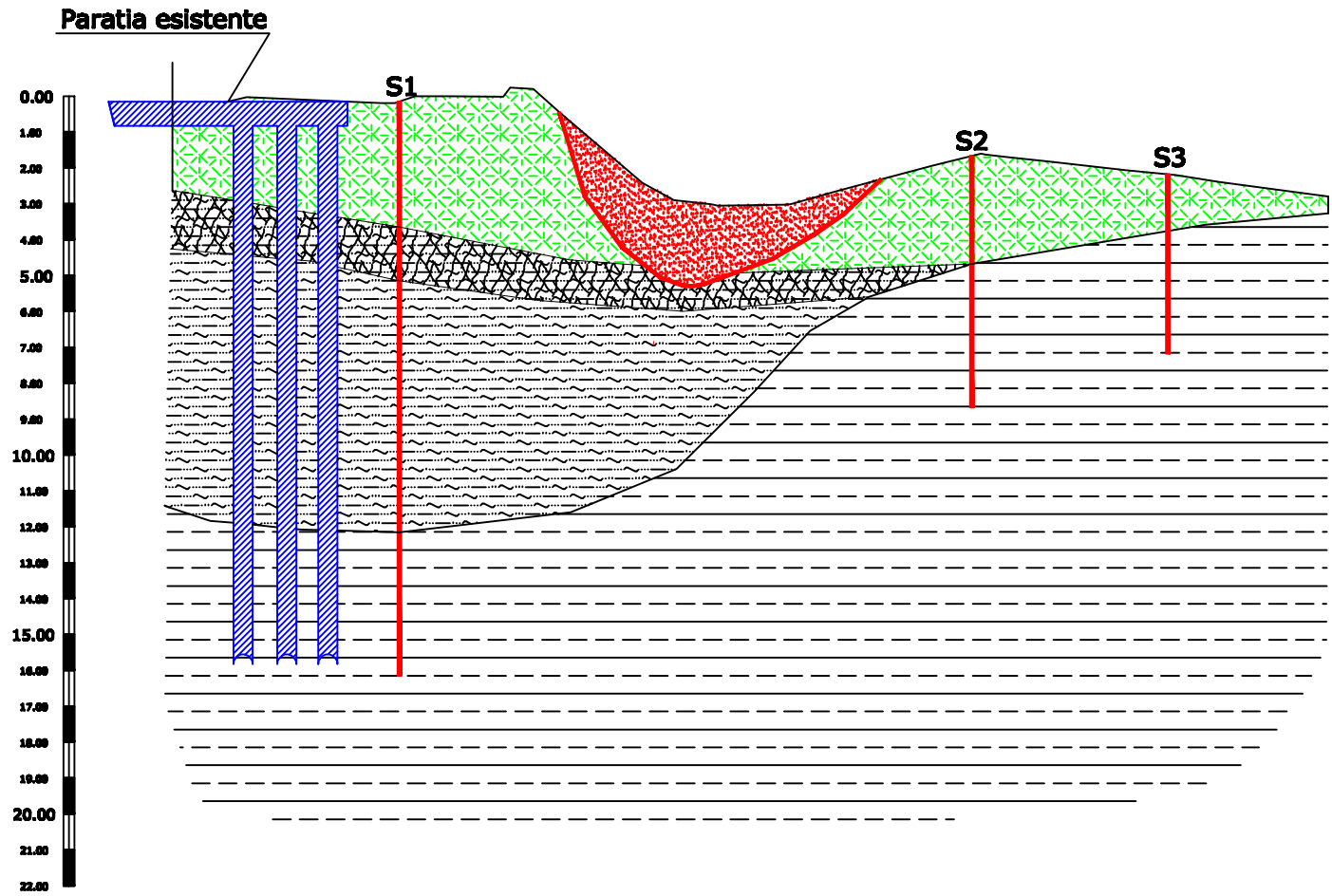
Parte della frana che recentemente ha invaso la strada



Sondaggio geognostico S2



Sezione litologica A - Scala 1:200



Sezione litologica B - Scala 1:200

