

Comune di

Amatrice

Provincia di

Rieti

Descrizione

Stabilizzazione area in dissesto dell'opera denominata "Cornelle di Sotto"

Ordinanza di finanziamento: n. 56 del 14.05.2018

COD: DISS_M_009_2017

Fase: PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Elaborato n°

3a

RELAZIONE DI INDAGINE SISMICA

RELAZIONE DI INDAGINE GEOLOGICA

Oggetto	Revisioni	ID	data	revisore	descrizione
Elaborato					
Data					
File					

marzo 2020

C592-P19050-RGEOL-F-R0001I

Committente

Ufficio Speciale Ricostruzione Lazio

Direttore USR

Dirigente Area Pianificazione urbanistica e ricostruzione pubblica

RUP

Dott. Ing. Wanda D'Ercole

Dott. Arch. Maria Grazia Gazzani

Geom. Antimo Grilli

Progettista

Dott. Ing. Stefano Tintori

Geologo

Dott. Geol. Ferdinando Francia

Collaboratori

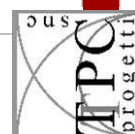
Dott. Ing. Alice Salotti

Direttore Tecnico

Dott. Ing. Stefano Tintori



Società di professionisti certificata ISO9001:2015 – certificato n° 50 100 14769



INDICE

PREMESSA	3
P.1 INQUADRAMENTO URBANISTICO DI CARATTERE GEOLOGICO	6
RELAZIONE DI INDAGINE GEOLOGICA E SISMICA	8
G.1 QUADRO GEOLOGICO D'INSIEME	8
G.2 QUADRO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI DETTAGLIO	9
G.3 DATI GEOTECNICI DI DETTAGLIO.....	12
G. IDROGEOLOGIA	13
S.1 PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO.....	15
<i>S.2.1 Procedura di calcolo dello spettro sismico s.l.v.</i>	<i>19</i>
RELAZIONE DI INDAGINE DI DETTAGLIO.....	24
ZONA Sez1 e Sez2.....	25
ZONA Sez3.....	27
ZONA Sez4.....	29
CONCLUSIONI	30

APPENDICI

INDAGINI GEOGNOSTICHE PRELIMINARI

- 1 STENDIMENTO GEOFISICO DI TIPO SISMICO SPETTRALE MASW ASSOCIATO HVSR: MASW+HVSR
- 7 MISURAZIONI IN SISMICA PASSIVA ELABORATE HVSR INTERPOLATE IN PSEUDOSEZIONE
- 1 STENDIMENTO ELETTROMAGNETICO VLF
- 1 ANALISI DELL'AMMASSO ROCCIOSO SECONDO BIENIAWSKI

INDAGINI GEOGNOSTICHE

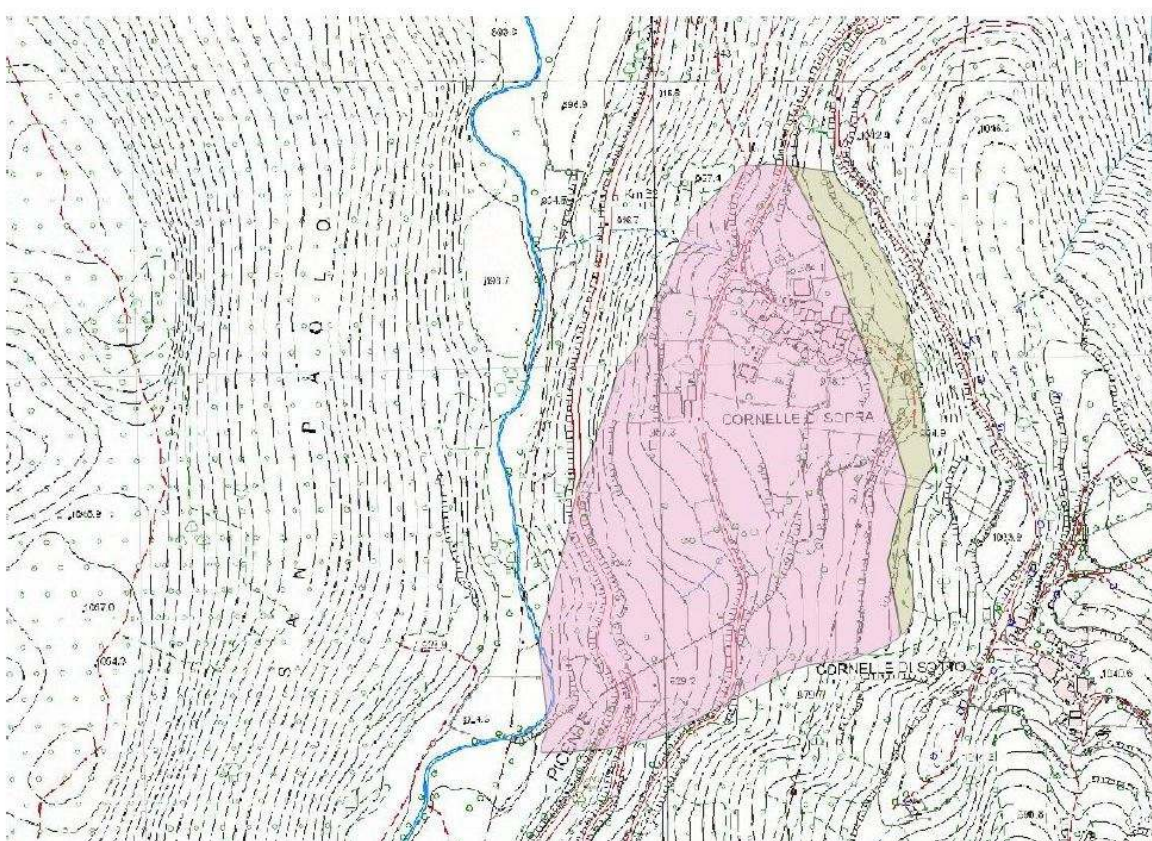
- 1 STENDIMENTO GEOFISICO DI TIPO SISMICO SPETTRALE MASW ASSOCIATI HVSR: MASW+HVSR
- 2 STENDIMENTI GEOFISICI DI TIPO SISMICO A RIFRAZIONE IN ONDE P: SISM1÷SISM2
- 2 ACQUISIZIONI IN SISMICA PASSIVA
- 5 PROVE PENETROMETRICHE DPSH
- 2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO CON PROVE SPT
- 2 CAMPIONE INDISTURBATO CON PROVE DI LABORATORIO
- 2 STENDIMENTO GEOFISICO IN FORO DH IN ONDE P ED S

PREMESSA

La TPC progetti snc stata incaricata dallo Spett. UFFICIO RICOSTRUZIONE LAZIO delle valutazioni sulla stabilità ed eventuale mitigazione del rischio o messa in sicurezza di un'ampia zona comprendente l'abitato di Cornelle di Sotto¹ del Comune di Amatrice, colpito dal sisma del 2016 (Posizione della piazzetta del paese wgs84 42.5969N 13.2586E)

L'incarico da espletare è ben riassunto nella scheda di fattibilità tecnico economica allegata al bando di gara che individua un'ampia zona con suscettibilità al dissesto, già indicata nel PAI ex Bacino del Fiume Tronto.

1.INQUADRAMENTO INTERVENTO (CTR)



La presente relazione è strutturata in modo da fornire un quadro geologico d'insieme, sia tecnico che normativo nell'intera zona di Cornelle di Sotto per poi entrare nel dettaglio delle problematiche riscontrate.

Per la definizione della geologia d'insieme in Cornelle di Sotto, oltre al rilevamento geologico, sono state in un primo momento ricercate le prove MS3 di cui è stato oggetto

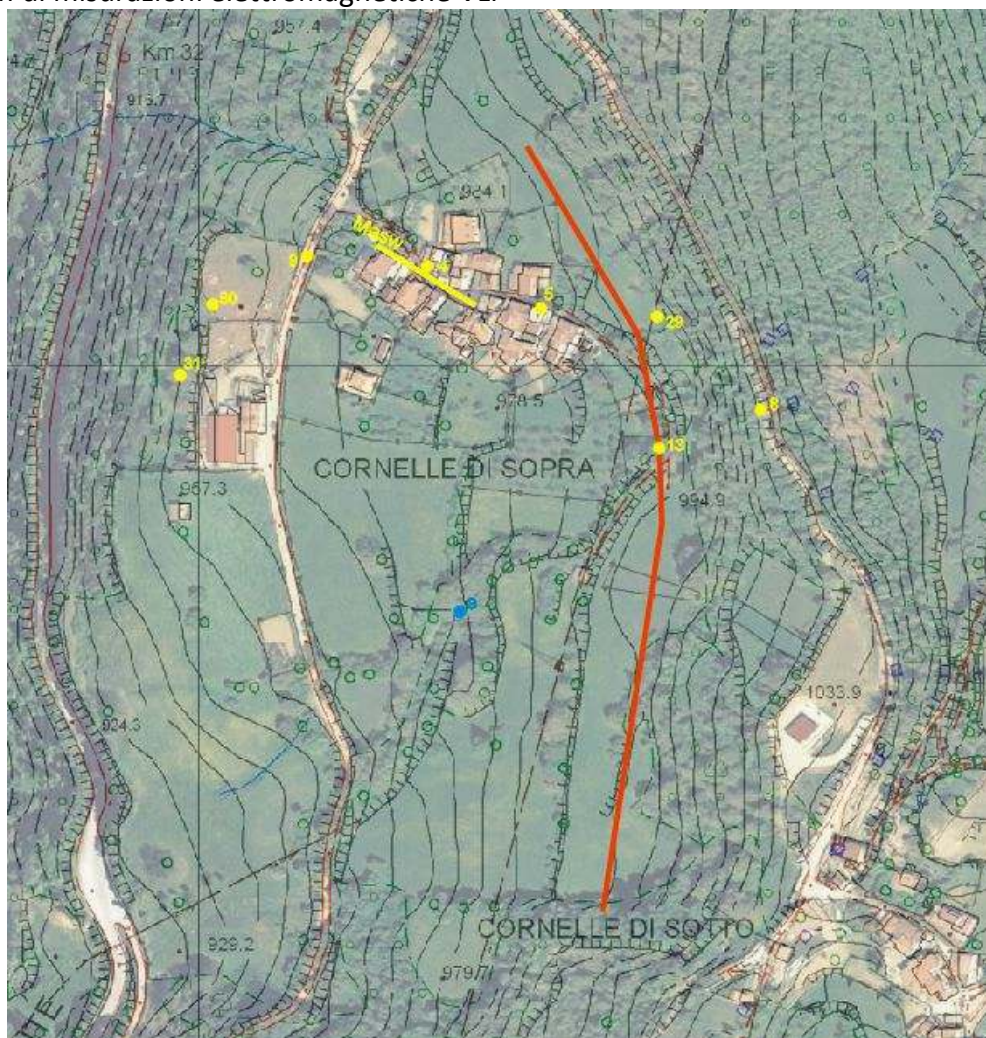
¹ (erroneamente indicato nella CTR come Cornelle di Sopra)

il Comune di Amatrice, non riscontrandole sono state eseguite in proprio delle prove geognostiche (sebbene al di fuori dell'incarico):

1 stesa sismica spettrale masw associata a misurazione hvsr

8 misurazioni in sismica passiva HVSR interpolate in pseudosezione

380 m di misurazioni elettromagnetiche VLF



Linea gialla: masw Punti gialli: HVSR elaborate in pseudosezione Linea rossa: VLF Punti blu: sorgente

che elaborate contestualmente hanno permesso di identificare un primo quadro geologico-sismico e idrogeologico.

Avere la possibilità di valutare dei dati geognostici iniziali ha permesso di identificare, più dettagliatamente, la tipologia e la posizione delle prove della successiva campagna di indagini necessarie, già previste come importo dallo studio di fattibilità tecnico economica e successivamente commissionate direttamente dalla Committenza ad una ditta di sua fiducia. Nell'individuazione del tipo di prove è stato tenuto conto anche di quanto previsto dal 14R/2006, che dà l'indicazione sulle indagini minime da effettuare in

supporto ad una perizia geologica. La posizione delle stesse ha altresì tenuto conto delle accessibilità legate alle proprietà, cercando di rimanere negli spazi pubblici pur con indagini significative.

Oltre a quanto già elencato sono state così previste:

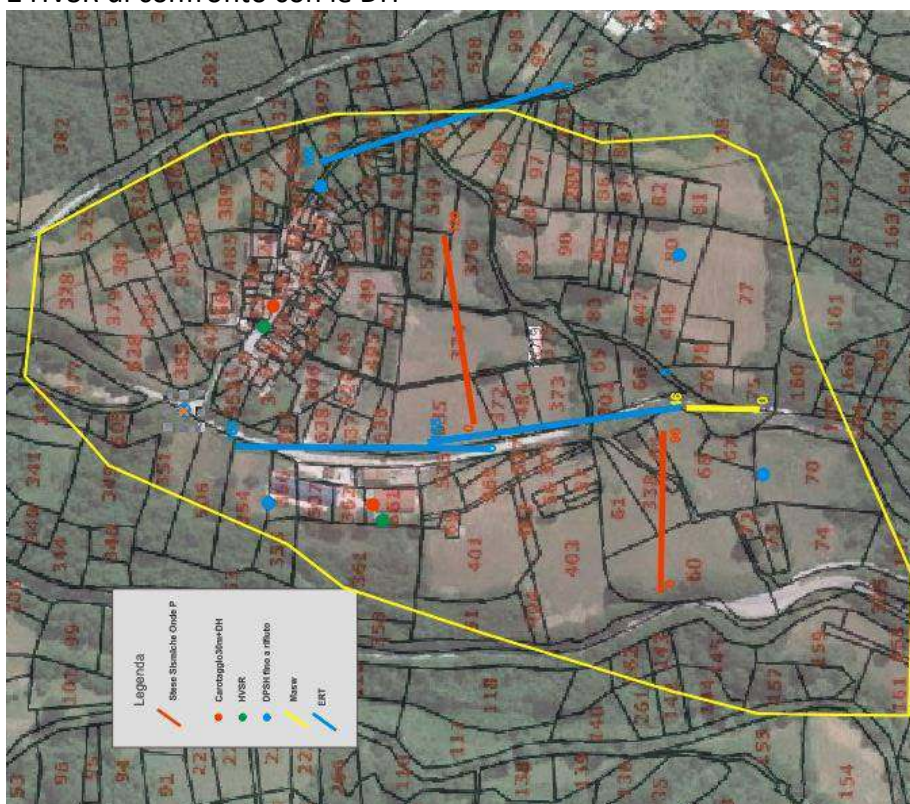
2 carotaggi continui su cui effettuare una prova sismica in foro DH e prelevare campioni da sottoporre a prova di laboratorio

5 prove penetrometriche DPSH

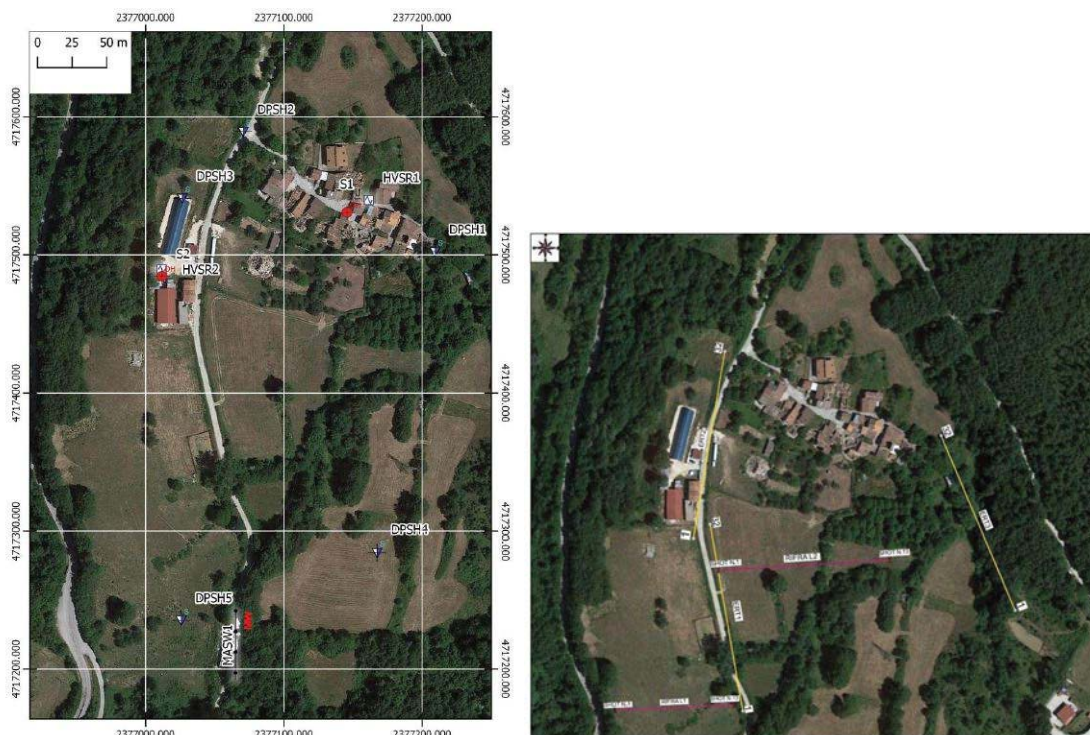
2 stese sismiche in onde P

1 stesa sismica masw

2 HVSR di confronto con le DH



Realizzate poi dalla ditta incaricata secondo le planimetrie riportate qui di seguito che ricalcano sostanzialmente quanto richiesto:

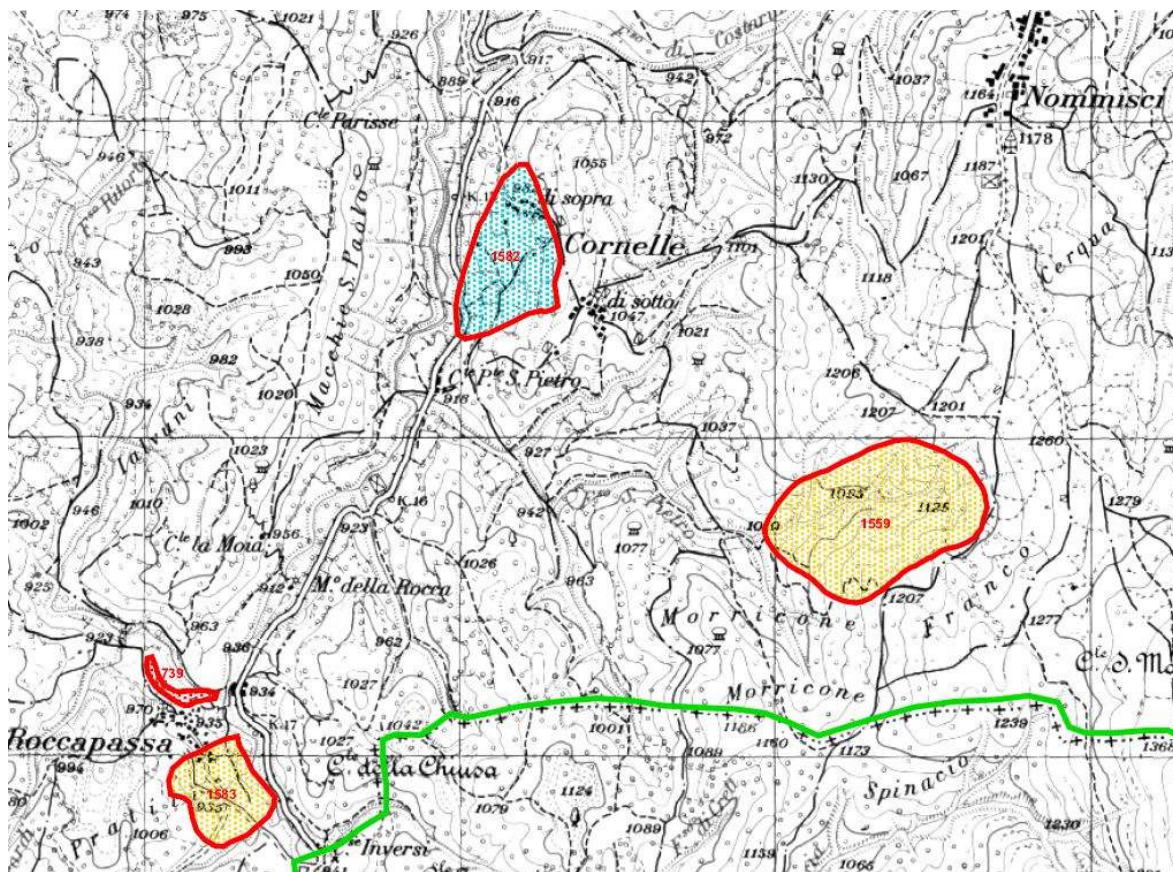


P.1 INQUADRAMENTO URBANISTICO DI CARATTERE GEOLOGICO

Per quanto riguarda le caratteristiche di pericolosità geologica ed idraulica ad oggi l'area è identificata in alcuni regolamenti e cartografie sovraordinate, mentre sono carenti le indicazioni geologiche nella pianificazione territoriale di competenza comunale.

* Nella cartografia del P.A.I. del Distretto Appennino centrale (zona Fiume Tronto) approvato con deliberazione amministrativa del Consiglio Regionale n.121/4 del 07.11.2008 (BURA del 21.01.2009) - pone l'area a rischio R3.

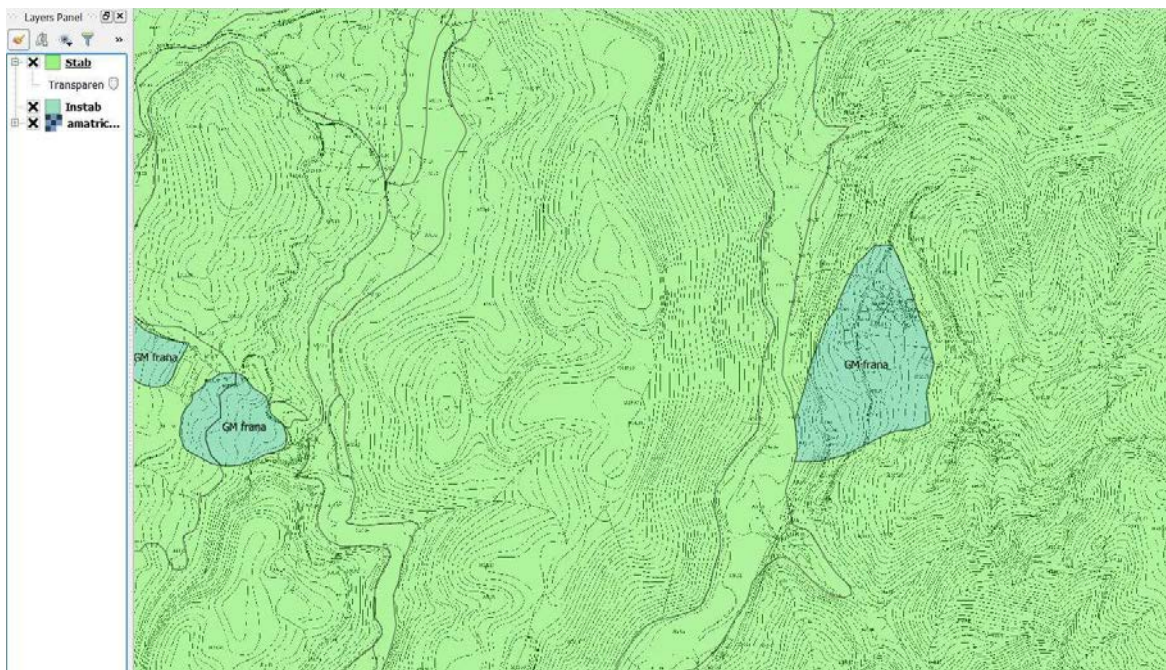
La cartografia disponibile è quella 1:25000 ove è indicata la zona R3 corrispondente a quella individuata dalla scheda di fattibilità.



AREE A RISCHIO FRANA

- AREE A RISCHIO MODERATO - R1
- AREE A RISCHIO MEDIO - R2
- AREE A RISCHIO ELEVATO - R3
- AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4

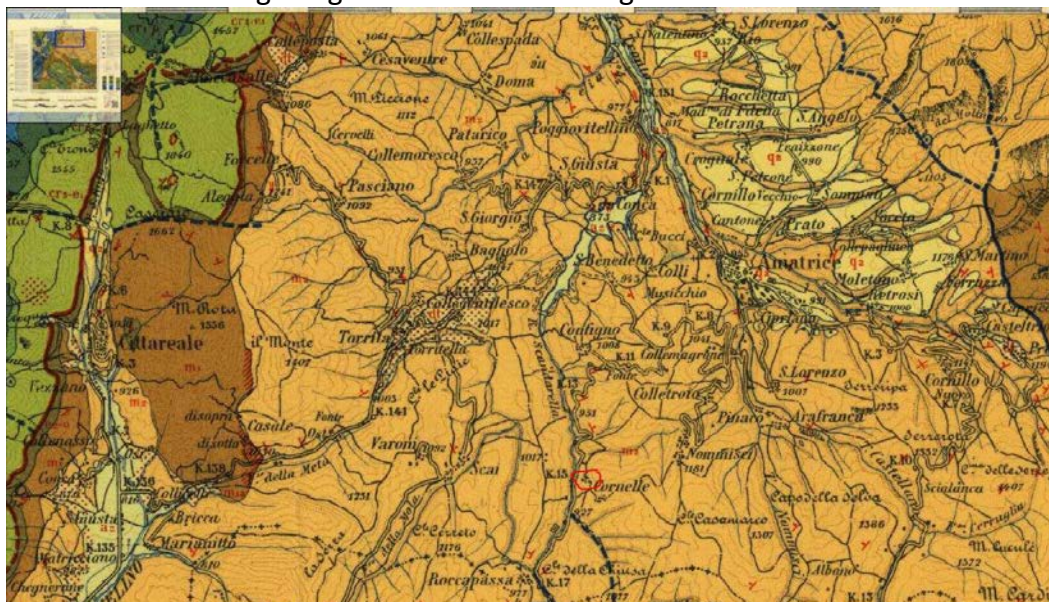
* Nella cartografia degli studi di microzonazione sismica MS1 disponibile in ambiente GIS, la zona di intervento viene individuata in area instabile da frana



RELAZIONE DI INDAGINE GEOLOGICA E SISMICA

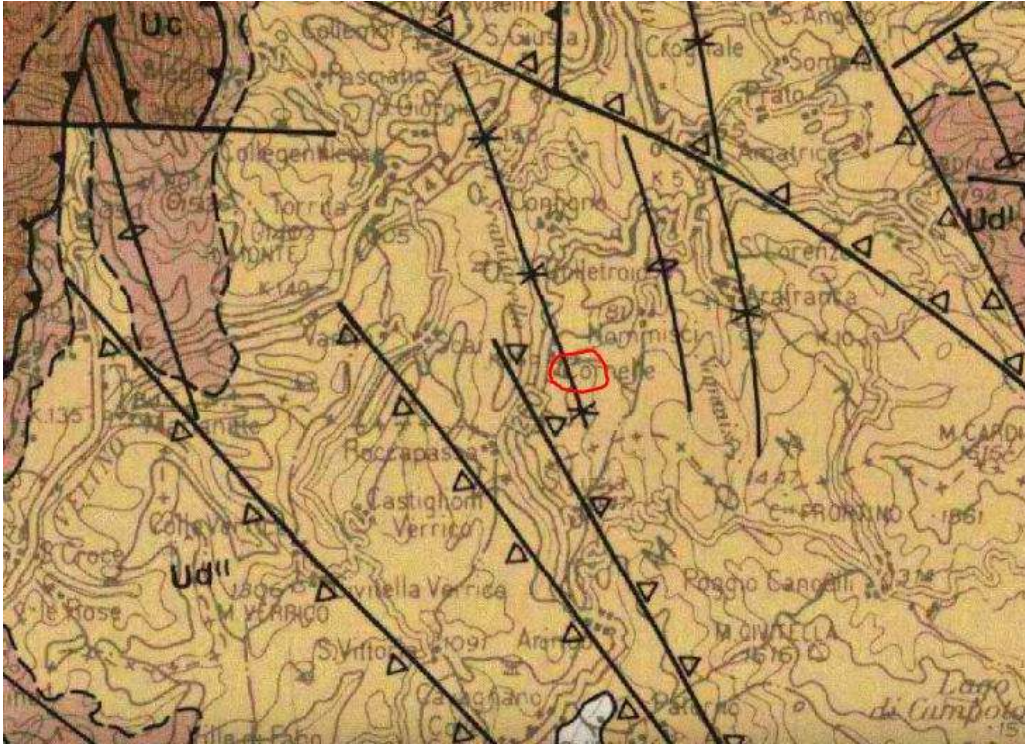
G.1 QUADRO GEOLOGICO D'INSIEME

La documentazione geologica del luogo è abbastanza omogenea anche se poco dettagliata in quanto le pubblicazioni geologiche si limitano ai vecchi Fogli in scala 1:100.000 della carta geologica d'Italia risalente agli anni 1940-1950



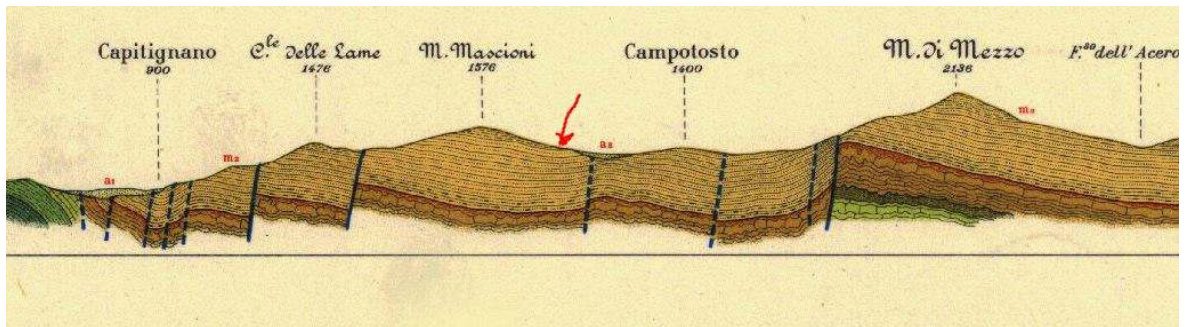
(http://193.206.192.231/carta_geologica_italia/tavoletta.php?foglio=139)

O a carte strutturali anch'esse datate



CNR Carta strutturale Appennino Settentrionale F.2 Marche 1982

Da queste carte vengono segnalate delle arenarie marnose mioceniche stratificate per molti metri di spessore, con andamento monoclinale leggermente ondulato con andamento verso NordEst, come riscontrabile dalla sez 1 allegata alla carta geologica Carg 1:100.000

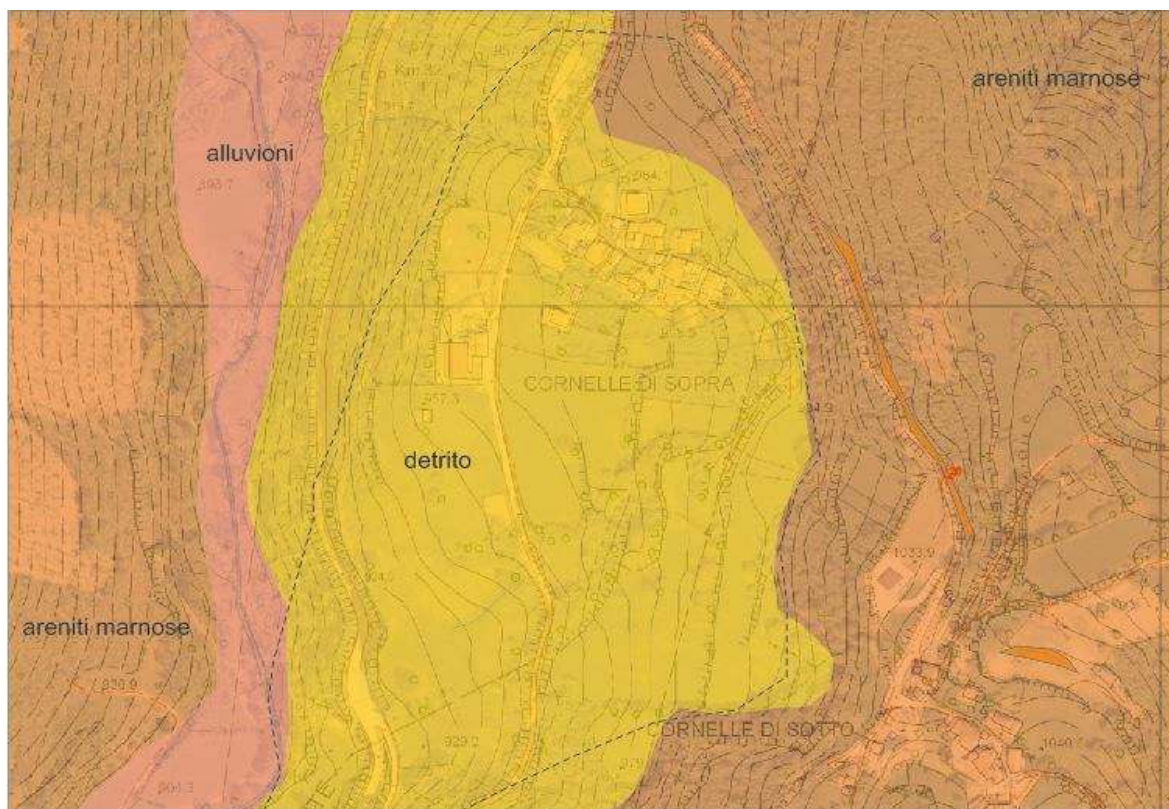


Con la freccia viene indicata la posizione di Cornelle in proiezione

G.2 QUADRO GEOLOGICO E GEOTECNICO DI DETTAGLIO

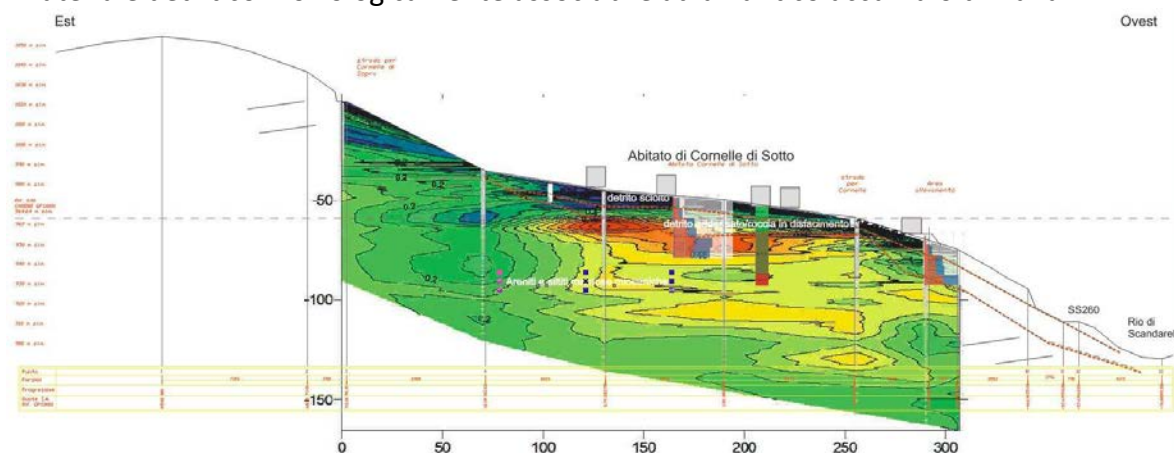
I fenomeni da valutare non sono però legati alla geologia regionale, ma a situazioni di dettaglio in cui soprattutto coperture della roccia a zone imbibite d'acqua di falda che si pongono come potenziale instabilità.

Allo scopo è stato quindi effettuato un rilievo geologico e geomorfologico, che coadiuvato dalle prove geognostiche ha permesso di ricostruire una carta geologica di dettaglio.



Linea tratteggiata evidenzia area della scheda

Dalla quale si evidenzia una tettonica locale con substrato prettamente arenitico a reggipoggio ed una contropendenza (zona di edificazione di Cornelle di Sotto) su cui giace del materiale detritico morfologicamente associabile ad un antico accumulo di frana.



La roccia a livelli arenitico marnosi medio spessi, ha un andamento della stratificazione monoclinale a reggipoggio ma si presenta comunque molto fratturata ed affiorante solo sulle scarpate della strada nei pressi di Cornelle di sopra



e nella curva presso il bivio che collega alla SS260



La roccia nell'ampia zona di Cornelle di Sotto (area gialla in carta geologica) è sormontata da un detrito ghiaioso limoso con matrice anche abbondante



G.3 DATI GEOTECNICI DI DETTAGLIO

Sulla base del rilevamento strutturale sugli affioramenti presenti e sulla base delle prove geognostiche di tipo diretto quali le DPSH, si sono eseguite delle elaborazioni in modo da fornire alla progettazione le valutazioni geologiche sui dissesti possibili e i parametri necessari per la eventuale progettazione di interventi strutturali.

I dati delle prove a disposizione vengono comunque raffinati e validati in back analisi su sezioni di dettaglio.

profondità variabile a seconda del punto da 5÷9 m (vedere sezioni allegate)

Litologia ①		Sabbie e limi ghiaiosi (detrito)	
Grado di addensamento		sciolto	
	Parametri medi (m)	Parametri minimi (s)	
Angolo attrito interno drenato (ϕ'_{1})	28°	26°	
Coesione drenata (c'_{1})	0.02 Kg/cm ²	-----	
Peso di volume medio (γ_{1})	1.9 g/cm ³	-----	
Peso di volume medio saturo (γ_{1sat})	2 g/cm ³	-----	
Modulo di compressibilità (E_{1})	70 Kg/cm ²	-----	
Velocità onde S di riferimento (V_{s1})	220÷300 m/s	-----	

Sotto fino a circa 20 m variabile a seconda del punto (vedere sezioni allegate)

Litologia ②		Ghiaie limose (detrito/roccia alterata)
Grado di addensamento		medio
	Parametri medi (m)	Parametri minimi (s)
Angolo attrito interno drenato (ϕ'_2)	38°	35°
Coesione drenata (c'_1)	0 Kg/cm ²	-----
Peso di volume medio (γ_1)	2 g/cm ³	-----
Peso di volume medio saturo (γ_{1sat})	2.2 g/cm ³	-----
Modulo di compressibilità (E_1)	300 Kg/cm ²	-----
Velocità onde S di riferimento (V_{s1})	450÷600 m/s	-----

sotto in rapporti laterali e di sovrapposizione tra loro

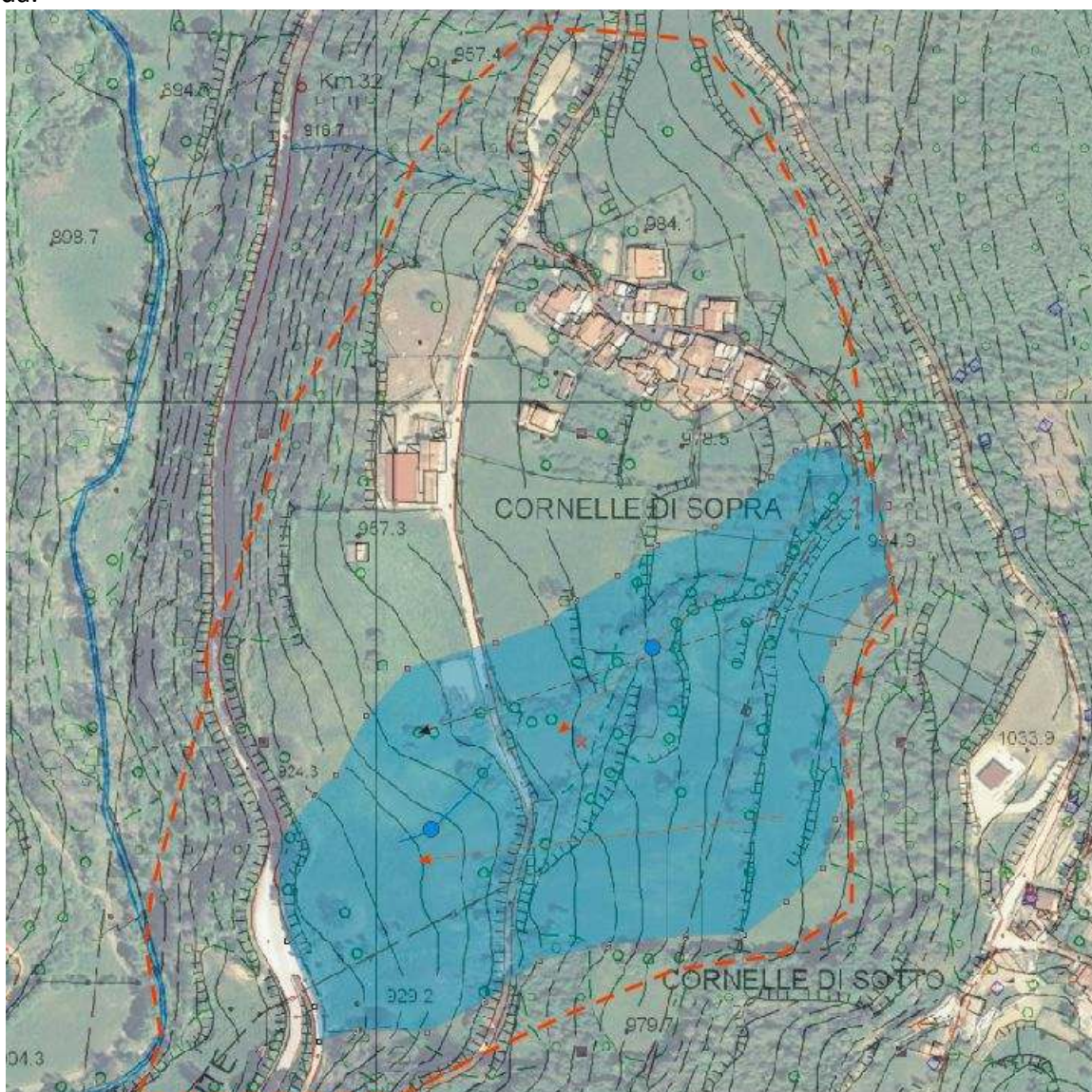
Litologia ③		Areniti e siltiti marnose stratificate e fratturate (Roccia)
	Livelli con stratificazione media e fine (2a)	
Qualità ammasso	scadente	
	Parametri medi (m)	
Angolo attrito interno drenato (ϕ'_3)	38°	
Coesione drenata (c'_3)	0.5 Kg/cm ²	
Peso di volume medio (γ_3)	2.2 g/cm ³	
Peso di volume medio saturo (γ_{3sat})	2.3 g/cm ³	
Modulo elastico (E_3)	40000 Kg/cm ²	
Velocità onde S di riferimento (V_{s3})	>800 m/s	

G. IDROGEOLOGIA

Nella scheda viene segnalata la presenza di fenomeni di soliflusso e di altre fenomeni di instabilità legati alla presenza d'acqua, pertanto si è impostata e fatta realizzare una campagna geognostica atta a ricostruire la circolazione idrica.

Nei carotaggi non viene ritrovata una falda acquifera, ma anzi viene segnalata la presenza di livelli nei quali si ha assorbimento di fluido di perforazione, indice di ampia porosità o fratturazione della roccia, zone che ipoteticamente possono in casi eccezionali riempirsi di acqua di circolazione.

Una circolazione idrica significativa è invece stata individuata nella zona Sud dell'area instabile della scheda e attraverso gli ERT, la posizione delle sorgenti, le penetrometrie e il VLF si è arrivati a individuare l'area di circolazione preferenziale di sue falde sovrapposte come da planimetria qui di seguito, con in blu la zona di scorrimento preferenziale di falda.



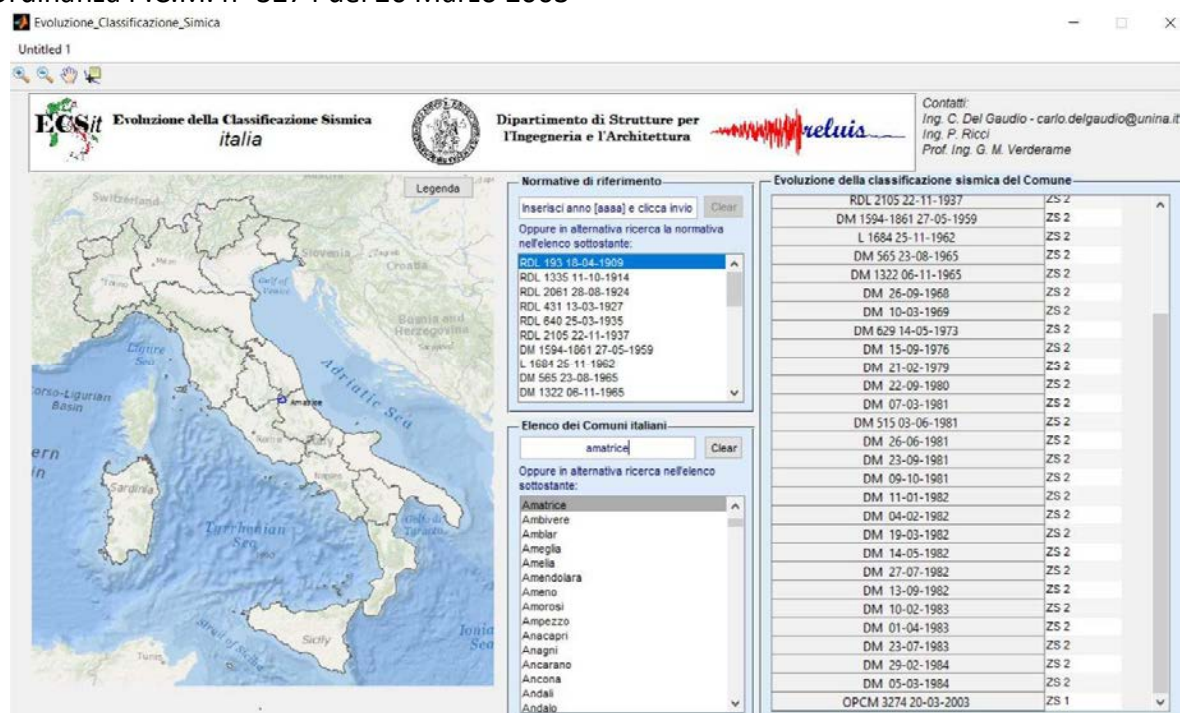
La falda superficiale si pone intorno a 4÷5 m di profondità collegata alle sorgenti (pallini blu) e scorre secondo le linee di flusso identificate dalle frecce rosse, mentre

quella profonda intorno a 20÷30 m di profondità secondo il flusso centrale indicato dalla freccia nera.

La circolazione idrica che da luogo ai dissesti è principalmente quella più superficiale.

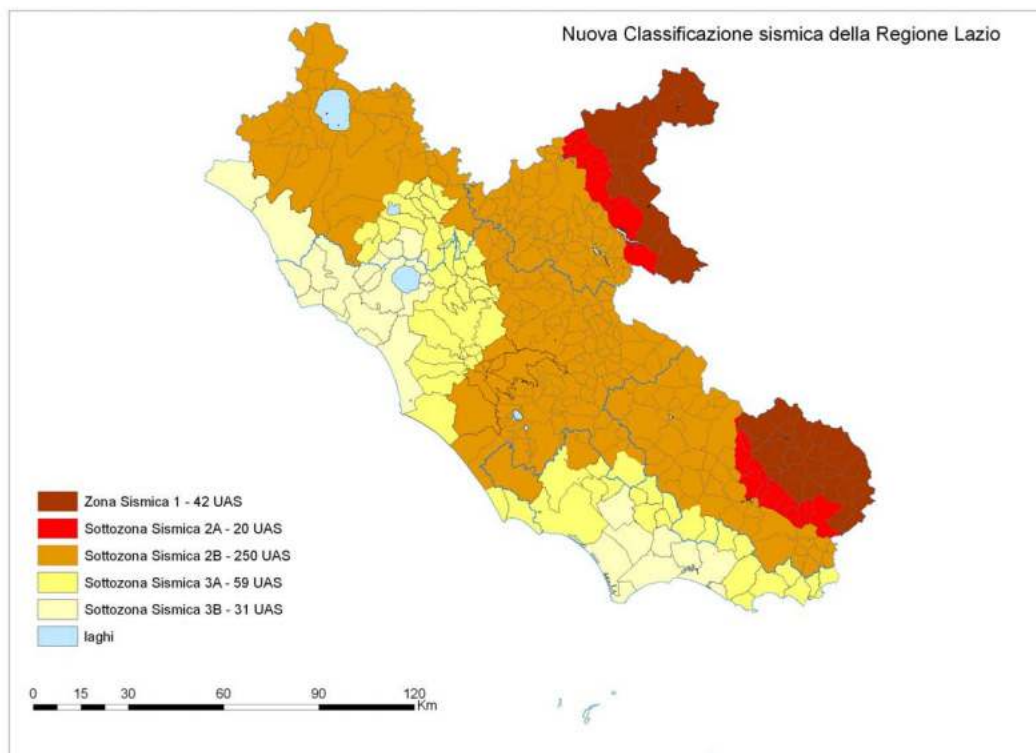
S.1 PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

Il Comune di Amatrice (RI) è classificato sismico già dal 1927 in ZS2 e diviene in ZS1 con l'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 Marzo 2003



e anche nella classificazione regionale in virtù della DGR n. 387 del 22 maggio 2009 “Nuova Classificazione Sismica del territorio della Regione Lazio” rientra in Zona 1 per la quale è prevista una accelerazione orizzontale massima di 0,278g ($a_{max} = 0,278g$).

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$



Il paese di Cornelle di Sotto, sebbene il Comune di Amatrice sia stato interessato dagli studi di Microzonazione sismica di terzo livello, rimane al di fuori di indagini specifiche di MS3 e pertanto i valori sismici presi a riferimento si basano sulle indagini di dettaglio realizzate il loco.

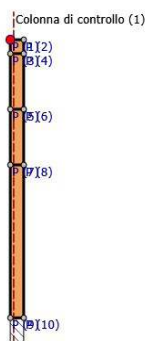
Si procede quindi alla valutazione dell'accelerazione al suolo con un'analisi sismica di terzo livello in SLV facendo riferimento alla DH del Carotaggio 1 e ponendo la condizione monodimensionale per la stratificazione suborizzontale degli orizzonti ricostruiti e per la blanda pendenza del versante nella zona di interesse.

Per l'analisi di risposta sismica locale RSL, sono stati ricercati i dati necessari sia con le analisi sismiche in sito sia ricercando i sette sismi di riferimento per SLV da Rexel3.5² dell'Università di Napoli.

La sismostratigrafia può essere così riassunta:

² © Iunio Iervolino, Carmine Galasso and Eugenio Chioccarelli 2008-2013

Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy



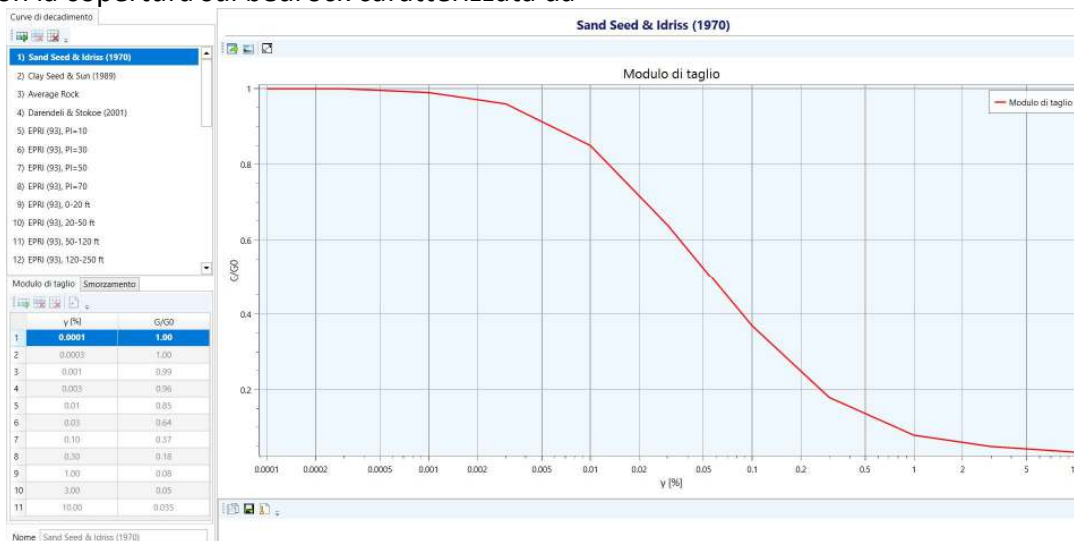
Stratigrafia di progetto.

seguito i riporta la tabella contenente le caratteristiche meccaniche dei singoli strati:

Strato	Descrizione	S [m]	ρ [Kg/m ³]	Vs [m/s]	γ	Curva decadimento
Strato (1)	Sabbie e limi ghiaiosi	1.00	2200.00	142.00	0.34	Sand Seed & Idriss (1970)
Strato (2)	Sabbie e limi ghiaiosi	4.00	2000.00	252.00	0.21	Sand Seed & Idriss (1970)
Strato (3)	Ghiaie e sabbie limose	4.00	1800.00	586.00	0.20	Sand Seed & Idriss (1970)
Strato (4)	Ghiaie e sabbie limose	11.00	2000.00	618.00	0.28	Sand Seed & Idriss (1970)

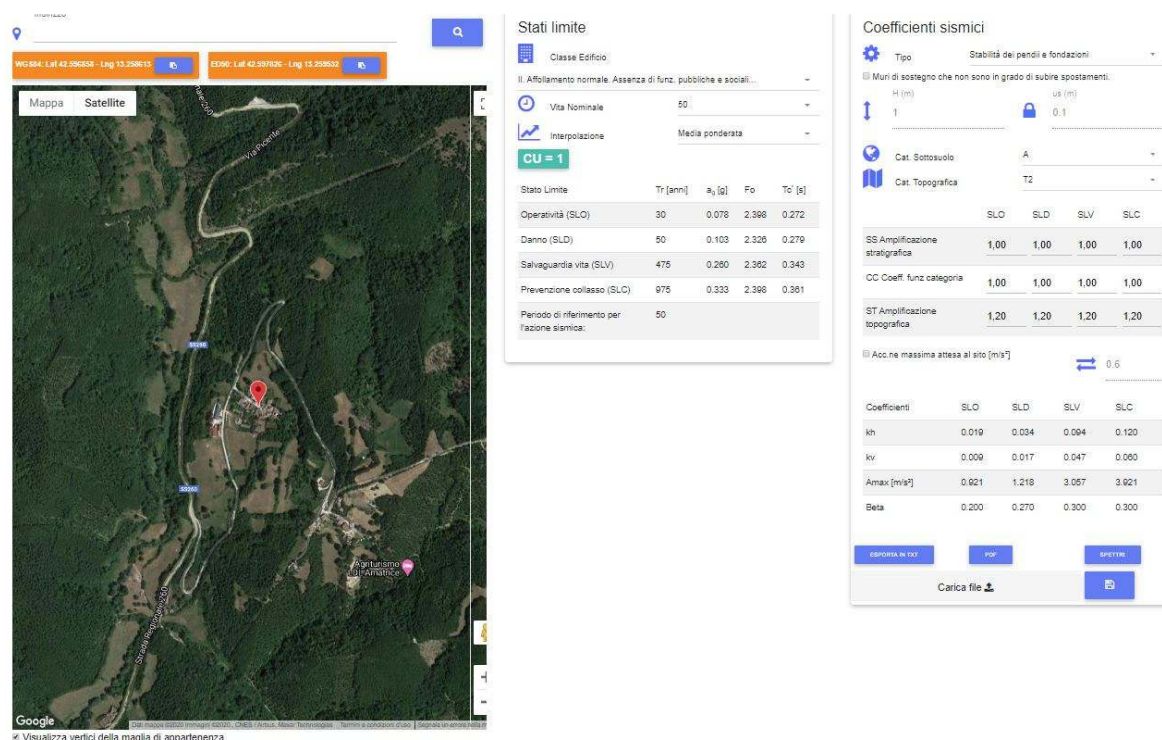
Caratteristiche meccaniche strati.

Con la copertura sul bedrock caratterizzata da





La posizione del sito nella parte bassa del versante permette di individuare un coefficiente di amplificazione topografica tra 1.075 e 1.1 pertanto associare il sito a una **categoria topografica T2** è cautelativo.

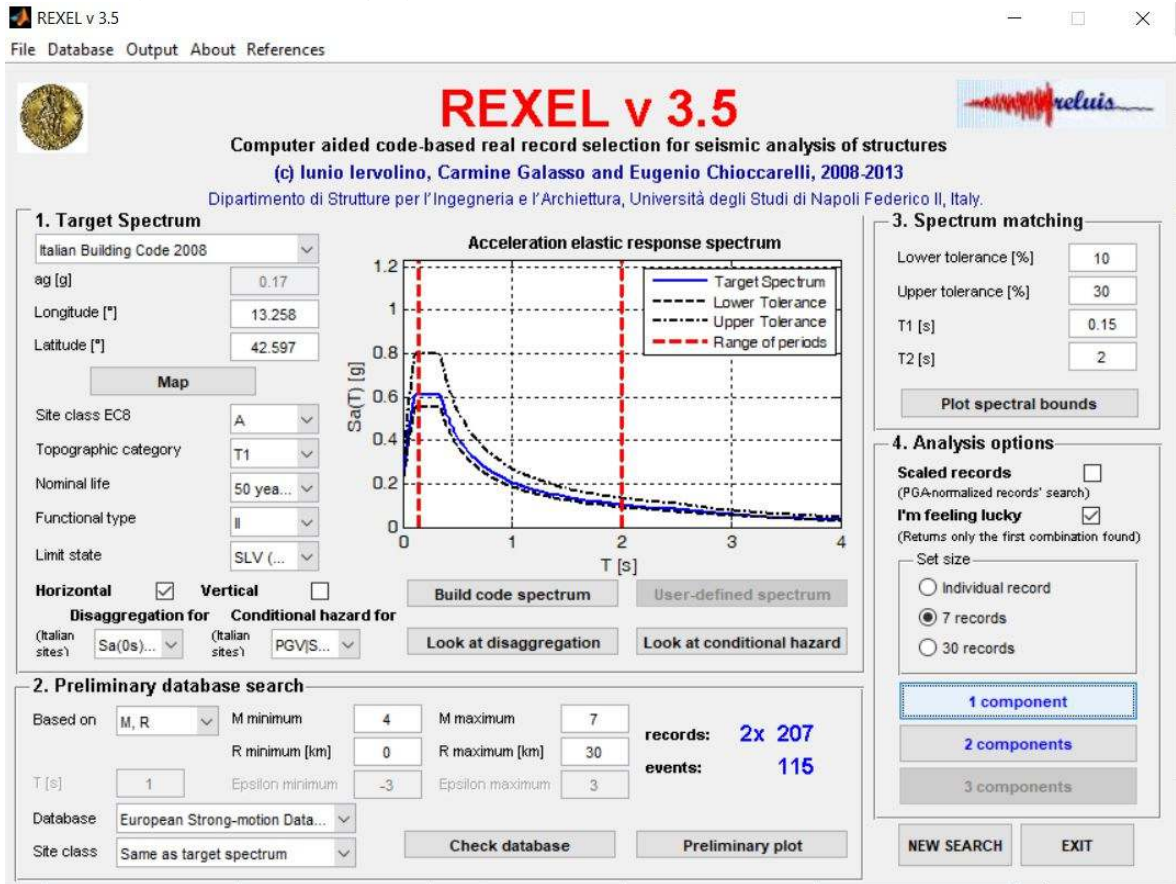


Per gli eventuali strutturali di sistemazione del versante si necessita dell'accelerazione al suolo di sito in SLV il cui metodo di calcolo si riporta di qui seguito

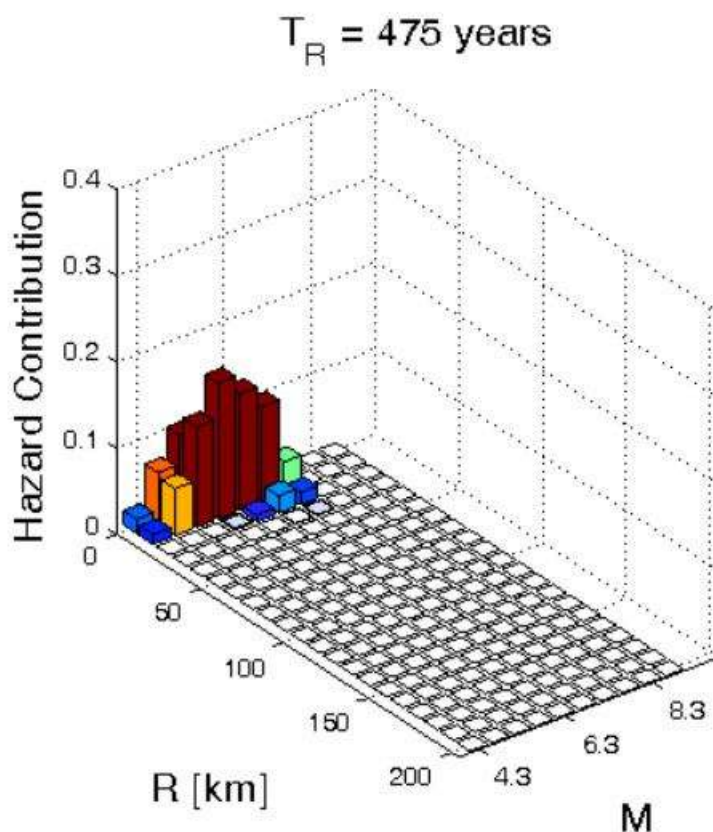
S.2.1 Procedura di calcolo dello spettro sismico S.L.V.

Per ottenere uno spettro di risposta in accelerazione orizzontale elastico sono stati utilizzati sette sismogrammi naturali.

La schermata e la tabella di REXEL-3.5, che si riportano qui sotto, riassumono i parametri presi in considerazione per l'ottenimento degli spettri di riferimento:



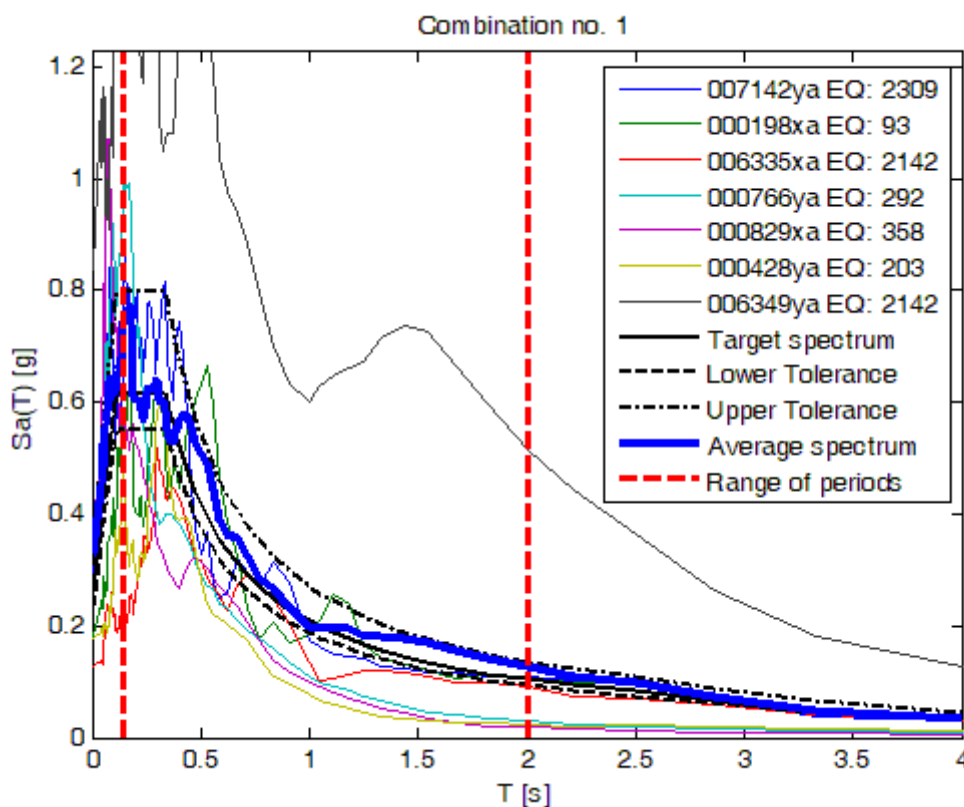
dati di impostazione per la ricerca dei sismi naturali di riferimento per S.L.V. CLASSE USO II



Gli accelerogrammi selezionati attraverso questa operazione dal database REXEL3.5 vengono individuati inequivocabilmente da un numero di serie nella tabella sottostante

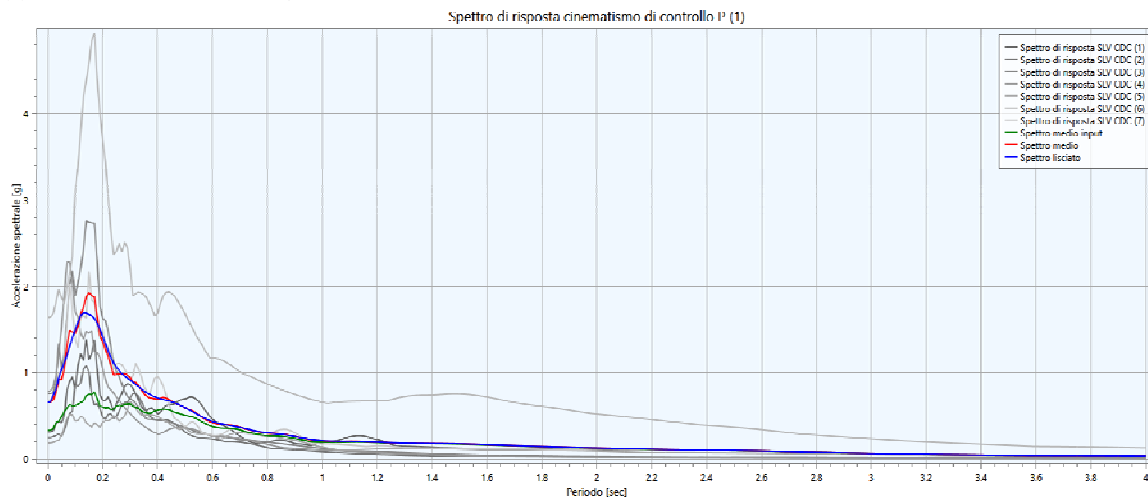
Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	EC8 Site class
7142	2309	ST539	Bingol	01/05/2003	6.3	strike slip	14	A
198	93	ST64	Montenegro	15/04/1979	6.9	thrust	21	A
6335	2142	ST2557	South Iceland (aftershock)	21/06/2000	6.4	strike slip	15	A
766	292	ST266	Umbria Marche (aftershock)	14/10/1997	5.6	normal	12	A
829	358	ST236	Umbria Marche (aftershock)	16/10/1997	4.3	strike slip	1	A
428	203	ST169	Etolia	18/05/1988	5.3	thrust	23	A
6349	2142	ST2558	South Iceland (aftershock)	21/06/2000	6.4	strike slip	5	A
mean:					5.8857		13	

E dai grafici

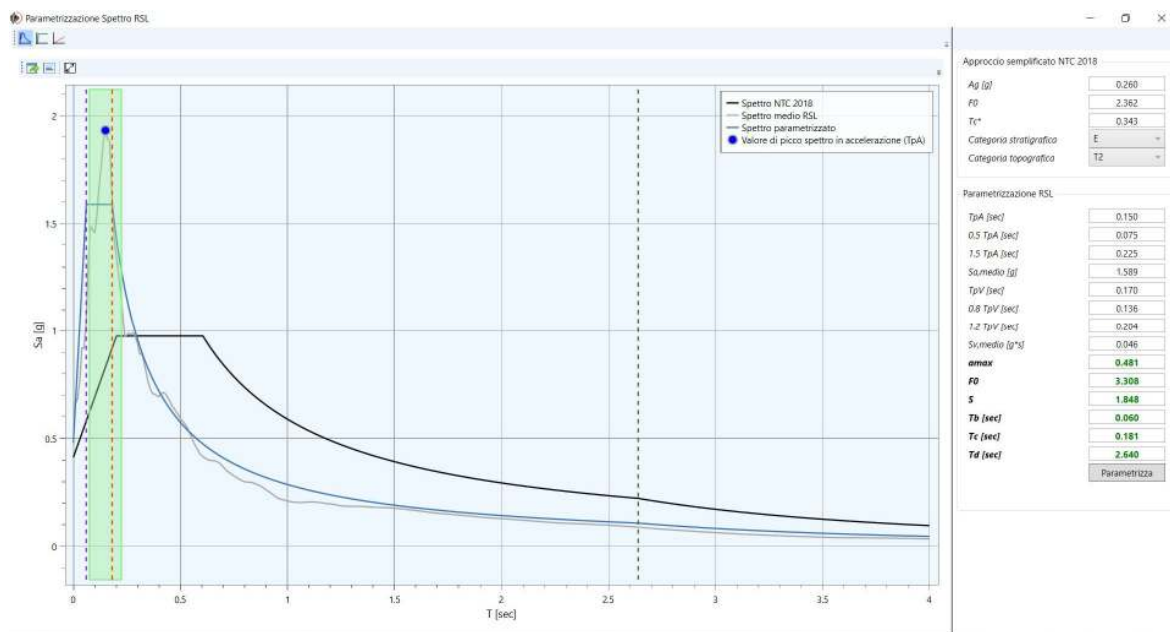


Spettri di risposta di input individuati per S.L.V.475

L'analisi della risposta sismica locale è stata eseguita attraverso l'utilizzo del software LSR della STACEC, tenendo conto del profilo delle ottenuto dall'indagine MASW+HVSr allegata alla presente relazione (vedere appendice), ottenendo i seguenti risultati:



Schermata di confronto tra i valori di input in verde (su roccia) e quelli di output in rosso (in sito)



Schermata di confronto lo spettro parametrizzato di sito (in azzurro) e lo spettro di suolo sismico semplificato di tipo B (in nero)

Il grafico di sito può essere riassunto dai seguenti parametri

Cornelle di Sotto Amatrice 475y

Punto di controllo	$A_y [g]$	$F0$	S	$A_{max} [g]$	$T_b [sec]$	$T_c [sec]$	$T_d [sec]$
P (1)	0.260	3.308	1.848	0.481	0.060	0.181	2.640

Studio dal quale risulta una accelerazione al suolo di 0.481 maggiore dello 0.412 di un solo semplificato E-T2 ricavabile dal tabulato qui di seguito

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 42,597826
longitudine: 13,259532
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 25415	Lat: 42,5846	Lon: 13,2185	Distanza: 3666,658
Sito 2	ID: 25416	Lat: 42,5848	Lon: 13,2864	Distanza: 2636,677
Sito 3	ID: 25194	Lat: 42,6348	Lon: 13,2862	Distanza: 4652,006
Sito 4	ID: 25193	Lat: 42,6346	Lon: 13,2183	Distanza: 5302,204

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):
 Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,078 g
 Fo: 2,398
 Tc*: 0,272 [s]

Danno (SLD):
 Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,103 g
 Fo: 2,326
 Tc*: 0,279 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
 Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,260 g
 Fo: 2,362
 Tc*: 0,343 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
 Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,333 g
 Fo: 2,398
 Tc*: 0,361 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:
 Ss: 1,600
 Cc: 1,940
 St: 1,200
 Kh: 0,030
 Kv: 0,015
 Amax: 1,474
 Beta: 0,200

SLD:
 Ss: 1,600
 Cc: 1,920
 St: 1,200
 Kh: 0,048
 Kv: 0,024
 Amax: 1,949
 Beta: 0,240

SLV:
 Ss: 1,320
 Cc: 1,770
 St: 1,200
 Kh: 0,115
 Kv: 0,058
 Amax: 4,035

Beta:	0,280
SLC:	
Ss:	1,120
Cc:	1,730
St:	1,200
Kh:	0,125
Kv:	0,063
Amax:	4,391
Beta:	0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

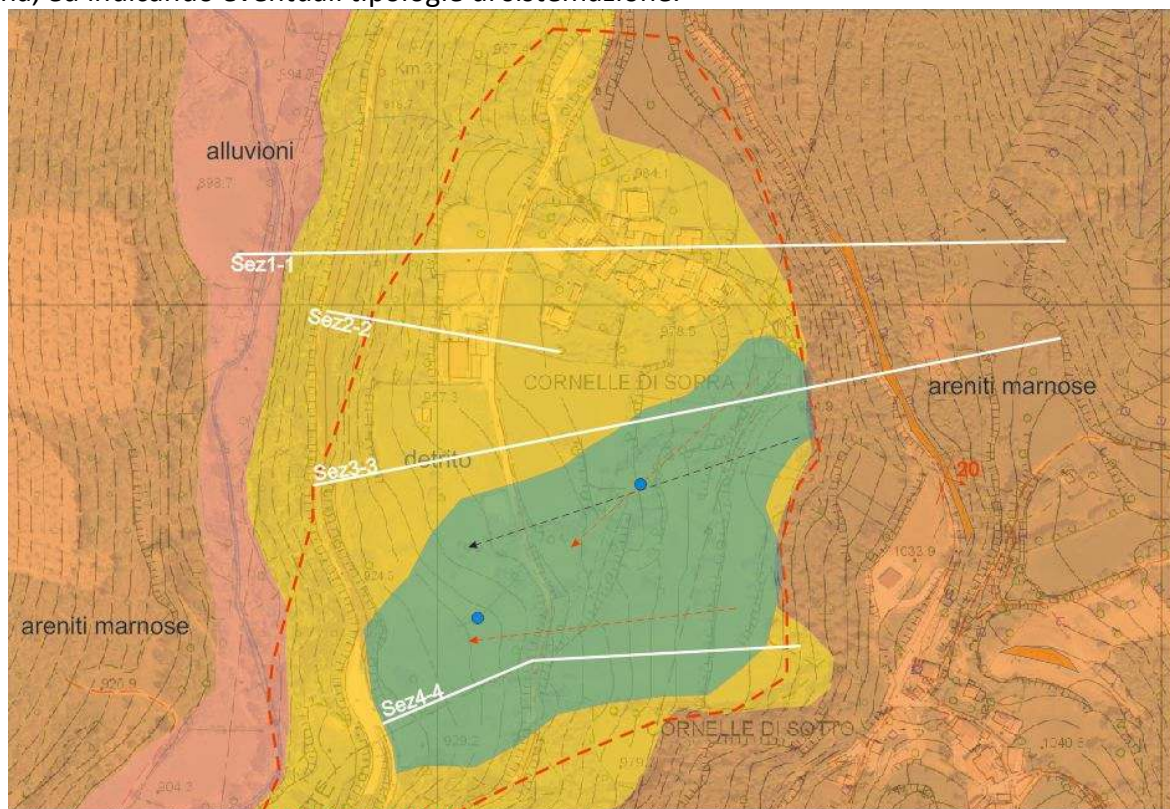
Coordinate WGS84

latitudine: 42.596858

longitudine: 13.258613

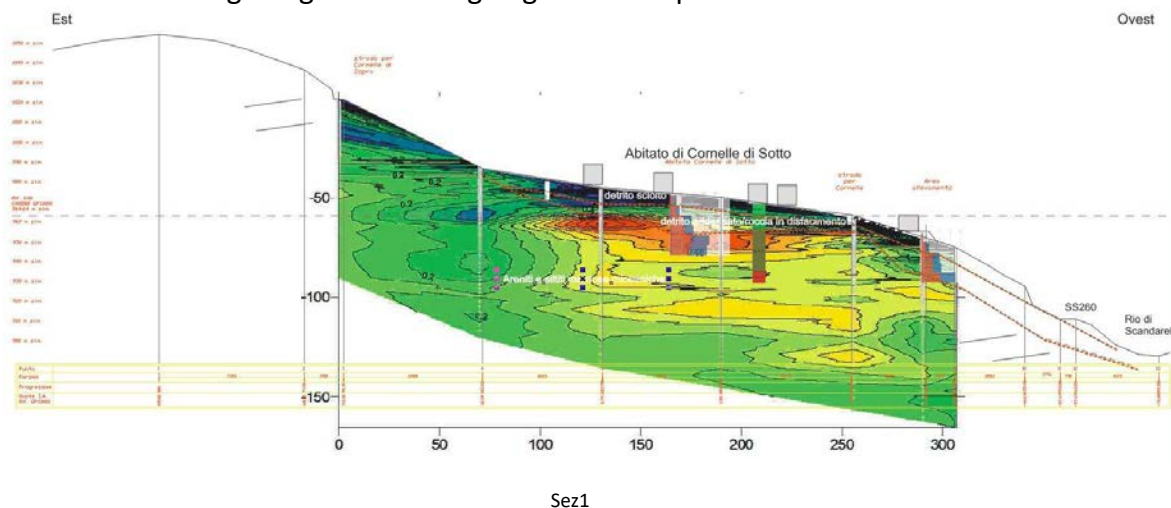
RELAZIONE DI INDAGINE DI DETTAGLIO

Siccome l'area della scheda è piuttosto ampia, in questa fase preliminare, senza entrare nel dettaglio geotecnico delle varie opere che vorranno essere eseguite, si forniscono delle sezioni significative definendo quelle che sono le criticità di ogni singola zona, ed indicando eventuali tipologie di sistemazione.

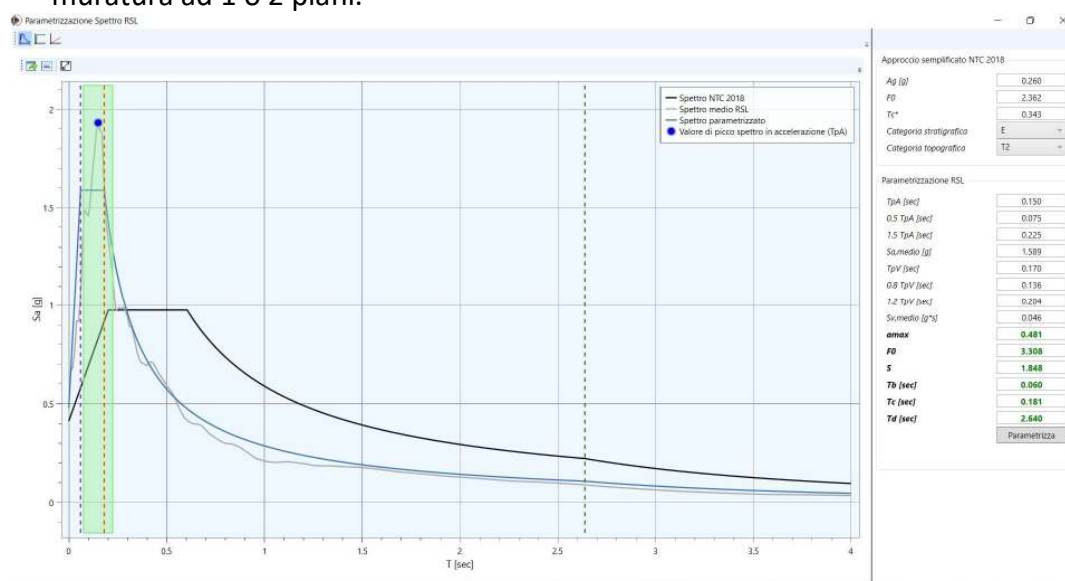


ZONA SEZ1 E SEZ2

In quest'area dalla scheda sono state individuate criticità prevalentemente ai lati del paese, mentre in corrispondenza del nucleo urbano di Cornelle di Sotto la situazione non presenta condizioni geologiche ed idrogeologiche sulle quali intervenire.



- 1) La condizione più a rischio nel paese è l'amplificazione sismica di sito riscontrata, ma questa seppur da segnalare non è di interesse per questo lavoro in quanto non mirato alla ricostruzione degli edifici. In ogni caso si fa presente che in caso di ricostruzione degli edifici l'amplificazione dello spettro di sito è tale da sottoporre ad una forte accelerazione tutti quegli edifici con frequenza di vibrazione al di sotto di 0.3Hz (T=3.3 sec) che sono la maggior parte degli edifici in muratura ad 1 o 2 piani.



Tale valutazione di calcolo spiegherebbe così, il perché della pressoché totale distruzione di Cornelle di Sotto nell'evento sismico 2016, ove gli edifici sono

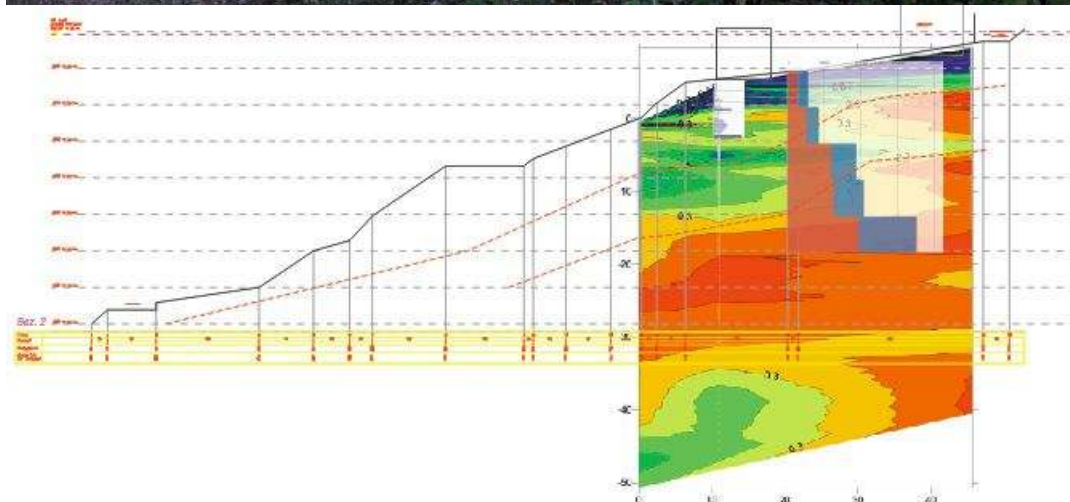
probabilmente anche andati in doppia risonanza, continuando a vibrare anche dopo che l'onda sismica si era allontanata.



- 2) Per la sistemazione d'insieme invece è stato evidenziato come vi siano delle acque di ruscellamento che dalla strada che conduce a Cornelle di sopra scorre repentinamente lungo il bosco acclive per poi impregnare il terreno agricolo a monte del paese. In questa zona si ritiene opportuno realizzare un fosso di guardia che funga sia da canaletta sia da drenaggio agrario superficiale, posto al limite del bosco e convogliato verso a Nord verso un compluvio esistente.



- 3) Una zona di potenziale dissesto da sistemare è invece la scarpata a valle della strada, che oltre ad avere una significativa acclività ha anche un terreno superficiale per 5÷10m piuttosto sciolto. Essa qualora volesse essere ripristinata la piena funzionalità dell'azienda agricola che ha i suoi capannoni proprio tra la strada e la scarpata, dovrà essere sostenuta in quanto se imbibito lo spessore superficiale può essere instabile, non garantendo la durabilità della funzionalità degli edifici costruiti in prossimità. Tale intervento potrà essere una berlinese tirantata, preferibilmente ancorata sulla rocca compatta intorno a 20 m di profondità (si allega la sez 2 come dettaglio di questo inquadramento)

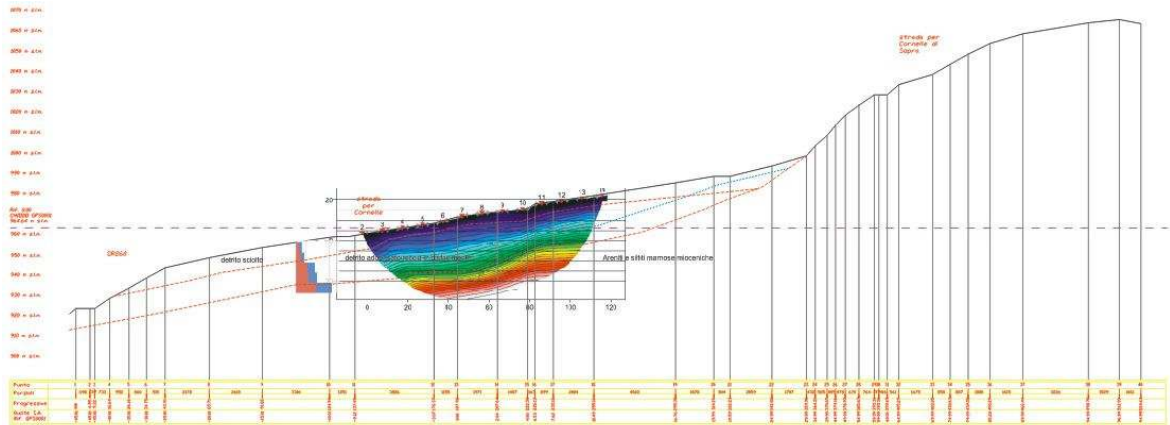


Sez2

ZONA Sez3

Nella zona centrale identificata dalla sezione 3 si ha un uso agricolo del territorio e la particolarità di un solco di erosione centrale alla zona di frana indicata in MS1 e nella scheda.

Partendo dallo studio di questo solco che vede pareti acclivi su detrito, alveo stretto e presenta di sorgenti sotto una certa quota, si sono posizionate in questa fase: una indagine geolettica, una sismica e una elettromagnetica atte a ricercare il substrato roccioso e la zona di alimentazione delle sorgenti nel solco.



1) Viene individuato un livello acquifero con il tetto della falda intorno a 4÷5 m di profondità e di altrettanto spessore, probabilmente alimentato perennemente da fratture della roccia alla base della scarpata del monte. Condizione che in un remoto passato potrebbe anche aver provocato tutto l'accumulo di detrito della frana individuata, provocando lo scalzamento al piede del versante sovrastante. Questa circolazione idrica è alla base dell'erosione da ruscellamento



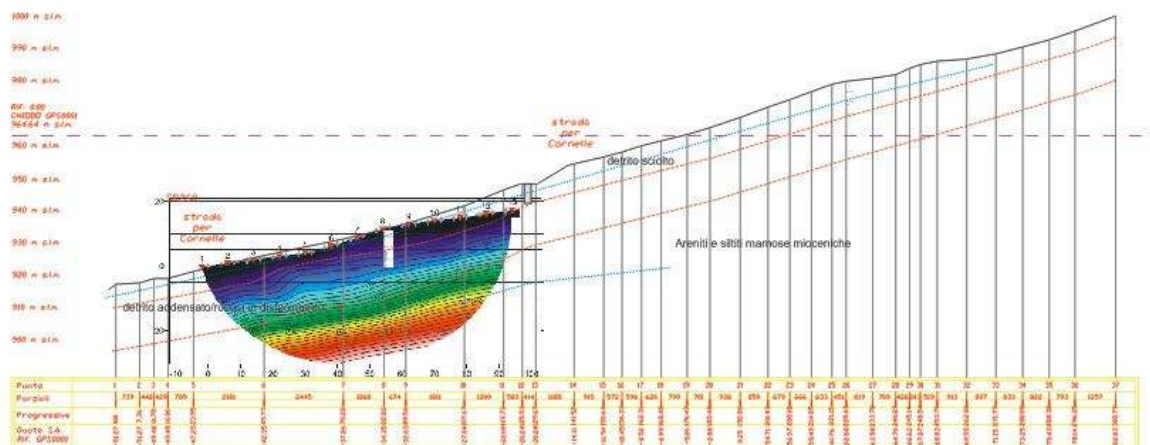
che stagionalmente provoca anche problematiche alla strada per Cornelle di Sotto e al campo sottostante. Si propone pertanto di realizzare dei pozzi drenati alla base del versante boscato, nei pressi della strada vicinale e poi convogliare le acque regimando il solco, fino alla chiavica sulla SP226 che è collegata al Rio di Scandarello, idoneo Recettore. Tale convogliamento potrà essere fatto in parte a cielo aperto ed in parte intubato a seconda dell'uso del suolo.

I pozzi drenanti tendono a regolare il flusso diminuendo i massimi stagionali che sono alla base dei fenomeni di soliflusso e smottamento. Per individuare la

posizione precisa delle perforazioni andranno realizzati dei carotaggi esplorativi o delle penetrometrie provviste di freatimetro.

ZONA SEZ4

La zona sud della frana in studio presenta una morfologia ondulata con ampie scarpate in cui è possibile anche una aratura meccanizzata e condizioni di periodica saturazione o forte imbibimento.



Queste particolarità morfologiche sono spesso proprie di un terreno non perfettamente stabile dove il periodico imbibimento provoca situazioni di soliflusso che dà queste forme ondulate al paesaggio e tende a piegare gli alberi che presentano un tronco arcuato.



- 1) La presenza di una circolazione idrica piuttosto superficiale (intorno a 4 m) è stata individuata con la DPSH4 e con le sorgenti nei pressi dell'attiguo solco e tale falda può essere ritenuta responsabile delle instabilità. Si ritiene pertanto utile a tenere basso il livello di questa falda la realizzazione di una batteria di canne drenanti nei pressi della strada comunale che dalla SP226 sale a Cornelle di Sotto, proprio il corrispondenza della zona della Sez4

- 2) Un'altra particolarità di questa zona è quella di essere alla base di una concavità nel versante sovrastante che fa confluire le acque piovane di Cornelle di Sopra verso la vallata del Rio di Scandarello, contribuendo anch'esse al periodico imbibimento del suolo.



Si ritiene pertanto utile regimare queste acque di ruscellamento attraverso la realizzazione di un fosso di guardia lungo le curve di livello in alto, al limite tra la scarpata ed il campo coltivato. Le acque raccolte potranno essere portate al recettore attraverso un solco al margine del bosco a Sud e quindi ad una chiavica con tubazione fino al SP226.

CONCLUSIONI

Con questo si ritiene conclusa la consulenza geologica per parte preliminare, nelle fasi successive si valuterà se ci sarà bisogno di implementazioni dei dati in funzione del progetto definitivo e verranno allegati anche i necessari e relativi tabulati di calcolo di verifica

Marzo 2019

il geologo
dott. Ferdinando Francia