



Regione Puglia

Comune di Deliceto



P.O.R. Puglia 2014/2020 - Asse V - Azione 5.1

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA

PROGETTO ESECUTIVO

A.T.P:



VIA Ingegneria srl
(Capogruppo Mandataria)

Via Flaminia, 999
00189 Roma

Progettista:
Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli

Ing. Giovanni Pulli
(Mandante)

Maurizio Lanzini
(Geologo)

ELABORATI GENERALI

Titolo Elaborato:

RELAZIONI Relazione geologica e geotecnica

Tavola:	PE-GE00-RE05-GEO-A			Scala:	-
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	26/03/2018	PRIMA EMISSIONE	MAFFEI	MAFFEI	NICCHIARELLI

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

I N D I C E

1	INTRODUZIONE	3
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	INQUADRAMENTO GENERALE	3
1.3	ASPETTI GEOTECNICI	5
2	INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO	6
2.1	LOCALIZZAZIONE, GEOMORFOLOGIA	6
2.2	GEOLOGIA	9
2.3	IDROGEOLOGIA	10
3	INDAGINE GEOGNOSTICA	11
3.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	11
3.2	INDAGINE GEOFISICA	12
4	STRATIGRAFIA	13
4.1	RIPORTI.....	13
4.2	DETRITI DI VERSANTE - COLLUVI.....	13
4.3	ARGILLE E SABBIE DEL VALLONE MERIDIANO (BVNb)	14
4.3.1	<i>Limi argillosi grigio-giallastri con livelli sabbiosi.....</i>	<i>14</i>
4.3.2	<i>Livelli sabbiosi ed arenacei.....</i>	<i>14</i>
4.3.3	<i>Limi argillosi grigi, marnosi</i>	<i>14</i>
4.4	FLYSCH DI FAETO (FAE).....	15
4.4.1	<i>Flysch calcareo-arenaceo-marnoso</i>	<i>15</i>
5	CARATTERI MORFODINAMICI DEL VERSANTE	22
5.1	AREE DI VICO I FONTANA E VICO IV FONTANELLE	22
5.2	AREA DI VIA S. CRISTOFORO	25
6	CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL VERSANTE	28
7	CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE.....	30
7.1	MODELLI DI INTERPRETAZIONE GEOTECNICA.....	30
7.1.1	<i>Prove di laboratorio</i>	<i>30</i>
7.1.2	<i>Prove penetrometriche dinamiche SPT.....</i>	<i>30</i>
7.1.3	<i>Ammasso flyschoide.....</i>	<i>30</i>
7.2	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	32
7.2.1	<i>Riporti</i>	<i>32</i>
7.2.2	<i>Detriti di versante - colluvi</i>	<i>32</i>
7.2.3	<i>Argille e sabbie del Vallone Meridiano (BVNb)</i>	<i>34</i>
7.2.3.1	<i>Limi argillosi grigio-giallastri con livelli sabbiosi.....</i>	<i>35</i>
7.2.3.2	<i>Livelli sabbiosi ed arenacei</i>	<i>36</i>
7.2.3.3	<i>Limi argillosi grigi, marnosi</i>	<i>37</i>
7.2.4	<i>Flysch DI FAETO (FAE)</i>	<i>39</i>
7.2.4.1	<i>Flysch calcareo-arenaceo-marnoso.....</i>	<i>39</i>
8	SISMICITA'.....	46
8.1	<i>Caratteri macrosismici</i>	<i>46</i>
8.2	<i>Risposta sismica locale</i>	<i>49</i>
8.1.1	<i>Amplificazione Stratigrafica</i>	<i>49</i>
8.1.2	<i>Amplificazione Topografica</i>	<i>51</i>
8.1.3	<i>Liquefazione dei terreni</i>	<i>52</i>

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	<i>Relazione Geologica e Geotecnica</i>	ML

9	PROBLEMATICHE GEOLOGICO-TECNICHE	53
10	BIBLIOGRAFIA.....	54
11	TABULATI E GRAFICI GEOTECNICI.....	55

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

1 INTRODUZIONE

1.1 Oggetto

La presente relazione riguarda il **progetto esecutivo dei “lavori di mitigazione del rischio idrogeologico del centro urbano – Via S. Cristoforo, Via Fontanelle e Vico I Fontana” nel Comune di Deliceto (FG)**.

1.2 Inquadramento generale

L'intervento consiste nella messa in sicurezza di tre zone situate nell'abitato di Deliceto lungo il versante sinistro del torrente Fontana e più precisamente si localizzano in corrispondenza di Via S. Cristoforo, Via Fontanelle e Vico I Fontana.

Secondo la classificazione territorio effettuata dall'Autorità di Bacino della Puglia inerente il P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) l'area è caratterizzata da due livelli di pericolosità geomorfologica: **PG2 (Vico I Fontana e S. Cristoforo)** e **PG3 (via Fontanelle)**.

L'obiettivo principale del progetto è quello di conferire sicurezza al versante in esame e, quindi, ai fabbricati posti a monte dello stesso. In tal senso si concentra la componente centrale delle attività di progetto. Le soluzioni proposte, pertanto, hanno come fine ultimo la mitigazione del rischio idrogeologico e di possibili fenomeni di instabilità del bacino in corrispondenza del torrente Fontana. **La realizzazione degli interventi di progetto è, quindi, finalizzata al declassamento della pericolosità geomorfologica del sito in esame.**

Di seguito si riportano una vista satellitare della zona di intervento, una planimetria della zonizzazione secondo il PAI e una planimetria degli interventi previsti in sede di progetto.



Figura 1.1 Vista satellitare dell'area in esame

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

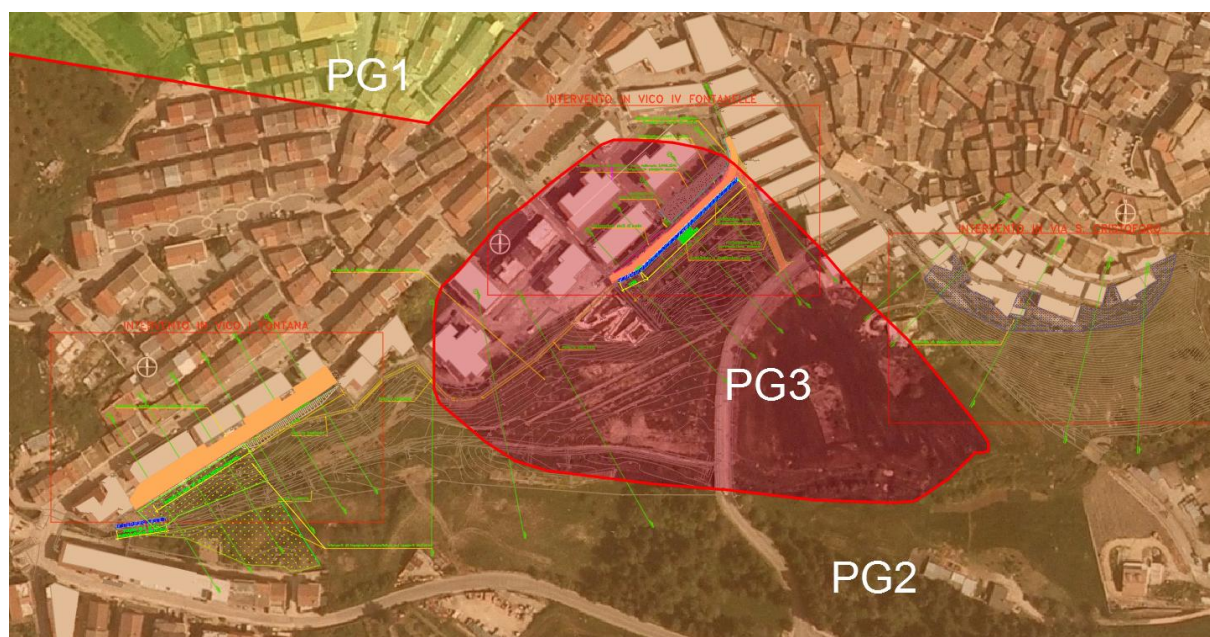


Figura 1.2 Zonizzazione P.A.I

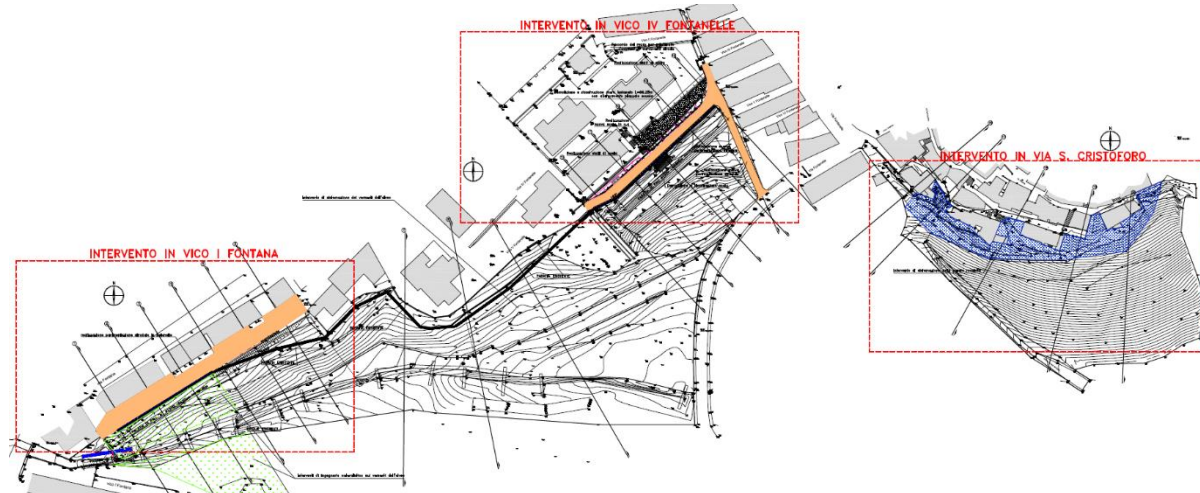


Figura 1.3 Planimetria di progetto

L'area di studio è densamente urbanizzata con realizzazione di vari fabbricati a monte tra cui il complesso delle SCUOLE ELEMENTARI, MATERNE E MENSA SCOLASTICA CON PALESTRA. Questi fabbricati sono stati realizzati ben prima dell'istituzione dell'AdB Puglia che, successivamente, ha perimetrato la stessa area come PG3 (zona a pericolosità da frana molto elevata) e come PG2 (zona a pericolosità da frana elevata).

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

1.3 Aspetti geotecnici

In particolare di seguito sono esaminati gli aspetti geologici, stratigrafici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici.

Il presente rapporto viene sviluppato in base alle indagini geognostiche appositamente eseguite da PM FONDAZIONI SPECIALI ed alle prove di laboratorio eseguite da GEOSVEVA (i cui risultati sono riportati in forma sintetica in allegato).

L'analisi della sismicità generale e locale viene sviluppata con riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e con le modifiche presenti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) emanato il 14/1/2008 e nella Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Il presente rapporto analizza e discute i seguenti argomenti:

- inquadramento idro-geo-morfologico generale dell'area;
- descrizione delle indagini geognostiche e geotecniche eseguite;
- analisi delle caratteristiche litostratigrafiche dell'area;
- analisi delle caratteristiche geotecniche dei terreni;
- problematiche geologiche e geomeccaniche in relazione al progetto

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

2 INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO

Si descrivono qui di seguito i principali aspetti geomorfologici, geologici ed idrogeologici dell'area in esame.

2.1 Localizzazione, geomorfologia

L'area di studio è localizzata nell'ambito dei settori meridionali dell'abitato di Deliceto (FG).



Figura 2.1 Ubicazione area in studio

Più specificatamente si fa riferimento a 3 siti interessati dagli interventi: Vico I Fontana, Vico IV Fontanelle e Via S. Cristoforo:

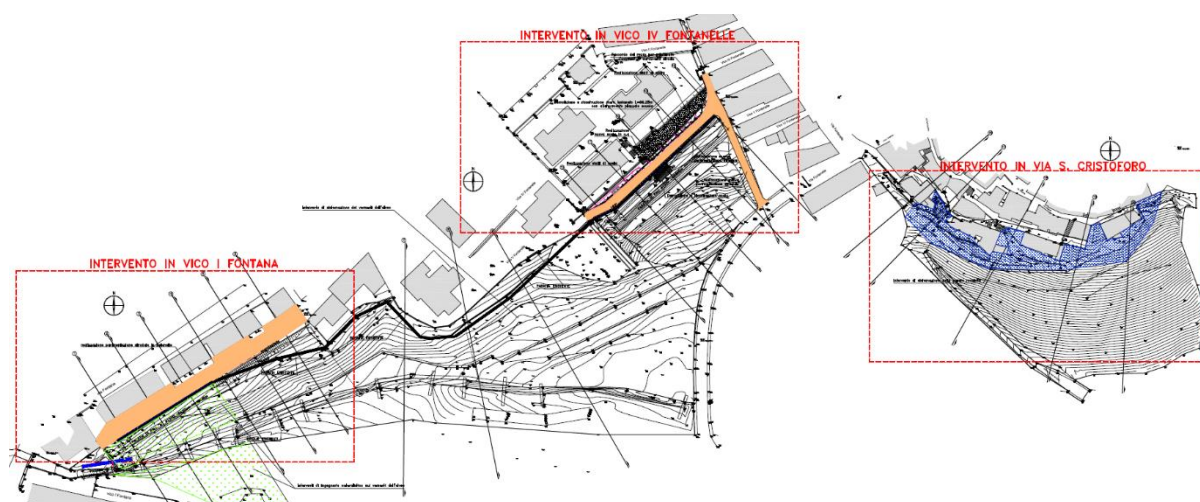


Figura 2.2 Localizzazione degli interventi

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

I tre siti sono localizzati lungo il ciglio di un versante che degrada, in sinistra idrografica, verso il sottostante Torrente Fontana che scorre in direzione nord-est. Dal punto di vista morfologico la sommità dei versanti è a quota intorno a 560-562 m s.l.m. mentre il torrente, nel settore esaminato, degrada da 550 a 520 m s.l.m.; pertanto i versanti presentano altezze variabili intorno a 15-30 m. L'area in esame è stata perimetrata dall' AdB Puglia come PG3 (zona a pericolosità da frana molto elevata) e come PG2 (zona a pericolosità da frana elevata), come mostra la figura seguente.

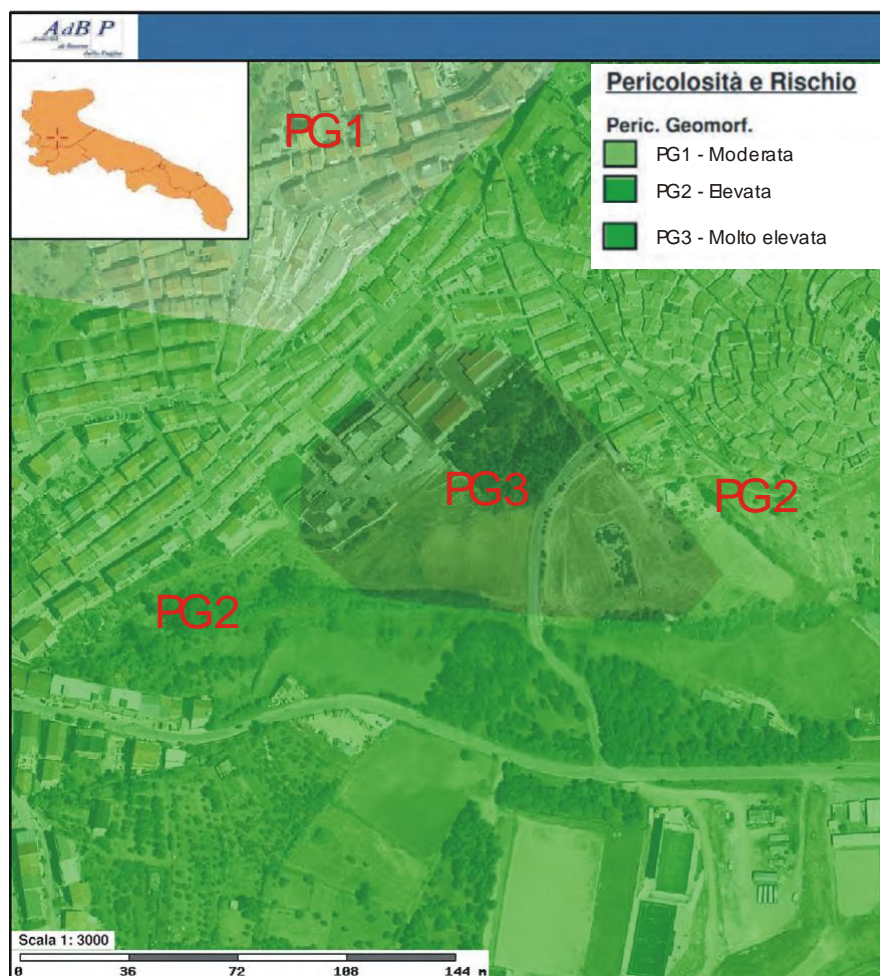


Figura 2.3 Localizzazione dell'area nell'ambito della cartografia PAI (Aut. Bacino della Puglia)

Risulta che le aree di intervento in Via Vico I Fontana e in Via S. Cristoforo sono localizzati in settori a Pericolosità Geomorfologica elevata (PG2), mentre l'area di Vico IV Fontanelle è localizzata in un settore con Pericolosità molto elevata (PG3).

Con riferimento all'Inventario dei fenomeni franosi d'Italia (IFFI, ISPRA) l'area in esame è cartografata con ID 0710010300; ivi le dinamiche morfodinamiche presenti sono definite come "Aree soggette a frane superficiali diffuse" causate da "precipitazioni brevi ed intense, precipitazioni eccezionali prolungate, erosione fluviale base versante" (si veda la figura seguente).

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p>ML</p>

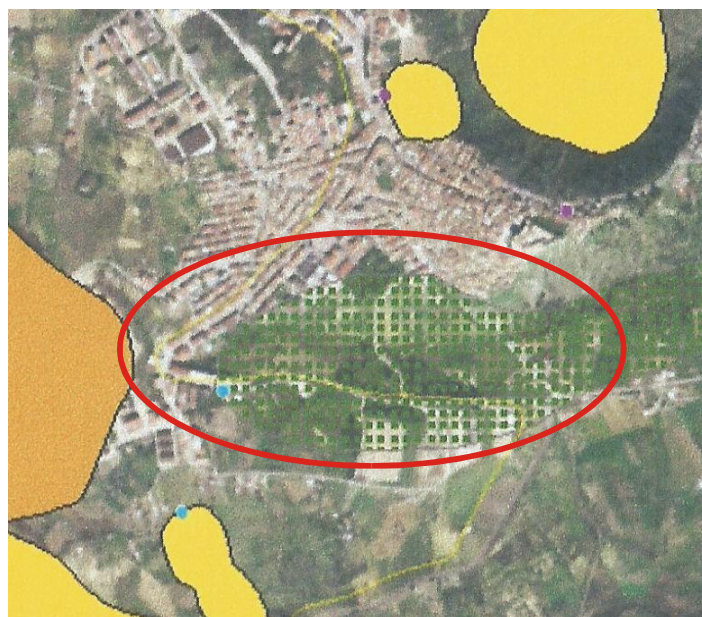


Figura 2.4 Localizzazione dell'area nella cartografia IFFI (Ispra)

Tali caratteri morfodinamici sono confermati dal rilevamento di superficie che evidenzia lungo i versanti morfologie con locali lobi di soliflusso che coinvolgono prevalentemente litologie argillose, con fenomeni gravitativi riferibili prevalentemente a locali smottamenti e colamenti, accentuati in periodi di intensa piovosità.

Si sottolinea che è già esistente una paratia realizzata a seguito di un evento franoso verificatosi nel 1999 (si veda la figura seguente)

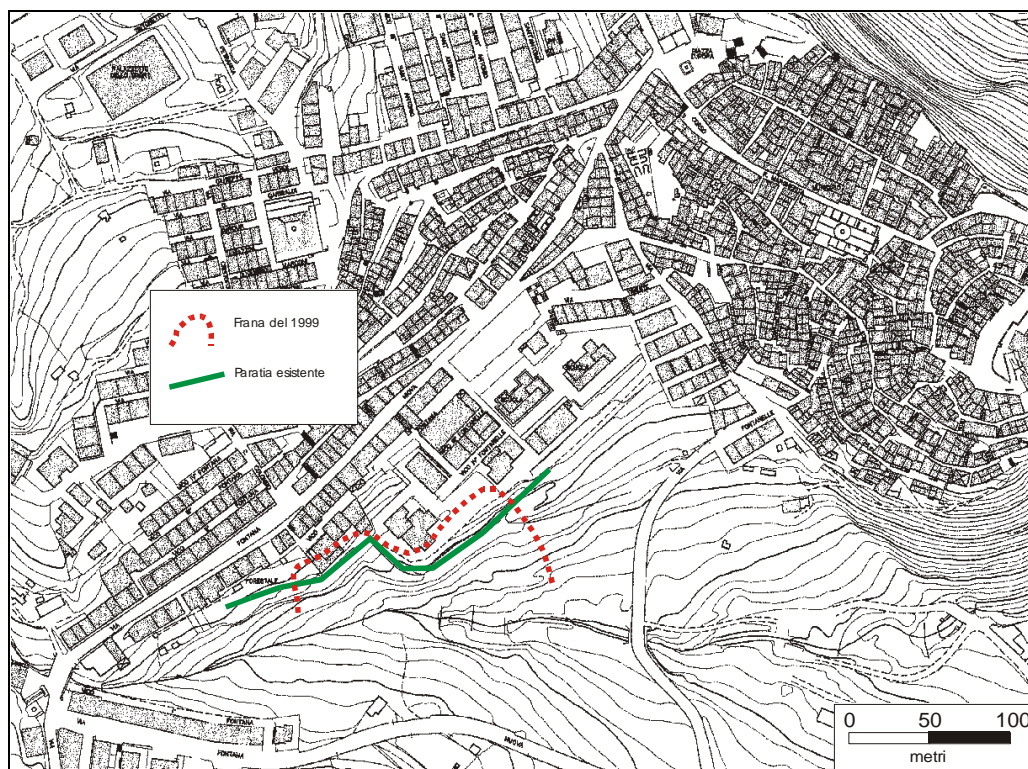


Figura 2.5 Frana del 1999 e paratia esistente

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p>ML</p>

In relazione a tale evento si è esaminata la Relazione Geologica del Dr. Giuseppe Rampino (2000) nella quale si afferma che l'evento franoso si è verificato *“per il riattivarsi in più tratti di una paleofrana di colamento sulla formazione delle argille plioceniche sottostanti. La paleofrana termina nel sottostante torrente Fontana, il quale con la sua erosione al piede contribuisce al dissesto”*

L'analisi dei caratteri morfodinamici del versante è descritto più avanti.

2.2 Geologia

Dal punto di vista geologico l'area è localizzata ad est del margine orientale della catena appenninica ove tale geostruttura, tettonicamente con vergenza orientale, è localmente coperta da depositi di età pliocenica afferenti a depositi marini intrappenninici. In particolare l'abitato di Deliceto è localizzato in corrispondenza di un rilievo in cui affiorano, in contatto tettonico, depositi appartenenti al Sintema Bovino (Pliocene medio) e depositi dell'unità tettonica della Daunia riferiti alla struttura appenninica (Cretaceo-Tortoniano). In particolare i depositi pliocenici sono costituiti dalle Argille e Sabbie del Vallone Meridiano (BVNb), mentre i depositi flyschoidi, caratterizzati da alternanze di calcareniti, e marne, sono riferiti al Flysch di Faeto (FAE). Il Flysch di Faeto è a sua volta sovra scorso sulla formazione delle Arenarie di Deliceto (DEL) di età tortoniana-messiniana. Nella figura seguente si mostra uno stralcio della Carta Geologica.

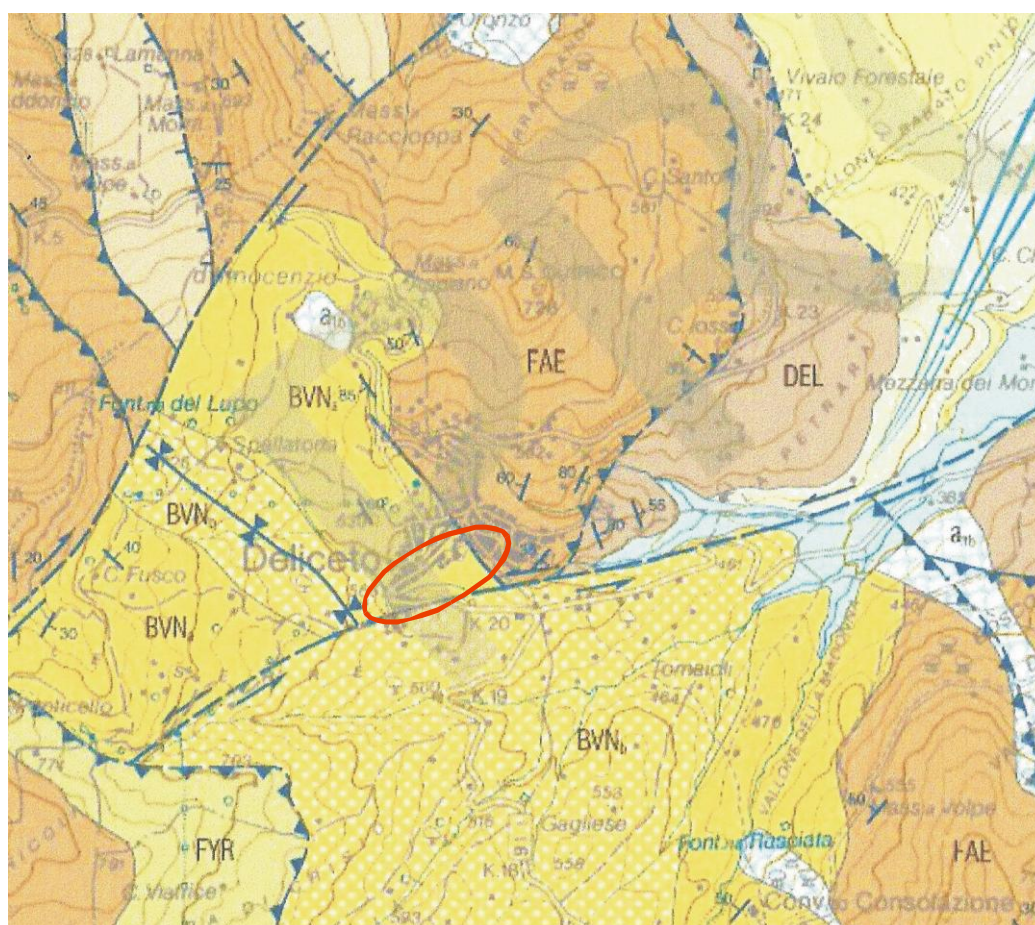


Figura 2.6 Inquadramento geologico generale (Ispra, scala 1:50000)

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

Con riferimento ad una generica sezione sud ovest-nord est, che attraversa le 3 aree in esame, la figura seguente mostra i rapporti geologico-strutturali del settore con particolare riferimento alle formazioni delle Argille e Sabbie del Vallone Meridiano (BVNb) e del contatto tettonico con i depositi del Flysch di Faeto (FAE), quest'ultimo sovrascorso sulle formazioni delle Arenarie di Deliceto (DEL).

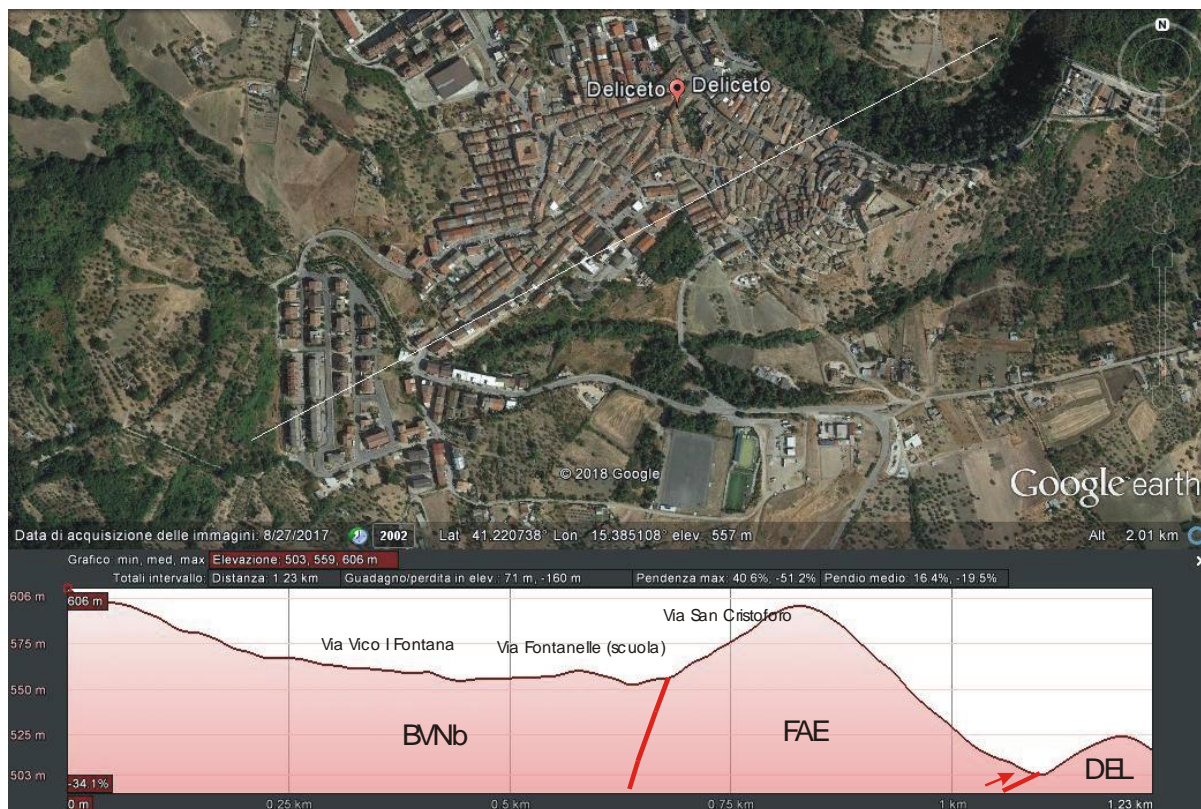


Figura 2.7 Sezione sud ovest-nord est attraverso i 3 siti in esame (Google Earth)

In particolare si individua che i siti di Vico I Fontana e Vico IV Fontanelle sono interessati dai depositi argilloso-marnosi pliocenici, mentre il sito di Via S. Cristoforo è localizzato nell'ambito dei depositi flyschoidi.

2.3 Idrogeologia

La presenza di terreni a matrice argillosa, tendenzialmente impermeabili, determina una prevalenza di scorrimento delle acque meteoriche lungo i versanti in corrispondenza dei depositi detritici-colluviali, con conseguenti fenomeni di erosione superficiale, soliflussi e di locali frane rotazionali causati da imbibizione delle coltri superficiali. Si sottolineano anche fenomeni di erosione al piede del versante da parte del Torrente Fontana, sempre in condizione meteorologiche critiche. Le caratteristiche idrogeologiche dell'area in relazione alle dinamiche geomorfiche saranno descritte più avanti.

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

3 INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica-geotecnica è consistita nella esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo ed indagini geofisiche, distribuiti nei 3 siti di interesse.

3.1 Sondaggi geognostici

L'indagine geognostica si è sviluppata con l'esecuzione di n. 4 sondaggi a rotazione ed a carotaggio continuo, prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di penetrometrie dinamiche SPT in foro. La tabella seguente riassume le quantità relative alla suddetta indagine geognostica.

SONDAGGIO n.	PROF. (m)	CAMPIONI IND. n.	SPT n.	PIEZOM.	INCL.
1	25	2	4	-	X
2	25	2	4	X	-
3	20	2	4	-	X
4	15	-	-	-	-

I sondaggi S1, S2, e S4 sono stati eseguiti rispettivamente in corrispondenza dei siti di Vico IV Fontanelle, Vico I Fontana e di Via S. Cristoforo; il sondaggio S3 è stato eseguito in un settore al piede del versante in prossimità del Torrente Fontana. Viste le problematiche di stabilità morfologica, nei sondaggi S1 e S3 sono stati installati due inclinometri, mentre nel sondaggio S2 è stato installato un piezometro a Tubo Aperto. Gli inclinometri saranno soggetti a misure scaglionate nel corso della realizzazione delle opere di mitigazione in progetto e per un congruo periodo successivo di monitoraggio. I carotaggi sono stati raccolti in cassette catalogatrici ed opportunamente fotografate. Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati n. 6 campioni indisturbati per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio, come da tabella seguente:

SONDAGGIO n.	CAMPIONI IND. n.	PROF, (m da p.c.)
1	1	3,00-3,50
1	2	14,00-14,50
2	1	6,00-6,50
2	2	14,00-14,50
3	1	6,50-7,00
3	2	12,00-12,50

Nel sondaggio S4 non sono stati prelevati campioni indisturbati dato l'assetto flyschoide semilapideo e fratturato della formazione; l'analisi della formazione flyschoide è sviluppata con un rilievo geomeccanico (vedi oltre). I suddetti campioni sono stati sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

SOND/CAMP	PROFONDITA' m. da p.c.	PROVE DI LABORATORIO
1/1	3,00-3,50	Peso di volume, peso specifico, Limiti Atterberg, Granulometria, Taglio Diretto, TriaxUU
1/2	14,00-14,50	Peso di volume, peso specifico, Limiti Atterberg, Granulometria, Taglio Diretto, TriaxUU
2/1	6,00-6,50	Peso di volume, peso specifico, Limiti Atterberg,

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

		Granulometria, Taglio Diretto
2/2	14,00-14,50	Peso di volume, peso specifico, Limiti Atterberg, Granulometria, Taglio Diretto, TriaxUU
3/1	6,50-7,00	Peso di volume, peso specifico, Limiti Atterberg, Granulometria, Taglio Diretto, TriaxUU
3/2	12,00-12,50	Peso di volume, peso specifico, Limiti Atterberg, Granulometria, Taglio Diretto, TriaxUU

3.2 Indagine geofisica

Inoltre per eseguire valutazioni circa il parametro Vs30 si sono eseguite 3 prove sismiche tipo MASW in corrispondenza dei sondaggi S1, S2, S4. Le stratigrafie delle indagini geognostiche ed i certificati delle prove di laboratorio, eseguite da PM Fondazioni Speciali e da Geosveva, sono allegate in volumi a parte. La figura seguente mostra l'ubicazione delle indagini geognostiche.

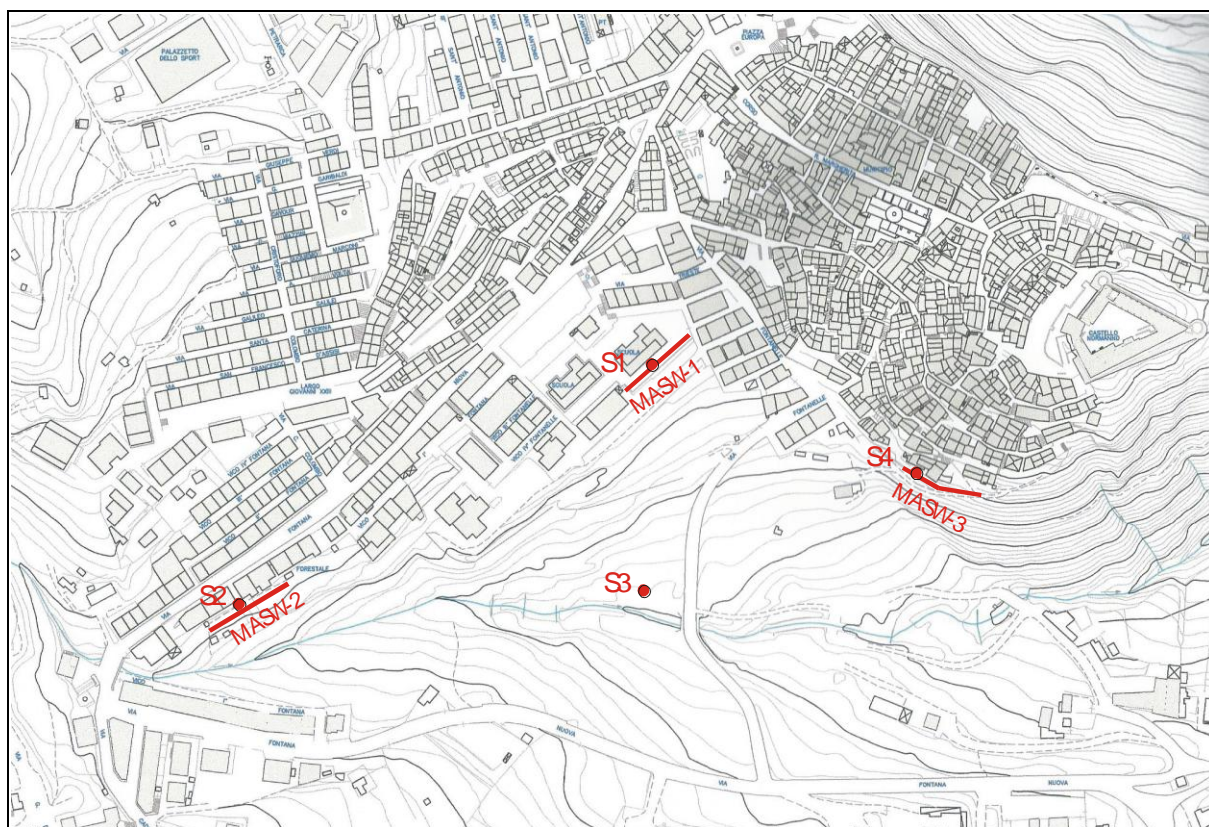


Figura 3.1 ubicazione indagini geognostiche

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

4 STRATIGRAFIA

Si descrivono qui di seguito le unità litostratigrafiche individuate dalle indagini geognostiche eseguite, dall'alto verso il basso.

4.1 Riporti

In corrispondenza del sondaggio S2 (Vico I Fontana), si è evidenziata la presenza di terreni di riporto dello spessore di circa 2,5 m; tale presenza è evidente dalla figura seguente in cui emerge che tale riporti sono stati messi in posto al fine di allargare la suddetta via che risulta non asfaltata.



Figura 4.1 Visuale dei riporti antropici poco a valle di Vico I Fontana

Questi riporti sono costituiti da una matrice essenzialmente limo-argillosa. Nei rimanenti sondaggi (S1, S3, S4) non si è evidenziata la presenza di spessori significativi riporti antropici.

4.2 Detriti di versante - colluvi

Trattasi di depositi eluvio-colluviali legati alle dinamiche di versante, costituiti da una prevalenza della frazione limo-argillosa. Questa unità è stata intercettata, con spessori intorno a 3,5 m, in corrispondenza di Vico I Fontana (S2) e con spessori intorno a 7 m nel sondaggio S3 eseguito al piede del versante in prossimità del Torrente Fontana. Nel sondaggio S1 non si sono evidenziati coltri detritiche di versante, ma ciò potrebbe essere dovuto al fatto che il sondaggio è stato eseguito poco a monte di Vico IV Fontanelle ed all'interno del piazzale della scuola; si evidenzia comunque che a valle della strada di Vico IV Fontanelle siano presenti terrazzamenti ed alberature che fanno presumere la presenza di coltri detritiche di versante che hanno subito interventi di sistemazione morfologica (si veda la figura seguente)

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML



Figura 4.2 Visuale di terrazzamenti a valle di Vico IV Fontanelle

4.3 Argille e sabbie del vallone Meridiano (BVNb)

Questa formazione è riferita al substrato generale pliocenico delle Argille e Sabbie del Vallone Meridiano (BVNb) ed è stata carotata nei sondaggi S1, S2, S3. L'analisi delle stratigrafie ha permesso di individuare una facies superiore caratterizzata da limi-argillosi con livelli sabbiosi-arenacei, di colore grigio-giallastro ed una facies inferiore decisamente marnosa ed a luoghi scagliettata, che vengono di seguito descritte.

4.3.1 Limi argillosi grigio-giallastri con livelli sabbiosi

Trattasi di limi argillosi di colore grigiastro e fiamme giallastre per fenomeni di alterazione ed ossidazione; trattasi del membro superiore più o meno alterato del sottostante substrato marnoso, evidenziando anche una presenza più diffusa di livelli sabbiosi giallastri. Lo spessore è di circa 4-7 metri.

4.3.2 Livelli sabbiosi ed arenacei

All'interno dell'unità limo-argillosa alterata sopra descritta, si sono individuati alcuni livelli più schiettamente sabbiosi-arenacei. Nel sondaggio S2 (Vico I Fontana) si è intercettato, al di sotto della coltre colluviale uno strato di sabbie limose giallastre dello spessore di circa 1,8 m, alla profondità di circa 6 m dal p.c.. Nel sondaggio S1 (Vico IV Fontanelle) si è intercettato uno strato arenaceo dello spessore di circa 1 metro alla profondità di 9 m dal p.c.

4.3.3 Limi argillosi grigi, marnosi

Al di sotto della facies limosa argillosa grigio-giallastra sopra descritta, si individua la presenza, sino alle massime profondità dei sondaggi, di argille marnose e marne siltose grigiastre di elevata consistenza. Sovente tali marne risulta caratterizzate da struttura scagliettata.

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

4.4 Flysch Di Faeto (FAE)

4.4.1 Flysch calcareo-arenaceo-marnoso

Questa formazione, più antica rispetto a quelle sopra descritte, affiora in corrispondenza del settore in Via S. Cristoforo ed è stato carotato dal sondaggio S4. Trattasi di una formazione con assetto lapideo caratterizzata da alternanza di strati calcarenitici, marnosi e livelli arenacei, stratigraficamente sottostante e con contatto tettonico rispetto alla Formazione delle Argille e Sabbie del Vallone Meridiano (BVNb) precedentemente descritte. Il carotaggio ha evidenziato una elevata fatturazione dell'ammasso flyschoidale (vedi documentazione fotografica delle cassette), ma tale risultato appare legato a disturbi del carotaggio stesso, a fronte di diffusi affioramenti con assetto, pur in presenza di discontinuità, sostanzialmente massivo. La figura seguente mostra una visuale da valle del versante sottostante a Via San Cristoforo, con estesi affioramenti della formazione flyschoidale.

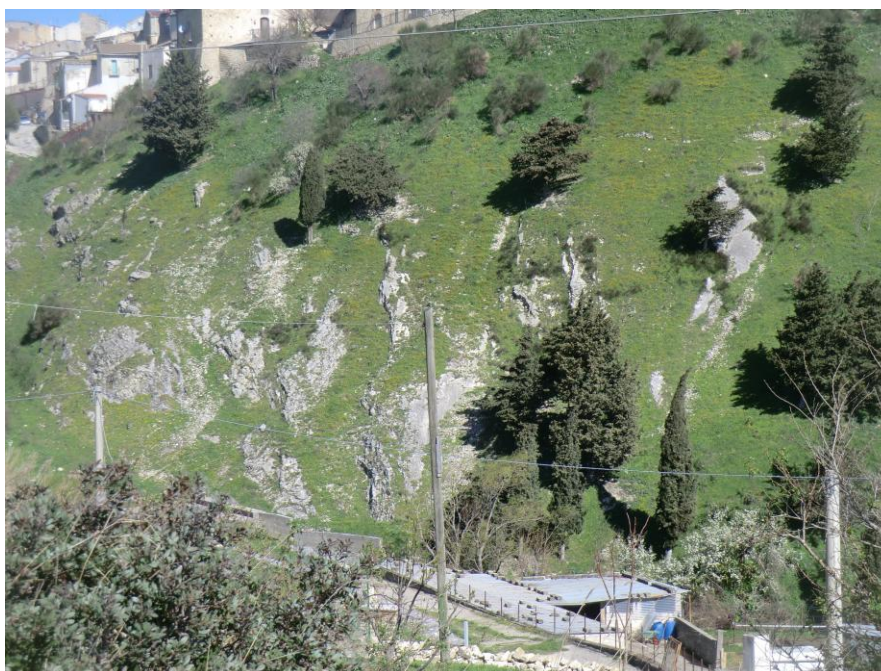


Figura 4.3 Affioramento del Flysch

La giacitura degli strati appare molto disturbata a causa della tettonica, ma in corrispondenza di Via S. Cristoforo (quota 550 m slm) emerge una prevalente giacitura a traverpoggio con inclinazione di circa 25-30° (si veda la figura seguente).

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p>ML</p>



Figura 4.4 Affioramento del Flysch in Via S. Cristoforo

La giacitura della stratificazione (K1) rilevata a Via S. Cristoforo appare sostanzialmente coerente con quella indicata più ad est di Via S. Cristoforo in Carta Geologica CARG (35°) e di quella affiorante al di sotto delle strutture del sovrastante castello (30°). La stratificazione dei banchi calcarenitici appare localmente interrotta da zone detritiche cementate, riferibili a fenomeni di *slump* sinsedimentario e che interrompono la continuità degli strati calcarenitici (si veda la figura seguente).



Figura 4.5 Locali stratificazioni riferibili a fenomeni di slump del Flysch in Via S. Cristoforo

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

In corrispondenza dell'affioramento di Via S. Cristoforo, localizzato a circa 550 m slm, si sono eseguite misure delle giaciture (immersione, inclinazione e spaziatura) del versante, della stratificazione, e delle discontinuità individuate; la tabella seguente mostra gli elementi giacitureli rilevati nella stazione di rilevamento geomeccanico (l'immersione è valutata da nord in senso orario).

DISCONTINUITA'	IMMERSIONE (°)	INCLINAZIONE (°)	SPAZIATURA (m)
Versante	200	50	-
Stratificazione (K1)	140	30	0,80-1,20
Discontinuità (K2)	310	50	3,0-4,0
Discontinuità (K3)	30	80	3,0-4,0

Rispetto al versante le famiglie di discontinuità K2 e K3 sono a reggi poggio, mentre la stratificazione è a traverspoggio. Le discontinuità K2 e K3 misurate appaiono inoltre coerenti con gli affioramenti presenti a sud e ad est della stazione di rilevamento (si veda la figura seguente).

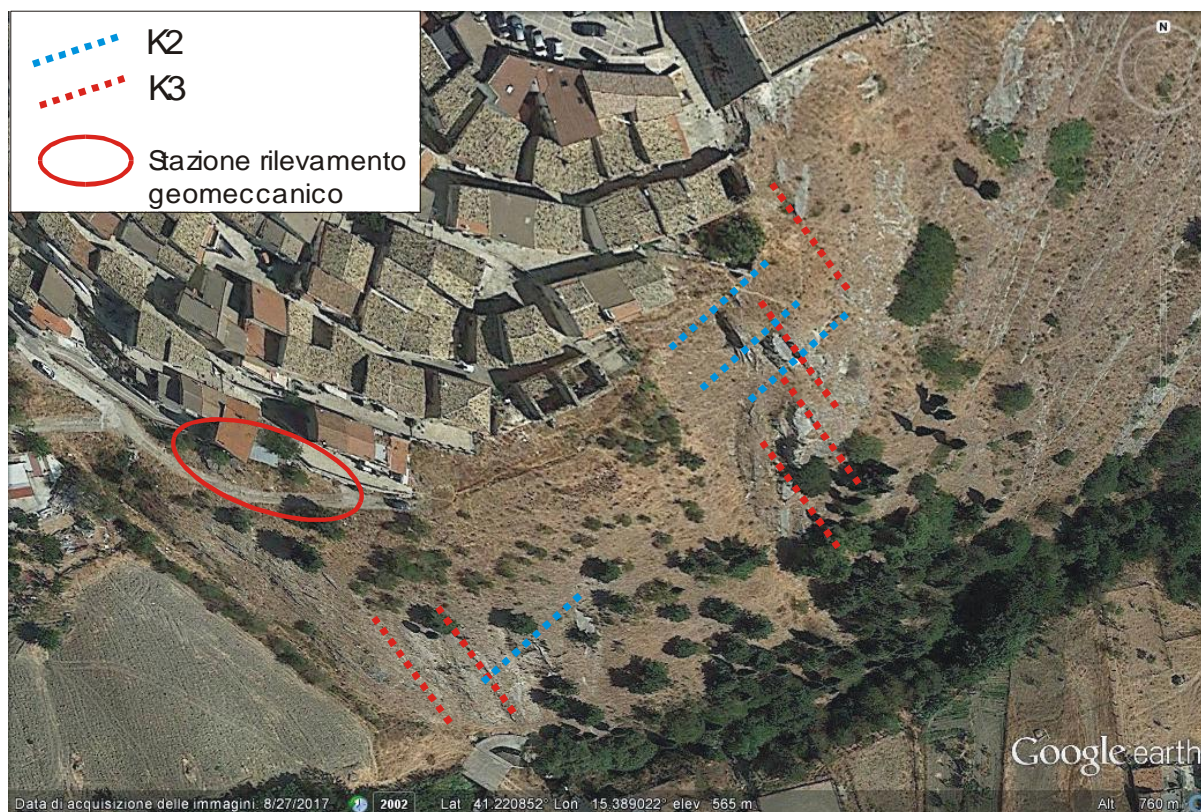


Figura 4.6 Stazione di rilevamento e tracce delle famiglie K2 e K3 (da Google Earth)

L'andamento delle giaciture del versante e delle discontinuità sono qui di seguito mostrate nel reticolo di Schmidt (si veda la figura seguente).

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

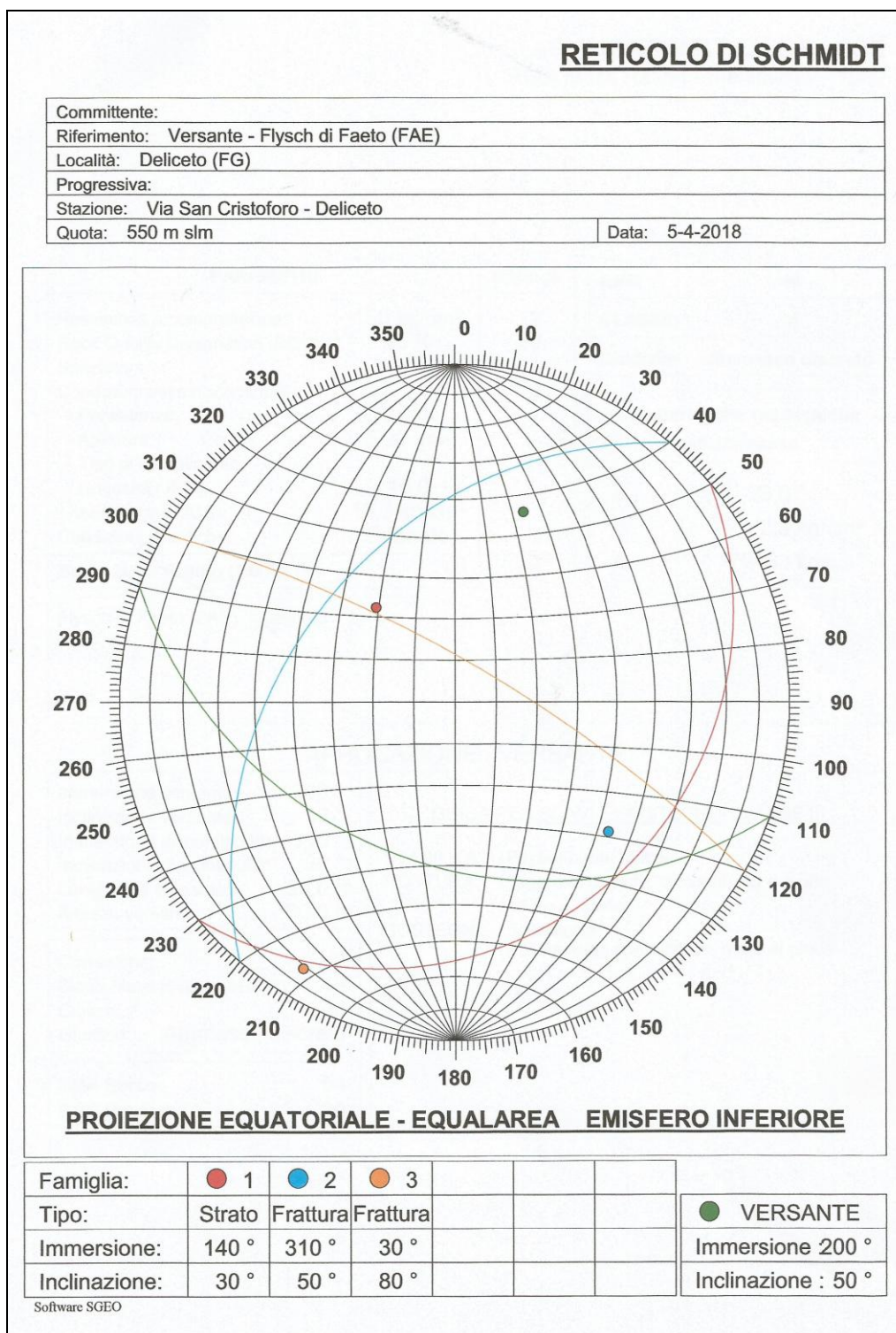


Figura 4.7 Giacitura del versante e delle discontinuità del Flysch in Via S. Cristoforo

	PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

La Figura seguente mostra una Carta Geologica dell'area.

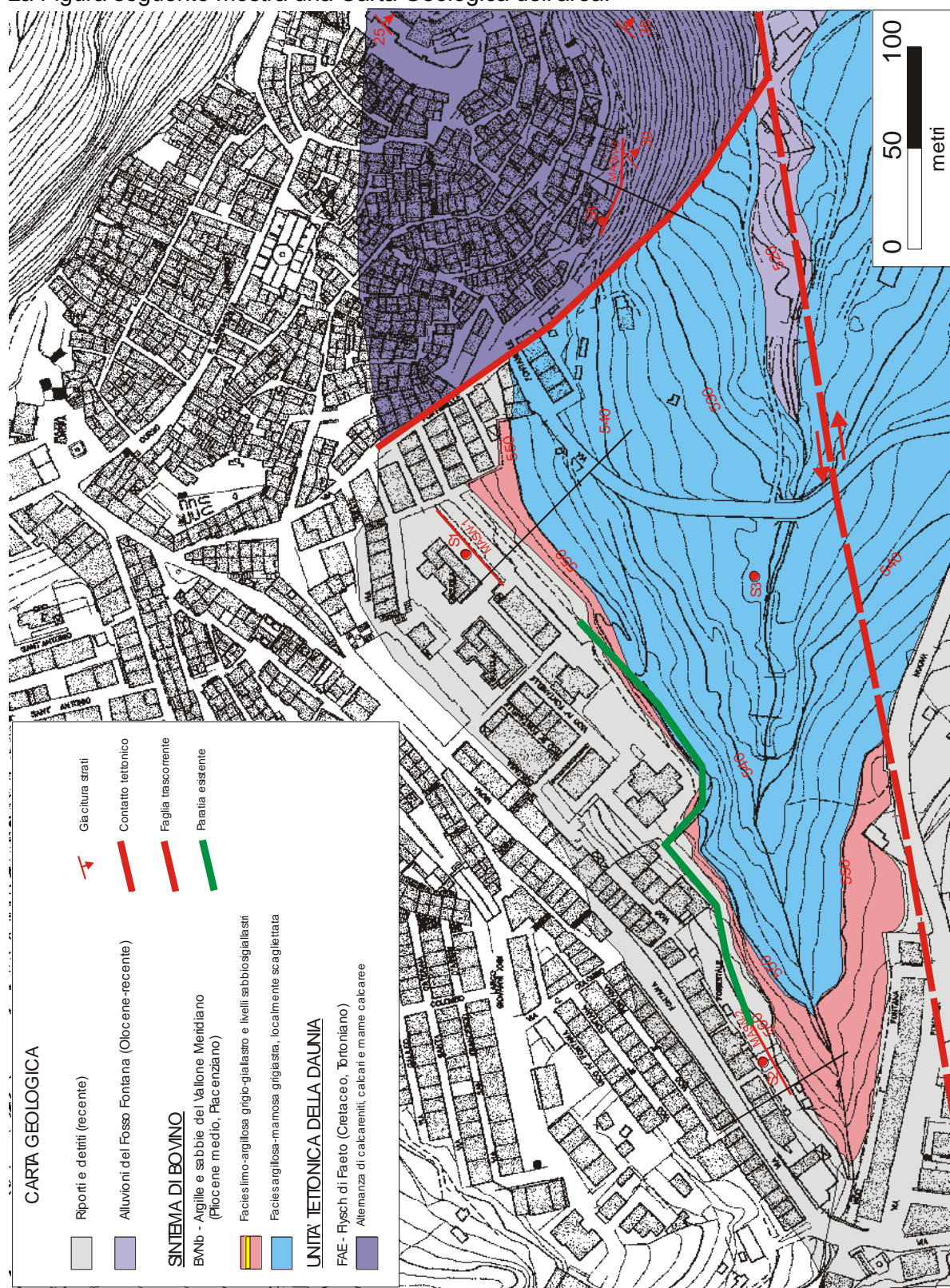


Figura 4.8 Carta Geologica dell'area

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

La Figura seguente mostra una sezione geologica generale sud ovest-nord-est che mostra i rapporti geologico fra le varie formazioni sopra descritte, con l'indicazione delle zone di intervento.

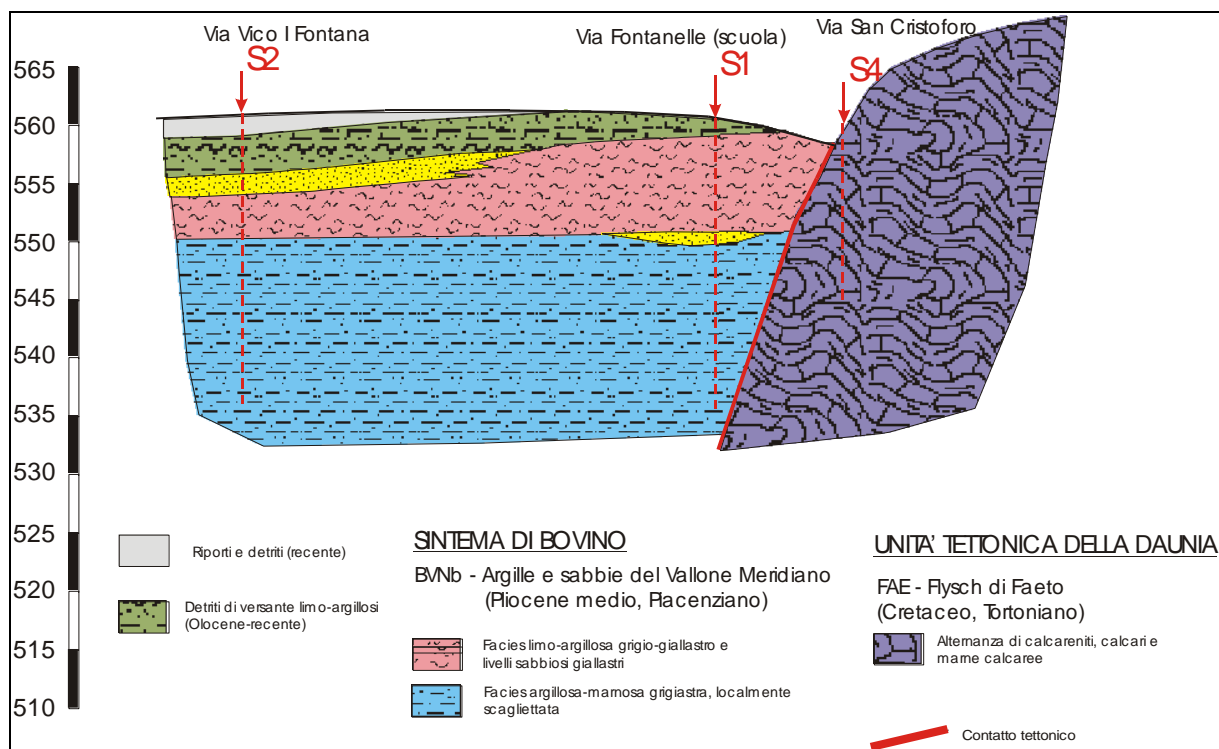


Figura 4.9 Sezione geologica generale sud ovest-nord-est

La figura seguente mostra l'assetto stratigrafico del versante, con riferimento alla Sezione 1 di progetto relativa al settore di Vico I Fontana (S2).

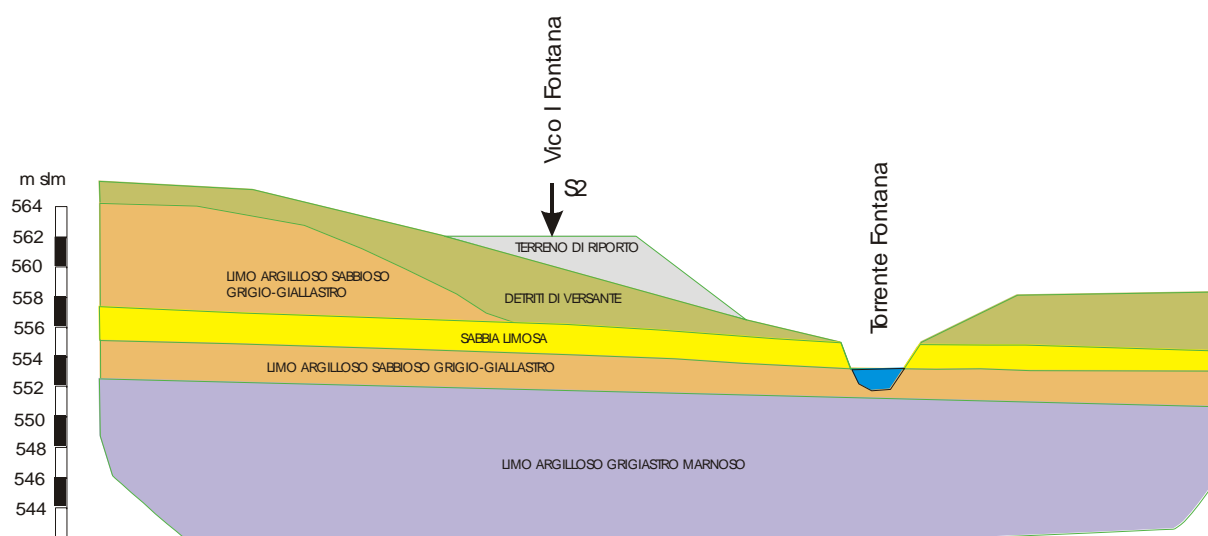


Figura 4.10 Sezione geologica rappresentativa (Area Vico I Fontana)

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

La figura seguente mostra l'assetto stratigrafico del versante, con riferimento alla Sezione 12 di progetto relativa al settore di Vico IV Fontanelle (S1).

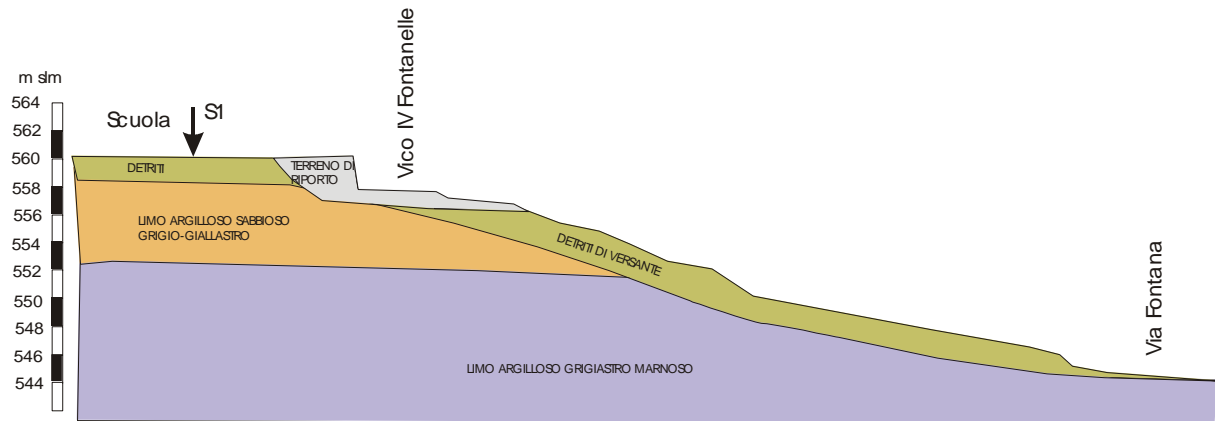


Figura 4.11 Sezione geologica rappresentativa (Area Vico IV Fontanelle)

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

5 CARATTERI MORFODINAMICI DEL VERSANTE

5.1 Aree di Vico I Fontana e Vico IV Fontanelle

Il rilevamento geomorfologico dei versanti in corrispondenza di Vico IV Fontanelle e Vico I Fontana, ha permesso di individuare vari indizi che testimoniano locali fenomeni di soliflusso e di scivolamenti di coltri superficiali con deformazione viscoplastica (Creep).

Tale assetto è visibile dalla morfologia dei versanti che appaiono caratterizzati localmente da inversione delle curve di livello (lobi di soliflusso), incisioni erosive di scorrimento di acque meteoriche, deformazione di recinzioni in legno e rotazione di alcuni elementi arborei (figure seguenti)



Figura 5.1 Visione del versante con vimate e solchi di erosione



Figura 5.2 Inclinazione di recinzioni in legno

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML



Figura 5.3 Inclinazione di elementi arborei e di recinzioni in legno

Queste dinamiche geomorfiche sono condizionate sia dalla imbibizione delle coltri colluviali di versante con granulometrie limo-argillose in condizioni meteorologiche critiche e sia da fenomeni di erosione al piede da parte del Torrente Fontana il quale scorre in erosione al di sopra della formazione delle argille marnose (BVNb), tranne che nel settore più a monte ove affiorano sabbie-limose giallastre e livelli calcarenitici; la pendenza generale del torrente è di circa 5-10° (si veda la figura seguente);

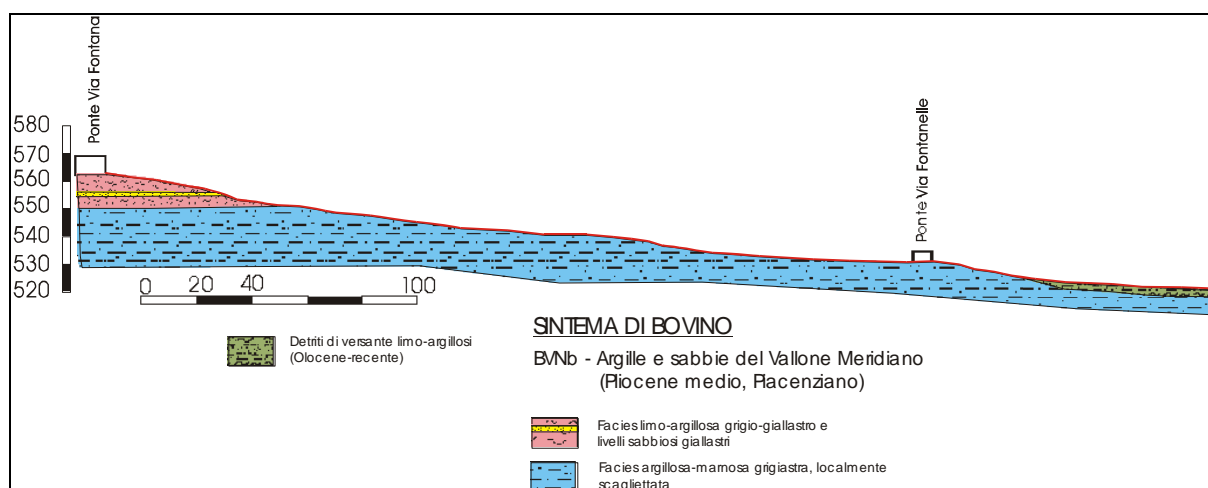


Figura 5.4 Andamento del thalweg del Torrente Fontana e rapporti con il substrato geologico

I fenomeni di erosione al piede dei versanti hanno infatti richiesto la messa in posto di gabbionate sia in destra che in sinistra idrografica (si veda figura seguente).

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>



Figura 5.5 Gabbionate in destra idrografica del Torrente Fontana. Subito a monte del Ponte di Via Fontanelle

Si è eseguita una prima valutazione delle problematiche di dissesto relativo a scivolamenti e fenomeni di soliflusso delle coltri colluviali di versante in condizioni di imbibizione, utilizzando la modalità di calcolo del pendio infinito (si veda figura seguente).

$$F = \frac{c' + (\gamma \cos^2 \alpha - u) \tan \phi'}{\gamma \sin \alpha \cos \alpha}$$

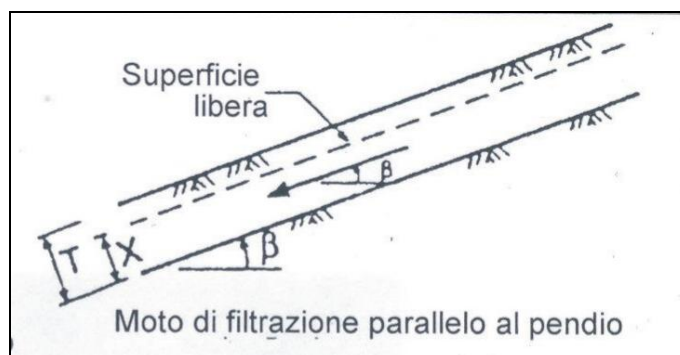


Figura 5.6 Modello di calcolo del pendio infinito

Il calcolo è stato sviluppato con i seguenti criteri:

1. Spessore della coltre detritica colluviale di versante = 6 m
2. Calcolo del coefficiente di sicurezza di pendii con varie inclinazioni del versante e battente d'acqua di 1 m al di sopra del substrato impermeabile
3. Calcolo del coefficiente di sicurezza con pendio con inclinazione di 30° e varie altezze del battente d'acqua al di sopra del substrato impermeabile

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

Emerge che condizioni di instabilità sono possibili con inclinazioni del versante superiori a 25-30° già con una saturazione delle coltri di 1 m e che con pendenza di 25-30° basta un battente di circa 2 m di saturazione per determinare condizioni di instabilità (figura seguente).

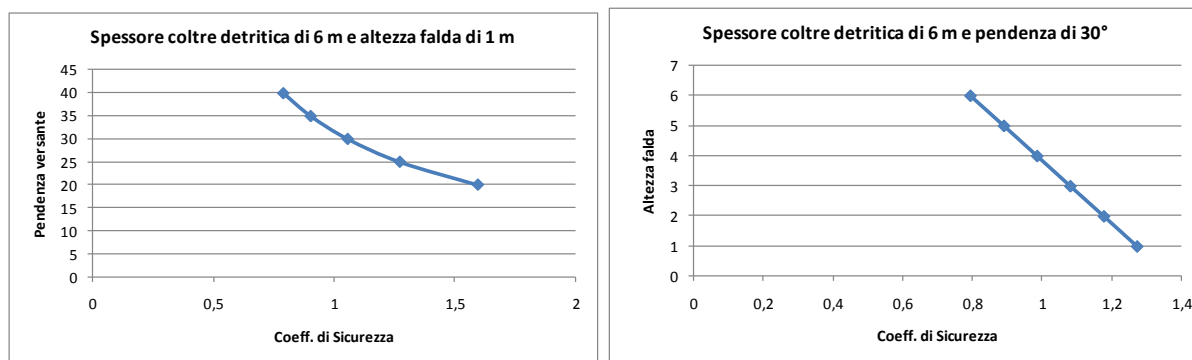


Figura 5.7 Risultati del Modello di calcolo del pendio infinito

Nelle condizioni morfologiche di versante sono pertanto presenti potenziali condizioni di dinamiche morfologiche tipo soliflusso in condizioni meteorologiche critiche, che possono condizionare la stabilità delle infrastrutture presente al ciglio del versante stesso.

5.2 Area di Via S. Cristoforo

L'analisi dell'affioramento ove è stato eseguito il rilevamento geomeccanico e dell'intero versante roccioso non ha rilevato evidenti fenomeni di instabilità di dimensioni significative. Si sono evidenziati potenziali distacchi di elementi rocciosi isolati dalle discontinuità K2 e K3 di dimensioni pluridecimetriche e mai superiori a 40-60 cm (si veda la figura seguente)



Figura 5.8 Elementi a rischio di crollo di dimensioni pluridecimetriche

Altri elementi di potenziali fenomeni gravitativi sono stati individuati nelle zone detritiche cementate presenti localmente fra gli strati calcarenitici massivi e legate a fenomeni di slump

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

sinsedimentario; ivi fenomeni di sottoescavazione in condizioni meteorologiche critiche possono isolare e distaccare elementi lapidei, ma sempre di dimensioni molto ridotte (al massimo di 5-10 cm) (si veda la figura seguente)



Figura 5.9 Zone detritiche cementate con potenziale distacco di elementi pluricentimetrici

Tale condizioni di assenza di potenziali fenomeni gravitativi che possono condizionare dimensioni significative del versante appaiono confermate dall'analisi degli elementi gravitati al piede del versante che al massimo hanno dimensioni di 50-80 cm (si veda la figura seguente)



Figura 5.10 Visuale del versante al di sotto di Via S. Cristoforo con elementi gravitati di dimensioni pluricentimetriche-plurideci

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p>ML</p>

La figura seguente mostra la Carta Geomorfologica dell'area, con indicazione dei principali elementi morfologici e morfodinamici rilevati

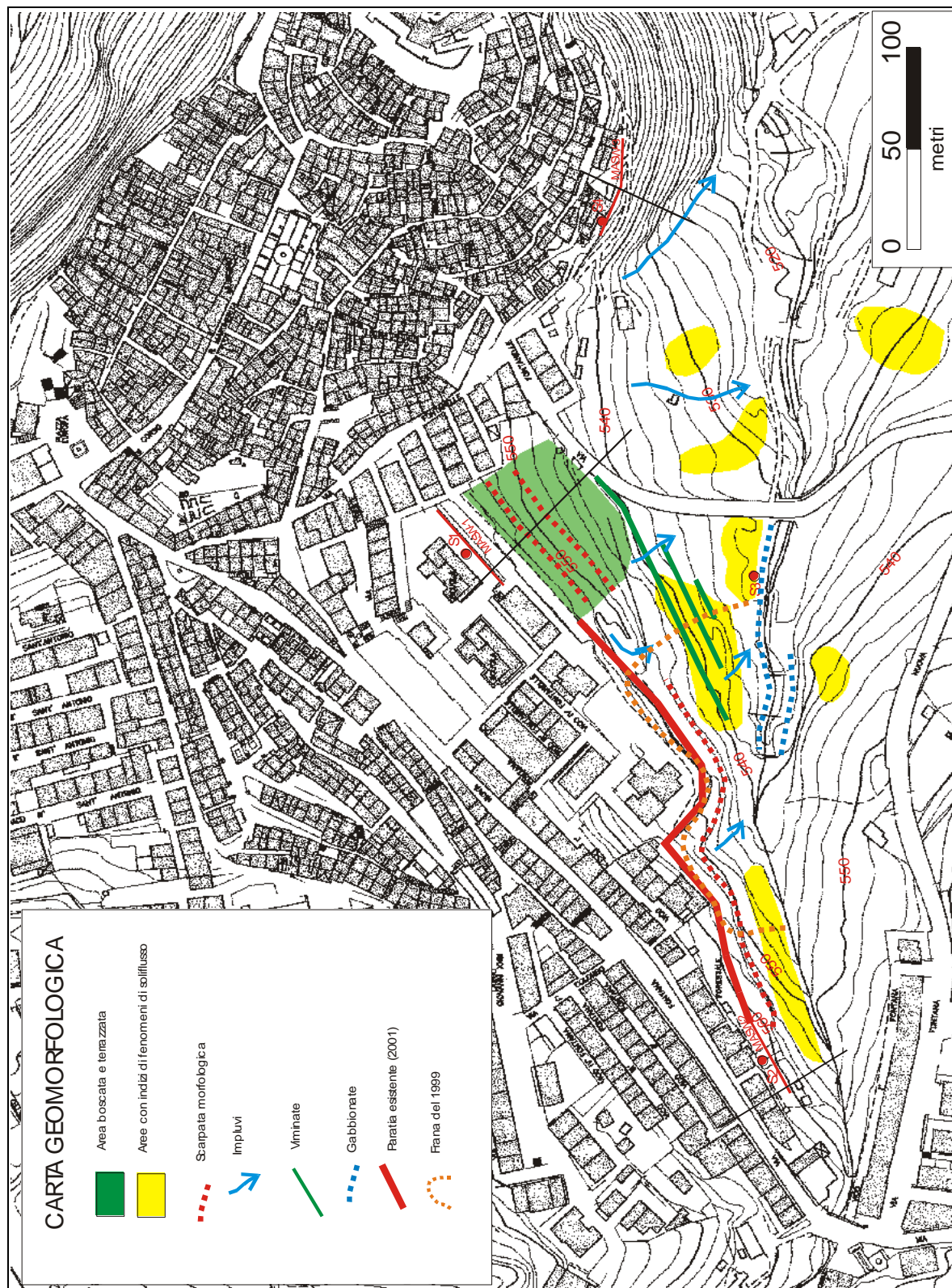


Figura 5.11 Carta geomorfologica dell'area

	<p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p style="text-align: center;">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p>ML</p>

6 CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL VERSANTE

Mentre nei sondaggi S1 e S3 non si è segnalata presenza di circolazione idrica, nel sondaggio S2, ove è stato installato un piezometro, si è rilevata un livello piezometrico a 6,5 m dal p.c., da ricondurre a circolazione idrica all'interno della coltre detritica superficiale e dei riporti, i quali sono caratterizzati da una permeabilità elevata e medio-elevata per porosità. Tale circolazione idrica, legata quasi esclusivamente alle condizioni meteorologiche critiche, drena verso valle ed all'interno delle coltri colluviali limose-sabbiose, sino al sottostante Torrente Fontana; le coltri colluviali sono anch'esse caratterizzate da una permeabilità media per porosità. Tutte le suddette circolazioni idriche sono sostenute dal substrato pressoché impermeabile delle argille limose marnose (BVNb) che strutturano l'intero versante e sono incise dal Torrente Fontana. Per quanto riguarda l'area di Via S. Cristoforo, ove affiorano depositi lapidei stratificati di carattere flyschoidale (FAE), questi sono caratterizzati da una permeabilità medio-elevata per fratturazione. La figura seguente mostra una Carta Idrogeologica dell'area.

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

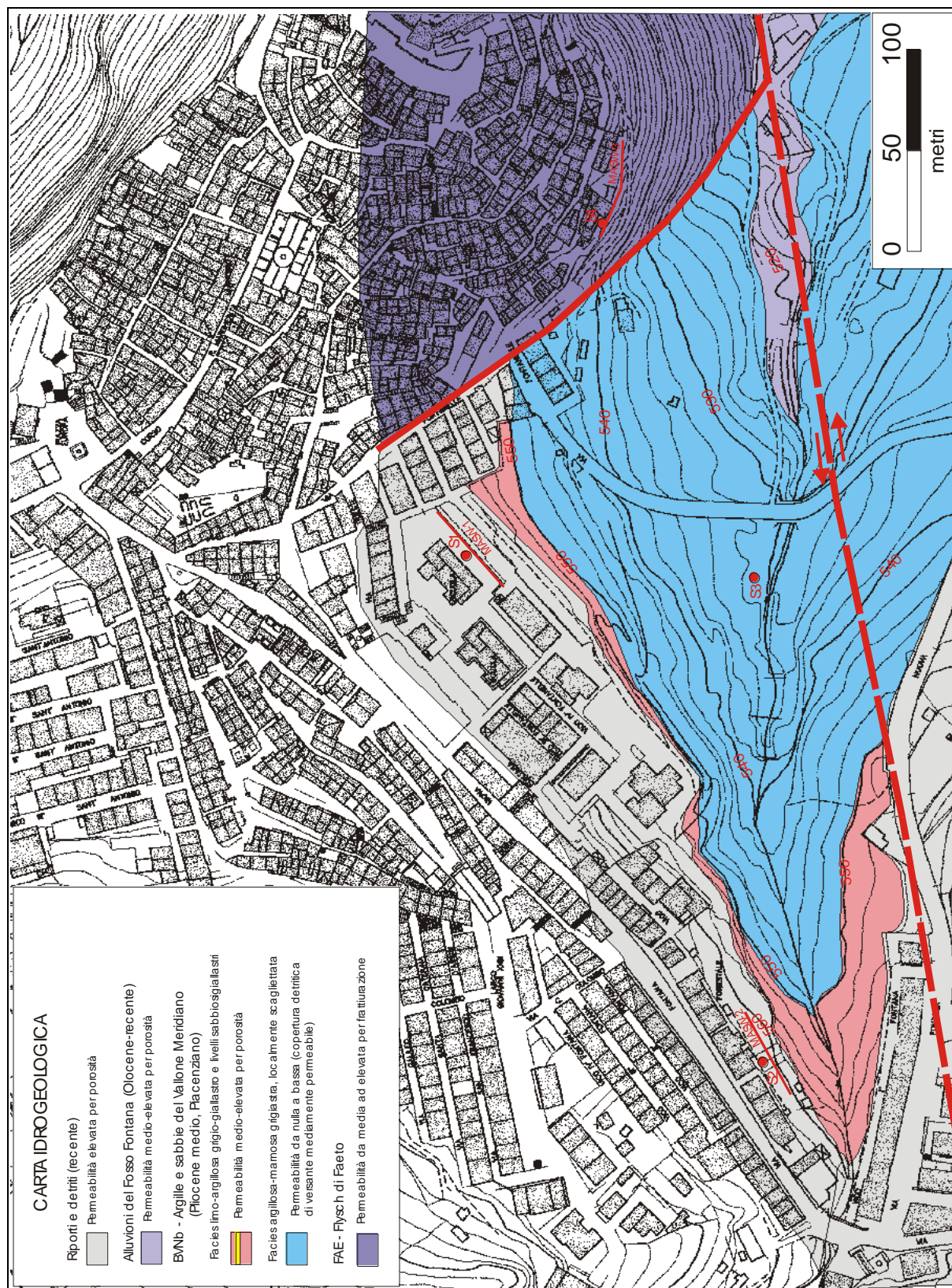


Figura 6.1 Carta Idrogeologica dell'area

	<p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

7 CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

7.1 Modelli di interpretazione geotecnica

Si descrivono qui di seguito le modalità esecutive delle prove geotecniche di laboratorio ed i modelli interpretativi delle prove in sito.

7.1.1 Prove di laboratorio

Le prove di laboratorio sono consistite, oltre nelle usuali procedure di riconoscimento (peso specifico, densità, granulometrie e Limiti di Atterberg), in prove meccaniche per la definizione della resistenza al taglio a lungo termine, per la verifica del comportamento in condizioni drenate, con prove di taglio diretto con Scatola di Casagrande. Alla fine del presente rapporto sono allegati in forma tabellare i parametri fisico-meccanici relative tutte le indagini di laboratorio eseguite.

7.1.2 Prove penetrometriche dinamiche SPT

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche tipo SPT a varie profondità. Data la prevalenza di terreni argilloso-limosi i valori di N_{spt} sono stati interpretati con modelli riferiti a termini coesivi, con la valutazione della Coesione non Drenata (C_u) ed un modulo di deformazione elastico (E').

I riferimenti interpretativi fanno riferimento a Bolton (1976), Jamiolkowski (1988), Webb (1970), Stroud (1974).

Alla fine del presente rapporto sono allegati in forma grafica i dati penetrometrici dinamici SPT e le relative interpretazioni geotecniche.

7.1.3 Ammasso flyschoidi

In relazione alle problematiche di stabilità del versante roccioso con Flysch di Faeto (FAE) la parametrizzazione è stata sviluppata attraverso un rilevamento geomeccanico associata ad una serie di misure sclerometriche eseguite in corrispondenza degli affioramenti. Si è inoltre prelevato un campione di roccia per la valutazione del Peso di Volume e della resistenza a Compressione Monoassiale in laboratorio. Utilizzando i suddetti dati, e sulla base delle osservazioni di campagna, si definiscono i parametri di resistenza al taglio secondo il modello di Mohr-Coulomb, utilizzando attraverso il metodo GSI – Geological Strength Index (Hoek&Brown, 2002-2007). Il Metodo di Hoek&Brown richiede la definizione dei seguenti parametri principali:

- Geological strength index (**GSI**)
- Resistenza a Compressione Monoassiale della roccia (**σ_c**)
- Parametro per roccia intatta (**m_i**)
- Parametri ammasso rocciosi (**m_b , s , a**)

Il valore di GSI si valuta in base a considerazioni geostrutturali dell'ammasso dalla figura seguente

	PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

<p>Stimare il valore medio dell'indice GSI in base alla litologia, struttura e condizioni delle discontinuità. Non è necessaria molta precisione. Assegnare un range da 33 a 37 è più realistico che definire un GSI = 35. Si nota che il metodo non si applica in casi di rotture strutturalmente controllate da discontinuità. Quando sono presenti discontinuità deboli e plane in giacitura sfavorevole rispetto agli scavi, queste governano il comportamento dell'ammasso roccioso. La resistenza al taglio di discontinuità in rocce che tendono a deteriorarsi per variazioni di umidità, deve essere ridotta se è presente una circolazione d'acqua. Quando si lavora con rocce da discrete a molto scadenti in condizioni umide può essere preso in considerazione uno spostamento verso destra. La pressione dell'acqua richiede l'analisi in termini di pressioni efficaci.</p>		Condizioni delle superfici delle discontinuità																																																																																																																							
		MOLTO BUONE Superfici molto rugose, sane e non alterate		BUONE Superfici rugose debolmente alterate, con ossidazioni		DISCRETE Superfici plane, moderatamente alterate		SCADENTI Superfici lisce, molto alterate con patine e riempimenti compatti o frammenti angolari		MOLTO SCADENTI Superfici lisce, molto alterate con patine o riempimenti di argilla soffice																																																																																																															
STRUTTURA DELL'AMMASSO ROCCIOSO																																																																																																																									
		INTATTO O MASSIVO Campione di roccia intatta o roccia massiva in posto con poche discontinuità ad ampia spaziatura		<div>Diminuzione della qualità delle discontinuità →</div> <table><tr><td>90</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>80</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>---</td><td>---</td></tr><tr><td>70</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>60</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>50</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>40</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>---</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <div>↓ Diminuzione dell'interconnessione dei blocchi di roccia ↓</div>								90											80									---	---	70											60											50											40											30											20											10											---										
90																																																																																																																									
80																	---	---																																																																																																							
70																																																																																																																									
60																																																																																																																									
50																																																																																																																									
40																																																																																																																									
30																																																																																																																									
20																																																																																																																									
10																																																																																																																									




		FRAMMENTATO Ammasso indisturbato e con porzioni di roccia ben interconnesse consistente in blocchi cubici formati da 3 famiglie di discontinuità interscandenti																																																																																																																							
		MOLTO FRAMMENTATO Ammasso parzialmente disturbato con porzioni di roccia interconnesse consistente in blocchi con molte facce angolari, formate da 4 o più famiglie di giunti																																																																																																																							
		FRAMMENTATO/DISTURBATO CON GIUNTI - Ammasso con pieghe e blocchi angolari formati da molte famiglie di discontinuità intersecantesi. Persistenza dei piani di strato e di scistosità																																																																																																																							
		DISGREGATO Ammasso con porzioni di roccia poco interconnesse, molto frantumato, con frammenti di roccia angolari e arrotondati																																																																																																																							
		LAMINATO, CON PIANI DI TAGLIO Ammasso privo di blocchi a causa della piccola spaziatura dei piani di scistosità o di taglio																																																																																																																							

Figura 7.1 Valutazione del GSI (Hoek&Brown, 2002, 2007)

I calcoli, sviluppati con il software RockLab (RockScience, 2007), permettono di valutare i parametri di resistenza al taglio e di deformabilità secondo il criterio di rottura di Hoek&Brown; il modello permette anche una valutazione dei parametri di resistenza al taglio secondo il criterio di rottura di Mohr-Coulomb (ϕ , C), utilizzati nel presente rapporto.

Il calcolo è stato sviluppato con riferimento ad una scarpata alta 30 metri.

Pertanto l'ammasso roccioso viene definito dai seguenti parametri:

- resistenza al taglio dell'ammasso roccioso – criterio Mohr-Coulomb (ϕ , C)
- compressione monoassiale dell'ammasso roccioso (σ_{amm})
- modulo di deformazione dell'ammasso roccioso (E_{amm})

	<p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

7.2 Caratteristiche geotecniche

La successione stratigrafica locale è caratterizzata da litologie essenzialmente limoso-argillose e argilloso-marnose, con locali livelli sabbioso-limosi; soltanto nel sondaggio S4 si è intercettata una formazione lapidea-semilapidea flyschoidale.

Si descrivono le caratteristiche geotecniche dei terreni, con riferimento alla successione stratigrafica individuata nei vari sondaggi e descritta nel Cap. 4.

7.2.1 Riporti

In corrispondenza del sondaggio S2 (Vico I Fontana), si è evidenziata la presenza di terreni di riporto dello spessore di circa 2,5 m, costituiti da una matrice essenzialmente limo-argillosa e comportamento geomeccanico coesivo.

Questi terreni non sono stati campionati e pertanto la parametrizzazione geotecnica è valutata in base alla visione dei carotaggi nelle cassette catalogatrici.

Cautelativamente si assumono i seguenti parametri geotecnici:

Peso di Volume - γ (kN/m ³)	18
Angolo di attrito - ϕ' (°)	16
Coesione drenata - C' (kPa)	0
Coesione non drenata - C_u (kPa)	20-30

7.2.2 Detriti di versante - colluvi

Trattasi di depositi eluvio-colluviali legati alle dinamiche di versante, costituiti da una prevalenza della frazione limo-argillosa. Questa unità è stata intercettata, con spessori intorno a 3,5 m, in corrispondenza di Vico I Fontana (S2) e con spessori intorno a 7 m nel sondaggio S3 eseguito al piede del versante in prossimità del Torrente Fontana.

Trattasi di depositi eluvio-colluviali legati alle dinamiche di versante, costituiti da una prevalenza della frazione limo-argillosa ed un comportamento geomeccanico prevalentemente coesivo.

Questa unità è stata interessata da una prova SPT che ha dato un valore di $N_{spt} = 20$ colpi/30cm (in corrispondenza del sondaggio S2), da cui si stimano i seguenti parametri geotecnici:

- Coesione non drenata - $C_u = 100$ kPa
- Modulo di Elast. - $E' = 30-40$ MPa

Una prova penetrometrica rilevata nei colluvi nel sondaggio S3 ha dato valori a rifiuto, sicuramente in corrispondenza di elementi ghiaiosi all'interno dei colluvi stessi (questo valore non viene cautelativamente considerato)

Nel sondaggio S3 si è prelevato un campione indisturbato, sottoposto a prove di laboratorio, da cui si valuta una frazione limosa-argillosa (90%), sabbia subordinata (10%) (figura seguente).

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

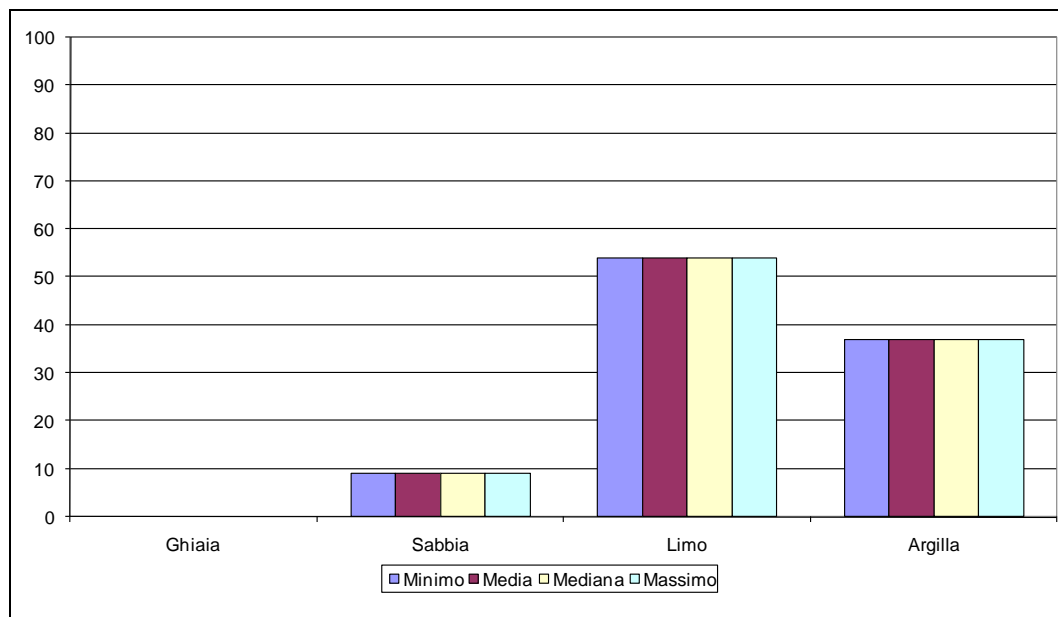


Figura 7.2 frazioni granulometriche dei colluvi

Le prove di laboratorio individuano umidità naturale $W_n = 23\%$ e pesi di volume intorno a $\gamma = 19,8 \text{ kN/m}^3$.

Il contenuto argilloso determina valori dei Limiti di Atterberg medio-elevati con $LL = 53\%$ e $IP = 27$; dall'Abaco di Casagrande si individuano termini relativi ad argille inorganiche di medio-alta plasticità (CH).

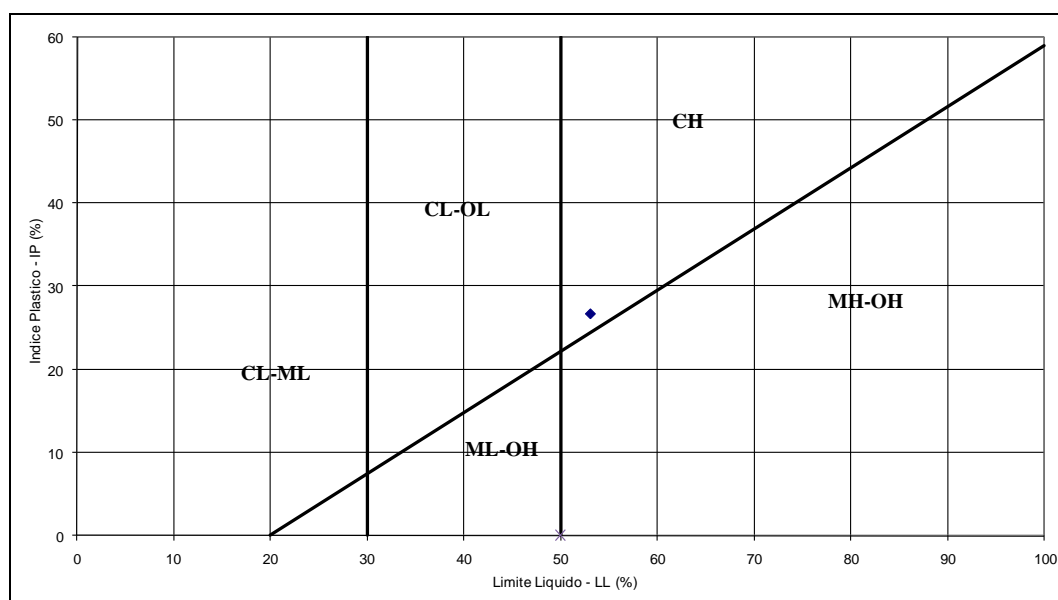


Figura 7.3 Caratteristiche di plasticità

L'indice di Consistenza è intorno a $I_c = 1,1$, caratteristico di stati "solido-plastici", mentre l'attività colloidale individua terreni "normalmente attivi" ($A = 0,7$); il grado di Saturazione è $S_r = 97\%$.

Dalla prova di taglio diretto si è definito un angolo di attrito $\varphi = 20^\circ$ con coesione $C' = 11,7 \text{ kPa}$; la prova Triassiale UU ha dato valori di $C_u = 218 \text{ kPa}$.

La prova edometrica ha dato valori del modulo $E_{ed} = 9 \text{ MPa}$, con riferimento al carico di 400 kPa .

	PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

Cautelativamente si stimano i seguenti parametri fisico-meccanici:

Peso di Volume - γ (kN/m ³)	18-19
Angolo di attrito - ϕ' (°)	16-20
Coesione drenata - C' (kPa)	7-11
Coesione non drenata - C_u (kPa)	100-200
Modulo Edometrico - E_{ed} (MPa)	9-10

7.2.3 Argille e sabbie del Vallone Meridiano (BVNb)

Come già detto in questa formazione si sono evidenziate due facies: una facies superiore caratterizzata da limi-argillosi con livelli sabbiosi-arenacei, di colore grigio-giallastro ed una facies inferiore decisamente marnosa ed a luoghi scagliettata.

Per analizzare le differenze geotecniche delle due facies si riporta nella figura seguente l'andamento della coesione non drenata (C_u) e del Modulo Edometrico (E_{ed}) con la profondità di prelievo dei campioni; si individua nettamente una maggiore consistenza nella facies più profonda.

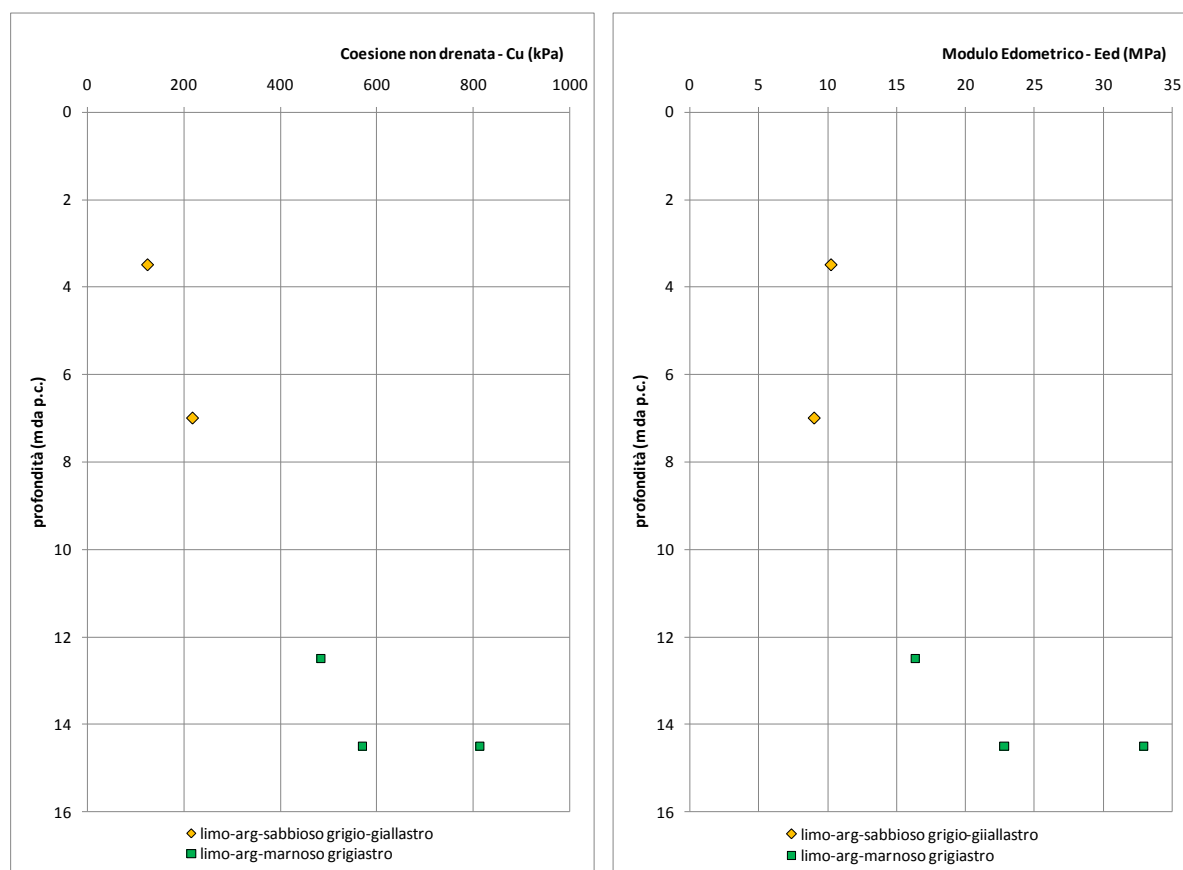


Figura 7.4 Andamento della coesione non drenata e del Modulo Edometrico nella formazione pliocenica

Si evidenzia una decisa maggiore consistenza del substrato marnoso rispetto al membro superiore.

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

7.2.3.1 Limi argillosi grigio-giallastri con livelli sabbiosi

Trattasi di limi argillosi di colore grigiastro e fiamme giallastre per fenomeni di alterazione ed ossidazione al tetto del sottostante substrato marnoso, evidenziando anche una presenza di livelli sabbiosi giallastri. Lo spessore è di circa 4-7 metri.

Le prove di laboratorio hanno evidenziato dal punto di vista granulometrico prevale decisamente la frazione limosa (50%), con argilla e sabbia subordinate (40%) (figura seguente).

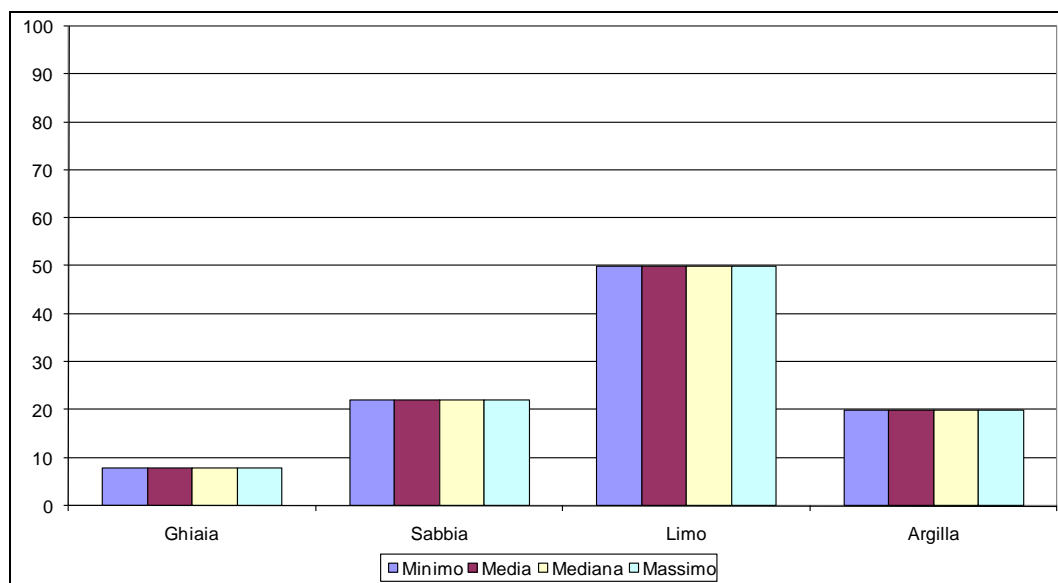


Figura 7.5 frazioni granulometriche delle argille limose grigio-giallastre

Le prove di laboratorio individuano umidità naturale $W_n = 26\%$ e pesi di volume intorno a $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$. Il contenuto argilloso determina valori dei Limiti di Atterberg medi con $LL = 42\%$ e $IP = 16$ dall'Abaco di Casagrande si individuano termini relativi ad argille inorganiche di media plasticità (ML-OH).

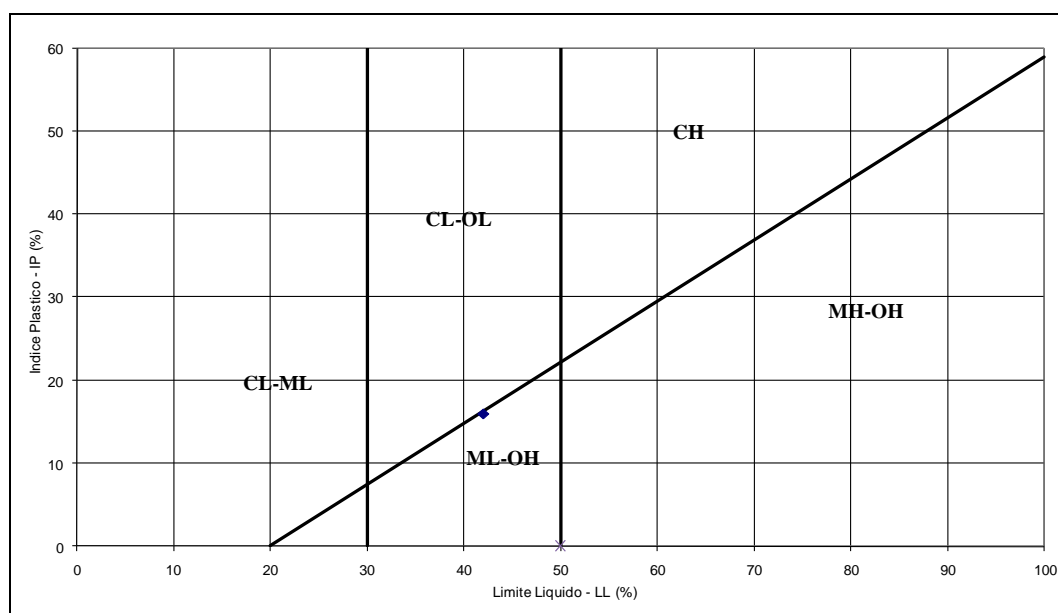


Figura 7.6 Caratteristiche di plasticità

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

L'indice di Consistenza è intorno a $I_c = 0,97$, caratteristico di stati "solido-plastici", mentre l'attività colloidale individua terreni "normalmente attivi" ($A = 0,8$).

Il grado di Saturazione è $S_r = 94\%$.

Dalla prova di taglio diretto si è definito un angolo di attrito $\varphi = 23^\circ$ con coesione $C' = 27,7$ kPa; la prova Triassiale UU ha dato valori di $C_u = 125$ kPa.

La prova edometrica ha dato valori del modulo $E_{ed} = 10$ MPa, con riferimento al carico di 400 kPa.

Questa unità è stata interessata da prove SPT che hanno dato valori di $N_{spt} = 30$ colpi/30cm, da cui si stimano i seguenti parametri geotecnici:

- Coesione non drenata - $C_u = 100-150$ kPa
- Modulo di Elast. - $E' = 50-60$ MPa

Alla luce dei suddetti risultati di laboratorio ed in sito si valutano i seguenti parametri fisico-meccanici per le argille grigio-giallastre:

Peso di volume - γ (kN/m ³)	19,0
Angolo di attrito - φ'	23
Coesione drenata - C' (kPa)	27,7
Coesione non drenata - C_u (kPa)	100-140
Modulo Edometrico - E_{ed} (MPa)	9-10

Il comportamento geomeccanico è coesivo, con media-elevata consistenza e medio-bassa deformabilità.

7.2.3.2 Livelli sabbiosi ed arenacei

All'interno dell'unità limo-argillosa alterata sopra descritta, si sono individuati alcuni livelli più schiettamente sabbiosi-arenacei di colore giallastro.

Questa unità è stata interessata da prove di laboratorio su un campione prelevato nel sondaggio S2 (Vico I Fontana), che ha evidenziato dal punto di vista granulometrico una prevalenza della frazione sabbiosa (60%), con limo, sabbia e ghiaia subordinate (10-20%).

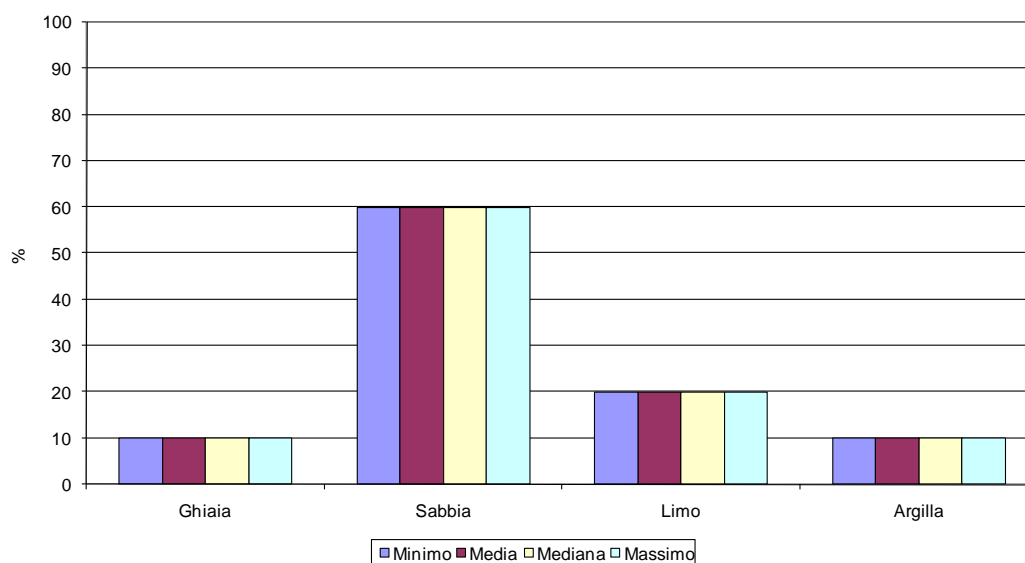


Figura 7.7 frazioni granulometriche dei livelli sabbioso-arenacei

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

Le prove di laboratorio individuano umidità naturale $W_n = 19,8\%$ e pesi di volume intorno a $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$. Il pur limitato contenuto argilloso determina valori dei Limiti di Atterberg molto bassi con $LL = 26 \%$ e $IP = 4,8$; dall'Abaco di Casagrande si individuano termini relativi ad argille inorganiche di bassa plasticità (ML)

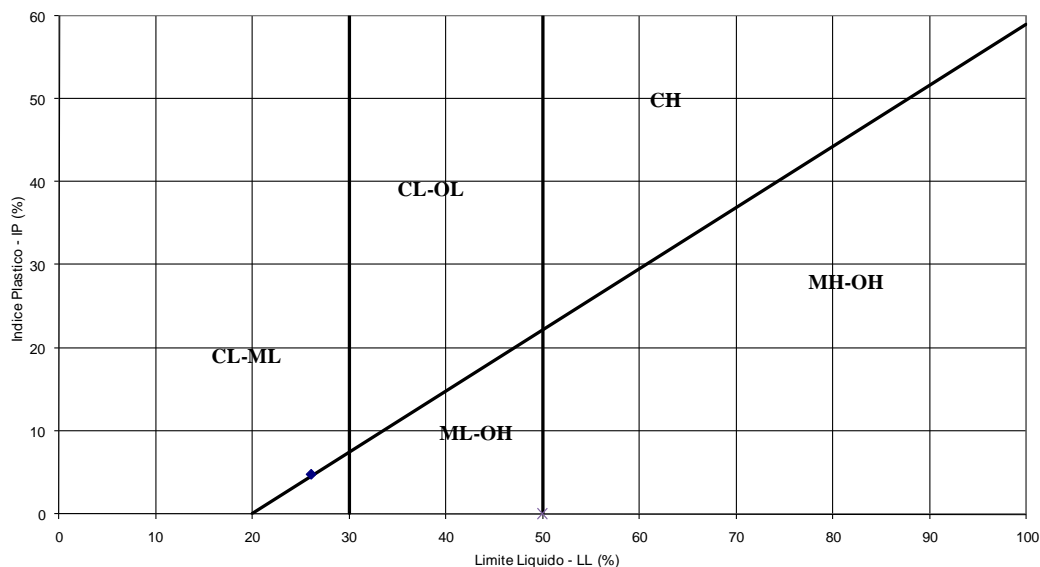


Figura 7.8 Caratteristiche di plasticità

L'indice di Consistenza è intorno a $I_c = 0,97-1,1$, caratteristico di stati "solido-plastici", mentre l'attività colloidale individua terreni "normalmente attivi" ($A = 0,7-0,8$).

Il grado di Saturazione è $S_r = 93-97\%$.

La prova di taglio diretto ha individuato un angolo di attrito $\phi = 28^\circ$ con coesione $C' = 10 \text{ kPa}$. Alla luce dei suddetti risultati di laboratorio si valutano i seguenti parametri fisico-meccanici per le sabbie giallastre:

Peso di volume - γ (kN/m^3)	19,5
Angolo di attrito - ϕ'	28
Coesione drenata - C' (kPa)	10
Modulo Edometrico - E_{ed} (MPa)	13

Il comportamento geomeccanico è tendenzialmente frizionale e media deformabilità.

7.2.3.3 Limi argillosi grigi, marnosi

Al di sotto del tetto più o meno alterato di cui sopra, si individua la presenza, sino alle massime profondità dei sondaggi, di argille marnose e marne siltose grigiastre di elevata consistenza e sovente caratterizzate da struttura scagliettata.

Dal punto di vista granulometrico prevale la frazione limosa (50%) e argillosa (30%), con sabbia subordinata intorno al 10-15%.

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

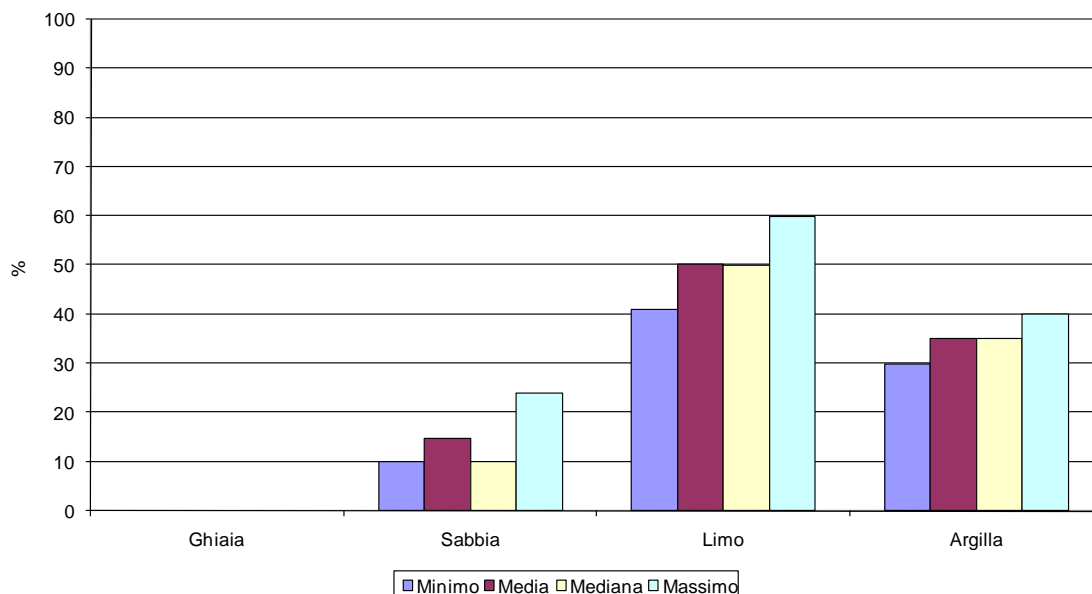


Figura 7.9 frazioni granulometriche delle argille limose marnose

Le prove di laboratorio individuano umidità naturale molto bassa, tipica dei litotipi marnosi con $W_n = 13-15\%$ e pesi di volume intorno a $\gamma = 21-21 \text{ kN/m}^3$.

Il contenuto argilloso determina valori dei Limiti di Atterberg con $LL = 41-45\%$ e $IP = 23-25$; dall'Abaco di Casagrande si individuano termini relativi ad argille inorganiche di media plasticità (CL).

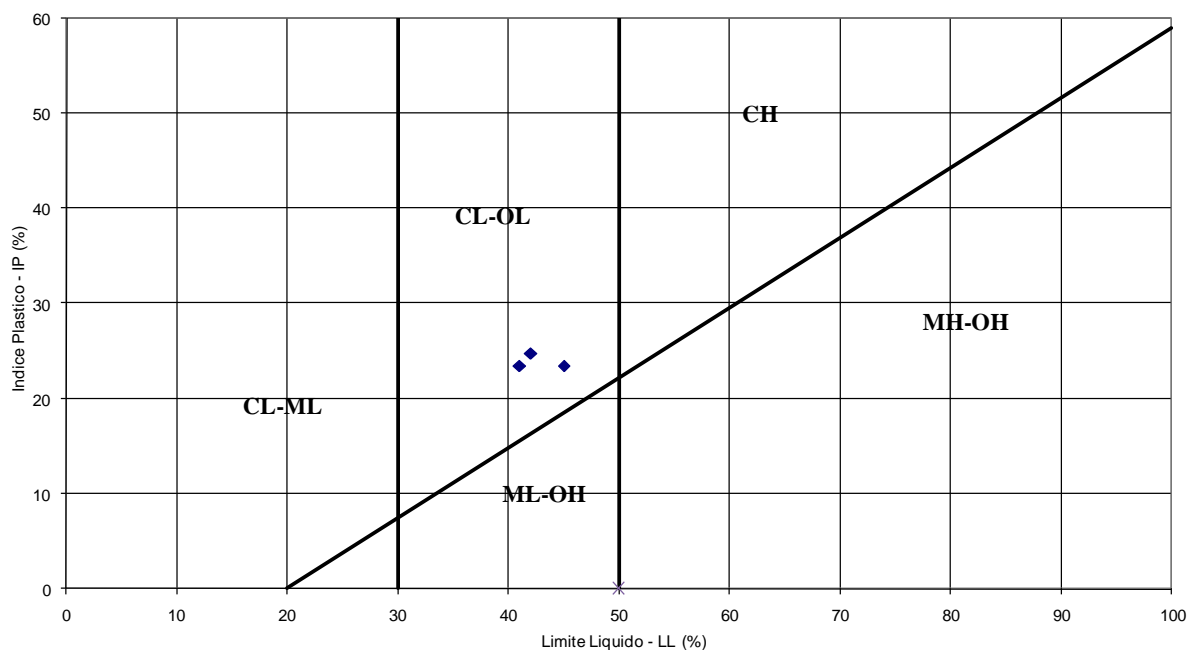


Figura 7.10 Caratteristiche di plasticità

L'indice di Consistenza è intorno a $I_c = 1,1-1,3$, caratteristico di stati "semisolidi", mentre l'attività colloidale individua terreni "normalmente attivi" ($A = 0,6-0,8$).

Il grado di Saturazione è $S_r = 80-90\%$.

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO</p> <p align="center">COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

Da tre prove di taglio diretto si è definito un angolo di attrito $\phi = 25-27^\circ$ con coesione $C' = 16-50$ kPa; le prove Triassiale UU hanno dato valori di $C_u = 485-870$ kPa.

Due prove udometriche hanno dato valori del modulo $E_{ed} = 16-32$ MPa, con riferimento al carico di 400 kPa.

Questa unità è stata interessata da prove SPT che hanno dato valori di N_{spt} a rifiuto, con un solo valore di $N_{spt} = 50$ colpi/30cm; in base ai valori penetrometrici si stimano i seguenti parametri geotecnici:

- Coesione non drenata - $C_u = 300- > 500$ kPa
- Modulo di Elast. - $E' = 150->220$ MPa

Alla luce dei suddetti risultati di laboratorio ed in sito si valutano i seguenti parametri fisico-meccanici per le argille grigio-verdastre:

Peso di volume - γ (kN/m ³)	20-21
Angolo di attrito - ϕ'	26-27
Coesione drenata - C' (kPa)	16-51
Coesione non drenata - C_u (kPa)	400-520
Modulo Edometrico - E_{ed} (MPa)	16-32

Il comportamento geomeccanico è coesivo, con elevata consistenza e bassa deformabilità.

7.2.4 Flysch DI FAETO (FAE)

7.2.4.1 Flysch calcareo-arenaceo-marnoso

Questa formazione è stata carotata dal sondaggio S4 nel sito di Via S. Cristoforo ed affiora lungo tutto il versante fino al fondovalle, localmente coperta da detriti.

Trattasi di una formazione con assetto lapideo caratterizzata da alternanza di strati calcarenitici, marnosi e livelli arenacei, con rapporti tettonici rispetto alla Formazione delle Argille e Sabbie del Vallone Meridiano (BVNb) precedentemente descritte;

Il carotaggio ha evidenziato una elevata fatturazione dell'ammasso flyschoidale, come si evidenzia dalla documentazione fotografica delle cassette, in cui si valuta un valore di RQD molto basso e tendenzialmente nullo (RQD= 0-10%).

Pur tuttavia tale valore appare legato anche a disturbi del carotaggio stesso che evidenziano, oltre alle discontinuità di strato e di fatturazione visibili in affioramento, anche la presenza di microfratture e piani di debolezza diffusi.

In effetti, a fronte del dato stratigrafico di sondaggio, l'analisi del versante evidenzia comunque un assetto massivo come mostra la figura seguente, pur con diffusa fatturazione come anche evidenziato dai bassi valori dei velocità delle onde di taglio (vedi MASW 3).

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

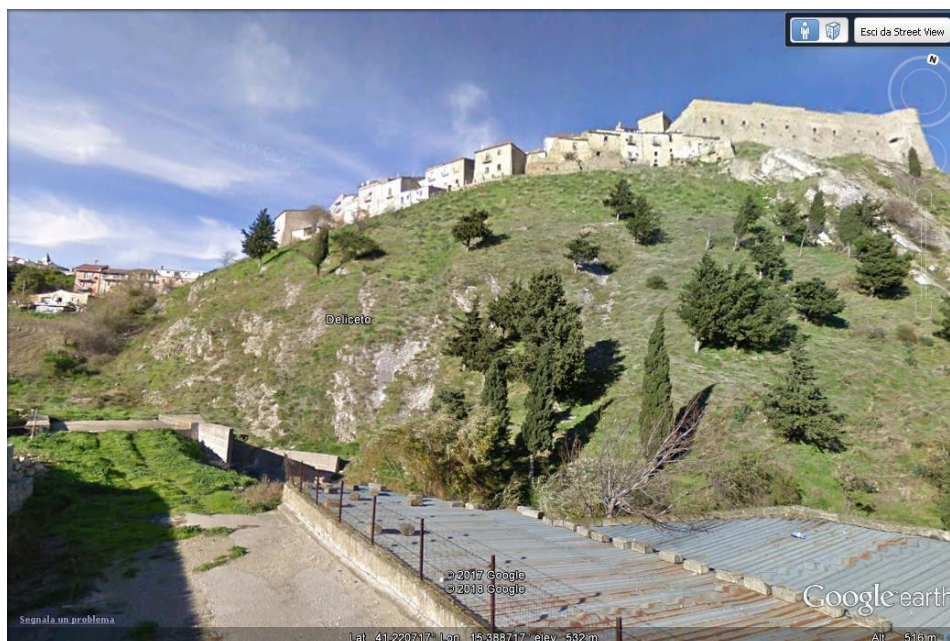


Figura 7.11 Visuale dal fondovalle del versante con ammasso flyschoidi di Via S. Cristoforo

In corrispondenza dell'affioramento in Via S. Cristoforo si è eseguito un Rilievo geomeccanico dell'ammasso, con misura di gacitura delle discontinuità evidenziate e descritte nel Cap. 4. In varie parti dell'affioramento si sono eseguite misure con sclerometro, che misura l'Indice di Rimbalzo R, che viene letto direttamente sullo strumento e permette una stima della resistenza a compressione monoassiale (σ_c).



Figura 7.12 Misure sclerometriche nell'ammasso flyschoidi di Via S. Cristoforo

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

Per le rocce si utilizza in genere uno sclerometro tipo L (martello di Schmidt), ma nel caso presente, essendosi rivelato idoneo, si è utilizzato uno sclerometro tipo N (idoneo per calcestruzzi). In letteratura esistono numerose relazioni per la stima della Resistenza a Compressione di rocce anche con il modello N, sia attraverso stime dirette e sia passando a correlazioni fra i due tipo di sclerometri (BRUSCHI, 2004; BRUNO, 2012). Le misure sclerometriche, con orientamento orizzontale dello strumento, hanno ottenuto valori di RN da 25 a 38 con la seguente distribuzione statistica:

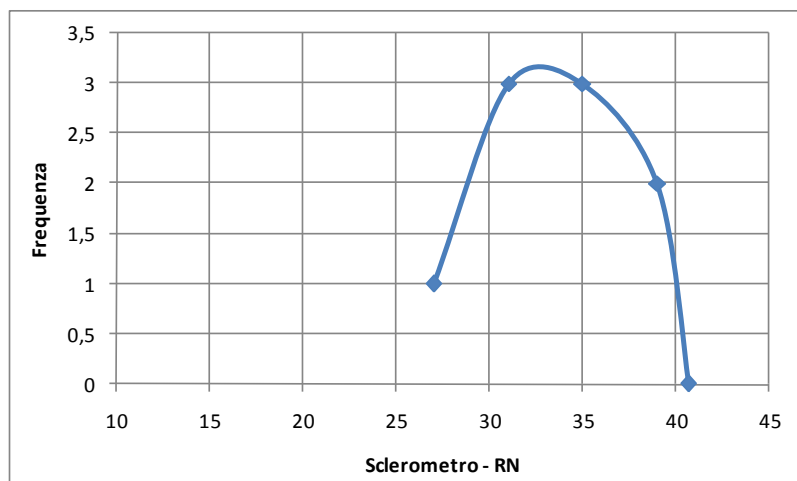


Figura 7.13 misure con sclerometro tipo N

Con riferimento agli ammassi rocciosi si adotta la relazione la media di alcune correlazioni presenti in letteratura (Shorey, 1984; Yasar Erdogan, 2004; Yagiz, 2009)

$$y = 0,019x^2 - 0,240x + 2,582$$

$$R^2 = 0,999$$

Si ottengono valori di $\sigma_c = 10-30$ MPa

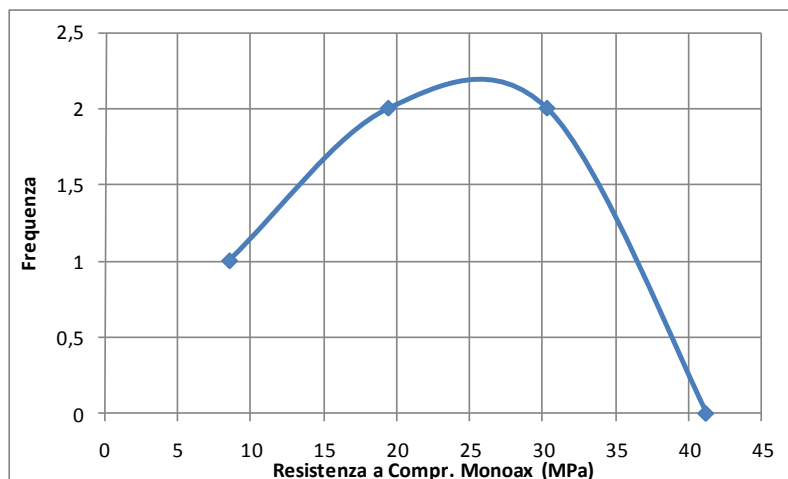


Figura 7.14 misure con sclerometro tipo N

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

Si è prelevato un campione di roccia nel quale si è misurato in laboratorio un Peso di Volume $\gamma = 26,3 \text{ kN/m}^3$ ed una Resistenza a Compressione Monoassiale eseguita su carota di $\sigma_c = 88,52 \text{ MPa}$ (le prove sono state eseguite nei laboratori della SOGEA srl, Roma; i certificati di laboratorio sono allegati alla fine del presente rapporto).

La FOTO seguente mostra i campione prelevato e carotato in laboratorio.



Figura 7.15 campione prelevato e carotato in laboratorio

Il valore di compressione è risultato relativamente più elevato da quelli stimati dalle prove sclerometriche; tale difformità è dovuta la fatto che le prove sclerometriche sono state eseguite su superfici esterne dell'affioramento più o meno alterato, mentre la compressione di laboratorio è stata eseguita su un campione di roccia carotata dal campione e pertanto non aletterato).

Utilizzando un valore cautelativo di $\sigma_c = 15 \text{ MPa}$ e sulla base delle osservazioni di campagna, si definiscono i parametri di resistenza al taglio secondo il modello di Mohr-Coulomb, utilizzando attraverso il metodo GSI – Geological Strenght Index (Hoek&Brown, 2002-2007), come precedentemente descritto.

Il valore di GSI si valuta in base a considerazioni geostrutturali dell'ammasso dalla figura seguente.

	PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto: ML
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	

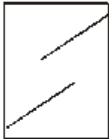
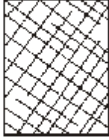




<p>Stimare il valore medio dell'indice GSI in base alla litologia, struttura e condizioni delle discontinuità. Non è necessaria molta precisione. Assegnare un range da 33 a 37 è più realistico che definire un GSI = 35. Si nota che il metodo non si applica in casi di rotture strutturalmente controllate da discontinuità. Quando sono presenti discontinuità deboli e piane in giacitura sfavorevole rispetto agli scavi, queste governano il comportamento dell'ammasso roccioso. La resistenza al taglio di discontinuità in rocce che tendono a deteriorarsi per variazioni di umidità, deve essere ridotta se è presente una circolazione d'acqua. Quando si lavora con rocce da discrete a molto scadenti in condizioni umide può essere preso in considerazione uno spostamento verso destra. La pressione dell'acqua richiede l'analisi in termini di pressioni efficaci.</p>		Condizioni delle superfici delle discontinuità		MOLTO BUONE Superfici molto rugose, sane e non alterate	BUONE Superfici rugose, debolmente alterate, con ossidazioni	DISCRETE Superfici piane, moderatamente alterate	SCADENTI Superfici lisce, molto alterate con patine e riempimenti compatti o frammenti angolari	MOLTO SCADENTI Superfici lisce, molto alterate con patine o riempimenti di argilla soffice
STRUTTURA DELL'AMMASSO ROCCIOSO		Diminuzione della qualità delle discontinuità →						
 INTATTO O MASSIVO Campione di roccia intatta o roccia massiva in posto con poche discontinuità ad ampia spaziatura	Diminuzione dell'interconnessione dei blocchi di roccia ↓	90	80	70	60	50	40	30
 FRAMMENTATO Ammasso indisturbato e con porzioni di roccia ben interconnesse consistente in blocchi cubici formati da 3 famiglie di discontinuità intersecantisi		80	70	60	50	40	30	20
 MOLTO FRAMMENTATO Ammasso parzialmente disturbato con porzioni di roccia interconnesse consistente in blocchi con molte facce angolari, formate da 4 o più famiglie di giunti		70	60	50	40	30	20	10
 FRAMMENTATO/DISTURBATO CON GIUNTI - Ammasso con pieghe e blocchi angolari formato da molte famiglie di discontinuità intersecantisi. Persistenza dei piani di strato o di scistosità		60	50	40	30	20	10	---
 DISGREGATO Ammasso con porzioni di roccia poco interconnesse, molto frantumato, con frammenti di roccia angolari e arrotondati		50	40	30	20	10	---	---
 LAMINATO, CON PIANI DI TAGLIO Ammasso privo di blocchi a causa della piccola spaziatura dei piani di scistosità o di taglio		---	---	10	---	---	---	---

Figura 7.16 Valutazione del GSI (Hoek&Brown, 2002, 2007)

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

I calcoli, sviluppati con il software RockLab (RockScience, 2007), permettono di valutare i parametri di resistenza al taglio e di deformabilità secondo il criterio di rottura di Hoek&Brown; il modello permette anche una valutazione dei parametri di resistenza al taglio secondo il criterio di rottura di Mohr-Coulomb (φ , C), utilizzati nel presente rapporto.

Il calcolo è stato sviluppato con riferimento ad una scarpata alta 30 metri.

Pertanto l'ammasso roccioso viene definito dai seguenti parametri:

- resistenza al taglio dell'ammasso roccioso – criterio Mohr-Coulomb (φ , C)
- compressione monoassiale dell'ammasso roccioso (σ_{amm})
- modulo di deformazione dell'ammasso roccioso (E_{amm})

Risultano i seguenti parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso:

- resistenza al taglio dell'ammasso roccioso: $\varphi = 40^\circ$ - $C' = 0,20$ MPa
- compressione monoassiale dell'ammasso roccioso: $\sigma_{amm} = 0,81$ MPa
- modulo di deformazione dell'ammasso roccioso: $E_{amm} = 1204$ MPa

Si evidenzia che l'andamento della curva nel grafico del rapporto fra maggiore e minore tensione efficace è localizzata a sinistra della linea verde (Mogi's Line) che esprime la transizione verso rotture duttile, individuando sostanziali condizioni di rigidità dell'ammasso roccioso. Si allega nella pagina di seguito il tabulato di calcolo.

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

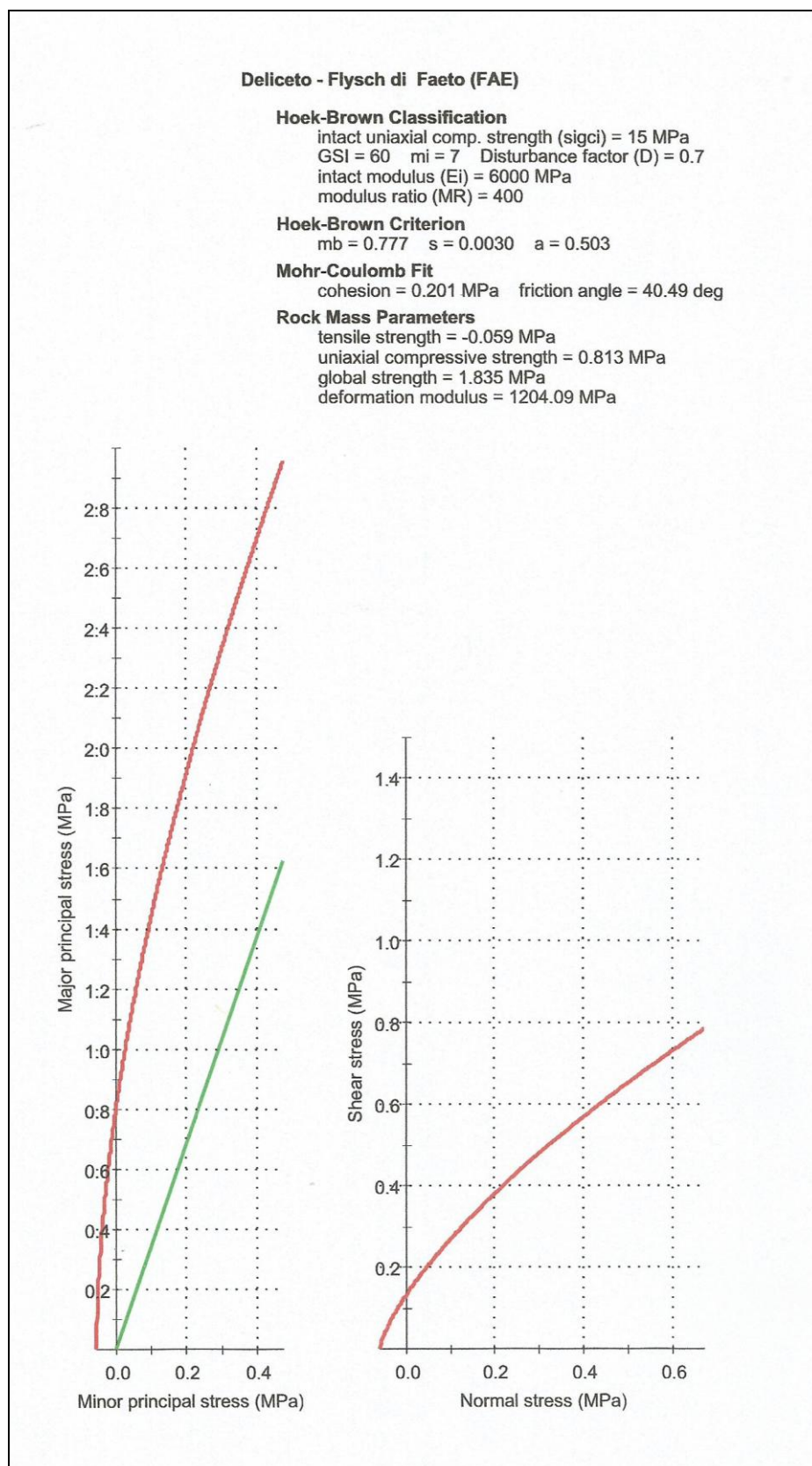


Figura 7.17 Parametri di resistenza al taglio del Flysch di Faeto – Via S. Cristoforo (Hoek&Brown, 2002, 2007)

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione Geologica e Geotecnica</p>	<p align="center">ML</p>

8 SISMICITA'

Nel presente progetto l'analisi della sismicità generale e locale viene sviluppata secondo quanto previsto dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e con le modifiche presenti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) emanato il 14/1/2008.

8.1 Caratteri macrosismici

Il Comune di Deliceto appartiene alla I Classe Sismica caratterizzata da elevata sismicità (OPCM n. 3274/2003); tale classe è stata confermata dalla Delibera della regione Puglia n. 153/2004 con valori di accelerazione di norma come da tabella seguente:

<i>Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a_g]</i>	<i>numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)</i>
1	Zona con pericolosità sismica alta.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	703

Un'ulteriore verifica dei caratteri macrosismici dell'area può essere ricercata in un lavoro del GNDT (2004) che suddivide l'Italia in Zone Sismogenetiche (ZS9), basate su dati geologico-strutturali, tettonici e della sismicità storica; si fa qui riferimento alla zonazione ZS9 che ha rivisto la precedente edizione ZS4 (1999).

In base a tali dati il comuni di Deliceto sopra ricade nel settore nord sella zona sismogenetica 925.

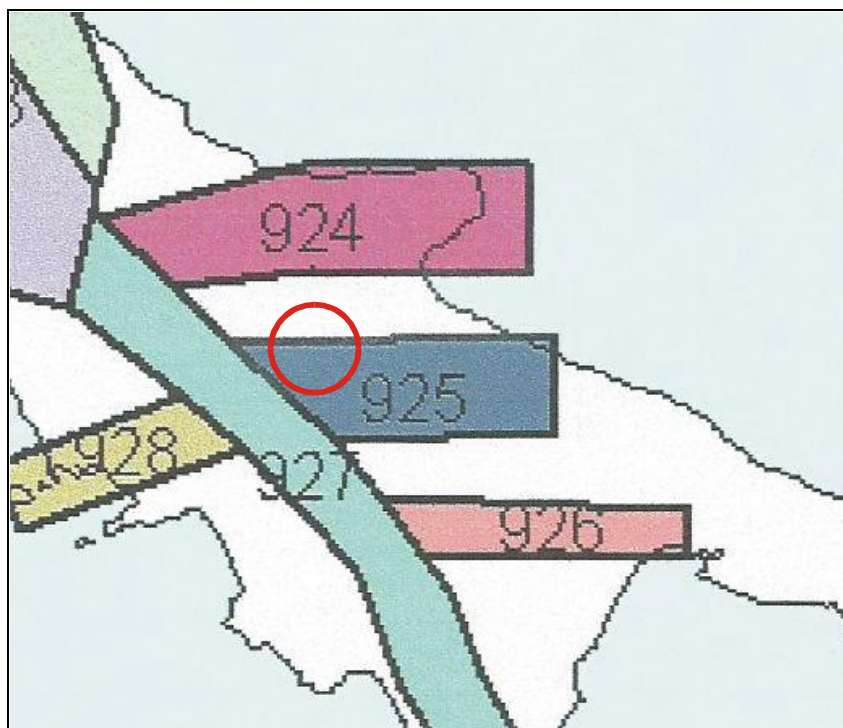


Figura 8.1 Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

	PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

La Zona sismica 925 è rappresentativa della porzione più esterna della fascia di compressione dell'arco appenninico meridionale e fa riferimento a strutture sismo genetiche a orientamento E-W; si riportano qui di seguito le caratteristiche sismo-genetiche della zona 925.

Nome ZS	Zona	Tettonica - meccanismo di fagliazione prevalente	Profondità ipocentro - Km	Magnitudo max - Mw	Magnitudo max freq - Mw
Ofanto	925	Faglie trascorrenti	12-20	6,83	4,76

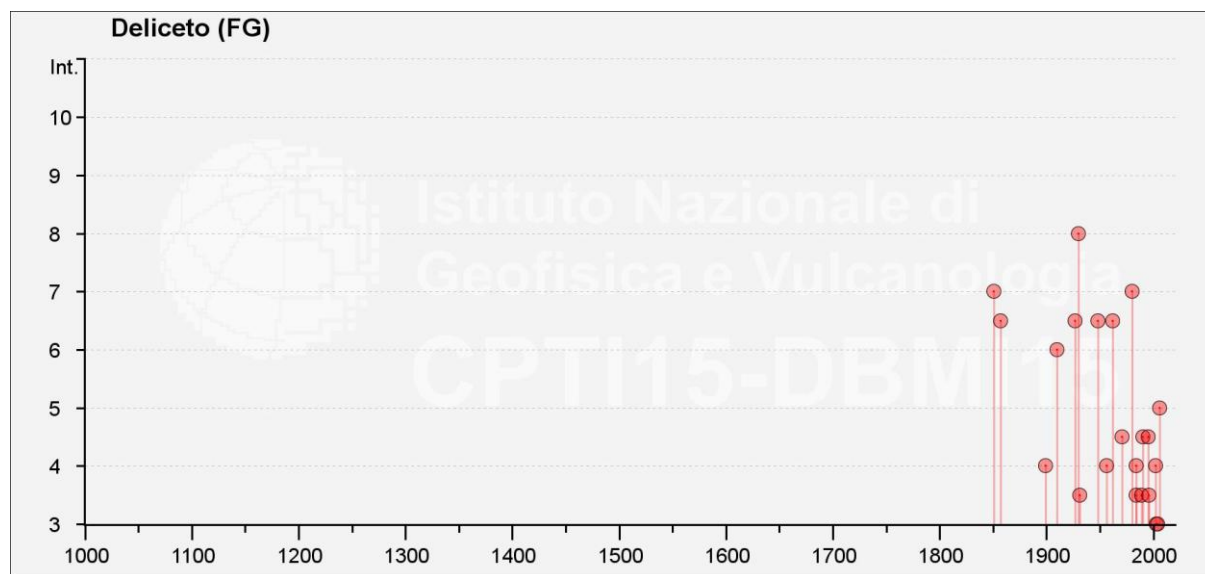
Nella tabella di cui sopra il valore di $M = 6,83$ rappresenta la magnitudo massima verificata (1 evento), mentre il valore di $M = 4,76$ rappresenta il valore di magnitudo più frequente (8 eventi).

Si mostra qui di seguito in forma tabellare e grafica la storia sismica del Comune di Deliceto con le Intensità Macrosismiche risentite nel comune (I_s) ed i riferimenti alle Intensità (I_o) e di Magnitudo (M_w) (Catalogo sismico DBM15, INGV).

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

File downloaded from CPTI15 - DBMI15					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of Deliceto (FG)					
Coordinates (lat, lon)		41.222, 15.387			
Province		Foggia			
Region		Puglia			
No. of reported earthquake: 33					
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1851 08 14 13 20	Vulture	103	10	6,52
6-7	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7,12
NF	1882 06 06 05 40	Isernino	50	7	5,2
NF	1893 01 25	Vallo di Diano	134	7	5,15
NF	1893 08 10 20 52	Gargano	69	8	5,39
4	1899 08 16 00 05	Subappennino dauno	32	6	4,57
2	1905 11 26	Irpinia	122	7-8	5,18
6	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	376	8	5,76
6-7	1927 12 27 08 49	Deliceto	2	5-6	4,4
8	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6,67
3-4	1931 05 10 10 48 55.00	Irpinia	43	5-6	4,64
6-7	1948 08 18 21 12 20.00	Gargano	58	7-8	5,55
4	1956 09 22 03 19 39.00	Gargano	57	6	4,64
6-7	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6,15
4-5	1971 05 06 03 45 05.00	Irpinia	68	6	4,83
NF	1977 07 24 09 55 29.00	Irpinia	85	5-6	4,37
7	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5,86
3-4	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5,47
3-4	1989 03 11 21 05	Gargano	61	5	4,34
4-5	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
2	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5,08
NF	1992 11 05 13 34 27.86	Gargano	32	5	4,34
4-5	1995 09 30 10 14 33.86	Gargano	145	6	5,15
3-4	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4,9
2	1998 04 07 21 36 55.30	Valle dell'Ofanto	45	5	4,31
4	2002 11 01 15 09 01.92	Molise	638	7	5,72
3	2003 06 01 15 45 18.04	Molise	501	5	4,44
NF	2003 12 30 05 31 38.26	Molise	326	4-5	4,53
3	2004 09 03 00 04 12.75	Potentino	156	5	4,41
5	2006 05 29 02 20 06.26	Gargano	384		4,64
NF	2006 10 04 17 34 20.50	Adriatico centrale	98	4-5	4,3

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML



Dall'analisi statistica della storia sismica risulta, in definitiva, che si sono risentiti terremoti fino al VI-VII grado MCS in relazione prevalente a sismi con epicentro nell'area appenninica.

8.2 Risposta sismica locale

I dati sopra riportati sono di carattere macrosismico e/o validi per l'intero territorio comunale, mentre particolare rilevanza hanno i parametri geologici, geomorfologici ed idrogeologici che determinano la pericolosità sismica locale (amplificazione sismica, liquefazione dei terreni, ecc.).

In questa sede le condizioni sismiche locali dell'area in esame sono verificate secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) emanato il 14/1/2008, che prevede sostanzialmente le seguenti individuazioni dei seguenti elementi relativi alla risposta sismica locale:

- Valutazione del fattore di amplificazione stratigrafica (**S_s**);
- Valutazione del fattore di amplificazione topografico (**S_T**);
- Valutazione del rischio di liquefazione dei terreni

8.1.1 Amplificazione Stratigrafica

Per la valutazione dell'amplificazione stratigrafica le nuove norme sismiche suddividono i diversi terreni in 5 Categorie di Sottosuolo, in relazione alla risposta sismica locale, come qui di seguito riportato:

CATEGORIA SOTTOSUOLO	DI	DESCRIZIONE
A		Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 > 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.
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 un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 = 360-800 m/sec (Nspt30 > 50 nei terreni a grana grossa o Cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fine).

	PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensate o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiore a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} = 180-360$ m/sec ($15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi a grana grossa scarsamente addensati oppure terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/sec ($N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa, $Cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, giacenti su un substrato di riferimento ($V_{s30} > 800$ m/sec).

Tale classifica individua anche due tipi di terreno S1 e S2 sono caratterizzati da parametri geotecnici particolarmente scadenti ($V_s < 100$ m/sec; terreni liquefacibili, argille sensitive, ecc.), nei quali sono necessari studi specifici, ma che comunque non sono presenti nell'area in esame.

Le prove sismiche MASW 1 (Vico IV Fontanelle) e 2 (Vico I Fontana) che hanno interessato i siti con presenza dei depositi limo-argillosi pliocenici hanno evidenziato valori di $V_{S30} = 388-342$ m/sec a cavallo fra le Classi di Sottosuolo B e C.

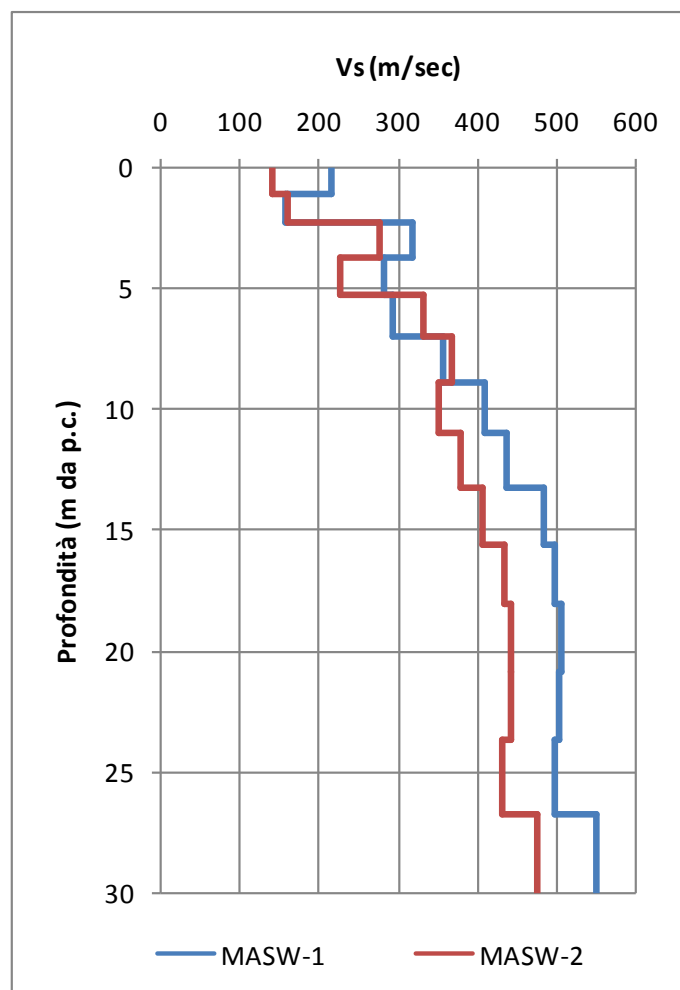


Figura 8.2 Andamento dei valori di V_s (da MASW 1 e 2)

	PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

In particolare risulta che il sito di Vico IV Fontanelle appartiene alla Classe di Sottosuolo B, mentre il sito di Vico I Fontana appartiene alla Classe di Sottosuolo C. La maggiore amplificazione stratigrafica del sito di Vico I Fontana è giustificato dalla maggiore presenza di depositi eluvio-colluviali di versante presenti fino a 5-6 metri di profondità. La prova sismica MASW 3 (Via S. Cristoforo) è stata invece eseguita in corrispondenza dei depositi flyschoidi con assetto lapideo-semilapideo; è risultato un valore di $V_{s30} = 376$ m/sec da cui si valuta una Classe di Sottosuolo B.

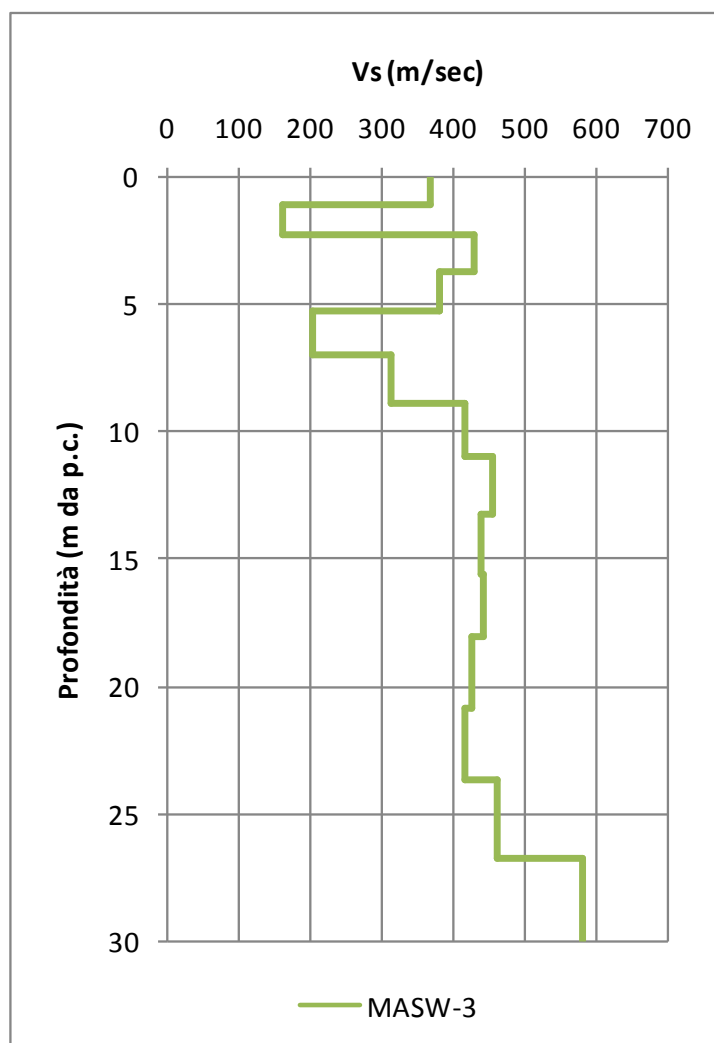


Figura 8.3 Andamento dei valori di Vs (da MASW-3)

8.1.2 Amplificazione Topografica

In base alla situazione topografica le norme vigenti individuano 4 condizioni con relativi valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T :

CATEGORIA TOPOGRAFICA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA - S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con	1,0

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

	inclinazione media $i < 15^\circ$	
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $15^\circ < i < 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $i > 30^\circ$	1,4

In corrispondenza delle zone di Vico IV Fontanelle e di Vico I Fontana sono presenti morfologie di versante con inclinazioni in genere superiori a 15° e pertanto si può assumere una Categoria Topografica T2, con **Coefficiente di Amplificazione Topografica $St = 1,2$** .
In corrispondenza dell'area di Via S. Cristoforo sono invece presenti morfologie di versante con inclinazioni in genere superiori a 30° e pertanto si può assumere una Categoria Topografica T4, con **Coefficiente di Amplificazione Topografica $St = 1,4$** .

8.1.3 Liquefazione dei terreni

Per motivi geologici, litotecnici ed idrogeologici non sussistono condizioni per problematiche relative al rischio di liquefazione dei terreni.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

9 PROBLEMATICHE GEOLOGICO-TECNICHE

In base al contesto geologico, geomorfologico, geotecnico e sismico si individuano nelle zone di intervento le seguenti problematiche geologico-tecniche.

Vico I Fontana e Vico IV Fontanelle

Nelle condizioni geologico-stratigrafiche, geotecniche ed urbanistiche dei due siti l'intervento più idoneo consiste nella realizzazione di una paratia di pali a sostegno del versante ammorsata nel substrato pliocenico marnoso, nella realizzazione di una serie di interventi di ingegneria naturalistica sul versante del torrente Fontana ed in interventi tesi a migliorare lo smaltimento delle acque meteoriche.

Verifiche di stabilità dei versanti ante e post operam sono sviluppate nella Relazione di Progetto

Via S. Cristoforo

La zona di via S.Cristoforo è situata in corrispondenza di una pendice rocciosa, che dall'analisi è apparsa priva di elementi di dimensioni significative potenzialmente instabili.

Pertanto gli interventi più idonei consistono prevalentemente in interventi di disgaggio degli elementi potenzialmente instabili, che risultano di dimensioni non elevate.

Al fine di prevenire fenomeni di regime torrentizio delle acque piovane sono previsti opportuni pozzetti di raccolta delle acque piovane che saranno successivamente regimentati sul versante.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

10 BIBLIOGRAFIA

BOWLES J.E., (1981) - *Fondazioni - Progetto e analisi*, 1991

BRUNO G. (2012) – *Caratterizzazione geomeccanica per la progettazione ingegneristica*,
CRESPELLANI T., NARDI R., SIMONCINI C., (1988), *La liquefazione del terreno in condizioni sismiche*. Ed Zanichelli,

GNDT, (2004), Zone Sismogenetiche (ZS9)

GOODMAN R. E. (1980) – *Introduction on Rock Mechanics*, Ed. Wiley & Sons

Dario Flaccovio Ed., Palermo

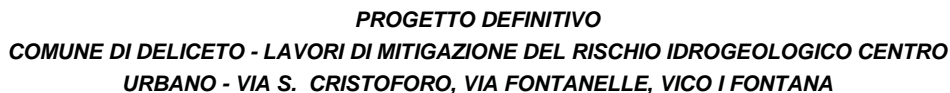
INGV- ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA. (2001), *DISS-2, Database of Potenzial Sources for Earthquakes*, 2001

LANCELOTTO R. (1983) - *Meccanica dei terreni e fondazioni*. Ed. Levrotto & Bella, Torino

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO</p> <p align="center">COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

laboratorio-sabbie limose giallastre

Laboratorio																					
Deliceto																					
sabbia limosa giallastra																					
S/C	Lito	qsond m slm	pcamp m	qcamp m slm	Wn %	γ kN/mc	γs kN/mc	e	Sr %	n %	LL %	IP	Ic	Att	G	S	L	A			
	sabbia lim arg-giall	562	6,5	555,5	19,854	19,467	26,455	0,629	85,181	38,604	26	4,8	1,19	0,480	10	60	20	10	10	10	10
															Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla			
			min	555,50	19,85	19,47	26,46	0,63	85,18	38,60	26,00	4,80	1,19	0,48	10,00	60,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00
			media	555,50	19,85	19,47	26,46	0,63	85,18	38,60	26,00	4,80	1,19	0,48	10,00	60,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00
			mediana	555,50	19,85	19,47	26,46	0,63	85,18	38,60	26,00	4,80	1,19	0,48	10,00	60,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00
			moda	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
			max	555,50	19,85	19,47	26,46	0,63	85,18	38,60	26,00	4,80	1,19	0,48	10,00	60,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00
S/C	Lito	qsond m slm	pcamp m	qcamp m slm	FI °	C' kPa	TD														
	sabbia lim arg-giall	562	6,5	555,5	28,43	10,89															
			min	555,50	28,43	10,89															
			media	555,50	28,43	10,89															
			mediana	555,50	28,43	10,89															
			moda	#N/D	#N/D	#N/D															
			max	555,50	28,43	10,89															



Oggetto:

Relazione Geologica e Geotecnica

ML

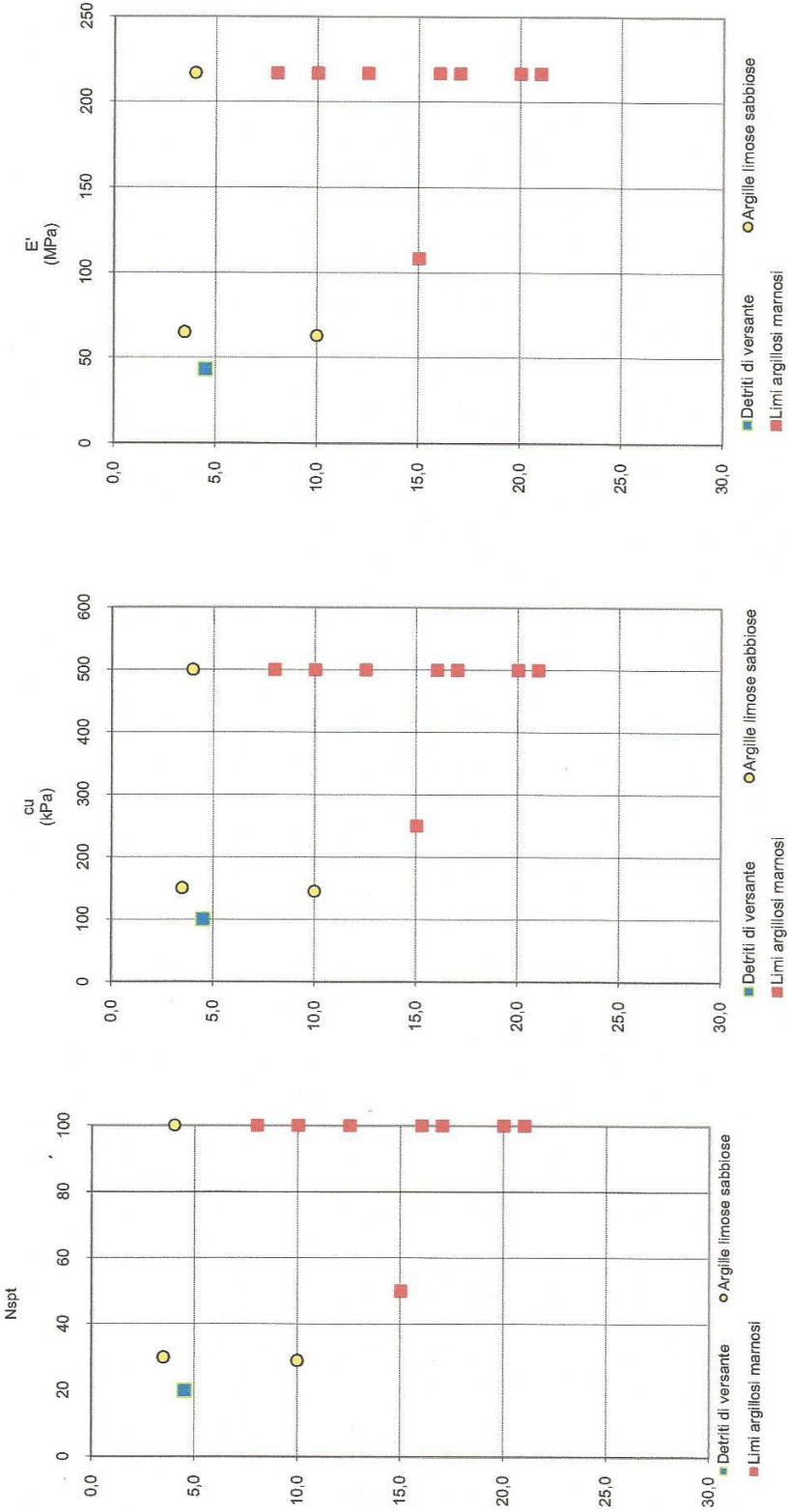
laboratorio-deliceto-limo-arg-marnoso-grigiastro

[illegible]

	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO</p> <p align="center">COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML

LAVORO: Mitigazione rischio idrogeologico - Deliceto (FG)
 SPT - TERRENI COESIVI

litotipo Argille limose sabbiose e marnose



	<p align="center">PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione Geologica e Geotecnica	ML


SOGEA srl
 Via Casalmonferrato 2E - ROMA
 tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON
 SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
 UNI EN ISO 9001:2008
 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sulle terre
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
 Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: Via Ingegneria - Roma		
RIFERIMENTO: Deliceto (FG) - Via San Cristoforo		
SONDAGGIO:	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m Affioramento

MODULO RIASSUNTIVO

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Peso di volume (kN/m³): 26,3

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Resistenza a compressione (MPa): 88,52

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Calcare di colore biancastro.

	PROGETTO DEFINITIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
	Oggetto: Relazione Geologica e Geotecnica	ML


SOGEA srl
 Via Casalmonferrato 2E - ROMA
 tel. 067016809 - fax 067011625
Laboratorio geotecnico

AZIENDA CON
 SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
 UNI EN ISO 9001:2008
 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Certificazione Ufficiale - Settore «A» - Prove di laboratorio sulle terre
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
 Decreto 57027/5-11-2007 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00036R	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/04/18	Inizio analisi: 09/04/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 9R	del 06/04/18	Apertura campione: 09/04/18	Fine analisi: 10/04/18

COMMITTENTE: Via Ingegneria - Roma
RIFERIMENTO: Deliceto (FG) - Via San Cristoforo
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m Affioramento

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 7012 C-D

Provino n°:	1
Velocità di deformazione (MPa/sec):	0,20
Altezza (cm):	9,25
Sezione (cm²)	23,41
Peso di volume (kN/m³):	26,3
Resistenza a compressione (MPa):	88,52

Calcare di colore biancastro.

1
32063

SGEO - Laboratorio 6.1 - 2018

Lo sperimentatore
Dott. Fabrizio Rabottino

Il direttore del laboratorio
Dott. Sergio Rabottino