



Comune di Viggiano (PZ)

Località: Via Madonna di Viggiano

Foglio n° mappa n. 36, particelle n. 902 (di are 15.91), n. 904 (di are 02.31) e 1115 (ex p.lla 903 di are 03.18).

Committenti:

Giuseppe SALVUCCI, nato a Marsicovetere (PZ) il 7/08/1983
residente a Viggiano in via Madonna di Viggiano n. 82
Codice Fiscale SLV GPP 83M07 E977H,

Caterina SALVUCCI, nata a Viggiano (PZ) 23/01/1975
residente a Viggiano al Corso Umberto I° n. 34
Codice Fiscale SLV CRN 75A63 L874I,

Lottizzazione "DOMANDA DI ADOZIONE E APPROVAZIONE DI PIANO URBANISTICO ATTUATIVO "Salvucci" " - Comune di Viggiano (PZ)

della L. R.B. n° 38 del 06/08/1997

ELABORATI GEOLOGICI

Versione 1.0

Relazione Geologica

Allegati:

ALLEGATO N° 01 - Tavola Inquadramento geografico in scala 1:25.000 e 1:1.000

Stralcio ortofotocarta Coordinate geografiche del sito Documentazione fotografica.

ALLEGATO N° 02 - Stralcio Catastale Stralcio catastale Piano di lottizzazione Profili progettuali

ALLEGATO N° 03 - Carta geologica e sezione geolitologica in scala 1:2.000

ALLEGATO N° 04 - Carta geomorfologica in scala 1:2.000

ALLEGATO N° 05 - Carta idrogeologica in scala 1:2.000

ALLEGATO N° 06 - Carta di Microzonazione sismica RU comunale

ALLEGATO N° 07 - Carta di Microzonazione sismica di II Livello 1:2.000

ALLEGATO N° 08 - Carta di sintesi e pericolosità geologica in scala 1:2.000

ALLEGATO N° 09 - Tavola Ubicazione indagini geognostiche 1:2.000

Villa d'Agri,
Dicembre 2019

Dott. Geol. Antonio PRIORE

sede Legale
Via Leonardo Da Vinci, 3A
85050 Villa d'Agri -
Marsicovetere (PZ)
Tel/fax 0975.354471 Cell. 347.0849203
www.geologopriore.it
studiogeologia.priore@gmail.com

Sede operativa
Via Valeriana, 142 - Paniga
23017 Morbegno (SO)

c.f. PRRNTN71E28L874G
P.Iva 01433970769

Studio di Geologia
Dott. Geol. **PRIORE Antonio**

INDICE

Premessa	2
Ubicazione	3
Dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area	4
Geologia	4
Flysch arenaceo – marnoso (Formazione di Albidona).....	5
Accumuli eluvio - colluviali.....	6
Morfologia ed idrogeologia	7
3.2.1 Geomorfologia	7
3.2.2 Idrogeologia	8
Sismicità dell'area	9
3.3.1 Pericolosità sismica di base	12
3.4.1 Microzonazione Sismica RU Comunale	29
Indagini geognostiche	29
Sondaggi a carotaggio continuo	31
Indagini geofisiche	32
4.3.1 Tomografia sismica	32
4.3.1.1 MASW	33
4.3.2 MASW	34
4.3.3 Indagine HVSR (Microzonazione Sismica).....	34
4.3.4 Indagine HVSR (2019)	35
Caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione.....	37
Verifiche di stabilità	38
3 Cartografia allegata	38
3.1 Carta di sintesi e criticità geologica.....	38
4 Conclusioni	40
BIBLIOGRAFIA	42

Premessa

Con la presente relazione vengono descritti i risultati di una indagine geologico-tecnica condotta su incarico di

- Giuseppe SALVUCCI, nato a Marsicovetere (PZ) il 7/08/1983
residente a Viggiano in via Madonna di Viggiano n. 82
Codice Fiscale SLV GPP 83M07 E977H,
- Caterina SALVUCCI, nata a Viggiano (PZ) 23/01/1975
residente a Viggiano al Corso Umberto I° n. 34
Codice Fiscale SLV CRN 75A63 L874I,

per il progetto di " DOMANDA DI ADOZIONE E APPROVAZIONE DI PIANO URBANISTICO ATTUATIVO "Salvucci" " in agro di Viggiano (PZ), in località Via Madonna di Viggiano, sul foglio n° mappa n. 36, particelle n. 902 (di are 15.91), n. 904 (di are 02.31) e 1115 (ex p.lla 903 di are 03.18). L'ampiezza delle indagini è stata proporzionata in base alle dimensioni e all'importanza del progetto, alla complessità e alle caratteristiche del sottosuolo ed, infine, allo stato delle conoscenze della zona in esame. Tale studio, secondo ciò che precisa il D.M. 11/03/88, ha avuto lo scopo di inquadrare in maniera dettagliata l'area in oggetto, sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico; affinché le scelte tecniche per il progetto siano fondate su un modello geologico, geomorfologico e geotecnico reale dell'area.

La stesura del seguente progetto ha tenuto presente le indicazioni e le richieste della Legge regionale in vigore, legge 64/74 – art. 13, D.M. 11.03.1988 e circ. del Ministero dei LL.PP n° 30483 del 24.09.1988 e dal Regolamento attuativo (Delib. di G.R. n° 6266 del 18/09/1997) della L. R.B. n° 38 del 06/08/1997, considerando infine le NTC del 2018 e circolare n° 617 del 02/02/2009 e della Legge Regionale n° 23 del 1999 con successive "Tutela Governo ed uso del territorio".

Per quanto premesso, l'indagine geologica assume un ruolo di studio preliminare a qualsiasi altra fase progettuale o programmatica ed essa ha avuto il fine di individuare i tipi litologici presenti ed il loro andamento in profondità, dando la possibilità di ricostruire un modello geologico di dettaglio.

Per raggiungere tale scopo è stato condotto un attento rilevamento di superficie in modo da raccogliere maggiori informazioni possibili sulle caratteristiche dei terreni investigati per la realizzazione di un modello geologico tecnico più preciso possibile.

Inoltre, è stato consultato il Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Basilicata per verificare l'appartenenza dell'area in oggetto ad eventuali zone a rischio idrogeologico. In particolar modo è stata consultata la tavola n° 505032, aggiornata nell'anno 2015.

Lo sviluppo di tale modello geologico è stato possibile effettuarlo grazie anche alle indagini geognostiche effettuate sul sito in occasione della redazione del regolamento urbanistico comunale e dello studio di approfondimento richiesto dall'Autorità di Bacino della Basilicata ed in occasione di ulteriori approfondimenti geologici avvenuti in concomitanza di altri progetti pubblici: N° 1 sondaggio a carotaggio continuo di 20 di profondità;

- N° 1 MASW per la caratterizzazione sismica del sito;
- N° 1 Sismica a rifrazione
- N° 1 Analisi di laboratorio - campioni indisturbati.
- N° 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

La caratterizzazione geotecnica è stata determinata attraverso l'utilizzo del sondaggio a carotaggio continuo S2 effettuato per il Regolamento Urbanistico (2010/2015) in cui è stato prelevato un campione e considerando anche i risultati analitici dei campioni prelevati nei sondaggi S1 e S3 effettuati nelle immediate vicinanze e sui medesimi terreni. Inoltre, sono state considerate le tre prove penetrometriche dinamiche e la sismica rifrazione effettuate per un progetto comunale (2016), sull'area oggetto di sedime.

Le suddette indagini sono state finalizzate per i seguenti aspetti che risultano importanti per qualsiasi scelta progettuale e per completezza sono stati realizzati i seguenti elaborati:

- ALLEGATO N° 01 - Tavola Inquadramento geografico in scala 1: 25.000 e 1:1.000*
- Stralcio ortofotocarta Coordinate geografiche del sito Documentazione fotografica.*
- ALLEGATO N° 02 – Stralcio Catastale Stralcio catastale Piano di lottizzazione Profili progettuali*
- ALLEGATO N° 03 – Carta geologica e sezione geolitologica in scala 1:2.000*
- ALLEGATO N° 04 – Carta geomorfologica in scala 1:2.000*
- ALLEGATO N° 05 – Carta idrogeologica in scala 1:2.000*
- ALLEGATO N° 06 – Carta di Microzonazione sismica RU comunale*
- ALLEGATO N° 07 – Carta di Microzonazione sismica di II Livello 1:2.000*
- ALLEGATO N° 08 – Carta di sintesi e pericolosità geologica in scala 1:2.000*
- ALLEGATO N° 09 – Tavola Ubicazione indagini geognostiche 1:2.000*

Ubicazione

L'area in esame è ubicata nella porzione nord rispetto al centro abitato di Viggiano (PZ) e ricade tra le quote di circa di 877 e 880 metri s.l.m.. Essa è riportata nella tavoletta topografica n° 505 IGM sez. I (Viggiano) del foglio n. 199 (Potenza) della Carta Geologica d'Italia. (allegato 01)

L'area rientra nel foglio di mappa catastale del Comune di Viggiano n° **36**, particelle n. 902 (di are 15.91), n. 904 (di are 02.31) e 1115 (ex p.lla 903 di are 03.18)

	COORDINATE GAUSS- BOAGA	UTM WGS 84
Nord	4466957	4466957
Est	2595855	575888

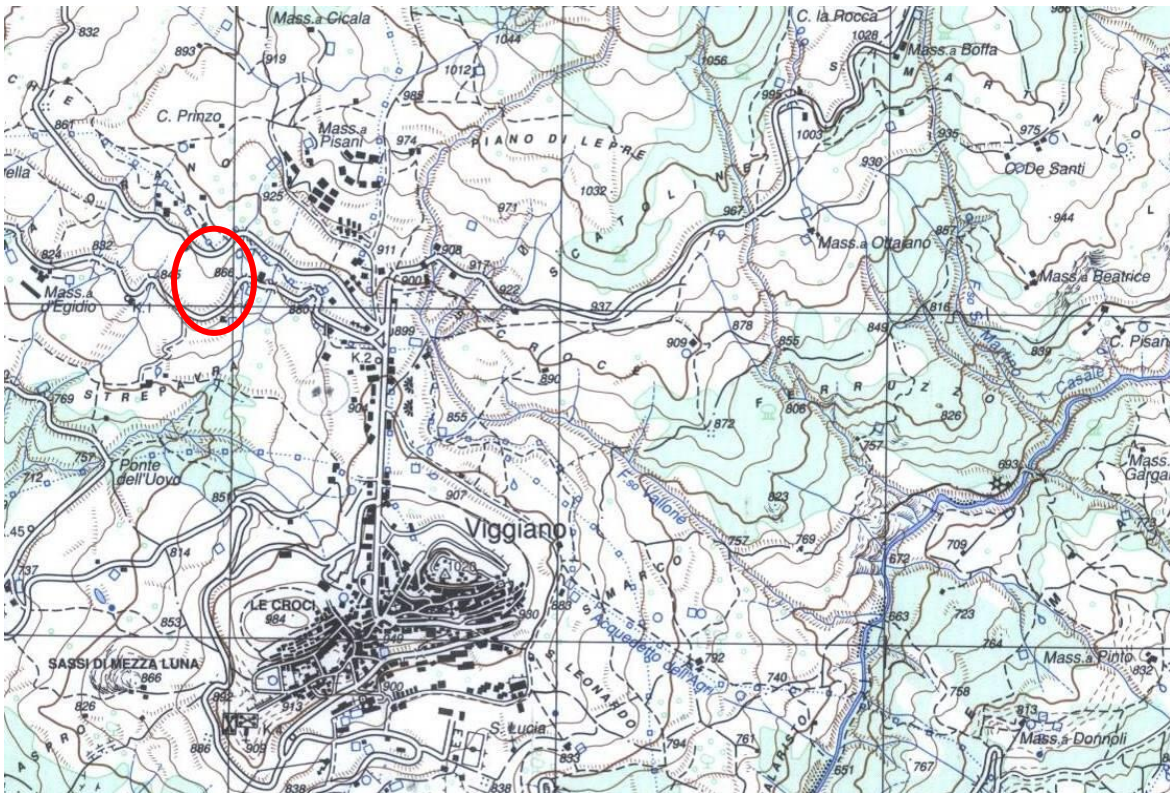


Figura 1 Stralcio IGM - Tavola VIGGIANO 505

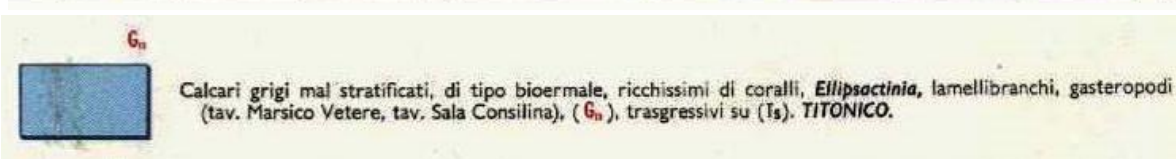
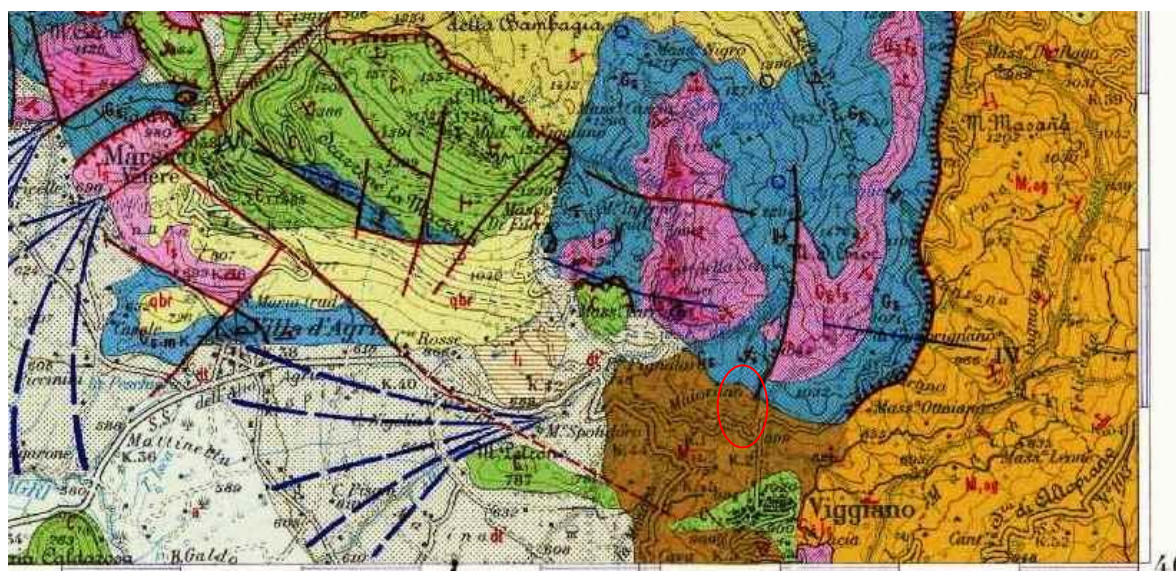
Per gli elaborati allegati è stato utilizzato uno stralcio della cartografia ufficiale in scala 1:2.000 del Comune di Viggiano, in formato DWG.

Dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area

Geologia

L'area oggetto di progettazione ricade sul foglio geologico ufficiale n° 199 (Potenza) in scala 1:100.000 e sul nuovo foglio ISPRA ancora in allestimento per la stampa e pubblicato su WEB n°505 MOLITERNO in scala 1:50.000.

Di seguito è allegato lo stralcio della carta geologica in scala 1:100.000 con la relativa legenda delle principali formazioni geologiche affioranti in sito.



Gs – Unità di Lagonegro



M3-2 Serie miocenica

Figura 2 Stralcio foglio geologico e legenda – FOGLIO N° 199 POTENZA

I risultati del rilevamento geologico sono stati sintetizzati su di una base topografica in scala 1: 2.000 (allegato 3).

Il rilevamento dell'area, esteso anche nei dintorni del sito in esame, ha consentito di distinguere le formazioni affioranti che di seguito vengono descritte procedendo dall'esame di quelle più antiche fino a quelle più recenti.

Sinteticamente, l'area fa parte del versante meridionale di Monte Sant'Enoc che guarda il centro abitato di Viggiano e la Val d'Agri, dove affiorano i terreni appartenenti all'Unità di Lagonegro in contatto tettonico o stratigrafico discordante con i depositi più recenti del Miocene.

Il sito interessato dal progetto è caratterizzato da una sola formazione geologica la cui sequenza stratigrafica è riconducibile tutta ai depositi flyschoidi tardo miocenici.

Flysch arenaceo – marnoso (Formazione di Albidona)

L'area esaminata è costituita essenzialmente da una formazione flyschoidi arenaceo – marnosa di età miocenica nella quale ritroviamo una alternanza – di argilliti grigio-brune in strati sottili, cui si intercalano banchi di calcari marnosi di potenza fino a 20 metri.

Le arenarie hanno composizione litarenitica con abbondante frazione quarzosa.

Alla base della formazione è spesso presente un intervallo caotico costituito da un conglomerato a matrice argillosa prevalente, ad elementi metrici di rocce cristalline, arenarie a blocchi calcarei di dimensioni anche notevoli.

L'alternanza, nell'ambito di tale formazione, di diversi tipi litologici determina una variazione delle caratteristiche meccaniche in funzione del contenuto percentuale in argilla ed acqua e del grado di fratturazione; generalmente tali terreni assumono caratteristiche classificabili da discrete a buone, inoltre si evidenzia un elevato grado di erodibilità ed una permeabilità quasi nulla nei livelli argillosi.

La posizione della presente formazione geologica rispetto al flysch galestrino è piuttosto ambigua in quanto il passaggio tettonico è solo presunto e non affiorante in maniera netta come potrebbe sembrare, anche celato dalla presenza del detrito superficiale e dai depositi eluvio-colluviali. Si evidenzia comunque una diversificazione litologica netta tra le due aree definibili anche dal cambio di pendenza determinato dalle caratteristiche litotecniche delle due formazioni geologiche (angolo di attrito maggiore per i galestri e minore per la successione arenaceo-marnosa).



Figura 3 affioramento arenaceo-marnoso prossimo all'area

Accumuli eluvio - colluviali

Nelle porzioni est dell'area esaminata ed in corrispondenza delle incisioni idriche naturali affiorano tali depositi eluvio - colluviali che si sono formati a spese del substrato di base e ad opera dei

processi di alterazione fisica e chimica che li hanno interessati (Attuale).

Si tratta, generalmente, di elementi calcareo-marnosi ed arenacei immersi in abbondante matrice limoso-sabbiosa, presenti in depressioni morfologiche, tettoniche e nelle incisioni idriche. Lo spessore delle suddette litologie è piuttosto variabile da poche decine di centimetri ad oltre il metro in prossimità della vallecchia morfologica.

Morfologia ed idrogeologia

3.2.1 Geomorfologia

Dal punto di vista geomorfologico, il sito in esame ricade su un'area caratterizzata da lievi pendenze che si aggirano tra pochi gradi e poco più di 10° degradando verso sud, con andamento delle curve di livello piuttosto regolare o con modeste variazioni di pendenza localizzate e definite in piccole porzioni del pendio. Una caratteristica del sito è data dal fatto che è ubicata sulla destra idrografica di una modesta incisione idrica le cui acque scorrono solo nei periodi di maggiore piovosità senza arrecare particolari preoccupazioni alla stabilità del versante.

Il modesto corso idrico, che scorre a circa 60/70 m dalle particelle di progetto, non presenta alcun fenomeno di erosione.

Al momento del presente studio e negli anni addietro, durante gli approfondimenti richiesti dall'Autorità di Bacino della Basilicata, non sono stati notati fenomeni di modellamento del versante nonché processi evolutivi del territorio in atto o quiescenti.

La visione della tavola del PAI n° 505032 (Aggiornamento 2014) dell'Autorità di Bacino della Basilicata ha consentito di verificare che il sito di progetto non rientrasse all'interno dell'area con vincolo idrogeologico R2 posta immediatamente ad est.



Figura 4 Stralcio PAI - Tavola 505032 (Aggiornamento 2015)

3.2.2 Idrogeologia

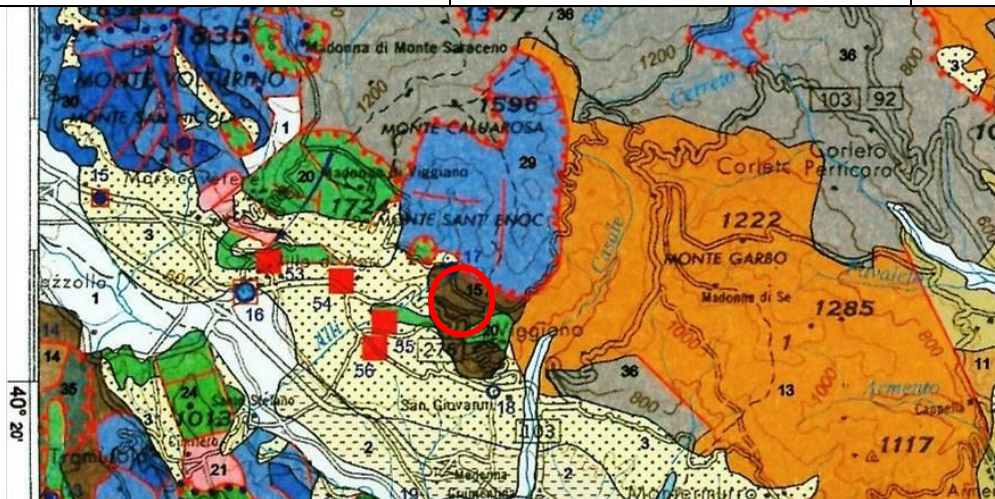
Il sito è inquadrato all'interno del bacino idrografico del fiume Agri, posizionato in sinistra idrografica sui complessi idrogeologici dell'Appennino meridionale.

La circolazione idrica principale ha una direzione preferenziale di deflusso dalla dorsale montuosa di Monte S. Enoc- Montagna Grande di Viggiano verso l'asse fluviale del fiume Agri che scorre a sud dell'area e a quote altimetriche nettamente più basse (circa 600 m. slm).

Dal punto di vista idrogeologico ed idrografico, modificando la scala di visione, l'area presenta una modesta incisione idrica ad est del sito di progetto, le cui acque nascono appena a monte da modestissime sorgenti che tendono ad esaurirsi nei periodi più caldi. Le acque meteoriche si canalizzano immediatamente nel fosso dopo aver percorso solo alcune centinaia di metri in materiali anche con una porosità medio-bassa.

Le litologie affioranti sul sito presentano gradi permeabilità differenti come riportato nella seguente tabella:

litologia	Permeabilità	Coefficienti di permeabilità K (m/s)
Marne argillose	Bassa per fratturazione	10e-9
Argille	Bassa per porosità	10e-9
Calcareniti	Media per fratturazione	10e-2 > k > 10e-4
Quarzareniti	Media per fratturazione	10e-2 > k > 10e-4



COMPLESSI DELLE SUCCESSIONI TORBIDITICHE SINORGENE

13	<p>Complesso arenaceo-conglomeratico: Successioni torbiditiche prossimali di tipo <i>coarsening upward</i>, prevalentemente arenaceo-conglomeratiche, con a luoghi caratteri di <i>wildflysch</i> (Formazioni di Castelvetere, di Monte Sacro e Gorgoglione). Nelle parti più alte delle serie, l'assenza di intercalazioni pelitiche rende possibile una circolazione idrica basale con recapito in sorgenti di notevole importanza locale (Unità idrogeologiche di Monte Sacro, Monte della Stella e Monte Centaurino in Campania meridionale).</p>	
14	<p>Complesso delle successioni arenaceo-calcareo-pelitiche: Successioni torbiditiche da distali a prossimali, costituite da alternanze ritmiche arenaceo-pelitiche, calcareo-pelitiche e, subordinatamente, conglomeratiche e calcareo-mamosse (Gruppo del Cilento, Flysch Numidico, Unità Irpine p.p., Unità di Frosolone e Sילו Capo d'Orlando). La presenza pressoché continua di intercalazioni pelitiche rende possibile la formazione di una modesta circolazione idrica sotterranea nella coltre di alterazione superficiale; solo dove la parte litoida fratturata prevale su quella pelitica, e laddove esiste un assetto strutturale favorevole, si può instaurare una circolazione idrica relativamente più profonda.</p>	
15	<p>Complesso delle successioni pelitico-calcaree: Successioni torbiditiche, costituite da termini prevalentemente pelitico-mamosi e subordinatamente calcarei ed arenacei, impostatesi sulle unità paleogeografiche di piattaforma carbonatica dopo le rispettive fasi tettoniche che le hanno deformate (Formazioni del Bifurto e di Pietraraja). Per il carattere prevalentemente pelitico e per la prevalente collocazione dei depositi alla base dei massicci carbonatici, dove attualmente si ritrovano in giacitura secondaria per mobilitazione tettonica e gravitativa, questo complesso costituisce in molti casi la cintura impermeabile delle unità idrogeologiche carbonatiche.</p>	

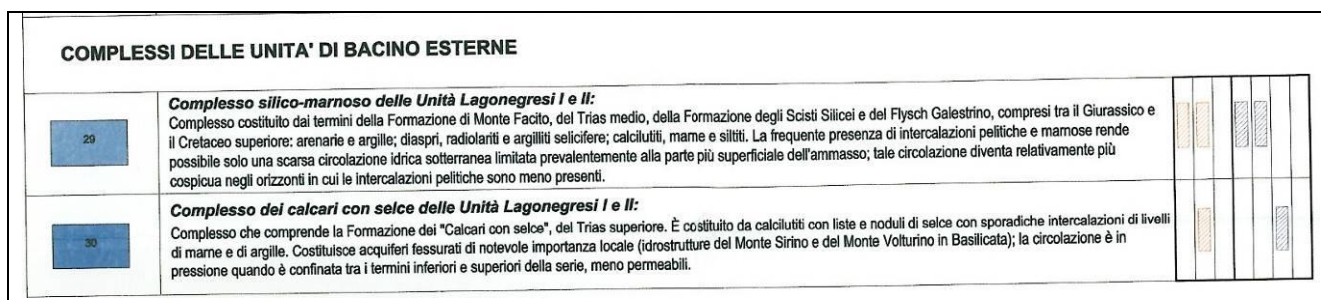


Figura 5 Stralcio legenda e carta idrogeologica dell'Italia Meridionale (scala 1:250.000)

Dalle analisi di laboratorio del campione 1 del sondaggio S2 (6,60-6,80), risultano i seguenti valori composizionali:

Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
15.4	35.9	23.1	25.6
Caratteristiche fisiche			
Porosità %	33.7		

Dal punto di vista idrogeologico, occorre sottolineare che tali terreni costituenti l'area preposta per il progetto di lottizzazione presentano come litologia una estrema variabilità in termini di permeabilità; infatti a livelli resi impermeabili, dalla prevalente composizione argillosa che impediscono il diffondersi nel sottosuolo delle acque superficiali, si alternano livelli calcareo-marnosi ed arenacei permeabili per fratturazione caratterizzati da una buona estensione areale e verticale che permettono all'acqua di insinuarsi nel sottosuolo creando modeste circolazioni di acque di falda.

L'idrogeologia del sito è caratterizzata da un acquifero presente soprattutto all'interno della formazione dei galestri affioranti a monte del sito che ha una permeabilità elevata per fratturazione, posto a monte del sito che funge da serbatoio e che rilascia lentamente le acque incamerate attraverso modestissime sorgenti. La formazione argilloso-marnosa tende a tamponare a valle il suddetto acquifero e a recepire tali flussi molto lentamente a causa della presenza di una maggiore porzione argillosa.

In primis c'è da sottolineare che i sondaggi consultati, realizzati in concomitanza del Regolamento Urbanistico, non hanno segnalato la presenza idrica.

Sismicità dell'area

Il territorio Comunale di Viggiano rientra in zona sismica di I categoria (ordinanza n° 3274 del 20/03/2003 e succ.), il valore di accelerazione massima da considerare è pari a 0.275 g; la Legge Regionale n° 9 del 2011 " Disposizioni urgenti in materia di Microzonazione Sismica" definisce la nuova zonizzazione sismica:

Comune	Zona Sismica OPCM 3274	Nuova Zonazione Sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)

VIGGIANO	1	1b	0.275	5.8	5
----------	---	----	-------	-----	---

Le differenti litologie affioranti sul sito, depositi flyschoidi caratterizzati da un'alternanza di marne-argillose di colore marrone o grigio-violaceo o verdastre con intercalazioni marnose e calcarenitiche, intervallati da livelli quarzarenitici molto compatti di colore grigiastro a valle e calcari silicizzati con calcari marnosi a monte e con coperture di litologie costituite da depositi eluvio-colluviali poco addensati poggianti sul Flysch Galestrino con contatto stratigrafico discordante, dalle indagini geofisiche effettuate non determinano alcun comportamento disomogeneo del passaggio delle onde sismiche.

La morfologia del territorio nonché la geologia si presentano piuttosto regolari ed omogenee pertanto non dovrebbero incidere su eventuali amplificazioni sismiche di sito.

Di seguito sono state indicate anche le frequenze di amplificazione definite dalle indagini geofisiche sviluppate in occasione dell'ultima campagna di approfondimento.

Microzona 1 : categoria di suolo B con $V_{s30} = 360-800$ m/sec.

terreni stabili suscettibili di amplificazioni con $F_a 1.3 -1.4$

Litologia: terreni flyschoidi, alternanze di calcareniti, arenarie e marne argillose

Zona sismica: I

PGA= 0,275

Categoria del suolo: B

Picco di amplificazione: **$4,70 \pm 0.35$ Hz** (Prospezioni Geofisiche per il Programma di Microzonazione Sismica annualità 2011 della Regione Basilicata)

Fattori di amplificazione ICMS 2011

T1 (spettro medio in accelerazione) 0.100 [s]

T2 (spettro medio in accelerazione) 0.500 [s]

T1 (spettro medio in velocità)0.100 [s]

T2 (spettro medio in velocità)0.500 [s]

Samo 0.271 [m/s]

Sami 0.240 [m/s]

Svmo 0.012 [m/s]

Svmi 0.011 [m/s]

Fa 1.126 [-]

Fv 1.109 [-]

TB 0.092 [s]

TC 0.277 [s]

TD 2.596 [s]

SA(0) 0.309 [m/s²]

SA(TB) 0.271 [m/s²]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

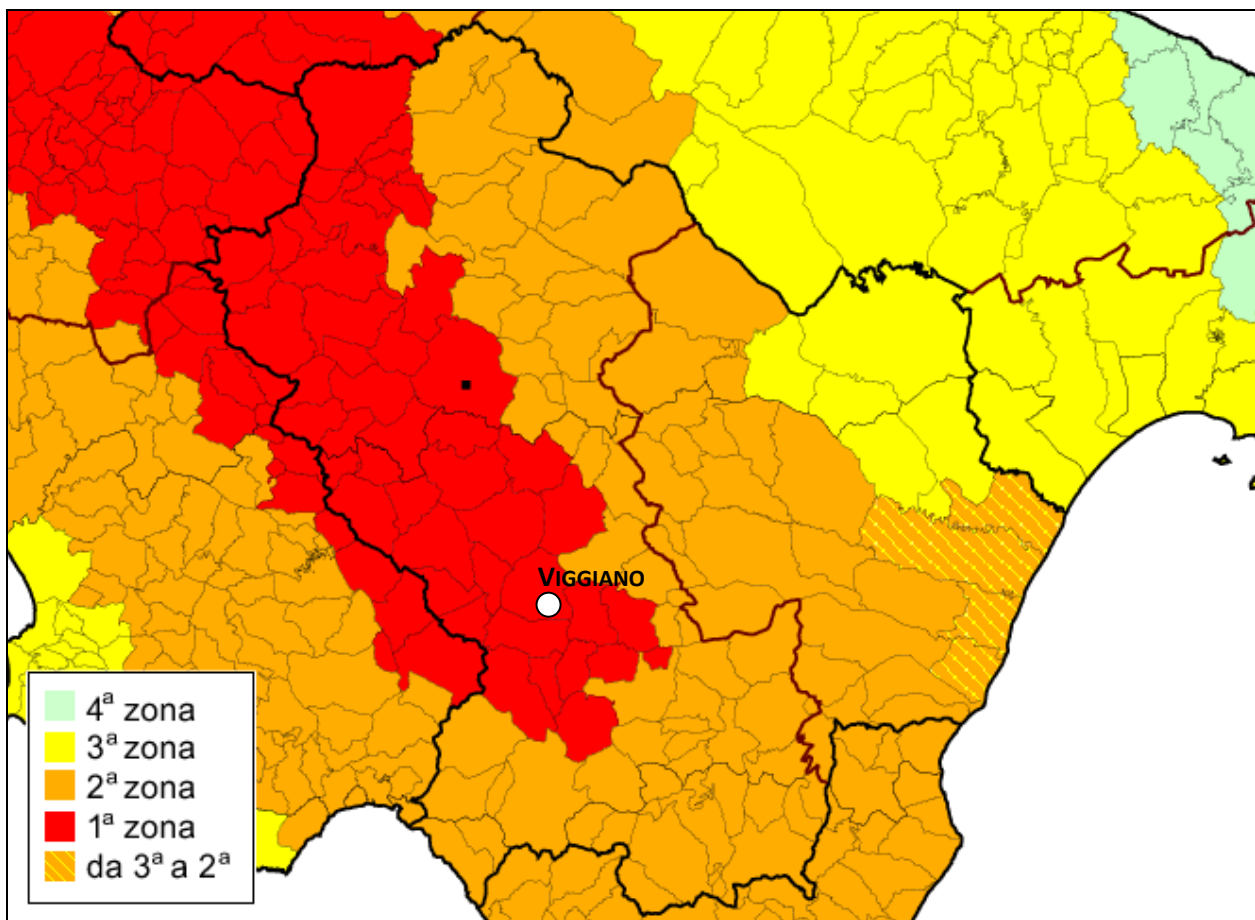


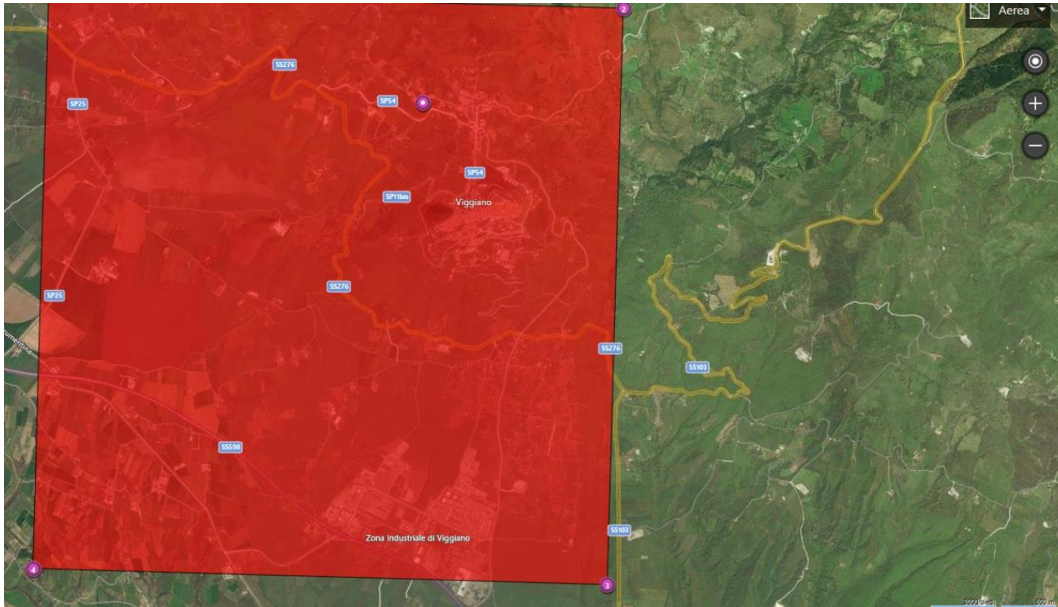
Figura 6 Nuova classificazione sismica con modifiche apportate dalla Regione Basilicata (Delibera del Consiglio regionale n.724 11/11/2003).

La caratterizzazione sismica effettuata tramite indagine MASW ha permesso di indicare la categoria del suolo di fondazione pari a **B**, ossia:

B – *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessore di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di Vs30 compresi tra i 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT>50 o coesione non drenata $c_u > 250 \text{ KPa}$)*

Mentre, la sismica a rifrazione in onde P sviluppata in concomitanza di un altro progetto comunale in prossimità dell'area ha messo in evidenza la variazione dei sismostrati e i loro spessori. I dati sono stati riassunti e descritti nella tavola allegata alla presente relazione con una sezione sismostratigrafica di seguito descritta.

3.3.1 Pericolosità sismica di base



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40,3495941 [°]
 Longitudine (WGS84): 15,8934708 [°]
 Latitudine (ED50): 40,3505898 [°]
 Longitudine (ED50): 15,8943005 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	35223	40,360190	15,851650	3768,28
2	35224	40,358800	15,917200	2144,39
3	35446	40,308810	15,915370	4977,38
4	35445	40,310210	15,849840	5862,21

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,057	2,406	0,276
SLD	50	0,077	2,390	0,289
	72	0,096	2,336	0,300
	101	0,115	2,328	0,318
	140	0,137	2,318	0,327
	201	0,166	2,306	0,337
SLV	475	0,255	2,291	0,363
SLC	975	0,348	2,342	0,389
	2475	0,487	2,467	0,430

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,056	2,399	0,276
SLD	50	0,074	2,387	0,292
	72	0,091	2,343	0,311
	101	0,110	2,335	0,322
	140	0,130	2,327	0,330
	201	0,157	2,322	0,340
SLV	475	0,241	2,295	0,363
SLC	975	0,329	2,336	0,388
	2475	0,463	2,459	0,427

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,056	2,414	0,276
SLD	50	0,076	2,396	0,289
	72	0,094	2,336	0,308
	101	0,113	2,329	0,319
	140	0,135	2,320	0,327
	201	0,163	2,310	0,336
SLV	475	0,252	2,289	0,363
SLC	975	0,342	2,348	0,389
	2475	0,480	2,470	0,429

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,057	2,415	0,276
SLD	50	0,078	2,393	0,288
	72	0,097	2,338	0,299
	101	0,116	2,325	0,317
	140	0,139	2,314	0,325
	201	0,169	2,299	0,335
SLV	475	0,260	2,289	0,364
SLC	975	0,354	2,344	0,390
	2475	0,494	2,471	0,432

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
--------------	--------------	-----------	-----------	------------

SLO	30	0,056	2,406	0,276
SLD	50	0,076	2,390	0,290
SLV	475	0,249	2,292	0,363
SLC	975	0,340	2,341	0,389

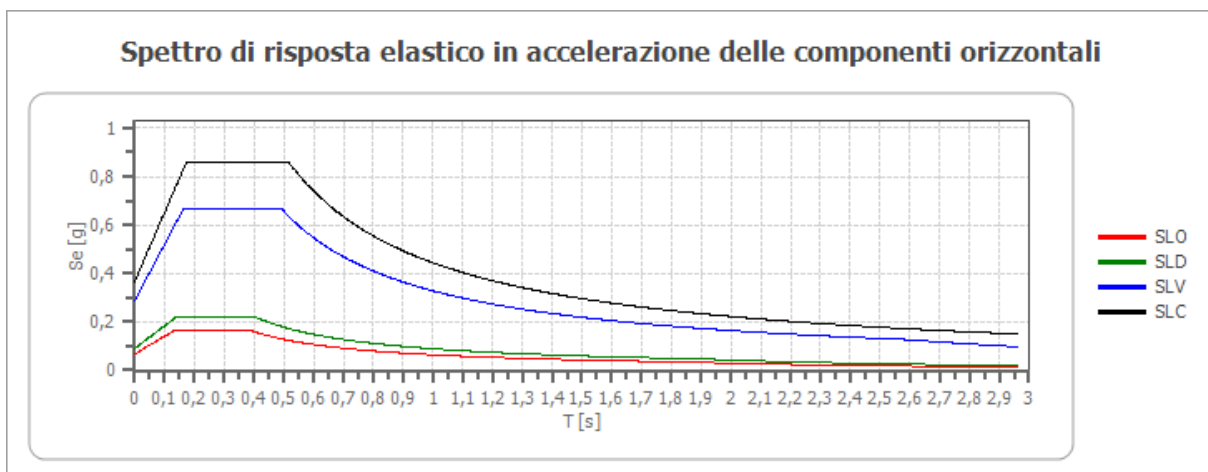
PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000
 Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica:
 T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,018	0,082	0,103
kv	0,007	0,009	0,041	0,051
amax [m/s ²]	0,664	0,892	2,862	3,596
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

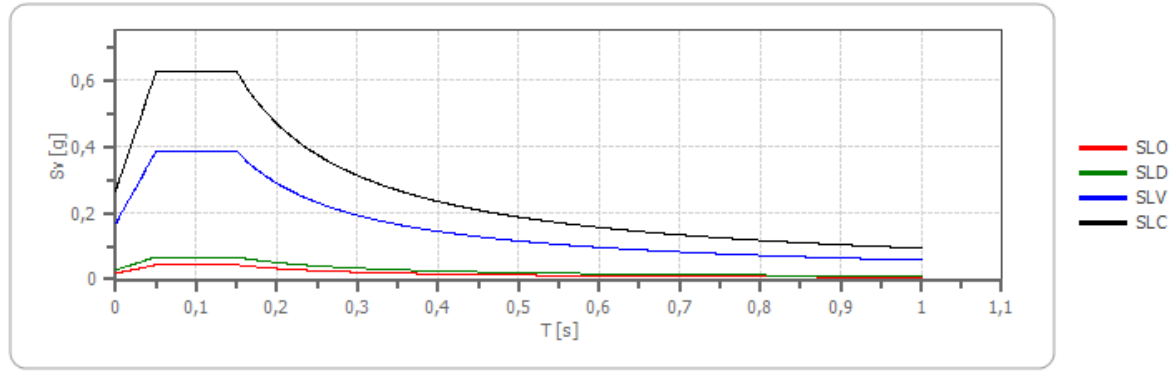


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,056	2,406	0,276	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,392	1,826	0,068	0,163
SLD	1,0	0,076	2,390	0,290	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,136	0,409	1,903	0,091	0,217
SLV	1,0	0,249	2,292	0,363	1,170	1,350	1,000	1,170	1,000	0,163	0,490	2,598	0,292	0,669
SLC	1,0	0,340	2,341	0,389	1,080	1,330	1,000	1,080	1,000	0,172	0,517	2,958	0,367	0,858

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



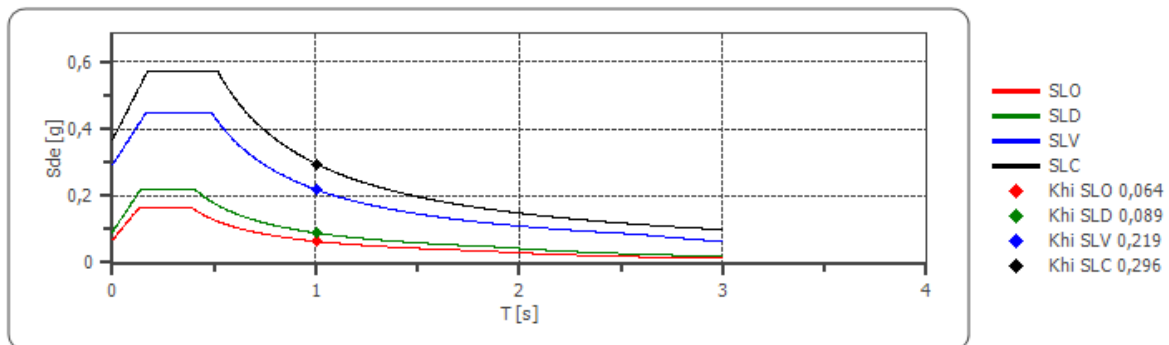
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T) [g]
SLO	1,0	0,056	2,406	0,276	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLD	1,0	0,076	2,390	0,290	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,028	0,067
SLV	1,0	0,249	2,292	0,363	1	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,168	0,385
SLC	1,0	0,340	2,341	0,389	1	1,330	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,267	0,625

Spettro di progetto

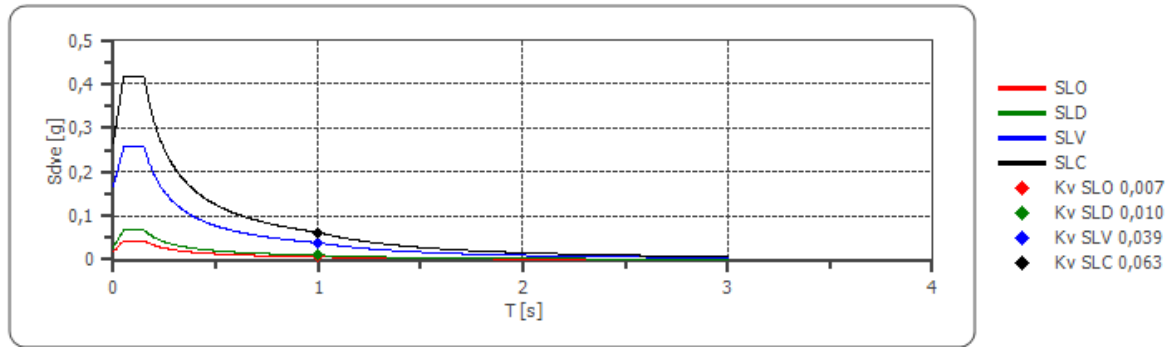
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _{de} (T) Orizzontale [g]	0,064	0,089	0,219	0,296
k _v = S _{dve} (T) Verticale [g]	0,007	0,010	0,039	0,063

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,056	2,406	0,276	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,392	1,826	0,068	0,163
SLO verticale	1,0	0,056	2,406	0,276	1,200	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLD orizzontale	1,0	0,076	2,390	0,290	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,136	0,409	1,903	0,091	0,217
SLD verticale	1,0	0,076	2,390	0,290	1,200	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,028	0,067
SLV orizzontale	1,0	0,249	2,292	0,363	1,170	1,350	1,000	1,170	1,500	0,163	0,490	2,598	0,292	0,446
SLV verticale	1,0	0,249	2,292	0,363	1,170	1,350	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,168	0,257
SLC orizzontale	1,0	0,340	2,341	0,389	1,080	1,330	1,000	1,080	1,500	0,172	0,517	2,958	0,367	0,572
SLC verticale	1,0	0,340	2,341	0,389	1,080	1,330	1,000	1,00	1,500	0,050	0,150	1,000	0,267	0,417

PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);

- Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
- Stima della funzione di trasferimento;
- Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;

- Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;

Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
 Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile "trasferire" l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z,t)}{\partial z \partial t} \right]$, la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z,t) = U(z)e^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho\omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho\omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa delle variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z,t) = Ee^{i(\omega + k^*z)} + Fe^{i(\omega - k^*z)} \quad (7)$$

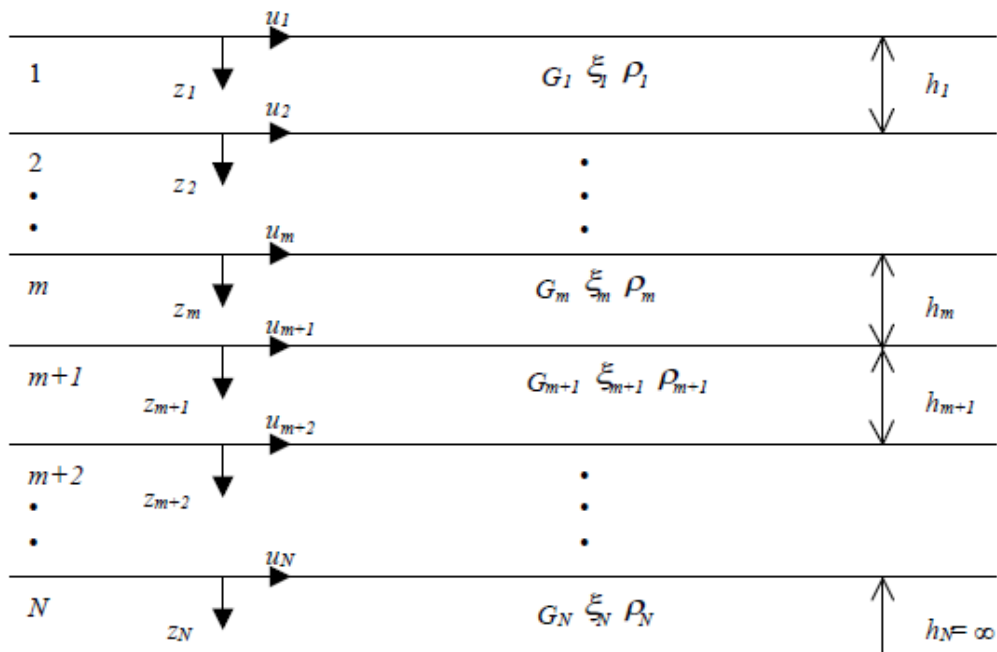


Figura 1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* \left[E e^{i(\omega t + k^* z)} + F e^{i(\omega t - k^* z)} \right] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che $E_1 = F_1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (E e^{ik^* z} - F e^{-ik^* z}) e^{i\omega t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

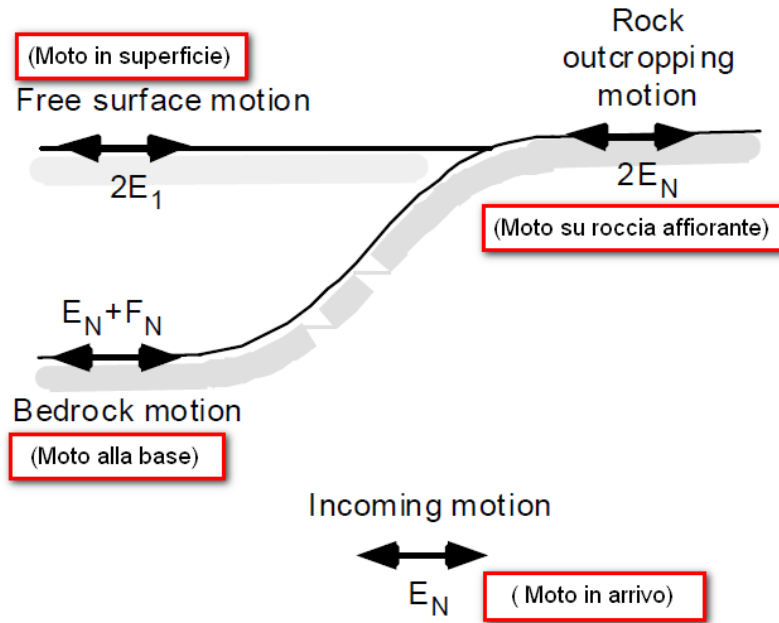


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

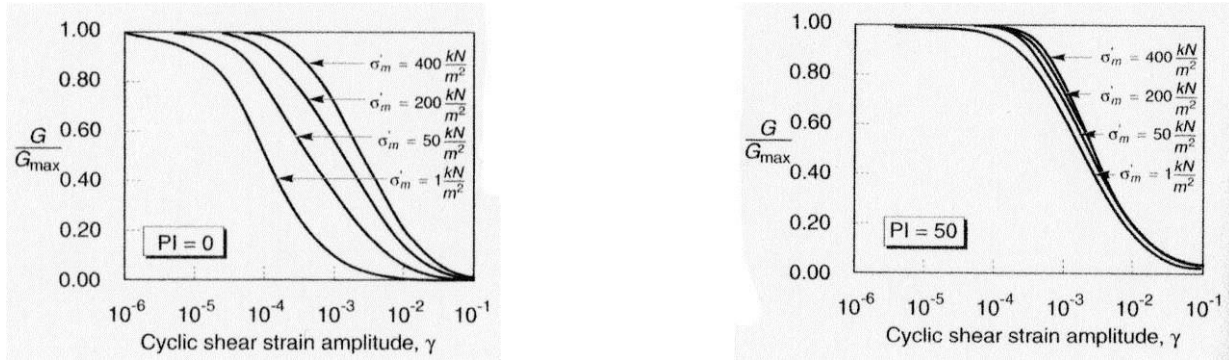


Figura 2: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.5})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

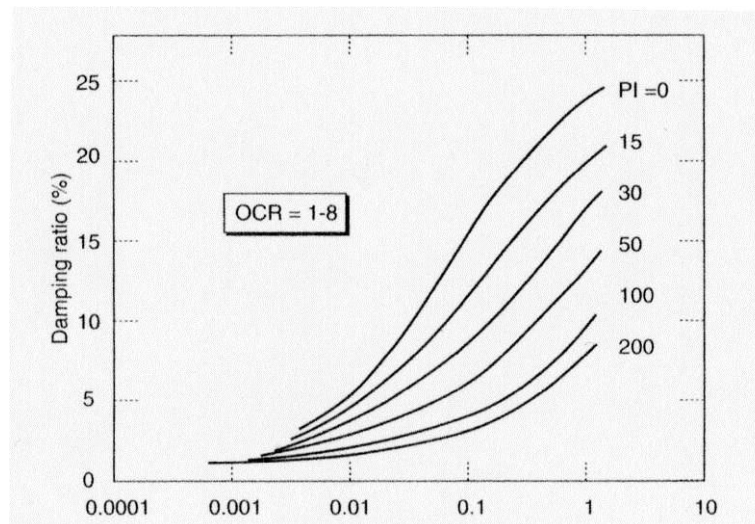


Figura 3: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

Dati generali

Data della prova d.C./10/2019

Via Piazzetta Immacolata

Latitudine (WGS84): 40,3495941 [°]
 Longitudine (WGS84): 15,8934708 [°]
 Latitudine (ED50): 40,3505898 [°]
 Longitudine (ED50): 15,8943005 [°]

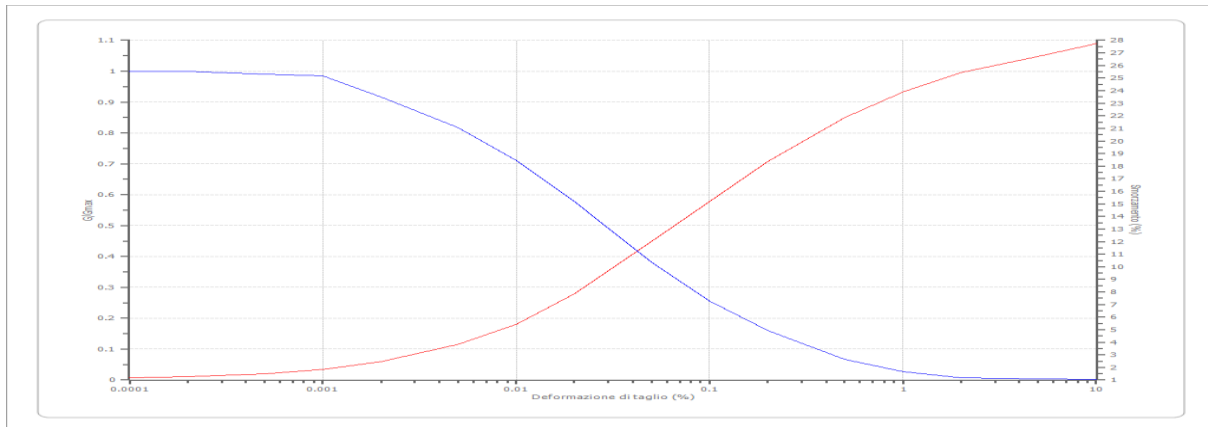


Terreni

Vucetic & Dorby (1991) PI=0

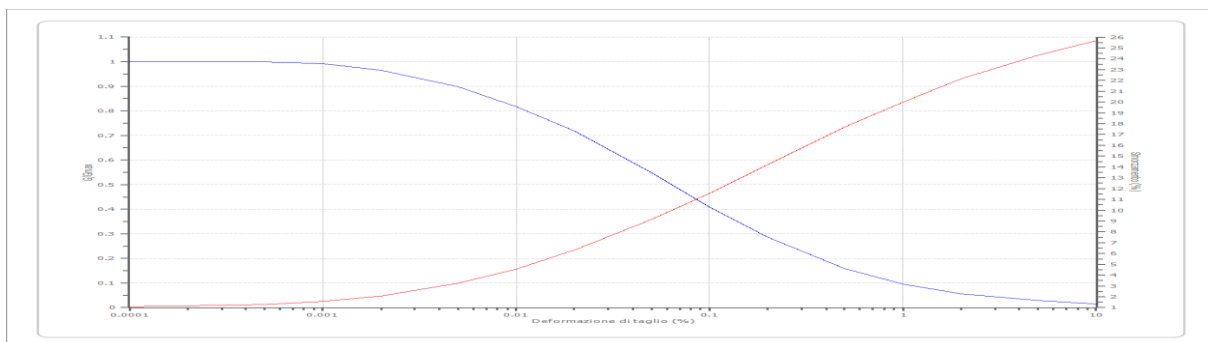
Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	1.163
0.0002	1.000	0.0002	1.246
0.0005	0.990	0.0005	1.470
0.001	0.984	0.001	1.827
0.002	0.916	0.002	2.450
0.005	0.818	0.005	3.821
0.010	0.711	0.010	5.399
0.020	0.578	0.020	7.849
0.050	0.381	0.050	12.000
0.100	0.256	0.100	15.200
0.200	0.160	0.200	18.360
0.500	0.067	0.500	21.840
1.000	0.027	1.000	23.880
2.000	0.008	2.000	25.420

5.000	0.004	5.000	26.740
10.000	0.002	10.000	27.740



Vucetic & Dorby (1991) PI=15

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	1.097
0.0002	1.000	0.0002	1.163
0.0005	1.000	0.0005	1.287
0.001	0.992	0.001	1.578
0.002	0.965	0.002	2.076
0.005	0.898	0.005	3.239
0.010	0.818	0.010	4.568
0.020	0.719	0.020	6.312
0.050	0.549	0.050	9.136
0.100	0.408	0.100	11.550
0.200	0.287	0.200	14.200
0.500	0.158	0.500	17.690
1.000	0.096	1.000	19.980
2.000	0.055	2.000	22.140
5.000	0.028	5.000	24.340
10.000	0.014	10.000	25.660



Stratigrafia

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Numero sottostrati	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	detrito superficiale	--	3.0	Vucetic & Dorby (1991) PI=15	0	277.27	--	17.0	400.0	25.5
2	Alternanza di marne argillose,	3.0	6.0	Vucetic & Dorby (1991)	0	1568.81	--	19.0	900.0	108.0

Dott. Geol. Antonio PRIORE
Via L. Da Vinci, 3/a
85050 Villa d'Agri - Marsicovetere (PZ)

	calcarei marnosi e livelli quarzarenici			PI=0						
3	Flysch galestrino	oo	--	Vucetic & Dorby (1991) PI=0	0	2466.87	--	20.0	1100.0	165.0

Strato con falda: 3

Strato rilevamento accelerogramma: 3 Interno

Elaborazione

Numero di iterazioni 20

Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5

Tipo di modulo elastico Shake

Massimo errore percentuale di convergenza --

Fattori di amplificazione ICMS 2011

T1 (spettro medio in accelerazione) 0.100 [s]

T2 (spettro medio in accelerazione) 0.500 [s]

T1 (spettro medio in velocità) 0.100 [s]

T2 (spettro medio in velocità) 0.500 [s]

Samo 0.271 [m/s]

Sami 0.240 [m/s]

Svmo 0.012 [m/s]

Svmi 0.011 [m/s]

Fa 1.126 [-]

Fv 1.109 [-]

TB 0.092 [s]

TC 0.277 [s]

TD 2.596 [s]

SA(0) 0.309 [m/s²]

SA(TB) 0.271 [m/s²]

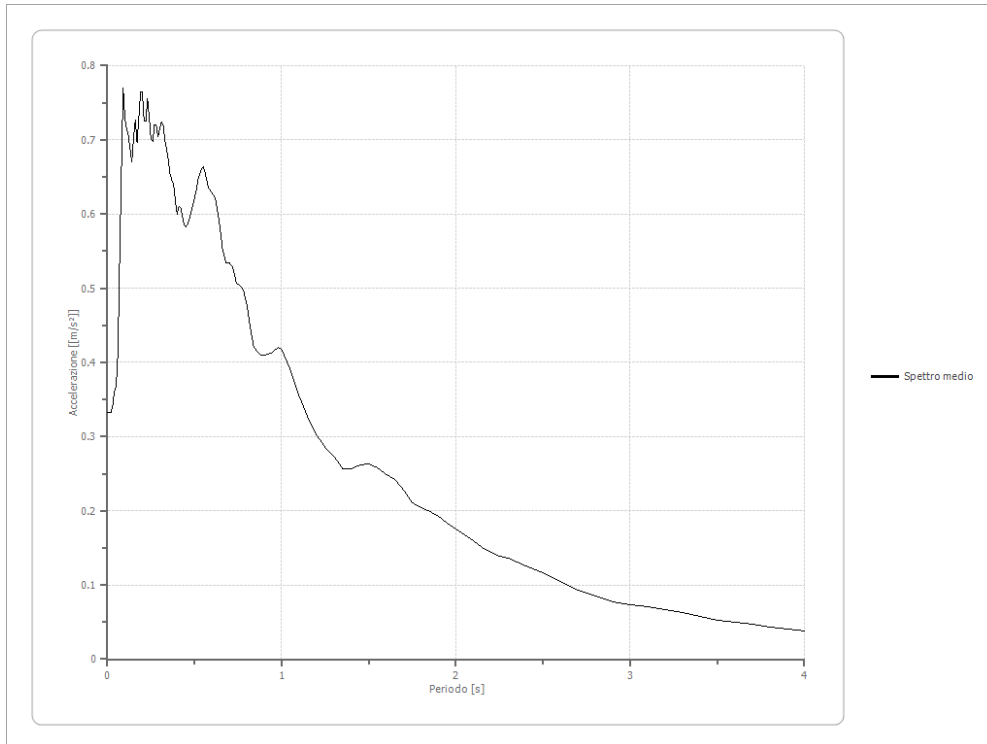
Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minimo [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
--------------------	---------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------------	----

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]
0.00	0.3330	0.26	0.6974	0.52	0.6464	0.98	0.4208	2.25	0.1384
0.01	0.3331	0.27	0.7195	0.53	0.6544	1.00	0.4180	2.30	0.1356
0.02	0.3330	0.28	0.7200	0.54	0.6610	1.05	0.3904	2.35	0.1308
0.03	0.3421	0.29	0.7044	0.55	0.6634	1.10	0.3552	2.40	0.1260
0.04	0.3620	0.30	0.7147	0.56	0.6565	1.15	0.3257	2.50	0.1171
0.05	0.3674	0.31	0.7239	0.57	0.6451	1.20	0.3020	2.60	0.1043
0.06	0.4123	0.32	0.7199	0.58	0.6355	1.25	0.2861	2.70	0.0927
0.07	0.5417	0.33	0.6992	0.60	0.6286	1.30	0.2740	2.80	0.0849
0.08	0.6573	0.34	0.6857	0.62	0.6201	1.35	0.2573	2.90	0.0776
0.09	0.7694	0.35	0.6716	0.64	0.5915	1.40	0.2565	3.00	0.0731
0.10	0.7294	0.36	0.6537	0.66	0.5538	1.45	0.2616	3.10	0.0712
0.11	0.7152	0.37	0.6448	0.68	0.5345	1.50	0.2637	3.20	0.0669
0.12	0.7060	0.38	0.6392	0.70	0.5344	1.55	0.2574	3.30	0.0626
0.13	0.6878	0.39	0.6171	0.72	0.5275	1.60	0.2494	3.40	0.0574

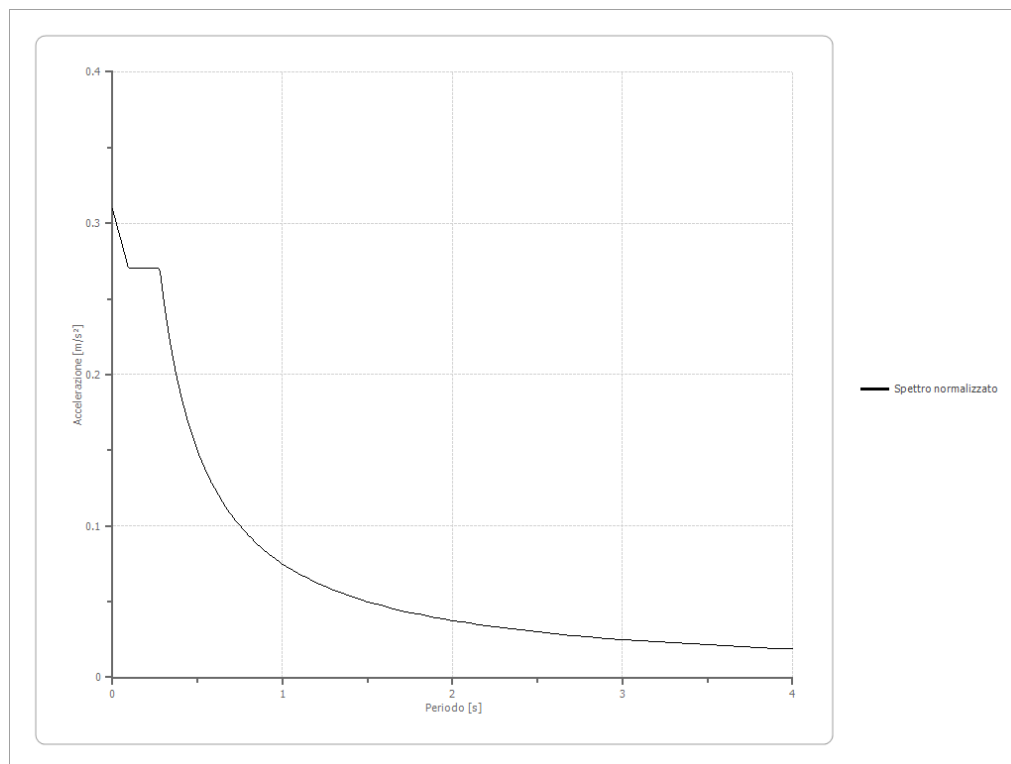
0.14	0.6708	0.40	0.5997	0.74	0.5071	1.65	0.2417	3.50	0.0530
0.15	0.7034	0.41	0.6101	0.76	0.5037	1.70	0.2274	3.60	0.0501
0.16	0.7268	0.42	0.6084	0.78	0.4974	1.75	0.2107	3.70	0.0470
0.17	0.6967	0.43	0.5973	0.80	0.4773	1.80	0.2041	3.80	0.0436
0.18	0.7289	0.44	0.5855	0.82	0.4464	1.85	0.1990	3.90	0.0406
0.19	0.7642	0.45	0.5831	0.84	0.4197	1.90	0.1931	4.00	0.0378
0.20	0.7645	0.46	0.5864	0.86	0.4149	1.95	0.1838		
0.21	0.7251	0.47	0.5927	0.88	0.4098	2.00	0.1761		
0.22	0.7260	0.48	0.6021	0.90	0.4097	2.05	0.1671		
0.23	0.7558	0.49	0.6133	0.92	0.4106	2.10	0.1594		
0.24	0.7296	0.50	0.6215	0.94	0.4120	2.15	0.1509		
0.25	0.7011	0.51	0.6330	0.96	0.4168	2.20	0.1438		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s ²]
0.00	0.3095	0.26	0.2707	0.52	0.1441	0.98	0.0765	2.25	0.0333
0.01	0.3053	0.27	0.2707	0.53	0.1414	1.00	0.0749	2.30	0.0326
0.02	0.3011	0.28	0.2677	0.54	0.1388	1.05	0.0714	2.35	0.0319
0.03	0.2969	0.29	0.2584	0.55	0.1363	1.10	0.0681	2.40	0.0312
0.04	0.2927	0.30	0.2498	0.56	0.1338	1.15	0.0652	2.50	0.0300
0.05	0.2885	0.31	0.2418	0.57	0.1315	1.20	0.0625	2.60	0.0288
0.06	0.2843	0.32	0.2342	0.58	0.1292	1.25	0.0600	2.70	0.0278
0.07	0.2801	0.33	0.2271	0.60	0.1249	1.30	0.0577	2.80	0.0268
0.08	0.2759	0.34	0.2204	0.62	0.1209	1.35	0.0555	2.90	0.0258
0.09	0.2717	0.35	0.2141	0.64	0.1171	1.40	0.0535	3.00	0.0250
0.10	0.2707	0.36	0.2082	0.66	0.1136	1.45	0.0517	3.10	0.0242
0.11	0.2707	0.37	0.2026	0.68	0.1102	1.50	0.0500	3.20	0.0234
0.12	0.2707	0.38	0.1972	0.70	0.1071	1.55	0.0484	3.30	0.0227
0.13	0.2707	0.39	0.1922	0.72	0.1041	1.60	0.0468	3.40	0.0220
0.14	0.2707	0.40	0.1874	0.74	0.1013	1.65	0.0454	3.50	0.0214
0.15	0.2707	0.41	0.1828	0.76	0.0986	1.70	0.0441	3.60	0.0208
0.16	0.2707	0.42	0.1785	0.78	0.0961	1.75	0.0428	3.70	0.0203
0.17	0.2707	0.43	0.1743	0.80	0.0937	1.80	0.0416	3.80	0.0197
0.18	0.2707	0.44	0.1703	0.82	0.0914	1.85	0.0405	3.90	0.0192

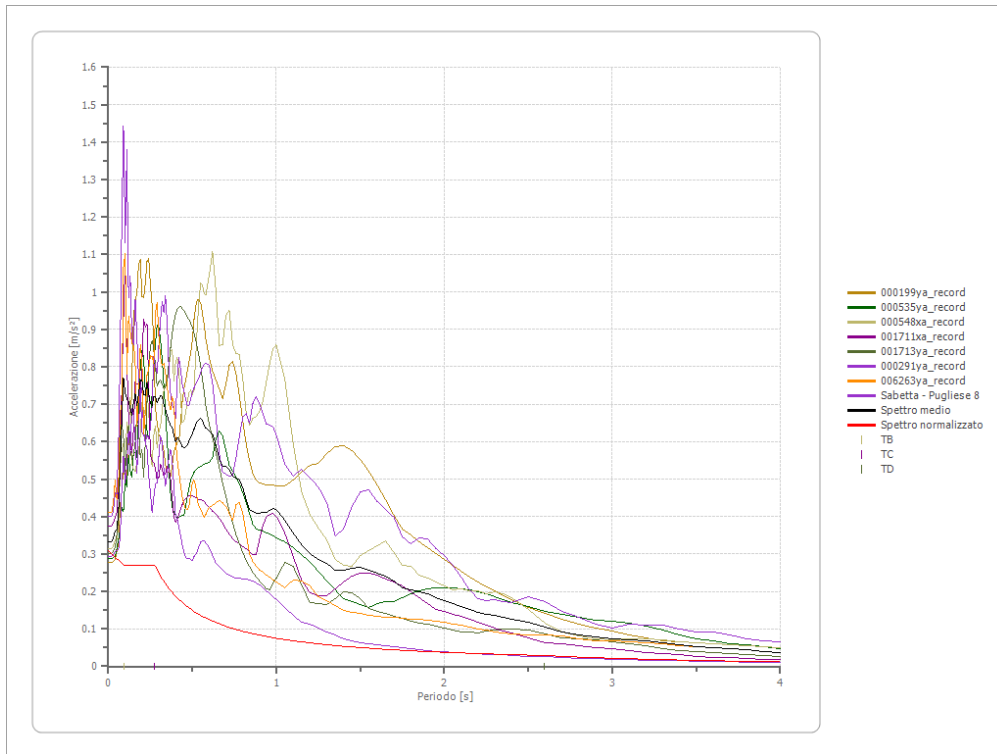
0.19	0.2707	0.45	0.1666	0.84	0.0892	1.90	0.0394	4.00	0.0187
0.20	0.2707	0.46	0.1629	0.86	0.0872	1.95	0.0384		
0.21	0.2707	0.47	0.1595	0.88	0.0852	2.00	0.0375		
0.22	0.2707	0.48	0.1561	0.90	0.0833	2.05	0.0366		
0.23	0.2707	0.49	0.1530	0.92	0.0815	2.10	0.0357		
0.24	0.2707	0.50	0.1499	0.94	0.0797	2.15	0.0349		
0.25	0.2707	0.51	0.1470	0.96	0.0781	2.20	0.0341		



Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s²]	Se(TB) [m/s²]
0.309	0.875	--	0.092	0.277	2.596	0.309	0.271

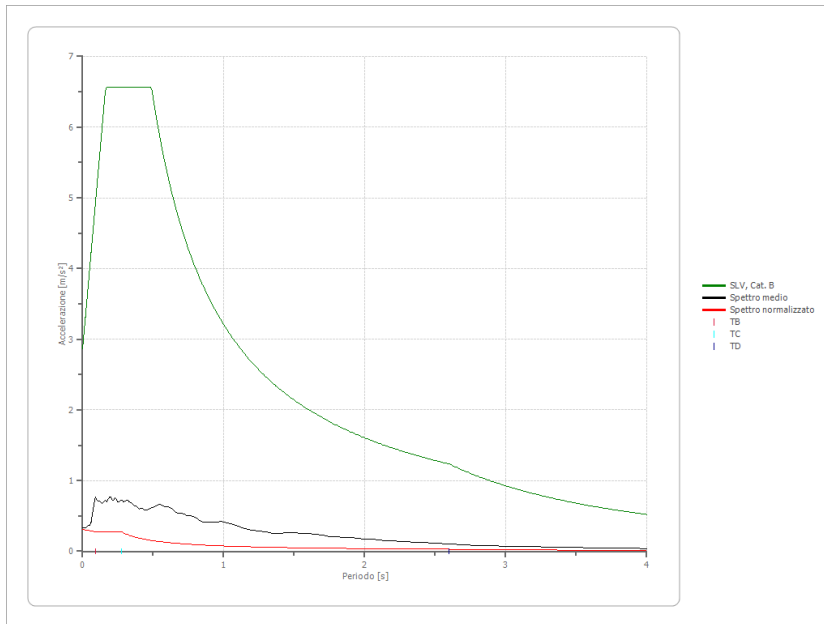
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

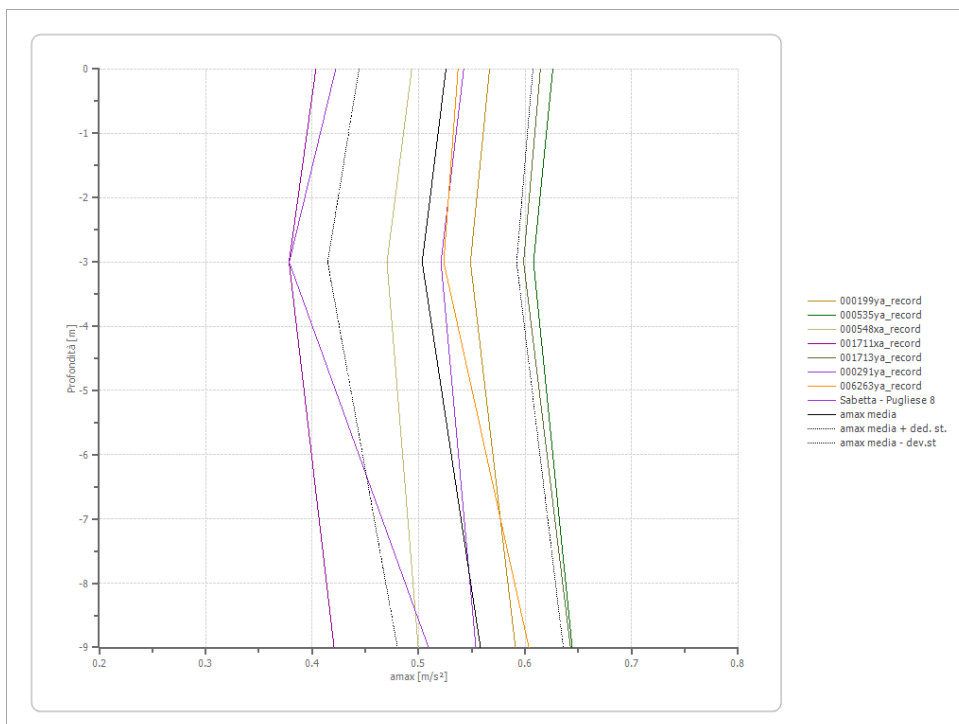
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [m/s²]	0.549	0.746	2.443	3.326
Fo	2.406	2.39	2.292	2.341
Tc* [s]	0.276	0.29	0.363	0.389
Ss	1.20	1.20	1.17	1.08
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.42	1.41	1.35	1.33
TB [s]	0.131	0.136	0.163	0.172
TC [s]	0.393	0.409	0.489	0.517
TD [s]	1.824	1.904	2.596	2.956
Se(0) [m/s²]	0.659	0.895	2.862	3.600
Se(TB) [m/s²]	1.585	2.140	6.561	8.429



Profilo a max

	0.0 [m]	3.0 [m]	9.0 [m]
000199ya_record [m/s ²]	0.567	0.549	0.591
000535ya_record [m/s ²]	0.626	0.608	0.644
000548xa_record [m/s ²]	0.493	0.470	0.500
001711xa_record [m/s ²]	0.403	0.378	0.421
001713ya_record [m/s ²]	0.614	0.599	0.643
000291ya_record [m/s ²]	0.542	0.521	0.554
006263ya_record [m/s ²]	0.537	0.524	0.604
Sabetta - Pugliese 8 [m/s ²]	0.422	0.379	0.509
media [m/s ²]	0.526	0.503	0.558
Dev. St. [m/s ²]	0.082	0.089	0.078



Dott. Geol. Antonio PRIORE
Via L. Da Vinci, 3/a
85050 Villa d'Agri - Marsicovetere (PZ)

3.4.1 Microzonazione Sismica RU Comunale

Le indagini geofisiche effettuate sul sito hanno permesso di caratterizzare l’area dal punto di vista sismico, considerando i riferimenti legislativi vigenti, il D.M. 16/10/1996 “Norme Tecniche per la costruzione in zona sismica” e l’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica” e successive.

L’allegato n° 5 del vigente Regolamento Urbanistico (2015) classifica l’area come di seguito:



LITOLOGIE: Calcari in banchi da mediamente a molto fratturati (posti in prossimità di faglie); Dolomie e calcari dolomitici da debolmente a molto fratturati; Scisti silicei ben stratificati e molto compatti; Detrito di versante costituito da breccie cementate con clasti a spigoli vivi, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, di natura calcarea o silicea, da mediamente a molto addensati, tali depositi si trovano ai piedi di versanti in roccia con angolo di riposo molto elevato e hanno uno spessore variabile fra 1 e 8 m.

ZONA SISMICA: Ib Ag= 0.275

Vs 30: 600 - 650 m/s

CATEGORIA DI SUOLO: B

Categoria topografica: T1 - T2

Figura 7 – Stralcio carta e legenda della carta di Microzonazione Sismica del vigente regolamento Urbanistico (2015).

Le indagini geofisiche, soprattutto la misura HVSR, hanno permesso di valutare i picchi di amplificazione del terreno che non hanno messo in evidenza valori fondamentali nello spettro di interesse ingegneristico.

In definitiva, si ha una situazione litologica e stratigrafica tipica dell’Appennino su aree di versante in cui insistono detriti di versante o eluvio-colluviali poggianti su un substrato rigido o semirigido. Gli spessori detritici raramente superano alcuni metri, come è possibile osservare nella tavola descrittiva della Microzonazione sismica di II livello sviluppata per il presente lavoro.

La sismostratigrafia di riferimento è composta da uno spessore detritico con velocità medie delle onde S comprese tra i 400 e i 500 m/s passante dopo pochi metri al substrato compatto con velocità superiori a 800 m/s, i cui terreni sono classificabili nella categoria B.

Indagini geognostiche

Per il presente progetto è stata presa in considerazione soprattutto la campagna di indagini molto approfondita sviluppata per un progetto di sviluppo comunale e per gli approfondimenti richiesti dall’Autorità di Bacino di Basilicata in occasione dello studio di valutazione del rischio idrogeologico (2012 – 2014) del Regolamento Urbanistico e alcune indagini effettuate per un progetto pubblico (2016).

In definitiva sono state considerate le seguenti indagini geognostiche:

Tipologia di sondaggio	Progetto	Data esecuzione
Prova penetrometrica DPSH 1	Teatro tenda	6/12/2016
Prova penetrometrica DPSH 2	Teatro tenda	6/12/2016
Prova penetrometrica DPSH 3	Teatro tenda	6/12/2016
Sismica a Rifrazione 130 mt	Teatro tenda	10/12/2016
MASW	Teatro tenda (progetto comunale)	10/12/2016
Sismica a Rifrazione (sviluppata dallo scrivente)	Teatro tenda (progetto comunale)	
Sondaggio a carotaggio continuo S2	RU comunale	16/06/2010
Analisi di laboratorio Campione 1 sondaggio S2	RU comunale	16/06/2010

Tab. 1 – Indagini geognostiche

Le suddette indagini (campagne del 2010/2014 e nuova campagna 2016) hanno permesso di ricostruire e caratterizzare il modello geologico con un buon dettaglio. Il sondaggio S2 a carotaggio continuo (Regolamento Urbanistico) ha dato l’opportunità di ricostruire la stratigrafia di dettaglio del sottosuolo fino ad una profondità di 20 metri dal piano campagna. Durante il quale è stato prelevato un campione indisturbato che, insieme agli altri campioni prelevati durante la campagna di indagini del (2014), ha permesso di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Oltre al sondaggio suddetto sono state prese in considerazione le risultanze di tre prove penetrometriche dinamiche effettuate sui medesimi terreni, a poca distanza dal sito d’interesse.

Mentre, la tomografia sismica ha delineato una sorta di omogeneità sismostratigrafica del substrato per l’intero versante e la MASW ha permesso di verificare i valori delle Vs30 e conseguentemente la categoria sismica del sito. Infine, la misura HVSR sviluppata nell’ambito dello studio regionale di Microzonazione Sismica di I e la successiva misura HVSR (2019), effettuata per il presente progetto, hanno definito eventuali picchi di amplificazione sismica del sito. Successivamente saranno descritte le indagini nel loro dettaglio.

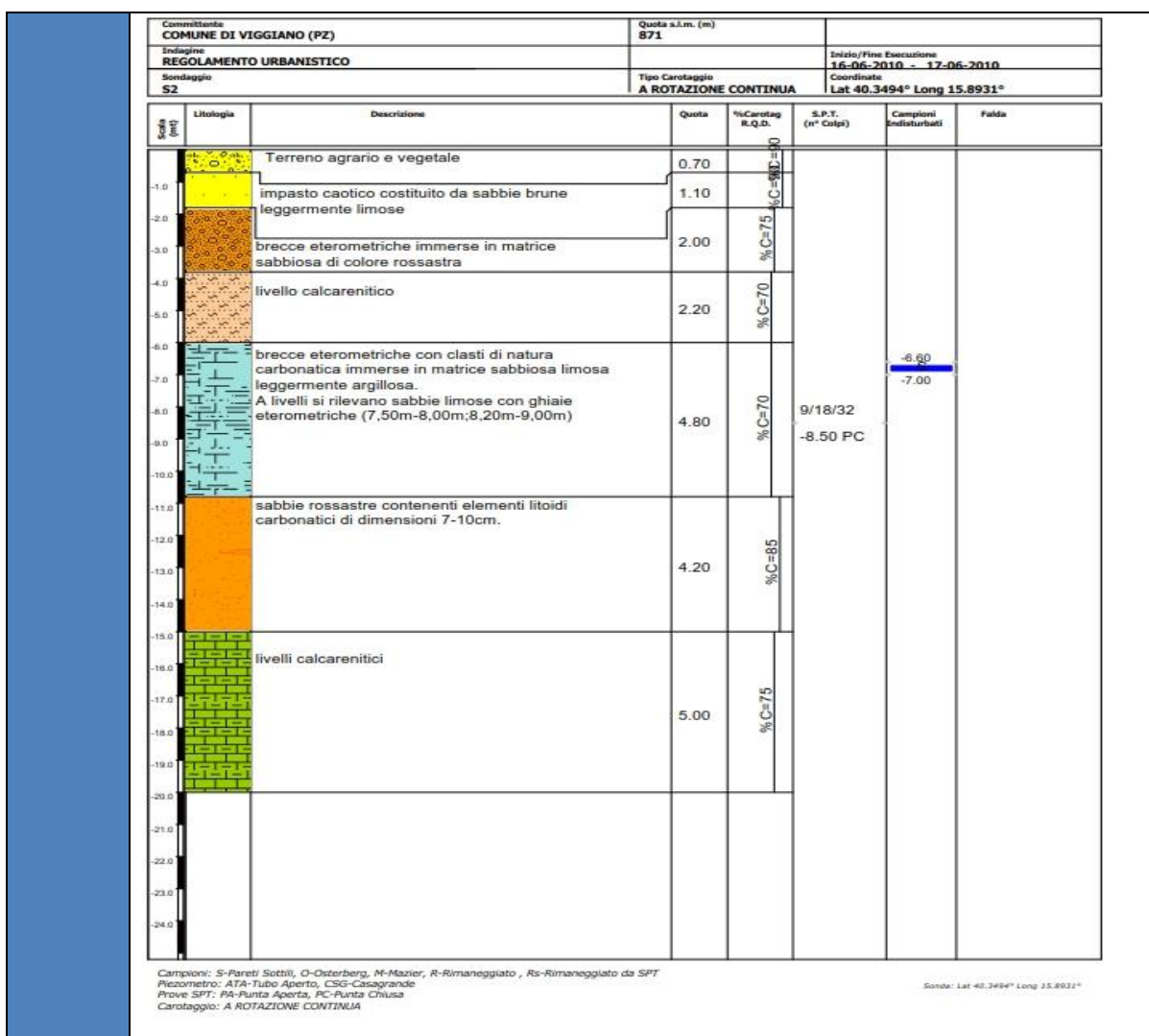
Sondaggi a carotaggio continuo

Il sondaggio a carotaggio continuo S2 effettuato nel 2010 sul sito e spinto fino alla profondità di 20 dal piano campagna, ha permesso di verificare direttamente gli spessori e le principali litologie del sottosuolo, effettuando il prelievo di un campione indisturbato alla profondità compresa tra 6,60 e 6,80 e una prova SPT i cui risultati sono illustrati nella tabella allegata:

S2 RU	SPT 1 -8.50 - 8,95 m.	campione
	9/18/32	-6,60/-6,80

Tabella di sintesi delle prove SPT in foro

Di seguito è illustrata la colonna stratigrafica dedotta dal sondaggio S2, la cui componente litologica è definita principalmente da livelli calcarenitici e quarzarenitici con intercalazioni sabbioso-limoso-argillose.



Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche effettuate sul sito oggetto di studio riguardano la campagna geognostica realizzata tra il 2010 e il 2012 sia per gli approfondimenti geotecnici programmati nell’ambito del Regolamento Urbanistico comunale e sia per gli approfondimenti previsti dalla normativa dell’Autorità di bacino della Basilicata per l’acquisizione dei pareri in quanto rientrante in area a rischio idrogeologico R2.

Le indagini prese in riferimento per il presente progetto di lottizzazione riguardano soprattutto:

Indagini geofisiche	MASW 2	48 m.
	MASW	48 m.
Sismica a Rifrazione	SM10	120 m

Per quanto riguarda lo studio di microzonazione sismica si è fatto riferimento alla perimetrazione di I livello attuata nell’ambito del Regolamento Urbanistico e in seguito si è fatto riferimento agli approfondimenti della Microzonazione Sismica della Regione Basilicata di II livello “Prospezioni Geofisiche per il Programma di Microzonazione Sismica annualità 2011” (Kreade Inno Srl - 2014) dove sono state effettuate misure HVSR per la determinazione dei picchi di amplificazione. In particolar modo ci si è riferiti alla misura HVSR 4 effettuata sul sito.

Successivamente, per il presente progetto e direttamente sul sito, è stata effettuata una misura HVSR di 20 min di registrazione.

4.3.1 Tomografia sismica

Dall’indagine sismica a rifrazione sviluppata con tecnica tomografica ha permesso di valutare gli spessori detritici superficiali e le loro proprietà elastiche, estendendo i risultati all’intera area.

In particolar modo la tomografia sismica SISM 01, sviluppata sul versante ha messo in evidenza come lo spessore detritico superficiale è piuttosto poco spesso e distribuito omogeneamente anche lì dove ci si aspetterebbe un accumulo maggiore.

TOMOGRAFIA SIMISCA in onde P - 1

La sismosezione ha messo in evidenza uno strato superficiale di circa 2 m. di spessore con velocità delle onde S moderate (500-700 m/s), passante verso il basso a strati sempre più compatti con velocità variabili tra i 700 m/s a 1.500 m/s e in fine un ultimo sismostrato con velocità variabili tra i 2.100 e i 2.300 m/s.

L’andamento delle isosime evidenzia una maggiore copertura tra i punti di battuta 5 e il 9 ed un minor spessore verso la base della sezione. In maniera molto concordante le due sismosezioni che si equivalgono con le velocità, risaltano nella parte centrale una concavità con definita da velocità leggermente più basse. A testimonianza di un eventuale situazione litologica più scadente, in accordo anche con le prove penetrometriche sviluppate sul sito.

In definitiva, oltre alla concavità centrale, la sismica a rifrazione con elaborazione tomografica ha determinato una situazione piuttosto omogenea del sottosuolo. Si rimanda alle conclusioni finali eventuali considerazioni sulla gestione delle problematiche geologiche emerse dalle indagini geofisiche.

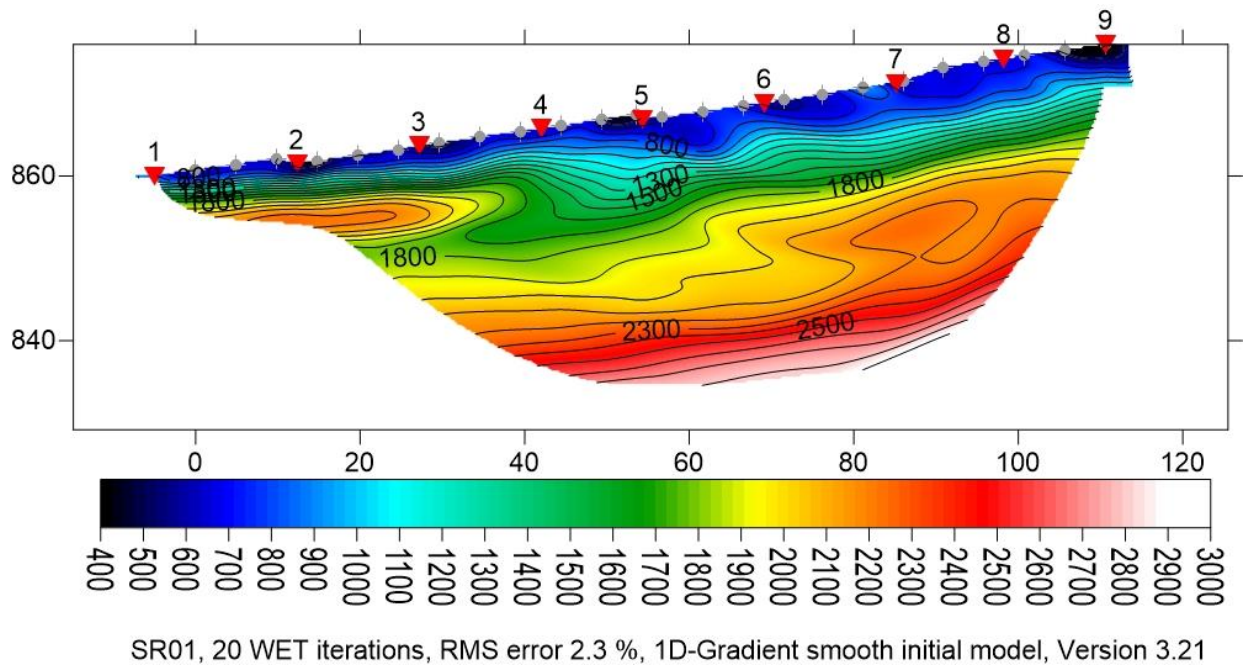


Fig. 6 – Sismica a rifrazione effettuata dallo scrivente

4.3.1.1 MASW

L’indagine MASW risulta particolarmente utile per la determinazione delle Vs30, fondamentale per la caratterizzazione dei suoli di fondazione e per avere indicazioni sugli spettri di frequenza di vibrazione dell’area.

L’indagine è consistita in uno stendimento sismico con la registrazione delle onde sismiche in onde S. Di seguito sono inseriti i risultati dell’indagine.

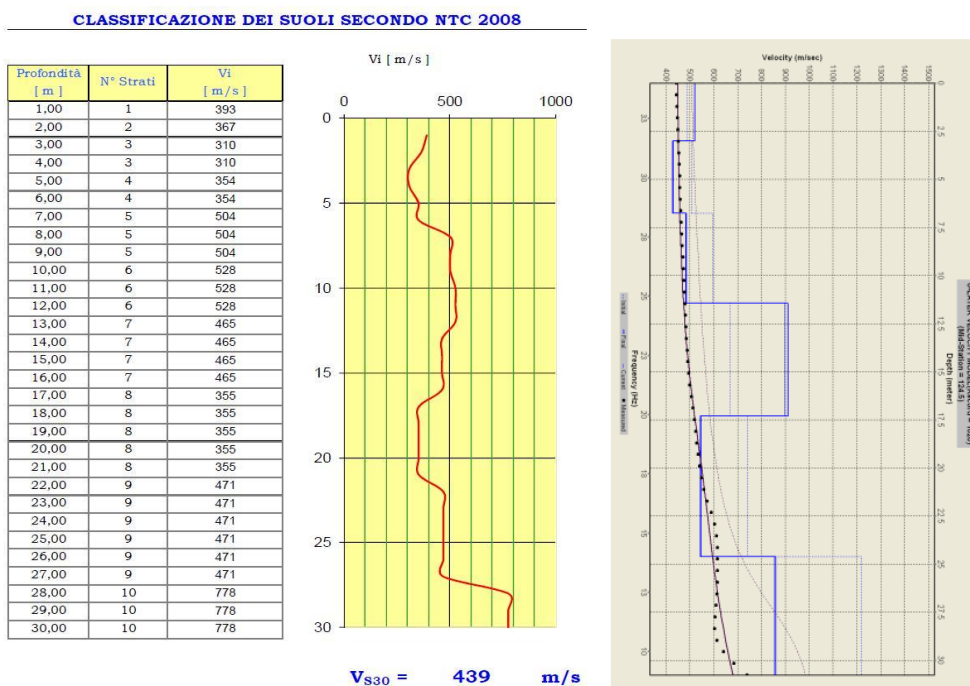


Fig. 5 – MASW

4.3.2 MASW

Lo stendimento sviluppato con la registrazione delle onde di taglio effettuato perpendicolarmente alla massima pendenza e centrandolo rispetto all’andamento morfologico dell’area, ha permesso di caratterizzare il sito secondo il D.M. 3274 del 2003 e succ.

Dall’indagine MASW 02, effettuata a valle della Piazzetta Immacolata in prossimità del sondaggio meccanico S02, si evidenziano almeno due sismostrati di cui il primo con velocità delle onde S pari a 500 m/s ed un secondo più profondo con velocità medie di circa 900m/s con un valore delle Vs30 pari a 439 m/s attribuibile alla **categoria di suolo B**.

4.3.3 Indagine HVSr (Microzonazione Sismica)

Per la microzonazione sismica dell’area si è fatto riferimento alle indagini eseguite per lo studio di Microzonazione Sismica di II livello dalla regione Basilicata sul territorio comunale di Viggiano ed in particolar modo si è fatto riferimento all’indagine n° HVSr 4 i cui risultati sono di seguito riportati:

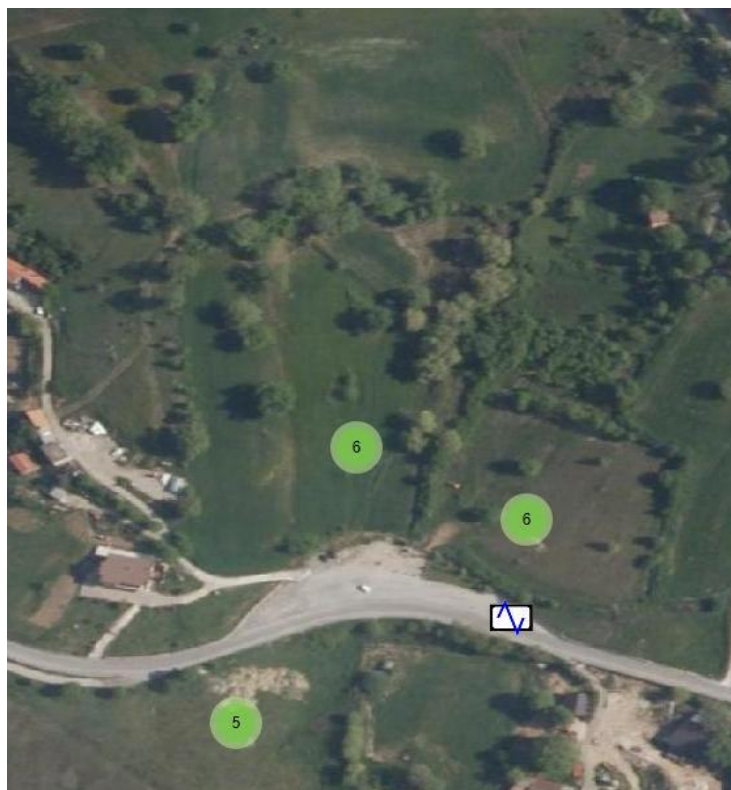


Fig. Ubicazione indagine HVSr 4

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi: Frequenza massima: 15.00 Hz Frequenza minima: 0.50 Hz Passo frequenze: 0.15 Hz Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale Percentuale di lisciamento: 10.00 % Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

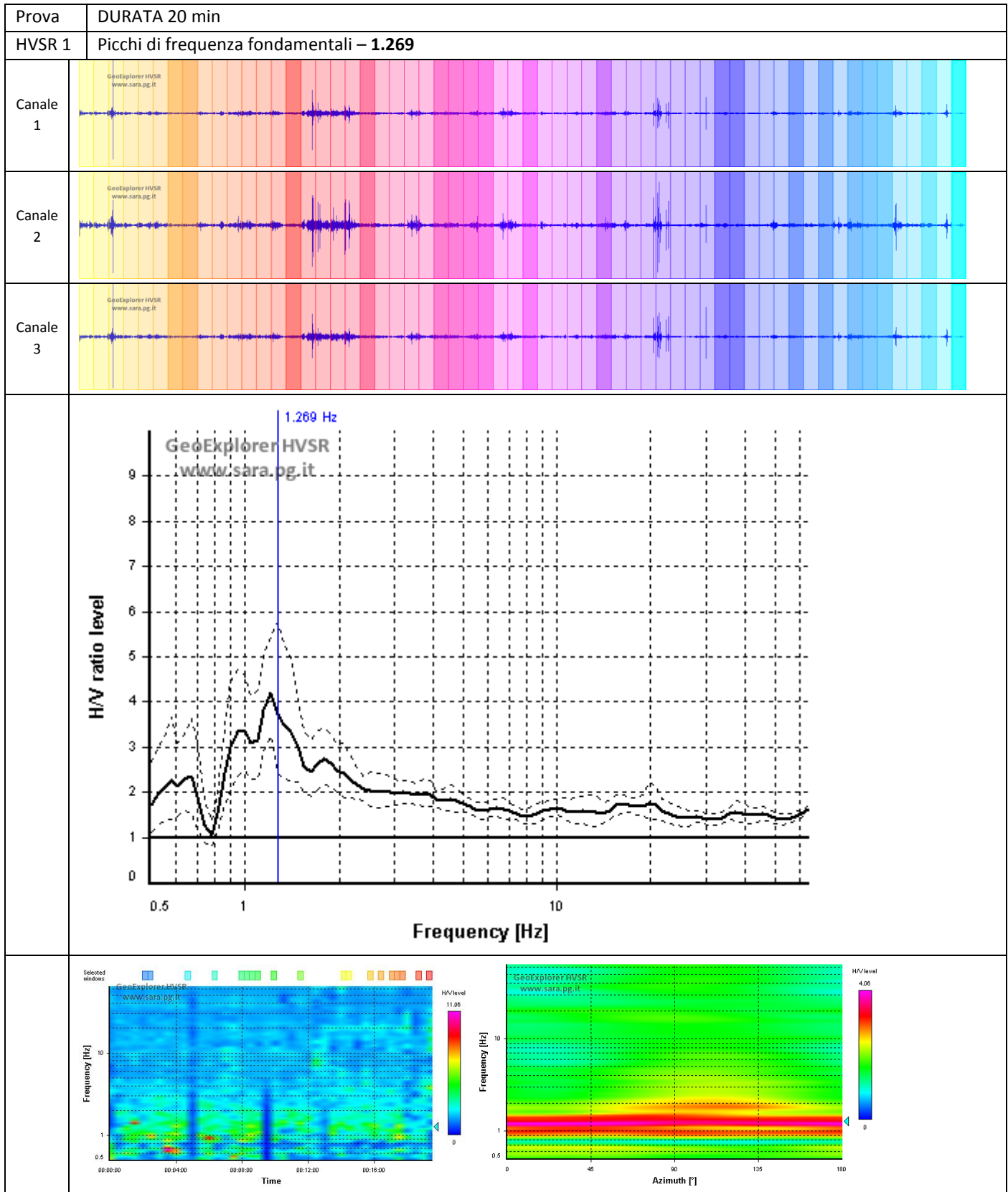
Risultati: Frequenza del picco del rapporto H/V: 4.70 Grafico rapporto spettrale H/V

4.3.4 Indagine HVSr (2019)

La campagna geofisica integrativa consistita nell’attuazione di n° 1 HVSr è stata programmata in virtù delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche dell’area.

Sinteticamente la prova è consistita nel verificare la presenza di picchi di frequenza importanti ai fini ingegneristici.

Prova	DURATA 20 min
	Picchi di frequenza fondamentali
HVSr 1	1.269 Hz



Caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione.

Le caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione, dopo aver consultato l’abbondante bibliografia, si presentano globalmente buone e migliorano con la profondità.

I risultati delle indagini penetrometriche precedentemente descritte sono state consultate e sintetizzate nelle tabelle allegate successivamente.

Dpsh1				
strato	Peso di volume KN/m ³	Angolo di attrito ∅	Coesione KN/cm ²	
1	19.58	23.314	76	Da 0 – 4 m
2	21.00	28.95	207	Da 4 -10 m

Dpsh2				
strato	Peso di volume KN/m ³	Angolo di attrito ∅	Coesione Kg/cm ²	
1	20.59	26.99	161	Da 0 – 4 m
2	23.34	37.43	404	Da 4 -10 m

Dpsh3				
strato	Peso di volume KN/m ³	Angolo di attrito ∅	Coesione KN/cm ²	
1	20.69	28.29	191	Da 0 – 4 m

Campione C1 S2				
strato	Peso di volume KN/m ³	Angolo di attrito ∅	Coesione KN/m ²	
1	20.1	23.0	22	Da 6.60 – 6.80 m

Le alternanze arenaceo-argilloso-marnose affioranti direttamente in superficie ricoperte da materiale detritico eterometrico di natura mista, presentano buone caratteristiche geomeccaniche, sebbene siano anche leggermente fratturate sono capaci di sopportare i carichi trasmessi da strutture di media grandezza.

È possibile riconoscere tre strati principali, il primo di copertura detritica, il secondo attribuibile al substrato alterato ed un terzo attribuibile al substrato, i cui dati geotecnici sono sintetizzati nella seguente tabella:

Strato	Litologia	Spessore m	Peso di Volume KN/m³	Coesione KN/m²	Angolo di attrito °
I	Detrito superficiale	2,00	16	50	20
II	Substrato roccioso alterato	2,00	20,28	142	26
III	Alternanza di livelli arenacei, argille, marne e calcari marnosi	6,00	22,20	500	33

Verifiche di stabilità

Lo studio geologico, considerate le pendenze dei terreni oggetto di approfondimenti abbondantemente al di sotto dei 15° e quasi suborizzontali, non ha ritenuto dover effettuare alcuna verifica di stabilità. Pertanto, non si allega alcun elaborato relativo ai calcoli dei Fattori di sicurezza dei pendii.

3 Cartografia allegata

Il presente lavoro è stato completato tramite la consultazione dei suddetti elaborati del regolamento Urbanistico comunale vigente che costituiscono la base per la successiva programmazione ingegneristica ed urbanistica del sito in oggetto. Lo scopo di tali elaborati è appunto quello di evidenziare la classificazione delle aree di interesse urbanistico.

3.1 Carta di sintesi e criticità geologica

La carta di sintesi e criticità geologica (allegato 08) evidenzia e sintetizza quelle che sono le peculiarità del sito dal punto di vista geologico e le prescrizioni che si devono considerare in fase di sviluppo urbanistico.

Dagli estratti del RU comunale vigente (2015), l'area rientra nella suddetta classificazione

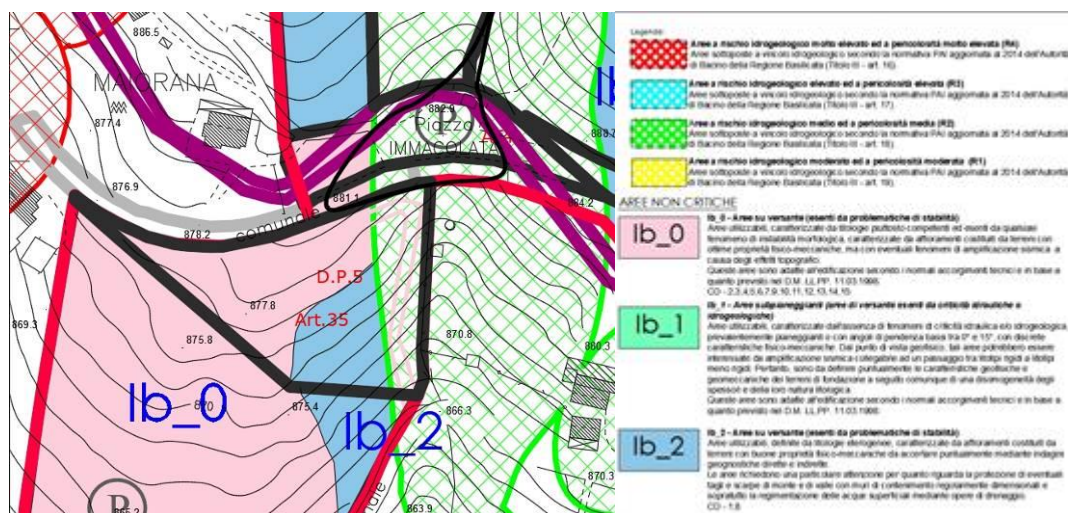


Fig. Stralcio Carta e legenda di Criticità e pericolosità del Regolamento Urbanistico vigente (allegato 3)

Nell'insieme il sito si presenta con elementi stratigrafici e geotecnici favorevoli che rispecchiano uno stato evolutivo del versante statico e ormai regolarizzato.

L'intervento urbanistico sarà sicuramente un fattore di disturbo del suddetto equilibrio, pertanto sarà necessario attivare tutte le procedure d'intervento per limitare eventuali processi evolutivi a causa della rottura della staticità dei luoghi.

Inoltre, considerando tutte le caratteristiche sia geotecniche e sia geofisiche del sito raccolte ed elaborate per il presente lavoro, l'area non si presta assolutamente a fenomeni di liquefazione dei terreni se sottoposti a sollecitazione sismica, trattandosi di successioni stratigrafiche litoidi e ben consolidate.

In sintesi, le opere e gli interventi dovranno essere calibrati per mantenere le condizioni originarie senza interferire con gli equilibri del pendio.

Gli interventi descritti in precedenza, riguardano:

- Opere di contenimento ben dimensionate e verificate puntualmente in fase di singola richiesta di edificabilità;
- Opere drenanti atte solamente a gestire le eventuali acque di falda intercettate dagli sbancamenti, e per evitare che le acque meteoriche interferiscano con le opere di fondazione. Esse non saranno realizzate per l'abbassamento della falda ma bensì per la gestione della stessa.

Dal regolamento urbanistico vigente il sito rientra nella seguente area di criticità:

Ib - Aree su versante (esenti da problematiche di stabilità)

Aree utilizzabili, caratterizzate da litologie piuttosto competenti ed esenti da qualsiasi fenomeno di instabilità morfologica, caratterizzate da affioramenti costituiti da terreni con ottime proprietà fisico-meccaniche, ma con eventuali fenomeni di amplificazione sismica a causa degli effetti topografici.

Per tali aree è sempre da considerare, in fase di scavo o sbancamento per fronti superiori ai due metri, la realizzazione di opere di contenimento debitamente dimensionati e per contenere prevalentemente i livelli più superficiali costituiti dai terreni di copertura e dal bedrock alterato. La stabilità del pendio modificato dovrà essere garantita anche dalla realizzazione di setti drenanti che dovranno garantire la cattura della falda e il conseguente abbassamento della superficie di deflusso idrico sotterraneo.

4 Conclusioni

Il sito di interesse non presenta criticità geologiche né all'interno delle particelle catastali considerate e né nelle immediate vicinanze che potrebbero determinare difficoltà progettuali.

Pertanto, si evidenzia la sola necessità di considerare l'area di progetto ubicata in contesto geologico-sismico di rilevante importanza per ciò che concerne la sismicità dell'intero territorio della Val d'Agri, caratterizzata in passato da forti terremoti.

Si consiglia comunque di considerare la possibilità di utilizzare metodologie costruttive atte a gestire le acque meteoriche che non dovranno concentrarsi necessariamente in un solo punto di recapito ma definendo più punti per evitare che le stesse arrechino danni alle strutture abitative previste e al territorio circostante. Oltre alle opere di gestione delle acque, si suggerisce la cura e il potenziamento di piante arboree a medio/alto fusto che potranno apportare sicuramente un beneficio a tutto il territorio coinvolto. *INDICAZIONI TECNICHE relative alla esecuzione delle opere*

Sulla scorta delle indagini di superficie si è potuto, da un lato, rilevare le varie problematiche di carattere geologico dell'area preposta per la realizzazione delle opere e, dall'altro, dare indicazioni in merito ai parametri geomeccanici dei terreni di fondazione.

Così questa fase di indagini ha consentito, principalmente, di definire lo spessore di materiale di copertura sovrastante il substrato stesso.

- ❑ *In generale si è potuto rilevare, comparando i dati ottenuti dalla suddetta campagna di indagini, che tale materiale di copertura presenta uno spessore variabile tra i 1,50 – 3,00 mt dal p.c.. Si precisa che tale materiale risulta costituito da terreni di copertura e dal substrato flyschoidale alterato.*
- ❑ *Pertanto si rende necessario nelle porzioni di area interessate dalle opere a farsi, asportare integralmente questo materiale di copertura ivi compresa la coltre flyschoidale alterata e ricercare il piano di posa delle opere fondali nell'ambito del substrato flyschoidale meno alterato.*
- ❑ *È buona norma evitare al massimo i movimenti di materia, nonché tener conto della situazione meteorologica (quindi evitare le operazioni di scavo in considerazione di eventi meteorologici particolarmente violenti o continui) ed, infine, impedire che i fronti stessi vengano lasciati a cielo aperto per periodi di tempo molto lunghi;*

Pertanto, il presente studio oggetto di approfondimento geologico per la predisposizione di un piano di lottizzazione ha permesso di inquadrare nel dettaglio, secondo la normativa vigente,

l'intera area. La predisposizione del lavoro è stato possibile affrontarlo grazie alla numerosa bibliografia esistente sull'area.

Il lavoro condotto per i seguenti committenti:

- Giuseppe SALVUCCI, nato a Marsicovetere (PZ) il 7/08/1983
residente a Viggiano in via Madonna di Viggiano n. 82
Codice Fiscale SLV GPP 83M07 E977H,
- Caterina SALVUCCI, nata a Viggiano (PZ) 23/01/1975
residente a Viggiano al Corso Umberto I° n. 34
Codice Fiscale SLV CRN 75A63 L874I,

per il progetto di "DOMANDA DI ADOZIONE E APPROVAZIONE DI PIANO URBANISTICO ATTUATIVO "Salvucci" " in agro di Viggiano (PZ), in località Via Madonna di Viggiano, sul foglio n° mappa n. 36, particelle n. 902 (di are 15.91), n. 904 (di are 02.31) e 1115 (ex p.lla 903 di are 03.18).

Nel paragrafo precedente sono state ampiamente descritte le diverse indicazioni tecniche in funzione delle problematiche di carattere geologico riscontrate sul sito in esame e soprattutto si consiglia di tener presente quelle che sono le suddette indicazioni onde evitare problemi di esecuzione dei lavori e di stabilità post operam.

Dal punto di vista sismico, le numerose indagini eseguite dallo scrivente sui terreni suddetti, hanno permesso di identificare l'area secondo l'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e succ., quest'ultimo ha consentito di definire la **categoria B** di suolo di fondazione ed il valore di incremento sismico del sito.

Da quanto espresso innanzi si ritiene fattibile l'ipotesi progettuale purché si tenga conto delle indicazioni di carattere geologico e geotecnico sviluppate nel presente lavoro.

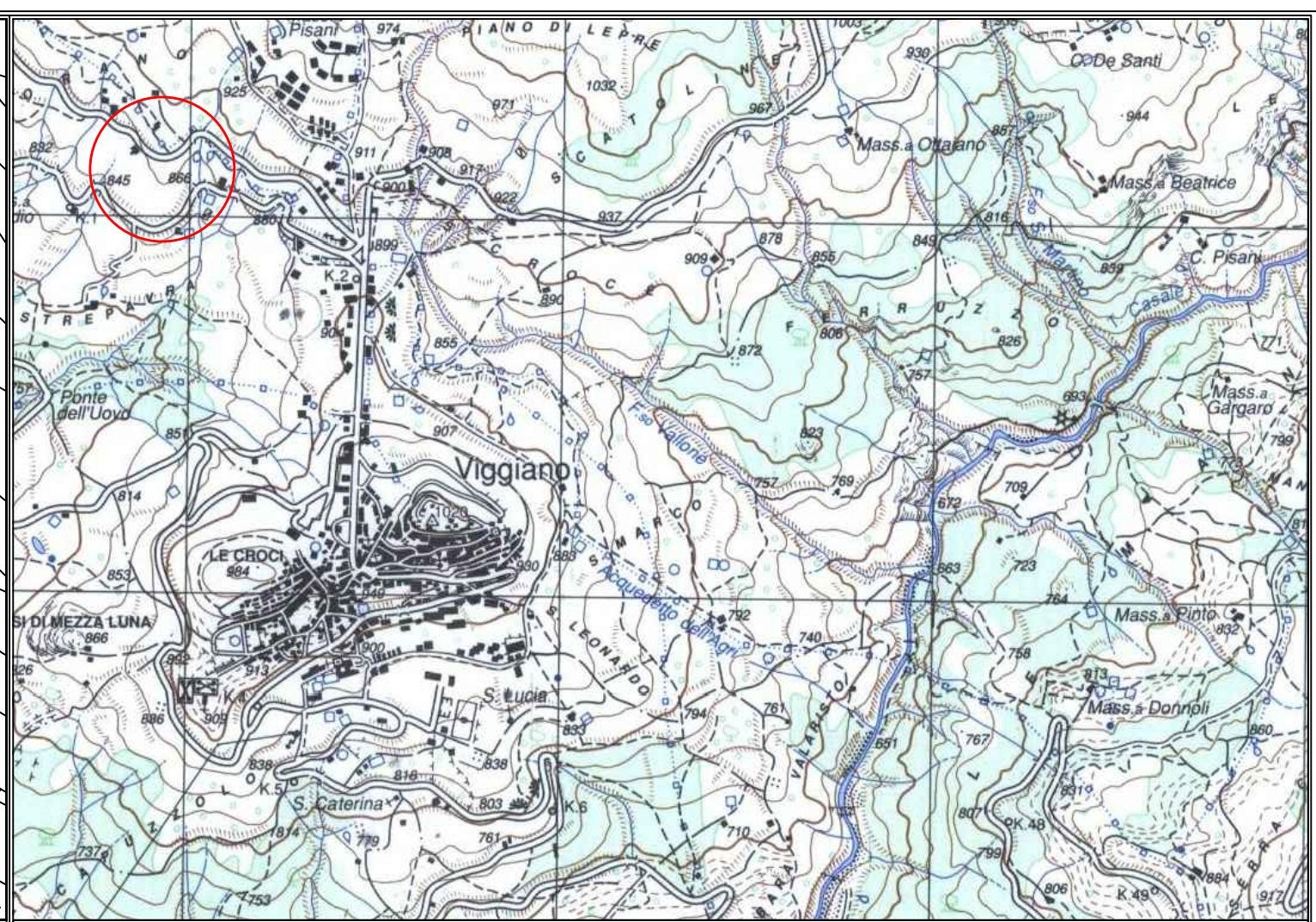
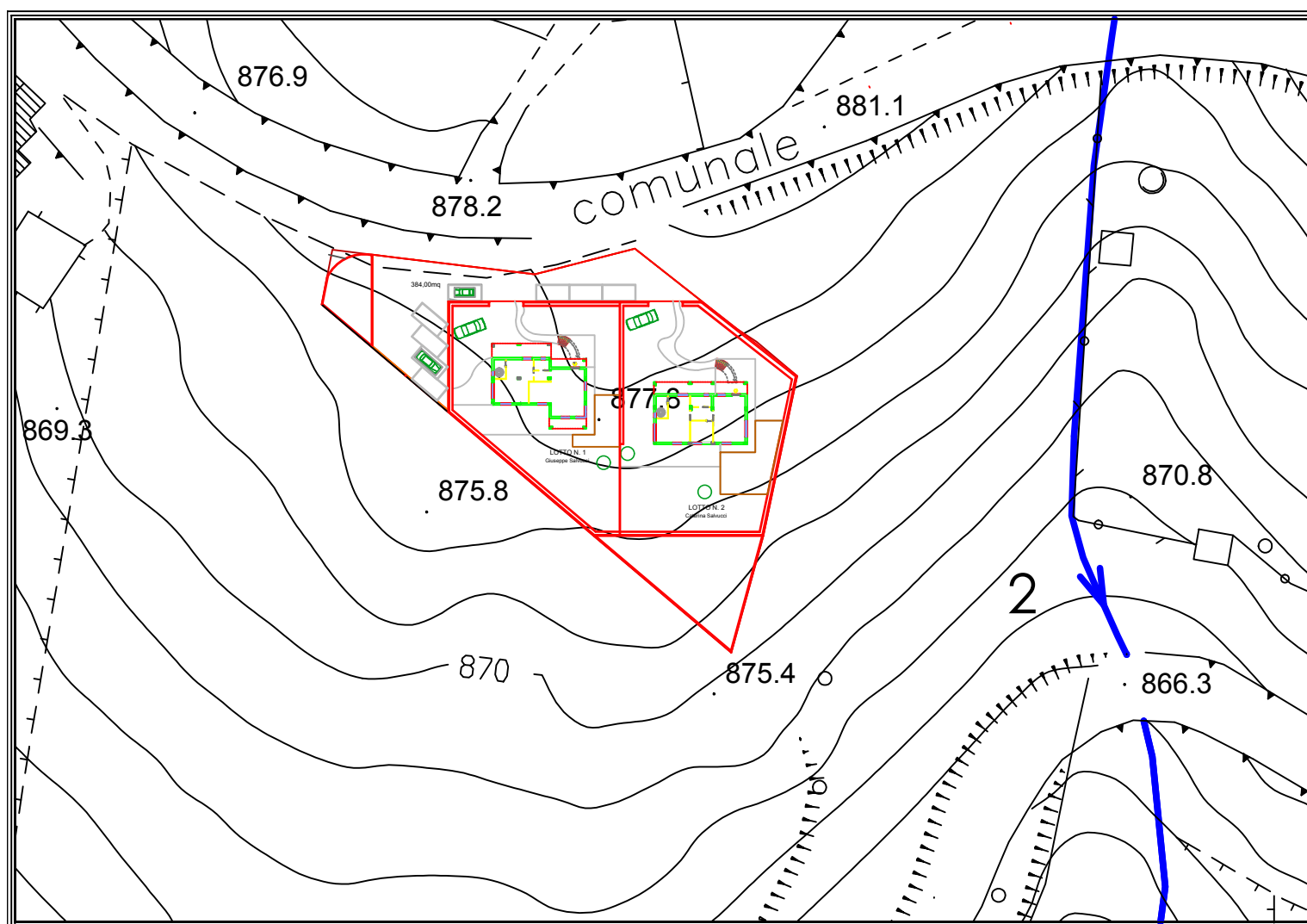
Villa d'Agri, Dicembre 2019

II GEOLOGO

Dott. Antonio PRIORE

BIBLIOGRAFIA

- Regolamento Urbanistico Comunale (2015) e richiesta di parere all’Autorità di bacino per l’area R2 (2014)
 - Microzonazione Sismica Regione Basilicata
 - Indagini geognostiche del regolamento Urbanistico vigente (2014)
 - Indagini geognostiche richieste dall’Autorità di Bacino della Basilicata a seguito di richiesta di parere (2014).
 - Piano Stralcio Autorità di Bacino della Basilicata (ultimo aggiornamento)
 - ONIBEN (1968)- *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*;
 - Decreto Ministeriale del 16 gennaio 1996;
 - Regione Basilicata – P. CLAPS, M. FIORENTINO, G.SILVAGNI – *Studio per la valorizzazione e la salvaguardia delle risorse idriche in Basilicata*;
 - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003;
 - CARBONE et al. (1988)- *Le unità stratigrafico-strutturali dell’alta Val d’Agri (Appennino lucano) nel quadro dell’evoluzione del sistema catena-avanfossa*;
 - CARRARA E., RAPOLLA A., ROBERTI N.- *Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: Metodi geoelettrici e sismici*;
 - LANZO G., SILVESTRI F. – *Risposta sismica locale – Hevelius Edizioni*;
 - CARBONE ET AL. – *Sistemi deformativi ed età dei ricoprimenti nella Val d’Agri (Appennino Meridionale)*
 - SGROSSO – *Nuovi elementi per un più articolato modello paleogeografico nell’Appennino Meridionale*.
 - CARBONE ET AL - *Le Unità stratigrafico-strutturali dell’Alta Val d’Agri (Appennino Lucano) nel quadro dell’evoluzione del sistema catena-avanfossa*.
 - CARBONE ET AL. - *Presentazione della Carta Geologica del Bacino del fiume Agri (Basilicata)*.
 - DI NIRO ET AL. – *Primi dati sull’evoluzione geomorfologica e sedimentaria del bacino dell’Alta Val d’Agri (Basilicata)*.
 - Carta geologica d’Italia IGM, Foglio potenza n° 199, in scala 1:100.000;
 - Carta geologica della Val d’Agri - scala 1:50.000
 - Foglio IGM – VIGGIANO n° 505 sezione I, in scala 1:25.000;
- Cartografia Numerica aerofotogrammetria, in scala



Stralcio Ortofotocarta Comune di VIGGIANO

Stralcio IGM - Foglio 505 VIGGIANO



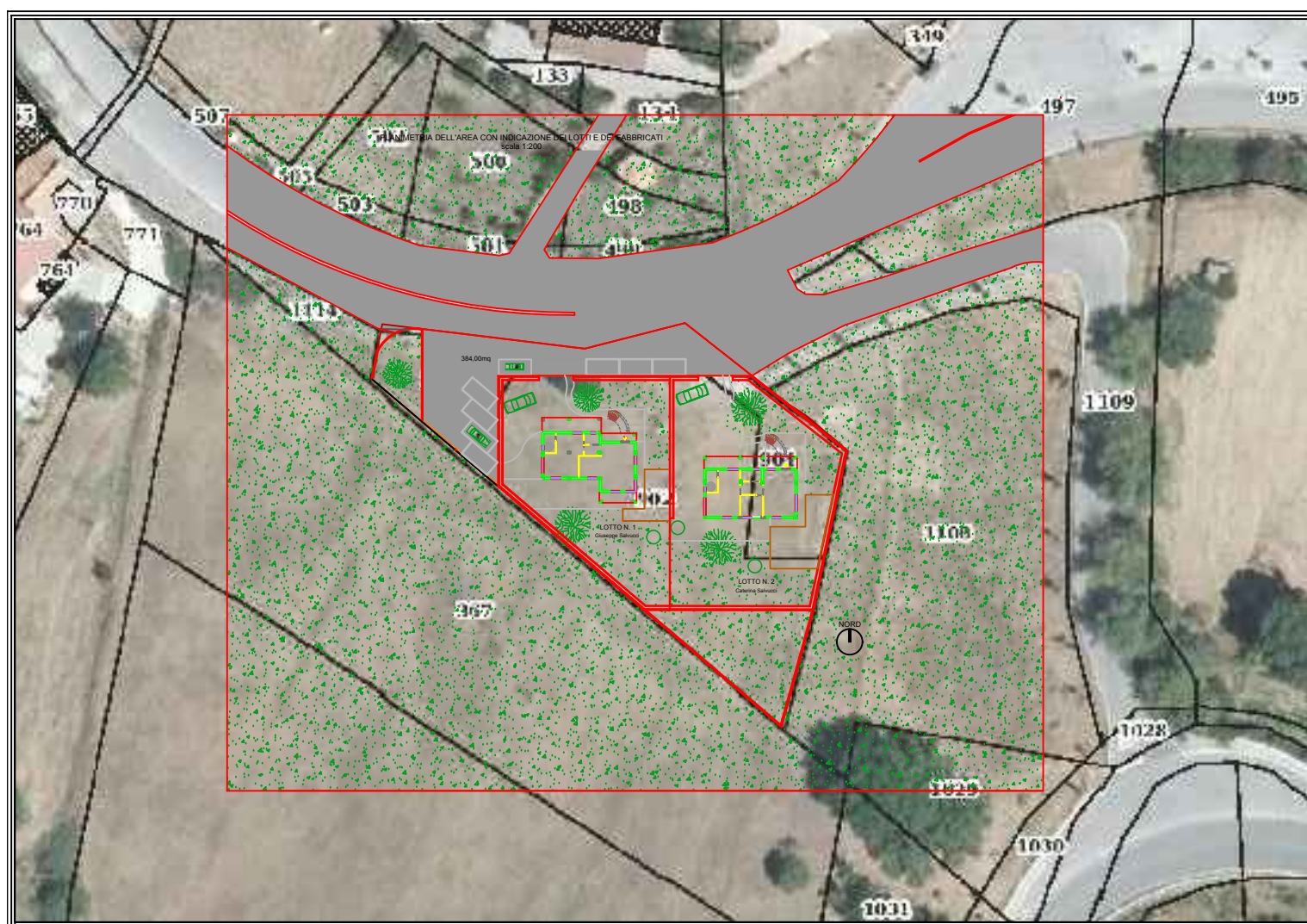
UTM WGS 84	LAT. 4466957 m N LONG. 575888 m E
GAUSS - BOAGA	LAT. 4466957 m N LONG. 2595855 m E
quota 877 m. s.lm	

Coordinate geografiche del sito

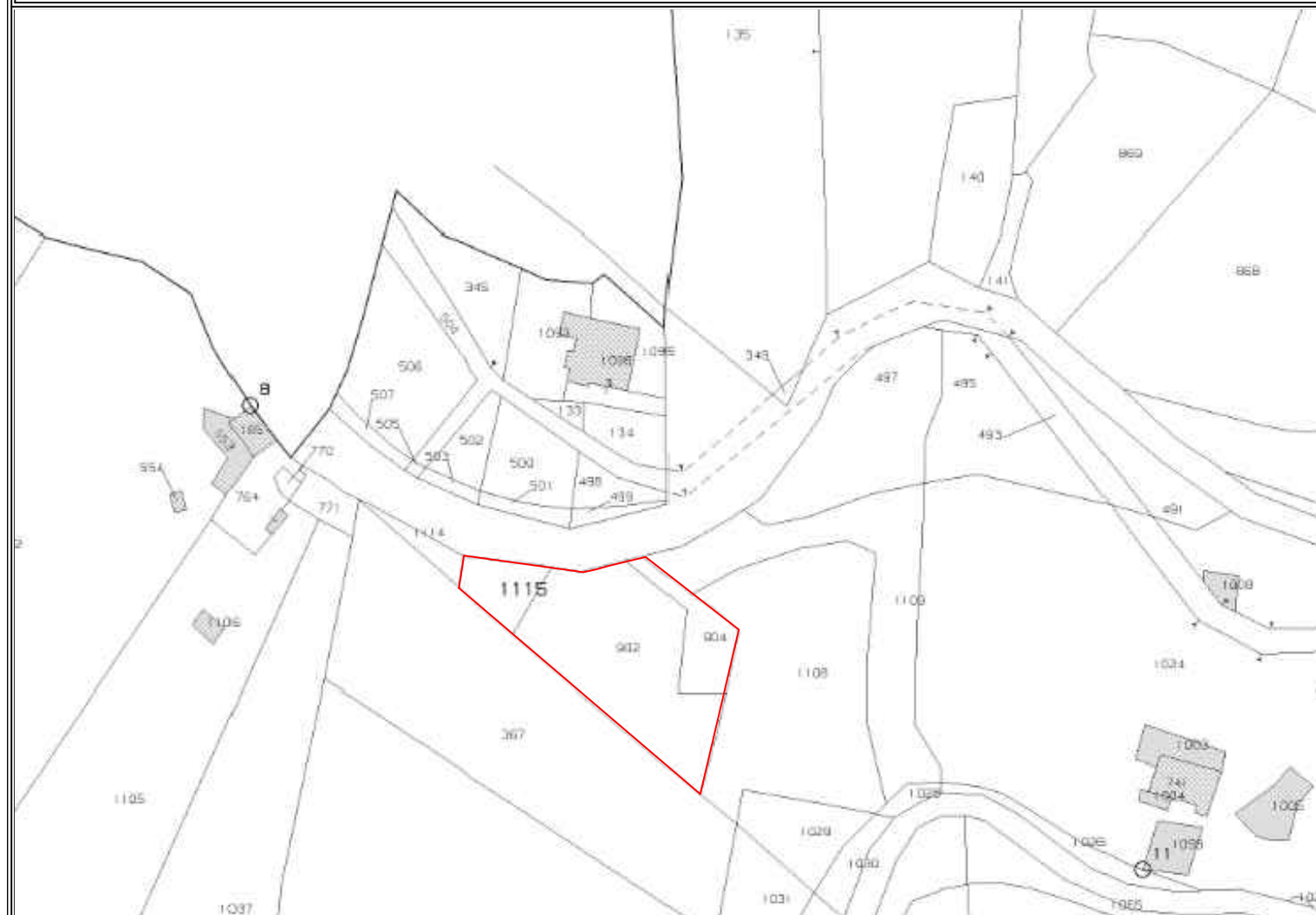


Stralcio Google

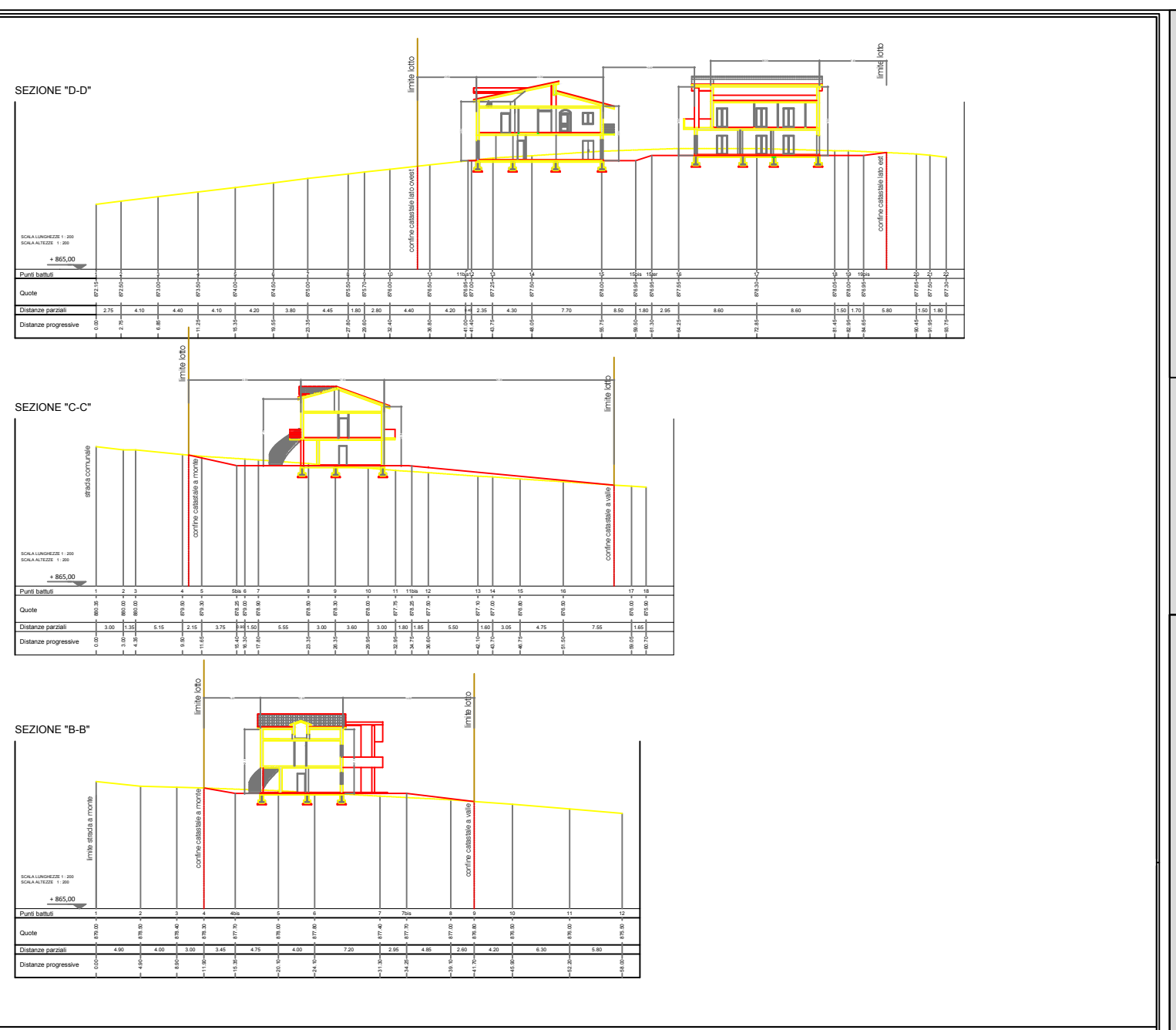
Documentazione fotografica



Piano di urbanizzazione Scala 1:2.000



Stralcio catastale Comune di Viggiano Fuori 2.000



Profilo di progetto

COMMITTENTI:

- Giuseppe SALVUCCI, nato a Marsicovetere (PZ) il 7/08/1983
- residente a Viggiano in via Madonna di Viggiano n. 82
- Codice Fiscale SLV GPP 83M07 E977H,

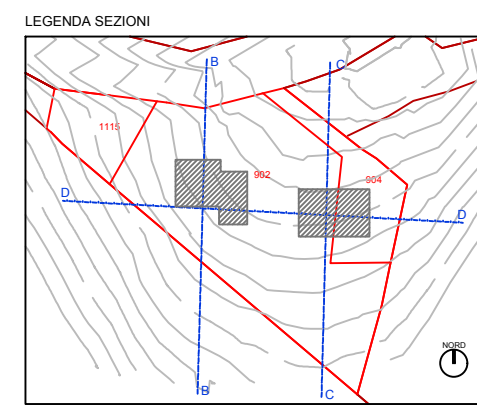
• Caterina SALVUCCI, nata a Viggiano (PZ) 23/01/1975

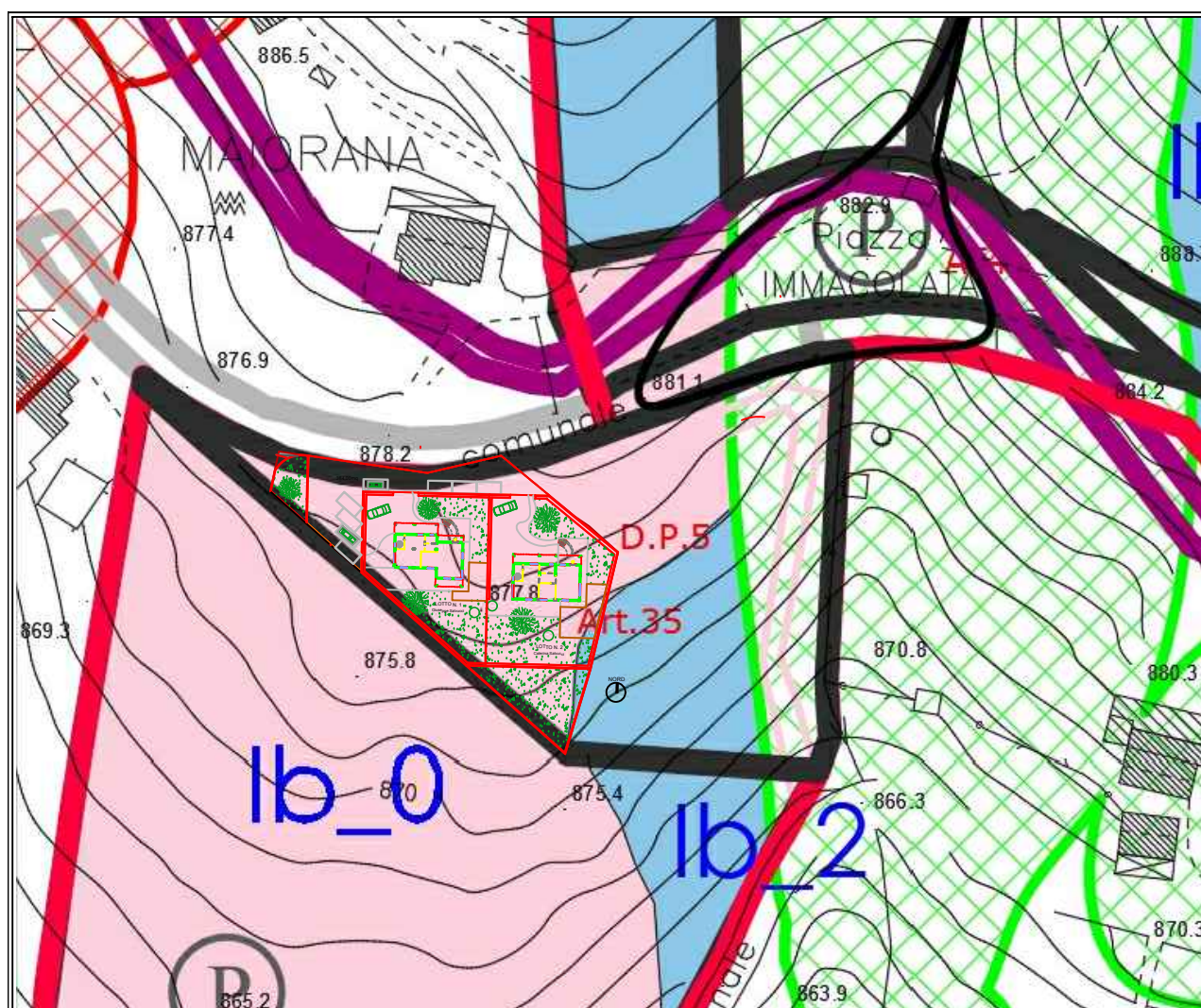
- residente a Viggiano al Corso Umberto I° n. 34
- Codice Fiscale SLV CRN 75A63 L874I,

LOCALIZZAZIONE INTERVENTO

- n. 2 fabbricati per civile abitazione in Viggiano in Via Madonna di Viggiano
- terreno identificato catastalmente al foglio di mappa n. 36, particelle n. 902 (di are 15.91), n. 904 (di are 02.31) e 1115 (ex p.lla 903 di are 03.18)




Dati catastali





Piano di urbanizzazione

Scala 1:2.000

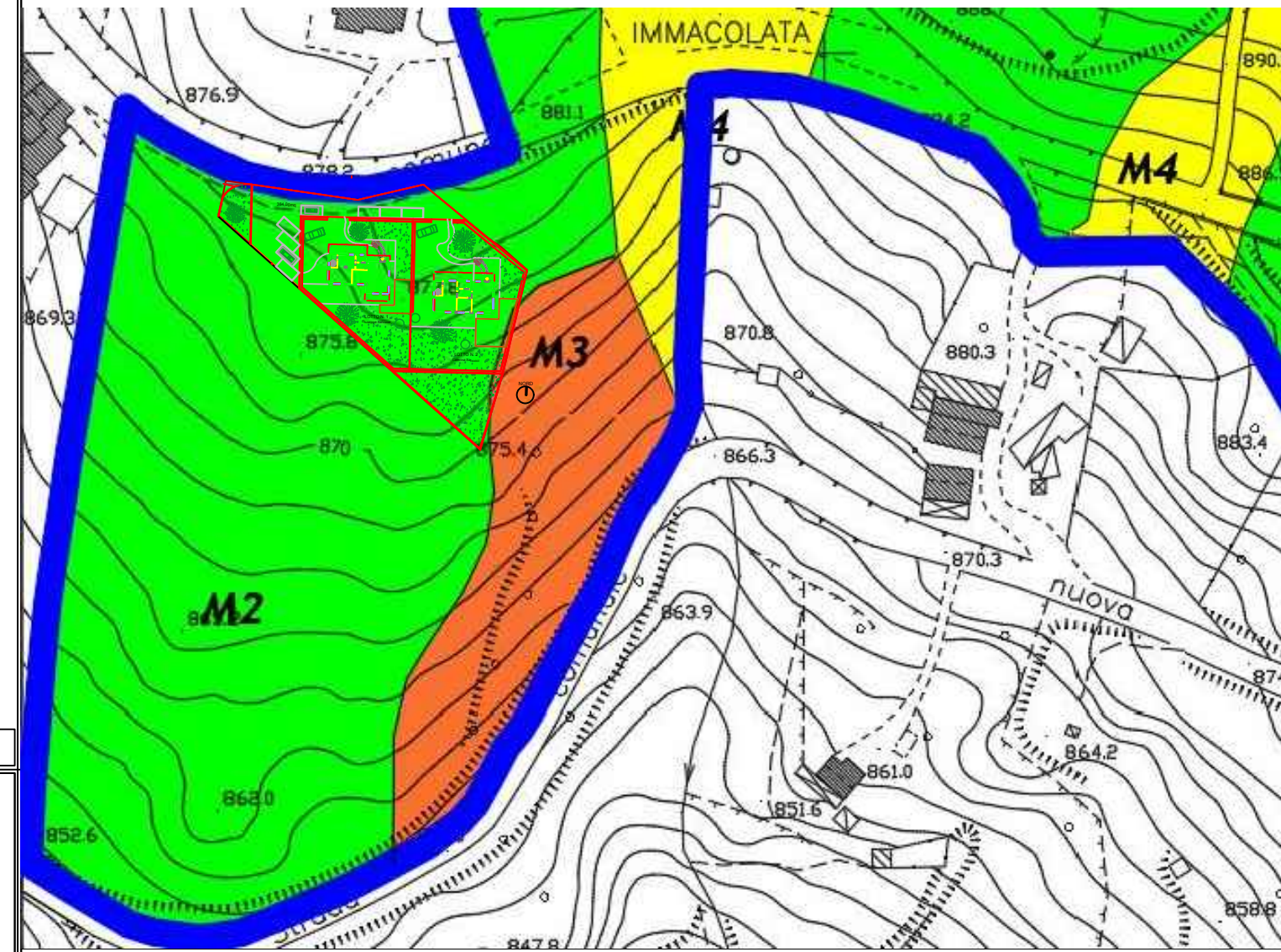
- Legendo:**
-  **Aree a rischio idrogeologico molto elevato ed a pericolosità molto elevata (R4)**
Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III - art. 16).
 -  **Aree a rischio idrogeologico elevato ed a pericolosità elevata (R3)**
Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III - art. 17).
 -  **Aree a rischio idrogeologico medio ed a pericolosità media (R2)**
Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III - art. 18).
 -  **Aree a rischio idrogeologico moderato ed a pericolosità moderata (R1)**
Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III - art. 19).

AREE NON CRITICHE

- Ib_0** **Ib_0 - Aree su versante (esenti da problematiche di stabilità)**
Aree utilizzabili, caratterizzate da litologie piuttosto competenti ed esenti da qualsiasi fenomeno di instabilità morfologica, caratterizzate da affioramenti costituiti da terreni con ottime proprietà fisico-meccaniche, ma con eventuali fenomeni di amplificazione sismica a causa degli effetti topografici.
Queste aree sono adatte all'edificazione secondo i normali accorgimenti tecnici e in base a quanto previsto nel D.M. LL.PP. 11.03.1998.
CD - 2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15
- Ib_1** **Ib_1 - Aree subpianeggianti (aree di versante esenti da criticità idrauliche o idrogeologiche)**
Aree utilizzabili, caratterizzate dall'assenza di fenomeni di criticità idraulica e/o idrogeologica, prevalentemente pianeggianti o con angoli di pendenza bassi tra 0° e 15°, con discrete caratteristiche fisico-meccaniche. Dal punto di vista geofisico, tali aree potrebbero essere interessate da amplificazione sismica collegabile ad un passaggio tra litotipi rigidi a litotipi meno rigidi. Pertanto, sono da definire puntualmente le caratteristiche geofisiche e geomeccaniche dei terreni di fondazione a seguito comunque di una disomogeneità degli spessori e della loro natura litologica.
Queste aree sono adatte all'edificazione secondo i normali accorgimenti tecnici e in base a quanto previsto nel D.M. LL.PP. 11.03.1998.
- Ib_2** **Ib_2 - Aree su versante (esenti da problematiche di stabilità)**
Aree utilizzabili, definite da litologie eterogenee, caratterizzate da affioramenti costituiti da terreni con buone proprietà fisico-meccaniche da accertare puntualmente mediante indagini geognostiche dirette e indirette.
Le aree richiedono una particolare attenzione per quanto riguarda la protezione di eventuali tagli e scarpe di monte e di valle con muri di contenimento regolarmente dimensionati e soprattutto la regimentazione delle acque superficiali mediante opere di drenaggio.
CD - 1,8

Stralcio catastale Comune di Viggiano

Fuori 2.000



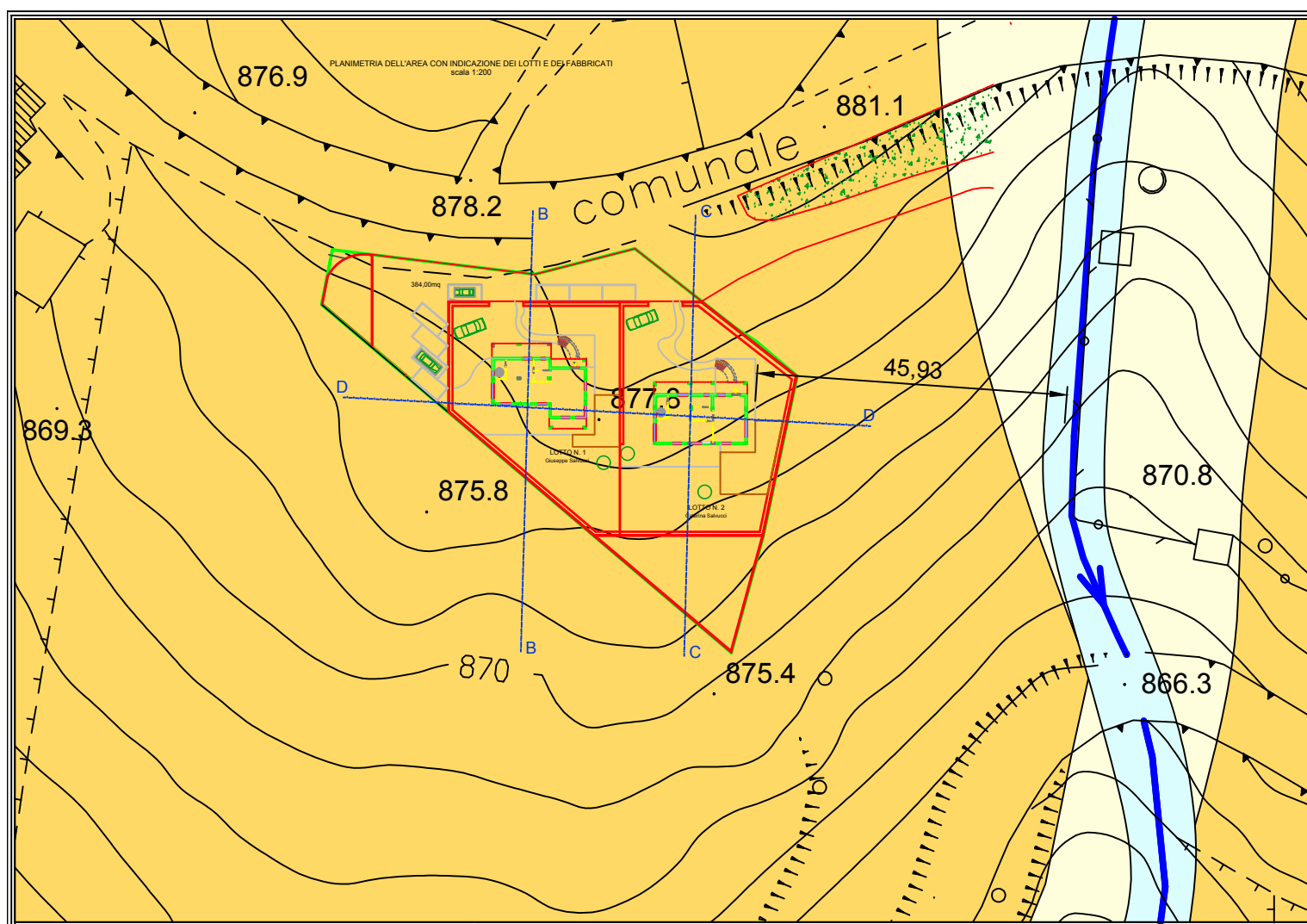
Profili di progetto

M2 Microzona 2

LITOLOGIE: Calcari in banchi da mediamente a molto fratturati (posti in prossimità di faglie); Dolomie e calcari dolomitici da debolmente a molto fratturati; Scisti silicei ben stratificati e molto compatti; Detrito di versante costituito da breccie cementate con clasti a spigoli vivi, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, di natura calcarea o silicea, da mediamente a molto addensati, tali depositi si trovano ai piedi di versanti in roccia con angolo di riposo molto elevato e hanno uno spessore variabile fra 1 e 8 m.

ZONA SIMICA: Ib Ag= 0.275
Vs 30: 600 - 650 m/s
CATEGORIA DI SUOLO: B
Categoria topografica: T1 - T2

Dati catastali



DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI: depositi costituiti da rari clasti sciolti, collegabili con il substrato alterato di appartenenza, in matrice prevalentemente terrosa di colore bruno-rossastro, presente nelle depressioni morfologiche, tettoniche e nelle incisioni idriche di scarsa importanza. (Olocene)

DEPOSITI FLUVIALI: depositi presenti negli assi fluvio-torrentizi del torrente Casale e del Torrente Alli e nelle incisioni fluviali secondarie, costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e conglomerati sciolti prevalentemente di natura calcarea o arenacea. (Olocene)

DEPOSITI MARINI

FLYSCH ARENACEO MARNOSO: Alternanza di argilliti grigio-brune ed arenarie bruno-rossastre in strati sottili, cui si intercalano lenti di calcari mamosi, la cui successione è spesso fino a 20 m. Le arenarie hanno composizione litarenitica con abbondante frazione quarzosa. Alla base della formazione spesso è presente un intervallo caotico costituito da un conglomerato a matrice argillosa prevalente, ad elementi metrici di rocce cristalline, arenarie e blocchi di dimensione anche notevole di calcare biohermali, affioranti a nord del centro abitato. (Miocene Inferiore-Medio)

Giacitura strato - definisce direzione, inclinazione e immersione del sistema di stratificazione del substrato roccioso affiorante.

Faglia - presunta presenza di un lineamento tettonico che mette in contatto due formazioni geologiche differenti.

Asse idrico superficiale - Incisione idrica superficiale presente sul territorio oggetto di studio.

Sezioni di piano - Sezioni del piano di urbanizzazione con l'interessamento dei diversi lotti.

Nuove strutture abitative - Sagome abitative oggetto di pianificazione urbanistica.

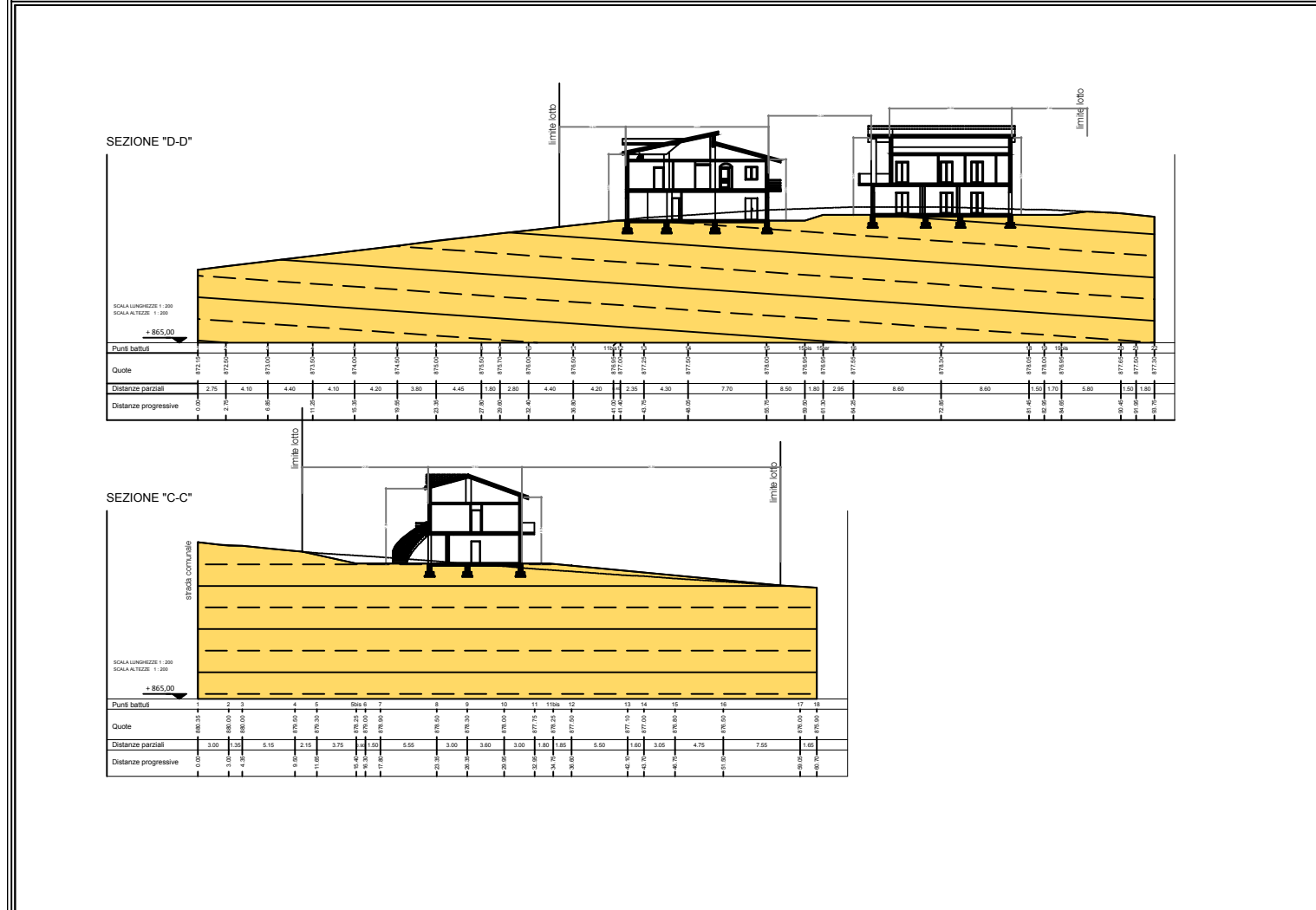
limite area di lottizzazione

Comittente: SALVUCCI Giuseppe
SALVUCCI Caterina

Regione BASILICATA
Provincia POTENZA
Comune VIGGIANO

Carta geolitologica Scala 1:2.000

Legenda



7° / 10° - pendenza media pendio

Coefficiente topografico - T1

Categoria sismica del suolo - B

Velocità Vs30 - 651 / 765 m/s

LITOLOGIA	Peso di volume (kN/m³)	Coesione (kN/m²)	Angolo di attrito (gradi)
Copertura eluvio – colluviale	19.16	14.35	14°
Flysch T. Serrapotamo	19.55	15.11	25.92°

Valori geotecnici medi delle principali litologie affioranti

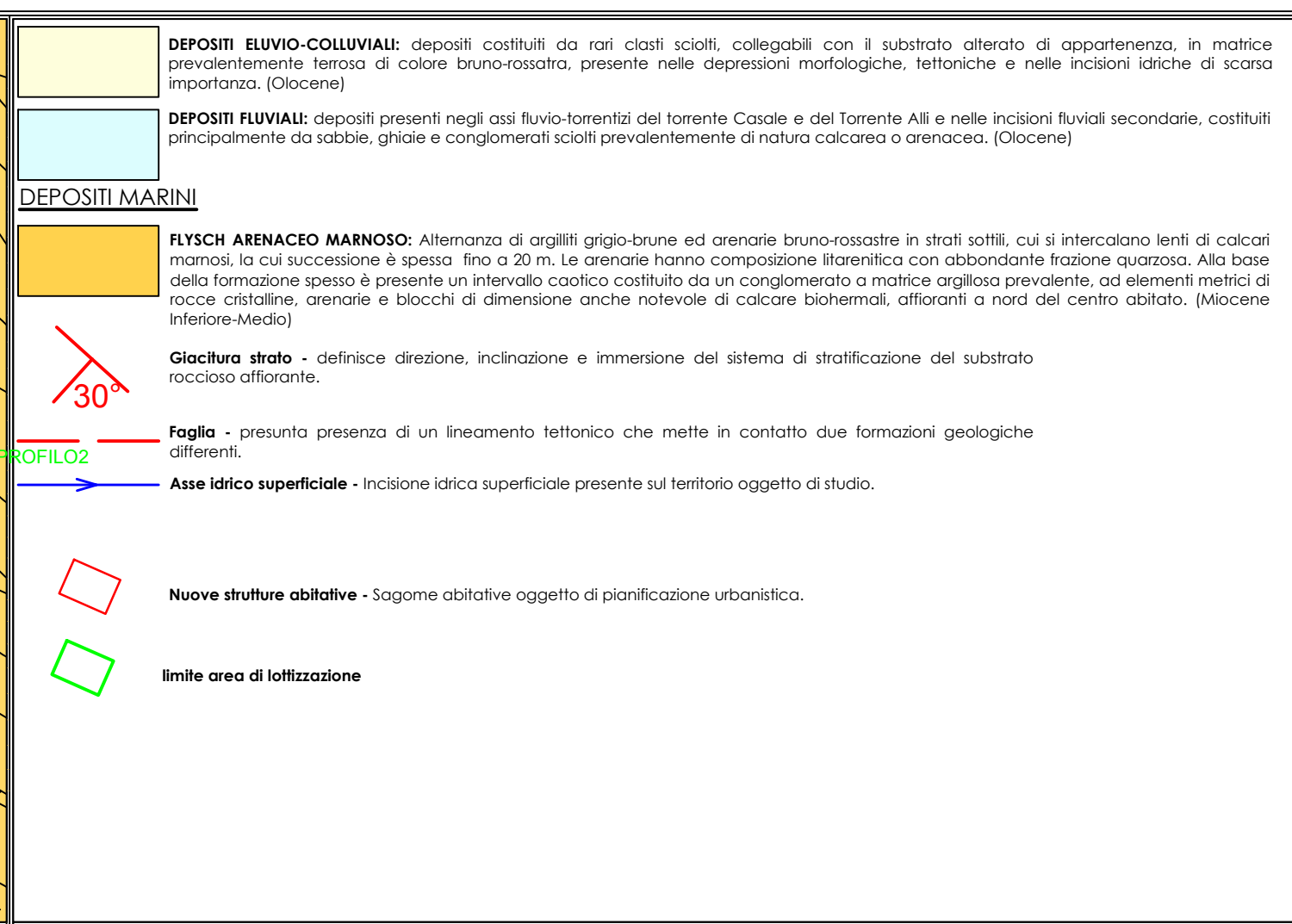
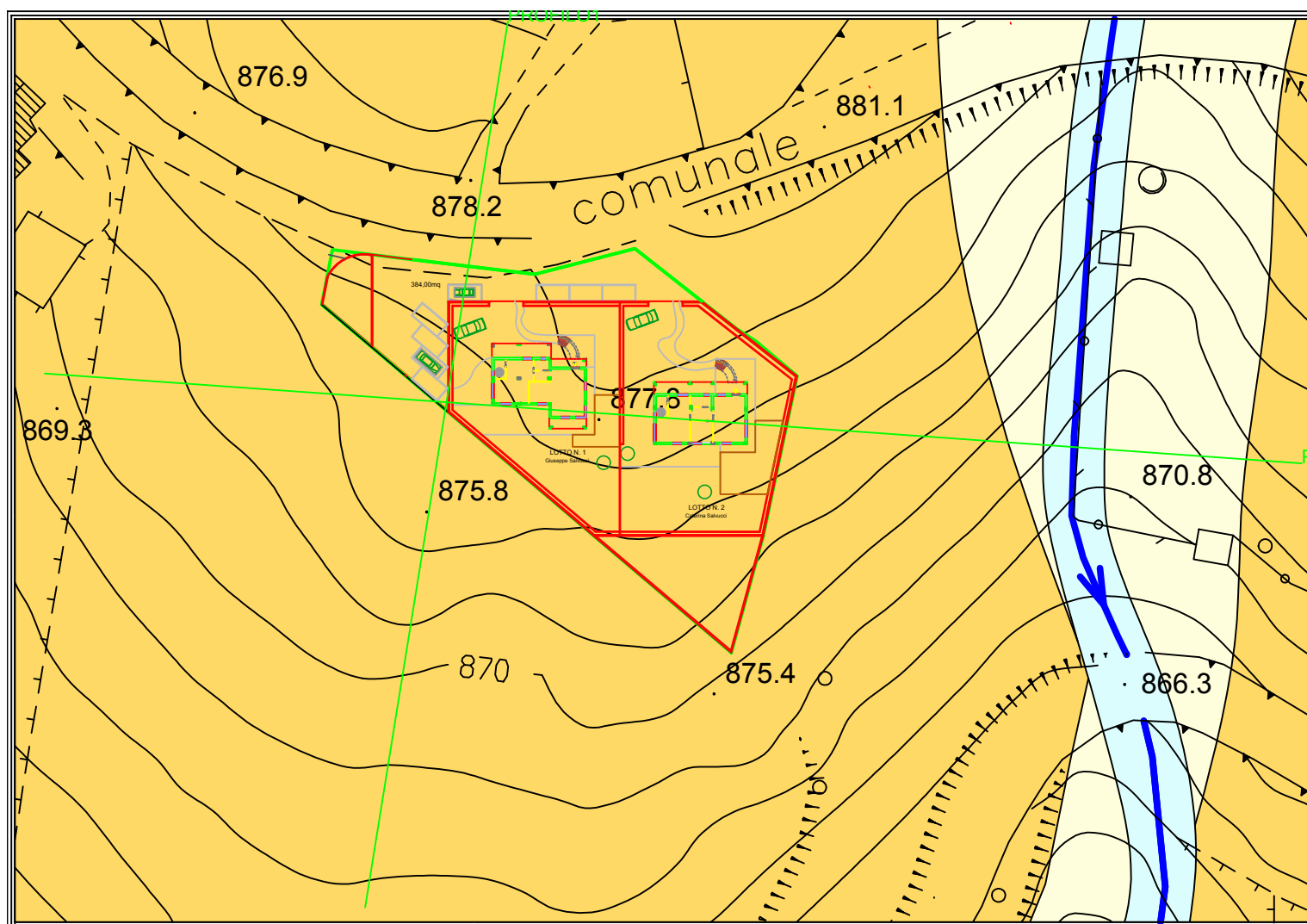
Sezioni geologiche Scala 1:2.000

Valori geotecnici medi delle principali litologie affioranti

Tavola Carta e sezioni Geolitologiche

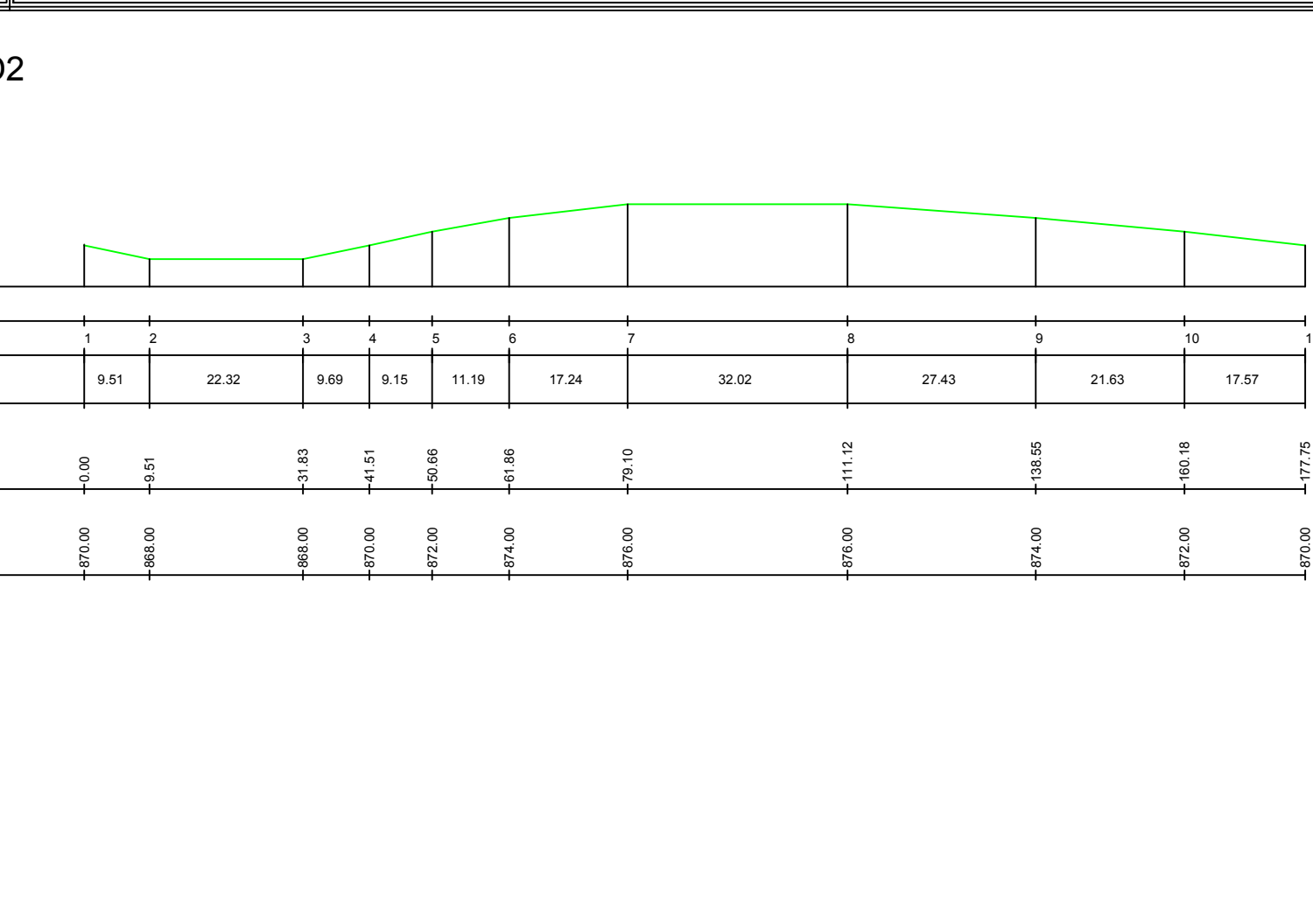
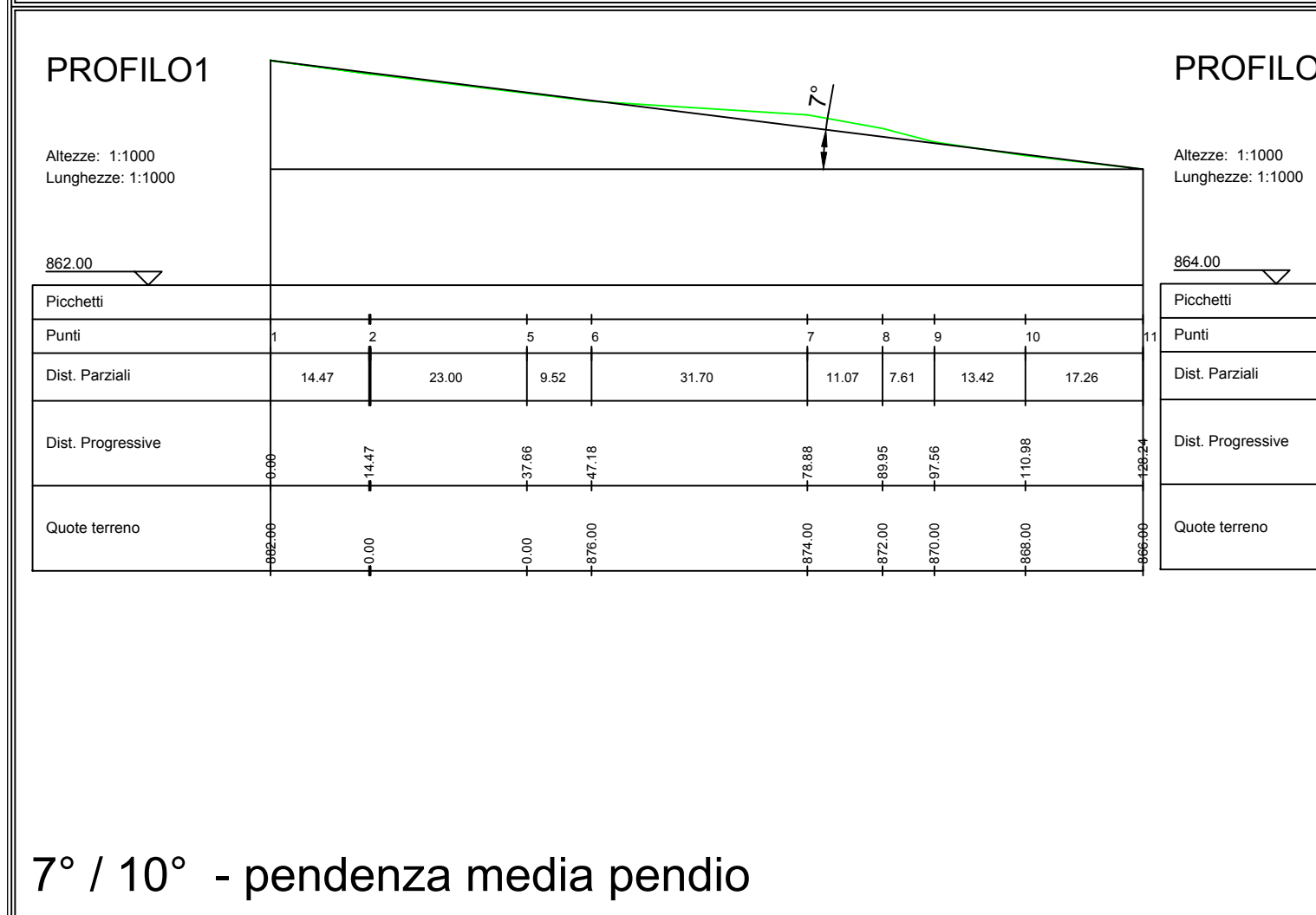
Allegato 04

Studio di Geologia
Prof. Gen. PIRORE Antonio



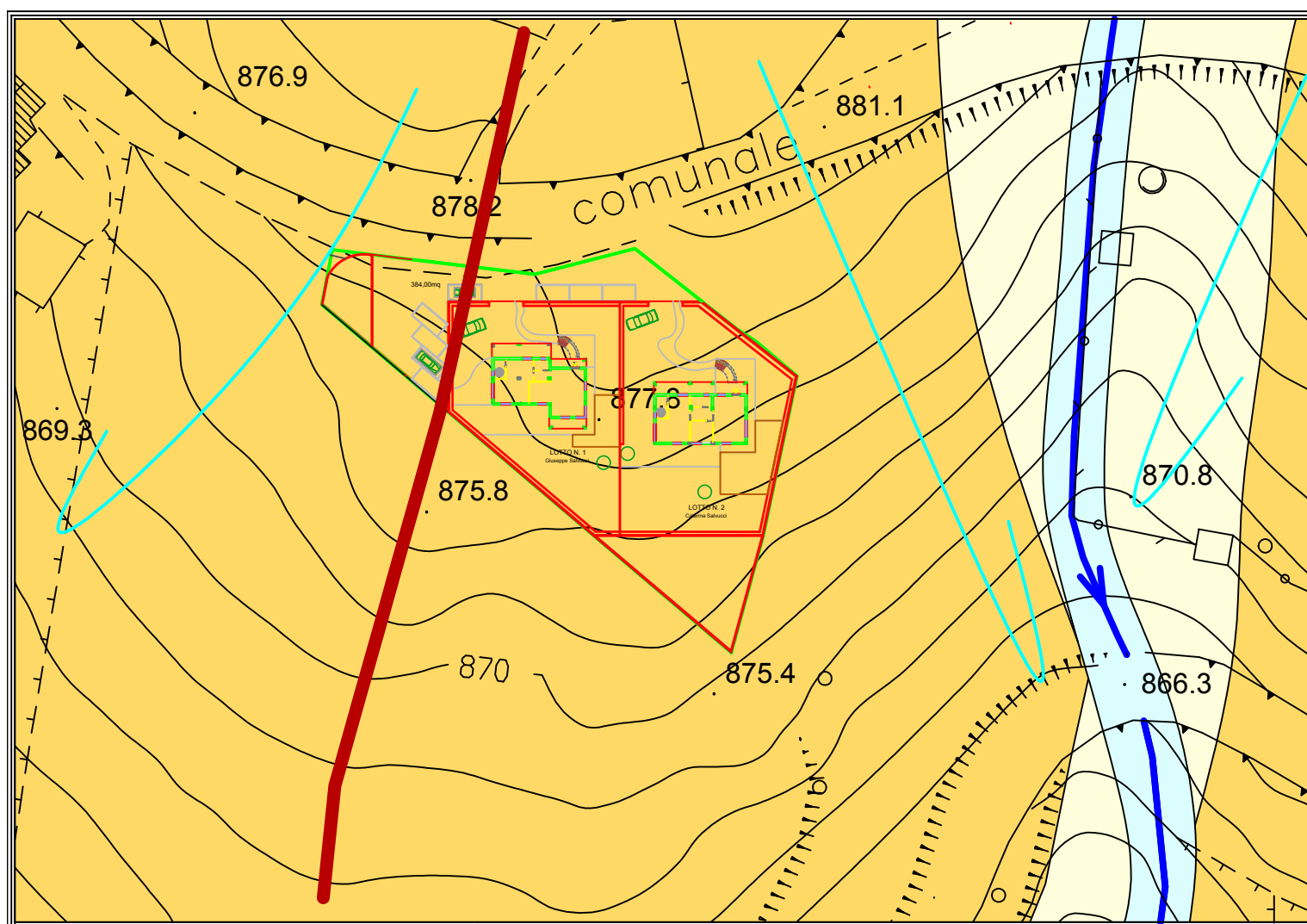
Carta geolitologica Scala 1:2.000

Stralcio IGM - Foglio 505 VIGGIANO Scala 1:25.000



7° / 10° - pendenza media pendio Profilo 1 Scala 1:2.000

Profilo 2



DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI: depositi costituiti da rari clasti sciolti, collegabili con il substrato alterato di appartenenza, in matrice prevalentemente terrosa di colore bruno-rossastra, presente nelle depressioni morfologiche, tettoniche e nelle incisioni idriche di scarsa importanza. (Olocene)

DEPOSITI FLUVIALI: depositi presenti negli assi fluvio-torrentizi del torrente Casale e del Torrente Alli e nelle incisioni fluviali secondarie, costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e conglomerati sciolti prevalentemente di natura calcarea o arenacea. (Olocene)

DEPOSITI MARINI

FLYSCH ARENACEO MARNOSO: Alternanza di argilliti grigio-brune ed arenarie bruno-rossastre in strati sottili, cui si intercalano lenti di calcari mamosi, la cui successione è spesso fino a 20 m. Le arenarie hanno composizione litarenitica con abbondante frazione quarzosa. Alla base della formazione spesso è presente un intervallo caotico costituito da un conglomerato a matrice argillosa prevalente, ad elementi metrici di rocce cristalline, arenarie e blocchi di dimensione anche notevole di calcare biohermali, affioranti a nord del centro abitato. (Miocene Inferiore-Medio)

Giacitura strato - definisce direzione, inclinazione e immersione del sistema di stratificazione del substrato roccioso affiorante.

Faglia - presunta presenza di un lineamento tettonico che mette in contatto due formazioni geologiche differenti.

Asse idrico superficiale - Incisione idrica superficiale presente sul territorio oggetto di studio.

Flussi idrici sotterranei ipotizzati

linee spartiacque

Nuove strutture abitative - Sagome abitative oggetto di pianificazione urbanistica.

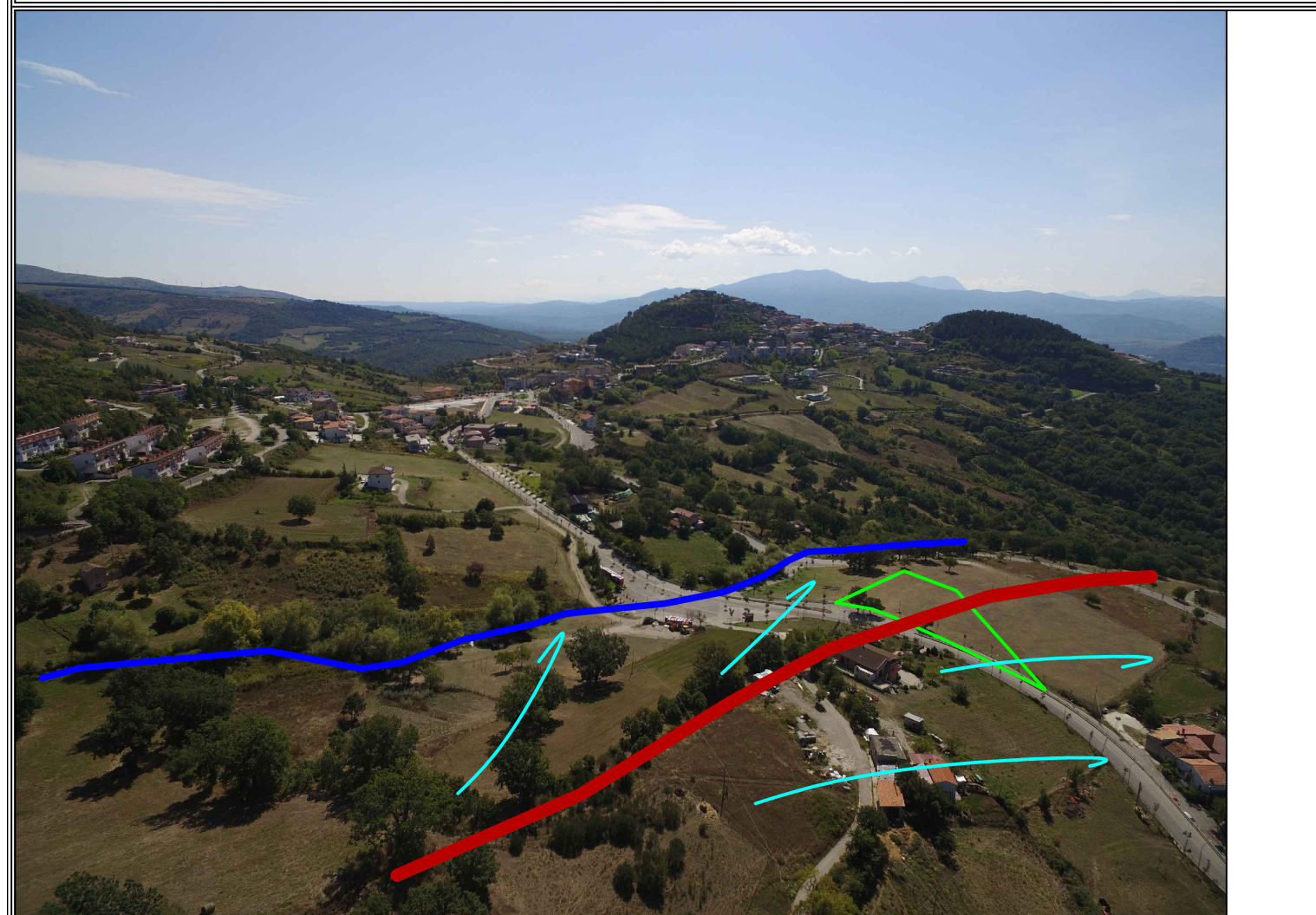
limite area di lottizzazione

Comittente:
SALVUCCI Giuseppe
SALVUCCI Caterina

Regione BASILICATA
 Provincia POTENZA
 Comune VIGGIANO

Carta geolitologica con elementi di idrogeologia Scala 1:2.000

Stralcio IGM - Foglio 505 VIGGIANO Scala 1:25.000



Litologie affioranti: flysch arenaceo-marnoso-argilloso

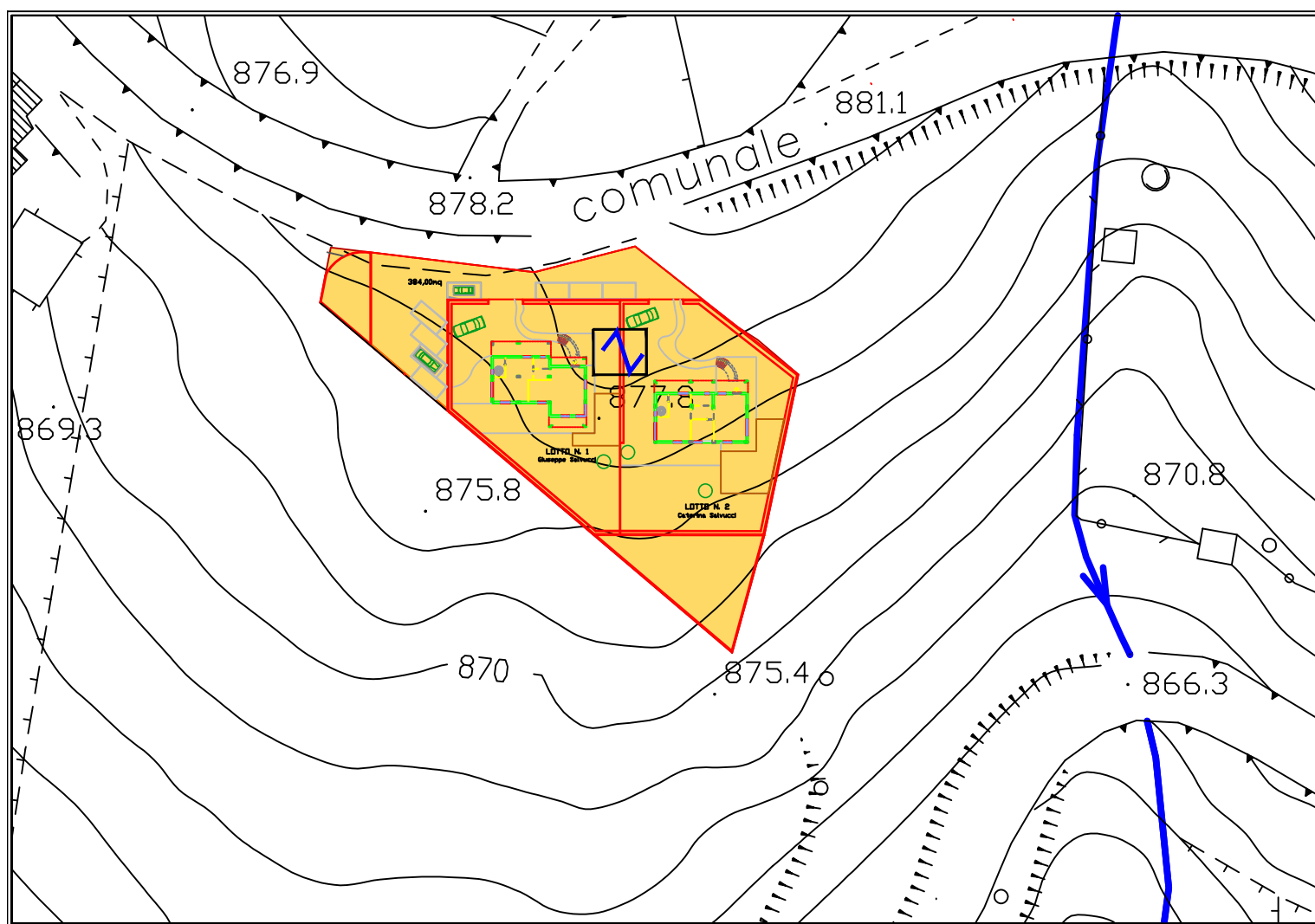
Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
15.4	35.9	23.1	25.6
Caratteristiche fisiche			
Porosità %	33.7		

Carta Idrogeologica

Allegato 06

Scuola di Geologia
 Prof. Carlo PIRORE, Amantea

Foto aerea con elementi di idrogeologia Scala 1:2.000



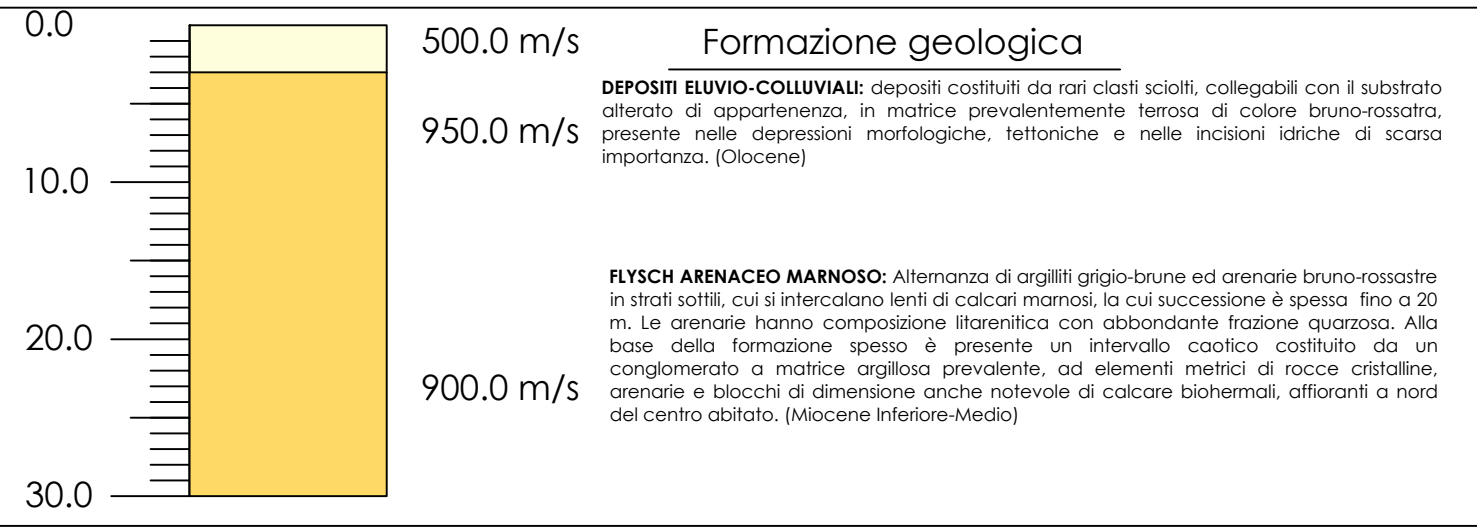
- DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI:** depositi costituiti da rari clasti sciolti, collegabili con il substrato alterato di appartenenza, in matrice prevalentemente terrosa di colore bruno-rossatra, presente nelle depressioni morfologiche, tettoniche e nelle incisioni idriche di scarsa importanza. (Olocene)
 - DEPOSITI FLUVIALI:** depositi presenti negli assi fluvio-torrentizi del torrente Casale e del Torrente Alli e nelle incisioni fluviali secondarie, costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e conglomerati sciolti prevalentemente di natura calcarea o arenacea. (Olocene)
- DEPOSITI MARINI**
- FLYSCH ARENACEO MARNOSO:** Alternanza di argilliti grigio-brune ed arenarie bruno-rossastre in strati sottili, cui si intercalano lenti di calcari marnosi, la cui successione è spesso fino a 20 m. Le arenarie hanno composizione litarenitica con abbondante frazione quarzosa. Alla base della formazione spesso è presente un intervallo caotico costituito da un conglomerato a matrice argillosa prevalente, ad elementi metrici di rocce cristalline, arenarie e blocchi di dimensione anche notevole di calcare biohermali, affioranti a nord del centro abitato. (Miocene Inferiore-Medio)

- **Microzona 1 : categoria di suolo B con Vs30 = 360-800 m/sec.**
 - Litologia: terreni costituiti da intervalli ARENACEO-MARSONO ARGILLOSI, al di sotto di uno spessore detritico addensato con spessore variabile da 1 m a 4 m.
 - Zona sismica: **I**
 - PGA= **0,275**
 - Magnitudo: **5.8**
 - Distanza: **5 km**
 - Categoria del suolo: **B**
 - Picco di amplificazione: **1.40 ± 0.24 Hz**
 - **Fa 1.126 [-]**
 - **Fv 1.109 [-]**
 - Ubicazione: terreni di versante con livello detrito superficiale.
 - Profondità bedrock rigido: compreso tra 2 e 6 m. dal pc.

FLYSCH ARENACEO MARNOSO: Alternanza di argilliti grigio-brune ed arenarie bruno-rossastre in strati sottili, cui si intercalano lenti di calcari marnosi, la cui successione è spesso fino a 20 m. Le arenarie hanno composizione litarenitica con abbondante frazione quarzosa. Alla base della formazione spesso è presente un intervallo caotico costituito da un conglomerato a matrice argillosa prevalente, ad elementi metrici di rocce cristalline, arenarie e blocchi di dimensione anche notevole di calcare biohermali, affioranti a nord del centro abitato. (Miocene Inferiore-Medio)

HVSr progetto

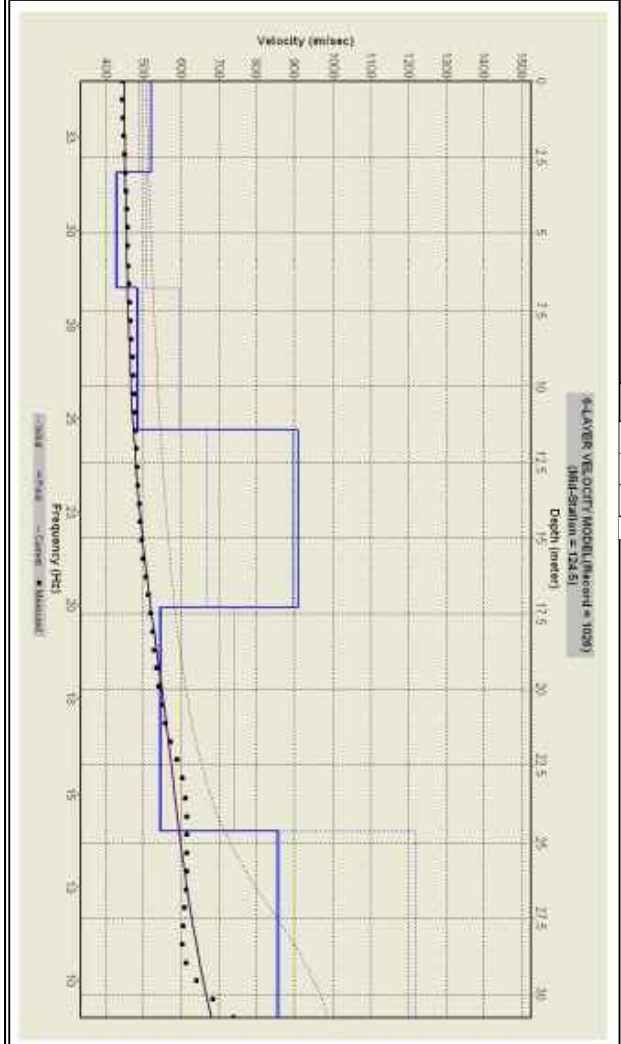
HVSr Microzonazione sismica Regione Basilicata



Categoria di suolo
B
Vs30= 439

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

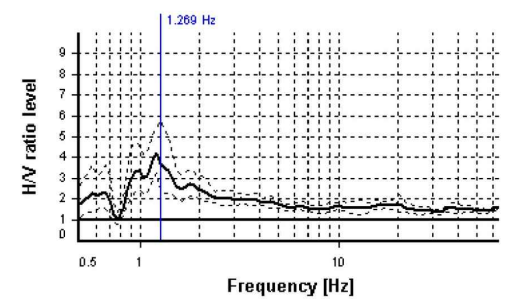
Caratterizzazione di III livello



Selected f₀ frequency
1.269 Hz

A₀ amplitude = 3.728

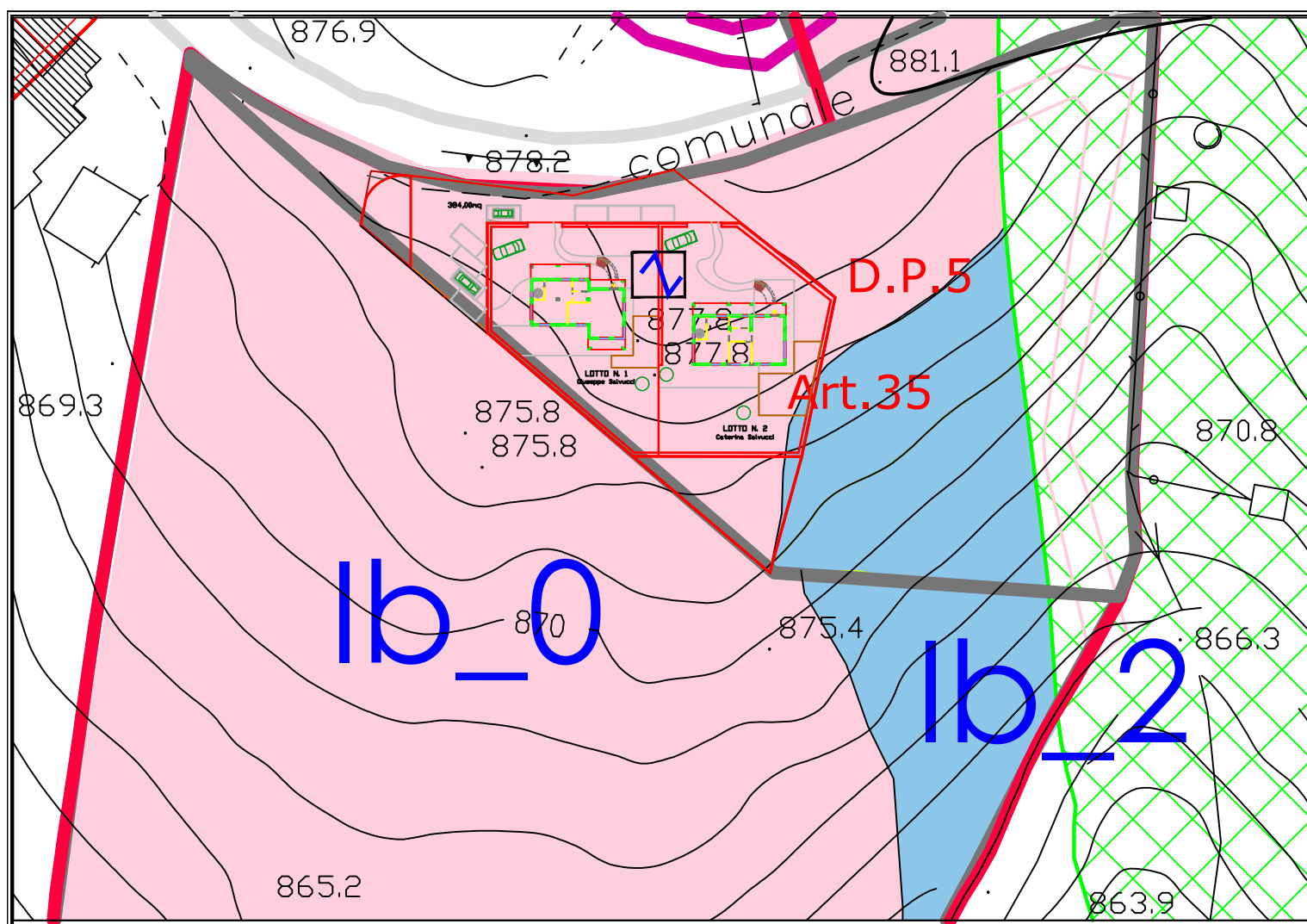
Average f₀ = 1.152 ± 0.157



Prova	DURATA 20 min
HVSr 1	Picchi di frequenza fondamentali 1.269 Hz

Risultati HVSr - MASW

Colonna sismostratigrafica e caratterizzazione sismica del sito



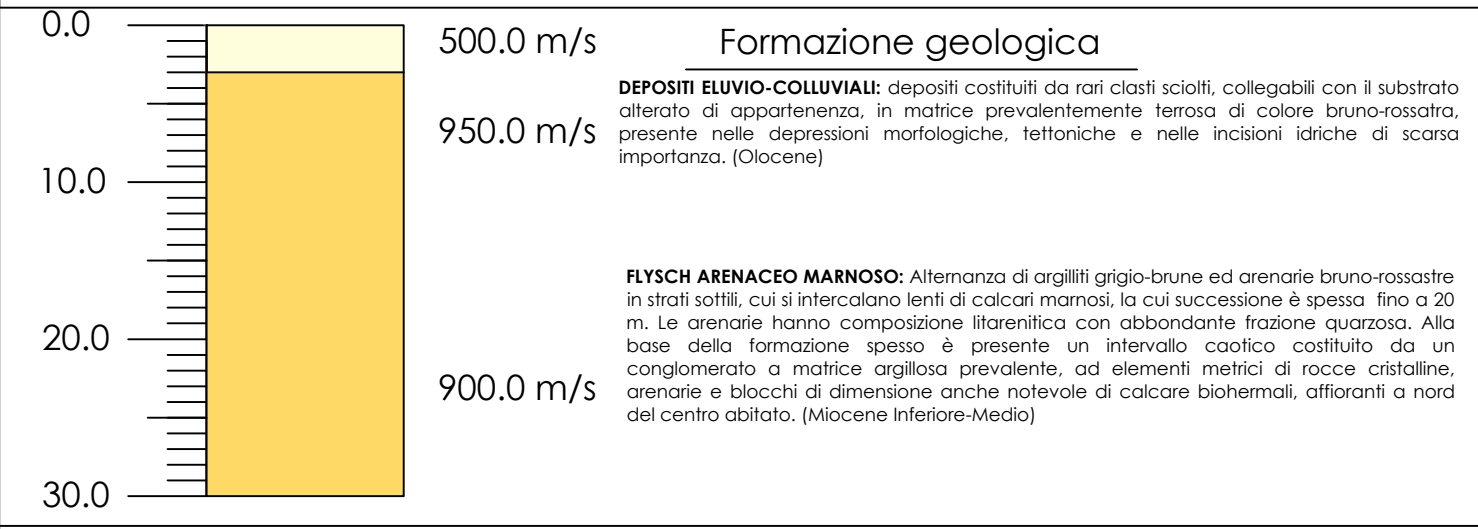
Aree a rischio idrogeologico medio ed a pericolosità media (R2)
 Aree sottoposte a vincolo idrogeologico secondo la normativa PAI aggiornata al 2014 dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Titolo III - art. 18). Area oggetto di parere dell'Autorità di Bacino della Basilicata (2014)

Ib_0 - Aree su versante (esenti da problematiche di stabilità)
 Aree utilizzabili, caratterizzate da litologie piuttosto competenti ed esenti da qualsiasi fenomeno di instabilità morfologica, caratterizzate da affioramenti costituiti da terreni con ottime proprietà fisico-meccaniche, ma con eventuali fenomeni di amplificazione sismica a causa degli effetti topografici. Queste aree sono adatte all'edificazione secondo i normali accorgimenti tecnici e in base a quanto previsto nel D.M. LL.PP. 11.03.1998. CD - 2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15

Ib_2 - Aree su versante (esenti da problematiche di stabilità)
 Aree utilizzabili, definite da litologie eterogenee, caratterizzate da affioramenti costituiti da terreni con buone proprietà fisico-meccaniche da accertare puntualmente mediante indagini geognostiche dirette e indirette. Le aree richiedono una particolare attenzione per quanto riguarda la protezione di eventuali tagli e scarpe di monte e di valle con muri di contenimento regolarmente dimensionati e soprattutto la regimentazione delle acque superficiali mediante opere di drenaggio. CD - 1,8

Stralcio Tavola n° 6 Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica (2015)

Legenda da RU vigente (2015)



Categoria di suolo
B
Vs30= 439

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Colonna sismostratigrafica e caratterizzazione sismica del sito



Area di lottizzazione - foto aerea

