

REGIONE
TOSCANA



REGIONE TOSCANA

PROVINCIA DI MASSA CARRARA

COMUNE DI ZERI



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI PARCHEGGIO PUBBLICO
SERVENTE L'ABITATO DI PIAGNA nel Comune di Zeri MS**

RELAZIONE GEOLOGICA

DATA: LUGLIO 2024

ELABORATO:

A 5

Committente

AMMINISTRAZIONE
COMUNALE
Comune di ZERI
Settore Lavori Pubblici

Progettista.

Ing. Giovanni ZAMMORI
Via della Resistenza
54011 AULLA MS

Geologo

Geol. Andrea Necchi-Ghiri
Via P. Bologna, 4 - Pontremoli MS
mobile 3389182365
e-mail : a.necchighiri@gmail.com
Pec : geolnecchighiri@pec.epap.it





INDICE	Pagina
Premessa	2
1. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	
1.1 <i>Assetto geologico strutturale</i>	4
1.2 <i>Analisi geologica locale</i>	5
1.3 <i>Analisi geomorfologica</i>	6
1.4 <i>Analisi idrogeologica</i>	9
2. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO LOCALE	
2.1 <i>Interpretazione litostratigrafica</i>	11
2.2 <i>Caratterizzazione geotecnica</i>	12
3. MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO LOCALE	
3.1 <i>Azione sismica</i>	13
4. CONCLUSIONI	18

ALLEGATI:

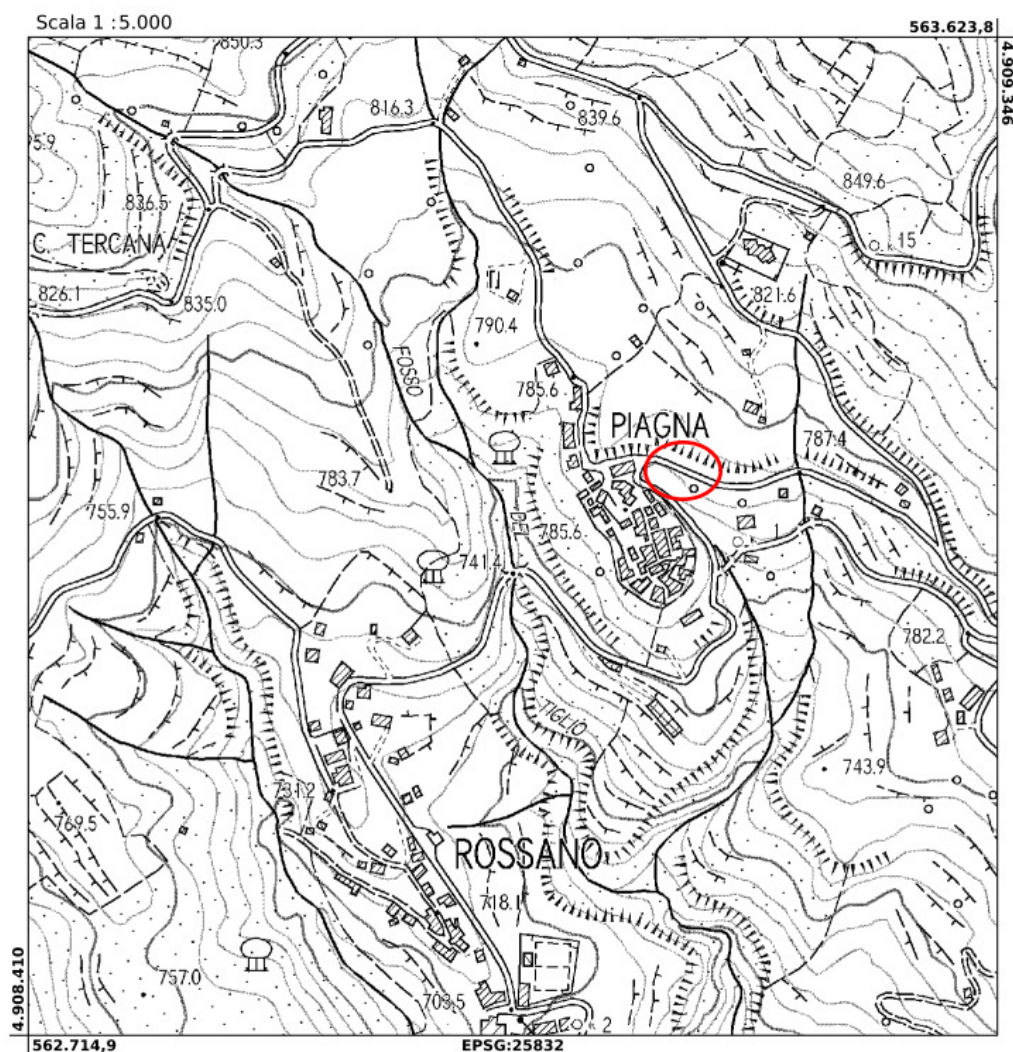
Tav. 1	- Carta Geologica	stralcio 1:10000
Tav. 2	- Ubicazioni indagini	scala 1:200
Tav. 3	- Sezione sismo-litostratigrafica	scala 1:200
Tav. 4	- Documentazione fotografica	
A16	- Relazione Indagini Geognostiche	



Premessa

Per conto dell'Amministrazione comunale di Zeri e secondo il Disciplinare di incarico stipulato con l'Ufficio Tecnico – *servizio edilizia, urbanistica, ambiente, cultura, toponomastica* - è stato eseguito uno studio geologico integrato con indagini geognostiche in situ finalizzato alla definizione del modello geologico e geologico-tecnico per il progetto di realizzazione di un parcheggio pubblico a servizio dell'abitato di Piagna nella valle di Rossano la cui ubicazione viene riportata nello stralcio cartografico sotto riportato.

Regione Toscana - SIPT: Cartoteca

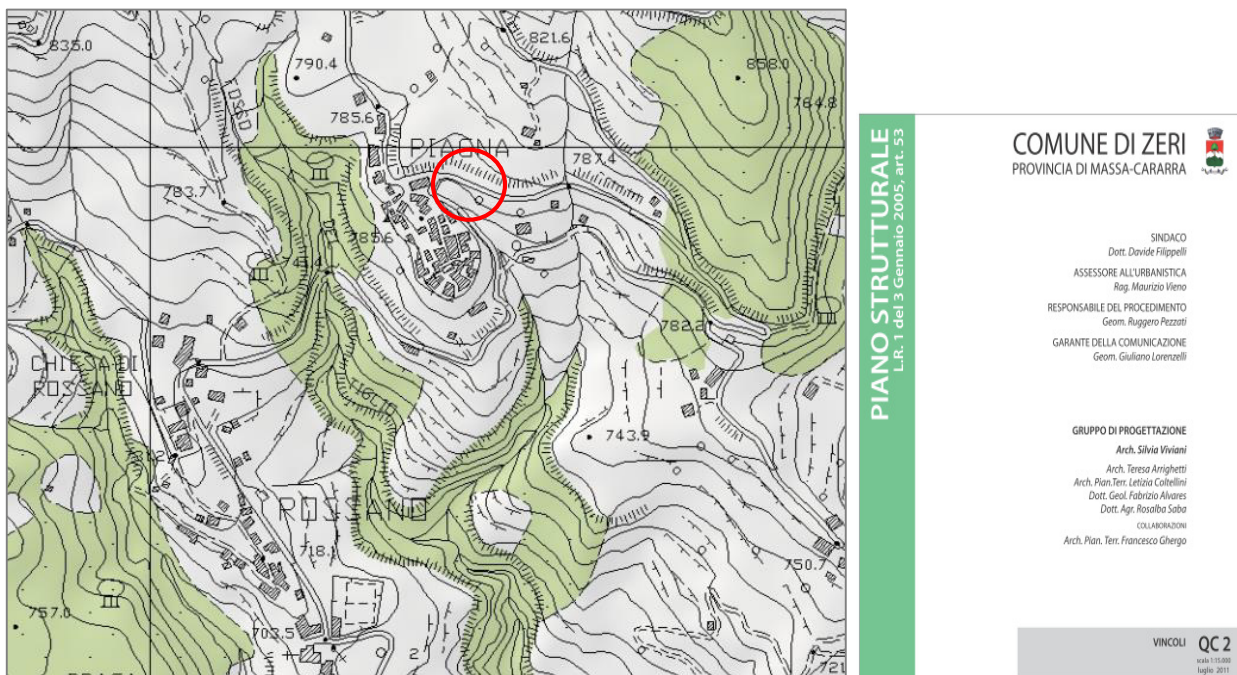


Lo studio eseguito ha permesso di ricostruire la situazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale, avvalendosi dapprima della cartografia tematica disponibile (Geoscopio – Database geologico Regione Toscana e Piano Strutturale Comunale), poi eseguendo un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio supportato da una campagna di indagini geofisiche (Sismica a rifrazione in onde SH) e una prova penetrometrica (DPM medium) che hanno



portato in evidenza la natura dei terreni investigati e consentito di definire il modello geologico-tecnico locale in conformità a quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 e NTC 2018.






L'analisi della cartografia vincolistica del Piano Strutturale Comunale ha evidenziato che il sito considerato dal presente studio, come tutto il territorio comunale, è sottoposto al Vincolo Idrogeologico (R.D. n° 3267/1923) mentre non rientra in alcuni vincolo paesaggistico (D. Lgs. 42/2004 art 142) come evidente nello stralcio cartografico che segue:



Tutto il territorio del Comune di Zeri è soggetto a Vincolo Idrogeologico (art. 1 del R.D. n. 3267 del 30/12/1923)

Vincoli paesaggistici (2)

Aree tutelate per legge (art. 142 D. Lgs. 42/2004) - ex Legge Galasso n. 431/85

-  b - territori contermini ai laghi (30 mt. dalla linea di battigia)
-  c - fiumi, torrenti e corsi d'acqua (150 mt. dagli argini)
-  d - montagne eccedenti i 1.200 mt. s.l.m.
-  g - territori coperti da foreste e boschi
-  h - aree gravate da usi civici

La metodologia di studio si è sviluppata attraverso le seguenti fasi:

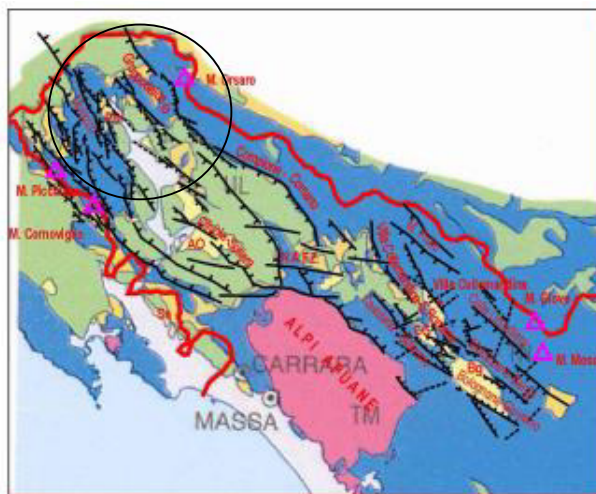
- Consultazione cartografia disponibile e ricerca bibliografica
- Rilevamento geologico-geomorfologico di campagna
- Indagini geognostiche (cfr. Rel. Tecnica Indagini Geofisiche e Penetrometriche) All A
- Definizione del modello geologico e geologico-tecnico dell'area
- Relazione finale



1. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

1.1 Assetto geologico strutturale

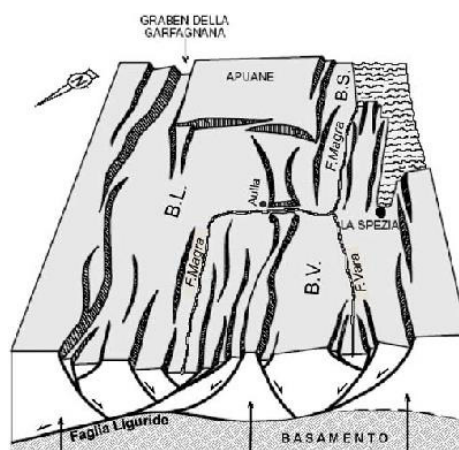
L'assetto geologico-strutturale dell'alta Val di Magra, all'interno del quale si trova l'area presa in esame, è caratterizzato da una depressione strutturale o "Graben" verificatasi durante gli eventi distensivi associati alle fasi principali dell'Orogenesi Appenninica avvenuta nel pliocene sup.- pleistocene inf.



(da Mantovani ed alii, 2012)

Tale assetto strutturale presenta un evidente sistema di faglie dirette con direzione NO-SE ed immersioni convergenti verso il centro della depressione, lungo le quali sono ruotati e collassati dei blocchi strutturali che hanno definito una tipica profilatura a gradoni dei versanti montani.

Le zone strutturalmente più basse furono sede di bacini endoreici successivamente colmati da depositi lacustri, fluvio-lacustri e fluviali che durante il Quaternario furono incisi e terrazzati dalle numerose piene del fiume Magra e dai suoi affluenti principali.

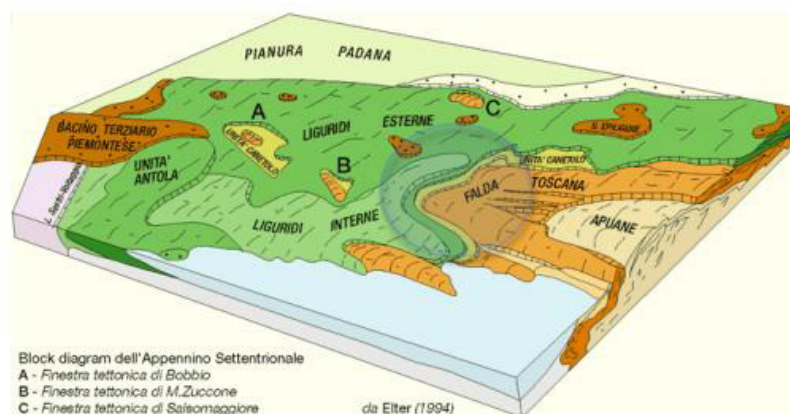


(da Bernini&Papani, 2002, modificata)

Lo schema geologico della Lunigiana, è caratterizzato dalla presenza di due grandi unità geologiche sovrapposte una all'altra: la Falda Toscana in basso e la Falda Ligure in alto.



Entrambe sono di origine alloctona, cioè si sono formate in bacini di sedimentazione localizzati nel Mar Tirreno, di là si sono poi spostate verso est come falde di ricoprimento, fino al raggiungimento della posizione attuale.



Le formazioni appartenenti alla Falda Toscana sono costituite prevalentemente, da una successione di potenti bancate di rocce carbonatiche e terrigene, talvolta intercalate da sottili livelli di argilliti e siltiti di età compresa fra il Trias e il Miocene inferiore che in quest'area sono prevalentemente rappresentate dall'arenaria "Macigno" che costituisce l'ossatura della catena appenninica dell'Orsaro.

Al disopra della Falda Toscana troviamo le unità della Falda Ligure rappresentate dal Complesso Subligure delle "argille e calcari di Canetolo" di età paleocenica-eocenica, caratterizzate da una parte basale ricca di argille siltose intercalate a calcari e brecce sedimentarie poligeniche, e dall'Unità di M. Caio, sovrapposta tettonicamente a quest'ultima, costituita da una sequenza torbiditica prevalentemente calcareo-marnosa definita comunemente "Flysch di M Caio" o "Flysch di Ottone".

La sequenza stratigrafica va a chiudersi con i depositi quaternari derivati dalla sedimentazione continentale glaciale e fluvio-lacustre che ha caratterizzato l'intero bacino del Magra in fasi più recenti composta da depositi conglomeratici e argillosi variamente cementati.

1.2 Analisi Geologica locale

L'area oggetto di studio, identificata nella Vallata di Rossano lungo le pendici sud-occidentali del M. Mazzerino che discendono verso il Torrente Teglia che scorre sul fondovalle, è caratterizzata da litologie appartenenti al Dominio Subligure che nei quadranti orientale e meridionale lasciano spazio alle formazioni del Dominio Toscano qui rappresentate dalle Arenarie Macigno come si può riscontrare nella Carta Geologica di **Tav 1** allegata.

Dallo studio della cartografia geologica regionale e comunale, risulta che la zona in esame è interessata dalla sequenza stratigrafica dell'Unità di Canetolo che vede la presenza delle



Arenarie di Ponte Bratica affiorare al disopra delle Argille e Calcari che in questa particolare zona emergono e spariscono dalla superficie seguendo la conformazione del rilievo topografico.

Il rilevamento geologico eseguito nell'area e soprattutto le indagini geognostiche realizzate, hanno permesso di individuare la presenza superficiale di una coltre detritica di alterazione del substrato, che sovrasta i livelli litoidi appunto arenacei peraltro visibili anche in alcuni tagli delle scarpate stradali.

Di seguito viene fornita una descrizione delle principali caratteristiche geolitologiche delle formazioni e dei terreni presenti nell'area:

aa : “*Depositi detritici*” – (Dep. Quaternari); coltri di ricoprimento e accumuli detritici provenienti dall'alterazione del substrato costituiti da materiali sciolti interessati da fenomeni di instabilità gravitativa.

ARB: “*Arenarie di Ponte Bratica*” - (Oligocene sup - Miocene inf); torbiditi arenacee grigio verdi costituite da alternanze di straterelli di arenarie fini micacee e siltiti.

ACC: “*Argille e Calcari*” - (Paleocene sup - Eocene med); argilliti grigio scure o nere a cui si intercalano strati medi o sottili di calciliti marnose, calcareniti grigio scure, areniti e siltiti; sono presenti anche strati medi di torbititi calcaree e calcareo-marnose.

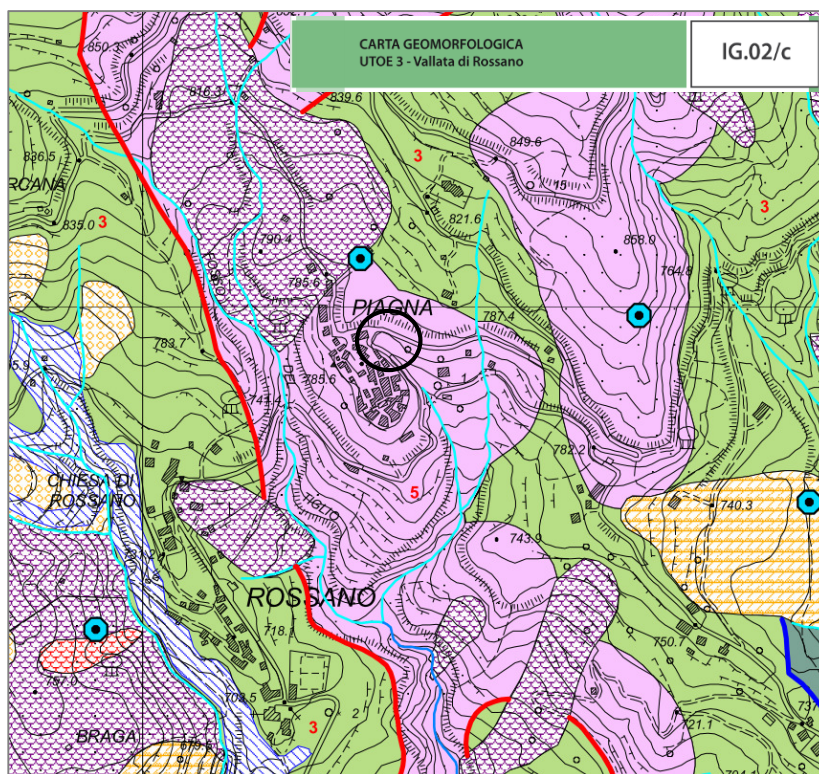
MAC : “*Macigno*” – (Oligocene sup Miocene inf.); arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche grigie o grigio-verdastre costituite da una serie di strati da medi a spessi a granulometria variabile intercalati da sottili straterelli argillitici o siltitici e verso l'alto da livelli pelitici e argillitici da sottili a spessi. Questa formazione rappresenta l'elemento principale della Falda Toscana non metamorfica presente nell'alto bacino del Magra.

1.3 *Analisi Geomorfologica*

Dal punto di vista geomorfologico l'area interessata dal presente studio è inserita in un ambito morfologico che per le sue caratteristiche topografiche, potremmo definire meglio come “dominio di versante”.

Dallo studio cartografico emerge che il versante è interessato, soprattutto nella parte settentrionale appena al disopra del paese, da una importante coltre detritica di ricoprimento che si configura con caratteri di frana quiescente e quindi potenzialmente soggetta a nuovi fenomeni di riattivazione collegati a eventi meteorologici di particolare intensità e persistenza.

Tali fenomeni sono correlabili principalmente ad un contesto morfologico caratterizzato da forti pendenze, ma sovente anche a terreni di copertura sciolti e denudati che possono risultare particolarmente sensibili a fenomeni di dissesto idrogeologico molto diffusi in tutto il territorio comunale ed anche nella vallata di Rossano.



B. UNITA' COSTITUENTI IL SUBSTRATO

- 3 - Rocce stratificate a dominante argillosa
- 4 - Rocce filladiche, scistose, argilliti e argilloscisti. Membri pelitici dei flysch
- 5 - Flysch arenacei, calcarei e calcareo-marnosi
- 6 - Rocce stratificate competenti
- 7 - Cataclasiti, calcari cavernosi e breccie carsiche, tettoniche e sedimentarie, prevalentemente non argillose
- 8 - Rocce magmatiche (ofioliti, vulcaniti, graniti, rocce filoniane ecc.). Metabreccie e metaconglomerati prevalentemente non filladici

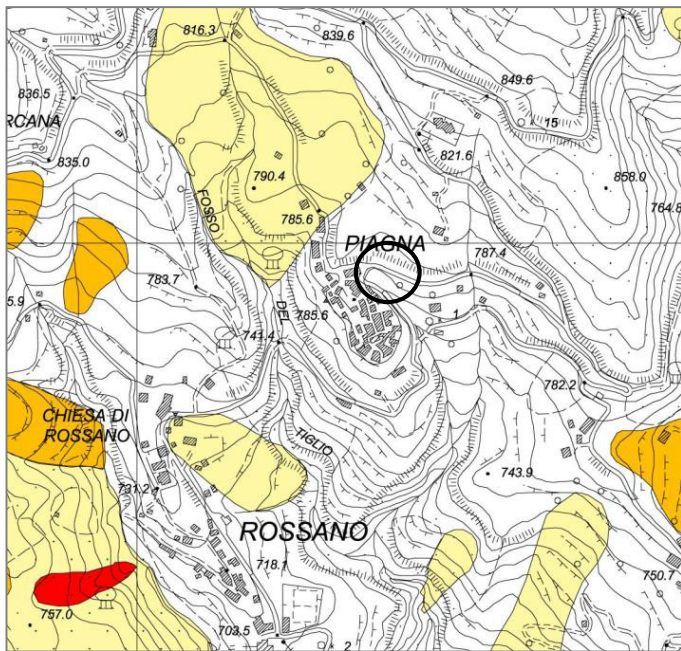
C. DEPOSITI QUATERNARI DI VERSANTE DOVUTI AL DILAVAMENTO E A PROCESSI DI ALTERAZIONE IN SITU

- 9 - Detrito di versante (colluviale/eluviale)

PROCESSI E DEPOSITI DI ORIGINE GRAVITATIVA

- | attive | quiescenti | non attive | |
|--------|------------|------------|--|
| | | | Frane con tipo di movimento indeterminato e zone di pertinenza |
| | | | Frane di colamento e zone di pertinenza, |
| | | | Frane di scivolamento roto/traslattivo ed aree di pertinenza |
| | | | Frane di scorrimento ed aree di pertinenza |
| | | | Frane complessa |

La Carta della Pericolosità Geomorfologica del Piano Strutturale comunale, di cui si riporta uno stralcio di seguito, pone il sito in esame in area a **Pericolosità Medio-Bassa (G.2b)** per il quale non si può escludere a priori la propensione al dissesto per condizioni litologiche e giaciture sfavorevoli; viene invece segnalata la coltre detritica a nord-ovest del paese come area a **Pericolosità Media (G.2a)** dove si sono verificati in passato fenomeni gravitativi oggi stabilizzati o quiescenti ma che potrebbero anch'essi riattivarsi in condizioni morfo-pluviometriche particolarmente rilevanti.



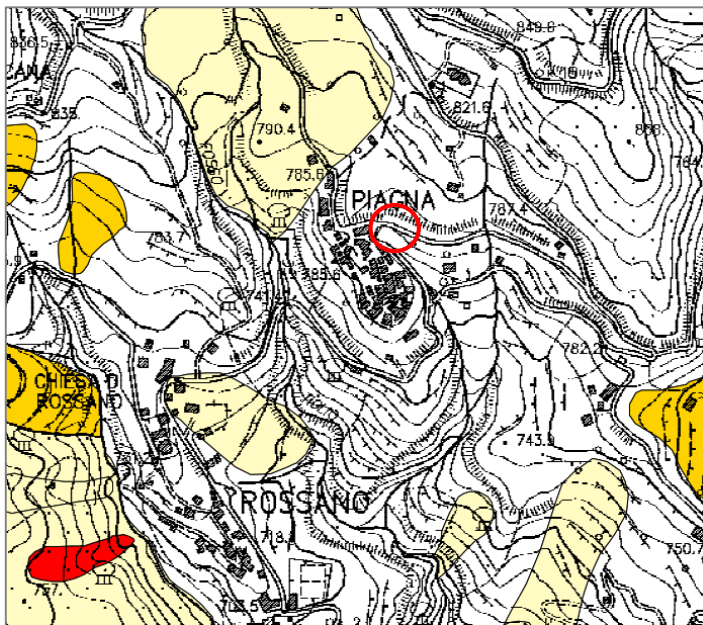
CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA IG05b
 UTOE 2 - Vallata del Gordana
 scala 1:10.000
 1 settembre 2011

CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

- Molto elevata**
■ **G.4 -** Aree interessate da fenomeni gravitativi attivi e relative aree di pertinenza
- Elevata**
■ **G.3 -** Aree interessate da fenomeni gravitativi quiescenti e zone di pertinenza; coltri detritiche assimilabili
- Media**
■ **G.2a -** Aree interessate da fenomeni gravitativi inattivi con relative aree di pertinenza; aree in dissesto stabilizzate artificialmente; coltri detritiche assimilabili; coni alluvionali; aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali con una bassa propensione al dissesto
- G.2b -** Aree prive di indizi di franosità reale a scala di bacino o con dissesti non cartografabili alla scala 1/10.000. Si tratta comunque di aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giacaturali presenti sono tali da non poter escludere un seppur minimo livello di pericolosità geomorfologica per "propensione al dissesto".

(Stralcio Carta Pericolosità Geomorfologica – Piano Strutturale)

La carta di Pericolosità Geomorfologica del PAI (Aut. Di Bacino del Magra) non inserisce la zona in esame in nessuna classe di pericolosità, come evidenziato nello stralcio riportato di seguito, ma anche in questo caso si nota come siano presenti nella zona aree in dissesto ed in pericolosità media come per esempio la vasta area in PG2 poco a nord del paese.



Art.17 comma 6 ter L. 183/89 e Art.1 comma 1 D.L. 180/98

Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

Tav. 3

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Scala 1:10.000

Sezione 233060 Coloretta
 Comuni: Zignago, Zeri, Pontremoli, Mulazzo

- **PG4 Pericolosità geomorfologica molto elevata**
 (frane attive e zone di pertinenza)
- **PG3 Pericolosità geomorfologica elevata**
 (frane quiescenti e zone di pertinenza, coltri detritiche potenti assimilabili)
- **PG2 Pericolosità geomorfologica media**
 (frane inattive e zone di pertinenza, aree in dissesto artificialmente stabilizzate, DGPV, coltri detritiche, coni alluvionali, detrito di falda, aree interessate da ruscellamento diffuso)

(Stralcio Carta Pericolosità Geomorfologica – PAI AdB Magra)

Tale situazione porta a considerare il sito senza particolari problematiche di stabilità, anche se la situazione al contorno potrebbe indurre a considerare la zona come potenzialmente instabile e quindi pare utile richiamare l'attenzione dei progettisti su tale fatto affinché le opere non vadano a creare criticità all'equilibrio morfologico dell'area.



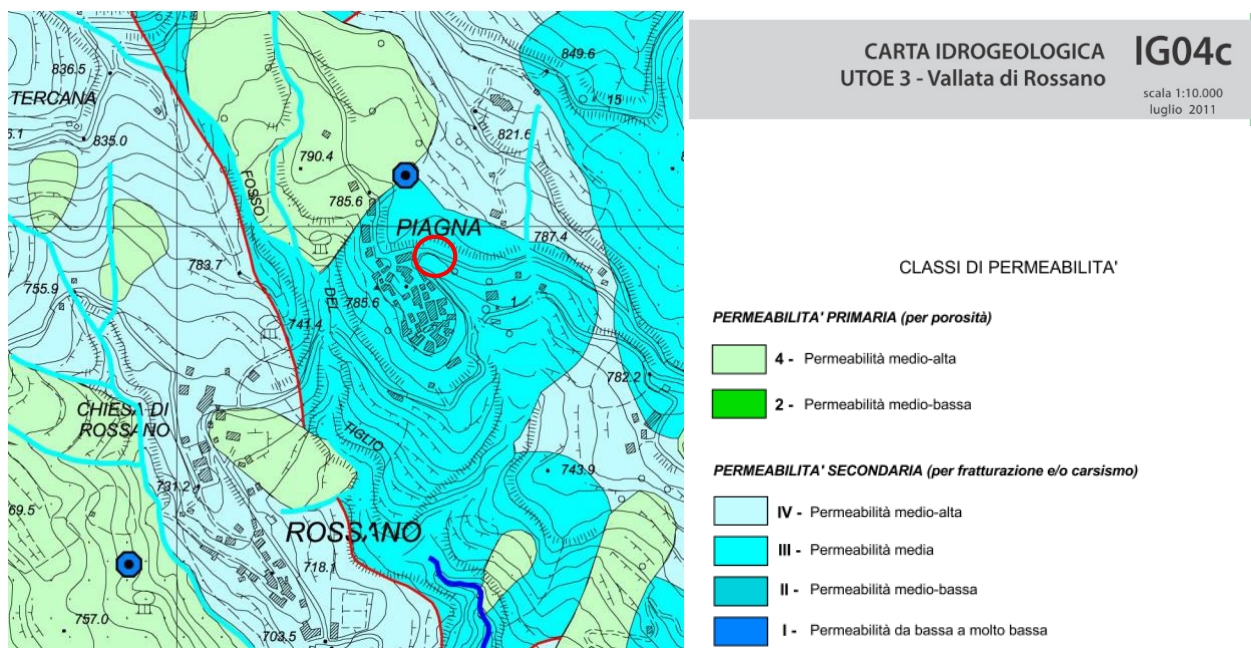
1.4 Analisi Idrogeologica

La situazione idrogeologica dell'area studiata risulta strettamente legata alla tipologia degli elementi litologici presenti, al loro stato di addensamento, cementazione e fratturazione che ne determinano le condizioni di permeabilità.

Per quanto riguarda i depositi detritici superficiali, prodotti dall'alterazione del substrato, si è valutato che essendo terreni sciolti poco addensati, sono caratterizzati da una **permeabilità secondaria medio-alta** (*porosità regolata dalla quantità di materiale fine nella matrice*), mentre le porzioni litoidi sottostanti, a composizione prevalentemente arenacea, le condizioni di permeabilità risultano decisamente minori.

Come si evince dalla Carta Idrogeologica del Piano Strutturale, di cui si riporta uno stralcio nella figura che segue, i terreni analizzati sono classificati con una **permeabilità secondaria media** che scendendo in profondità, passando quindi al substrato litoide, la classificazione diviene **medio bassa** con valori tipici della formazione delle Arenarie di Ponte Bratica.

Dalle indagini effettuate non è stato possibile rilevare la quota della falda freatica, che considerando la situazione al contorno, non dovrebbe comunque interferire con le opere da realizzarsi.

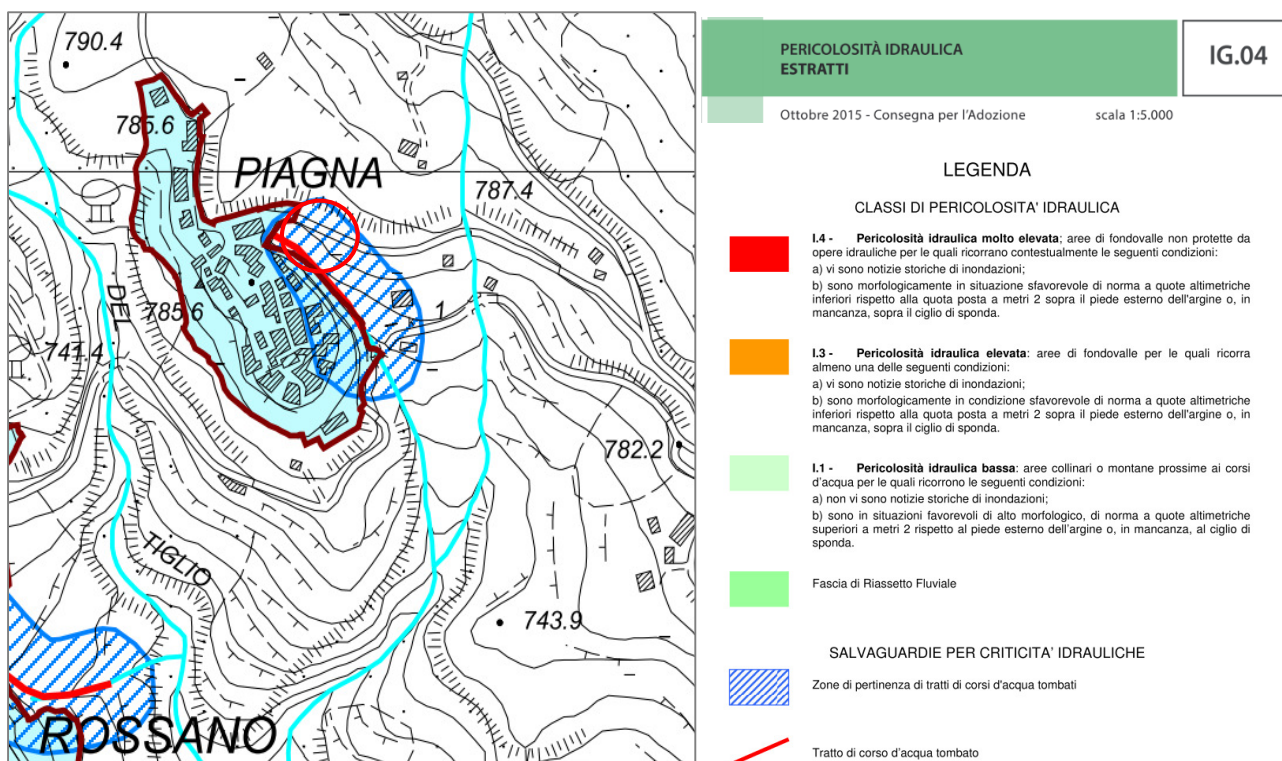


(Stralcio Carta Idrogeologica – Piano Strutturale)

La Carta della Pericolosità Idraulica del Regolamento Urbanistico, redatta esclusivamente per le aree pertinenti le principali frazioni, non classifica il sito in esame, ma considerando il criterio adottato e la presenza di un canale di versante di modesta entità, porta a concludere che ci si trovi in condizioni di bassa pericolosità. In particolare il luogo dove verrà realizzato il parcheggio è interessato da un vincolo di salvaguardia di pertinenza di un tratto tombato (attraversamento)



situato poco a monte ma dato che il canale appare molto ribassato non si ritiene che possa interferire con l'opera in progetto.



(Stralcio Carta Pericolosità Idraulica – Regolamento urbanistico)

Relativamente alla rete idrografica superficiale, l'area risulta drenata da due fossi di versante appartenenti al reticolo minuto non significativo denominati Fosso Solaro e Fosso del Tiglio, che dopo essersi uniti confluiscono nel T. Teglia che scorre sul fondovalle.



(Carta del Reticolo Idrografico – GEOSCOPIO Reg. Toscana)



2. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO LOCALE

Per la definizione del modello geologico-tecnico del sito ci si è basati su un rilevamento di campagna eseguito nell'area e su una indagine geognostica appositamente realizzata tramite una stesa sismica a rifrazione in onde Sh e da n.1 prova penetrometrica di tipo DPM i cui risultati sono riportati nella Relazione sulle Indagini Geognostiche allegata al presente elaborato. (Tav 2 e A16)

Con i dati scaturiti da tali indagini, opportunamente interpretati e valutati, è stato possibile definire la sequenza litostratigrafica dei terreni investigati e individuare le relative caratteristiche geotecniche principali che vengono riportate e descritte ai paragrafi che seguono.

2.1 INTERPRETAZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Dalla valutazione delle indagini eseguite è risultato un sito caratterizzato da una rilevante copertura detritica di alterazione composta da materiali sciolti e poco addensati che copre un ammasso roccioso riconosciuto appartenere alle Unità di Canetolo - in particolare alla formazione delle Arenarie di Ponte Bratica - che a sua volta sovrasta le Argille e Calcari che emergono nelle porzioni rialzate del versante in direzione nord-est .

L'interpretazione dell'indagine sismica, confrontata con la prova penetrometrica spinta fino a 3,80 mt di profondità per rifiuto strumentale, hanno evidenziato che la copertura detritica superficiale rappresenta i primi 2-2.30 mt di spessore per passare all'ammasso roccioso sottostante, alterato nella parte superiore ma più compatto in profondità (5.50 mt da p.c.), fino a entrare nel substrato vero e proprio con velocità delle onde sismiche registrate ben più elevate.

Sono stati in questo modo definiti tre livelli litologici principali che descrivono la porzione significativa di terreno investigato, i cui rapporti stratigrafici sono riportati nella tabella che segue e schematizzati nella sezione litostratigrafica allegata (Tav 3).

Prof .m da p.c.	Litologia	Descrizione
0.00 – 2.30	Terreno superficiale e deposito detritico Liv 1	Terreno misto superficiale poco addensato a prevalente composizione sabbioso-limosa con frammenti litoidi di dimensioni variabili provenienti dall'alterazione del substrato
2.30 – 5.40	Ammasso roccioso alterato e fratturato Liv 2	Torbiditi arenacei grigio-verdi che spesso appaiono alterate, friabili e porose, di colorazione ocrea (Arenarie di Ponte Bratica)
Oltre 5.40	Ammasso roccioso più compatto Liv 3	Argilliti grigie intercalate a torbiditi calcareo-marnose (Argille e Calcari)



2.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

L'analisi della situazione litostratigrafica riscontrata in campagna, arricchita con i dati raccolti dalle indagini sismiche e penetrometriche eseguite, hanno consentito di definire la classificazione geotecnica di questi terreni utile per la definizione delle opere in progetto.

Tale analisi ha evidenziato che il livello superficiale riconosciuto come deposito detritico e cappellaccio di alterazione (spessore circa 2.30 mt) può essere ritenuto come un terreno sciolto e incoerente con scarse caratteristiche geotecniche (si desume anche dalle velocità delle onde sismiche) regolate soprattutto dall'angolo di attrito (φ) piuttosto che dalla coesione (c), anche se una piccola componente di essa risulta data dalla matrice.

Nella tabella che segue vengono computati i principali parametri geotecnici riferiti ai livelli riconosciuti:

	Livello n. 1 Copertura detritica 0- 2.30 m/pc	Livello n. 2 Ammasso roccioso alterato Oltre 2.30- 5.40 m/pc	Livello n. 3 Substrato fratturato Oltre 5.40 m/pc
Angolo di attrito	26°	30°	31°
Peso unità di volume (t/m ³)	1.40	1.70	1.80
Peso unità di volume sat (t/m ³)	1.80	1.90	2.00
Coesione non drenata (Kg/cm ²)	0.15	0.8	2.0
Coesione efficace (10% di non drenata)	0.015	0.08	0.2

Tabella 1 – parametri geotecnici principali



3. MODELLO SIMO-STRATIGRAFICO LOCALE

3.1 AZIONE SISMICA

L'area esaminata, come l'intero territorio comunale, è stata classificata dalla Regione Toscana con Deliberazione G.R.T. n° 421 del 26 Maggio 2014 (in attuazione del O.P.C.M. 3519 del 28/04/2006 e del D.M. 14/01/2008) come Zona sismica 2 con $0.175 > a_g > 0.200$ (accelerazione sismica massima convenzionale).



Per la definizione dell'azione sismica di progetto e per valutare l'effetto della risposta sismica locale, come richiesto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni aggiornato con Decreto 17 Gennaio 2018", si è fatto riferimento ad un approccio semplificato basato sulla classificazione del sottosuolo in funzione delle condizioni stratigrafiche e dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_{seq} da cui è possibile ricavare la relativa "Categoria di Sottosuolo".

L'indagine geofisica cui si è fatto riferimento, era basata su n°1 stendimento sismico a rifrazione con onde Sh della lunghezza di 36.5 metri utilizzando n°12 geofoni di registrazione che ha consentito di ricostruire la morfologia del substrato e dei livelli più superficiali in relazione alle velocità delle onde di taglio registrate dai geofoni posizionati sul terreno (cfr. Relazione sulle indagini geognostiche – elaborato a parte A16).

L'indagine ha evidenziato la presenza superficiale di una copertura detritica e terreno naturale dello spessore medio di circa di 2.30 mt le cui velocità di onde SH si attestano su valori di 150 m/sec (sismostrato1) che ricopre un secondo livello riconosciuto come cappellaccio di alterazione del substrato con velocità di 310 m/sec dello spessore medio di circa 3 mt (sismostrato 2) che sovrasta un substrato più consolidato che rappresenta il bedrock sismico le cui velocità raggiungono gli 820 m/sec (sismostrato 3).



Con questi dati misurati sul terreno, si è suddivisa la verticale di indagine in 3 livelli principali (copertura, alterazione e substrato) fino ad una profondità di 30 mt come schematizzato nella tabella che segue;

Spessori strati	Litotipo	Spessore strato in metri	Velocità onda S misurata in sito (m/s)
h ₁	Copertura detritica Liv1	2.30	150,00
h ₂	Detrito e alterazione substrato Liv2	3.00	310,00
h ₃	Substrato compatto Liv3	24.70	820.00
h _{totale}		30	

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{Seq} (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

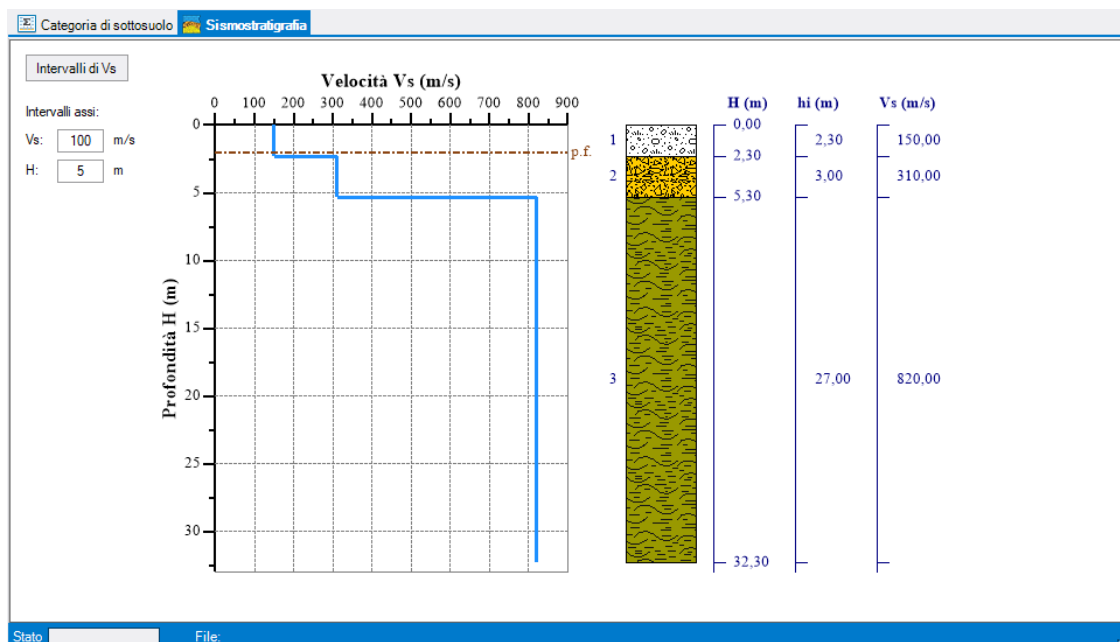
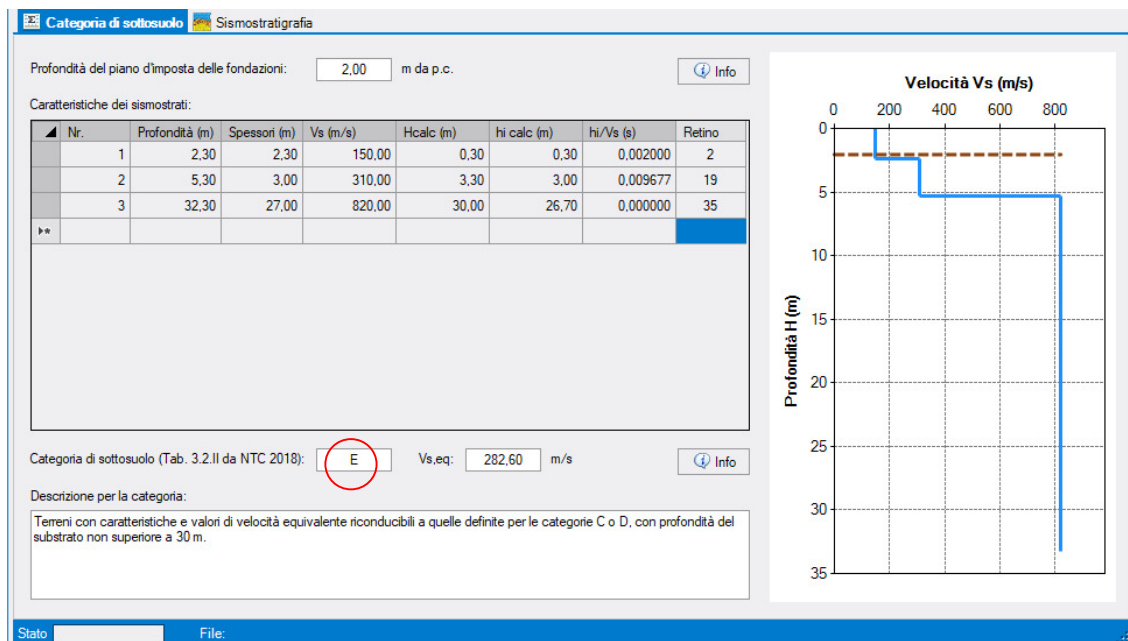
h_i spessore dell'i-esimo strato;

V_{S,i} velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

A tal fine è stato utilizzato un software di calcolo che restituisce per via analitica e grafica la classificazione della Categoria di Sottosuolo e una colonna sismo-stratigrafica dei vari livelli litologici individuati.



Il calcolo secondo l'approccio semplificato porta ad assegnare a questi terreni la Categoria di Sottosuolo di **tipo E** considerando che l'opera avrà una base di fondazione attestata a circa 2.0 mt di profondità del piano campagna.



Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

La categoria topografica risulta, essendo il terreno posto su pendio con pendenze superiori a 15°, essere in **Categoria T2**.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

NTC 2018 – Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Per quanto riguarda le amplificazioni sismiche del sito si sono calcolate rispettivamente l'amplificazione stratigrafica e l'amplificazione topografica come di seguito indicato:

➤ Amplificazione stratigrafica:

Nella valutazione dell'amplificazione stratigrafica per un suolo di categoria **E**, i coefficienti S_s e C_c sono stati calcolati tenendo in considerazione i valori di a_g , F_0 e T_c^* relativi allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) che per il sito, considerato uniforme nel suo sviluppo, risultano essere:

Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T_r [anni]	a_g /g[-]	F_0 [-]	T_c^* [s]
Operatività	30	0.055	2.420	0.240
Danno	50	0.072	2.420	0.250
Salvaguardia Vita	475	0.185	2.416	0.280
Prevenzione Collasso	975	0.239	2.430	0.280

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{\sigma_g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{\sigma_g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{\sigma_g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{\sigma_g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

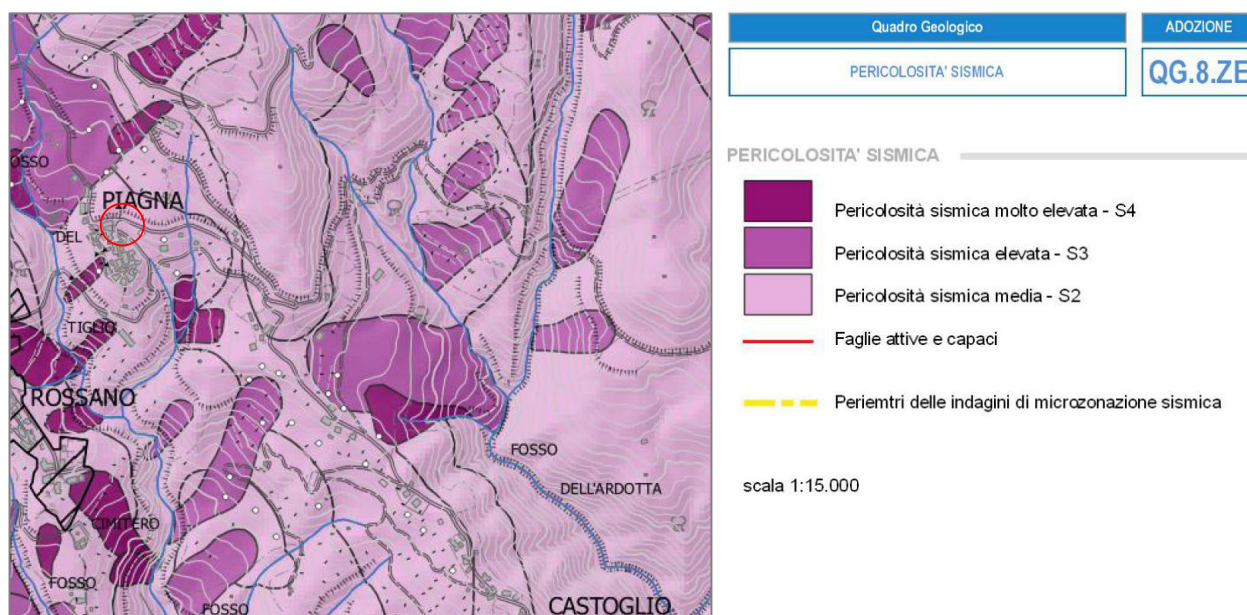
➤ Amplificazione topografica:

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica il coefficiente topografico S_T è stato ricavato dalla tabella 3.2.V delle NTC 2018 in relazione alla categoria topografica T2 precedentemente desunta quindi:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera e dell'intervento	S_T
T1		1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

NTC 2018 – Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

La Carta di Pericolosità Sismica redatta nell'ambito del nuovo Piano Strutturale Intercomunale, colloca il sito considerato in classe S2 Pericolosità Sismica Media



Quanto sopra riportato è stato elaborato secondo i dettami delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M. 14.01.2008) Capitolo 3 aggiornate al 2018.



4. CONCLUSIONI

Il presente studio ha avuto lo scopo di definire il modello geologico-tecnico di un terreno al margine della frazione Piagna nel Comune di Zeri, interessato dalla realizzazione di un parcheggio pubblico a servizio del centro abitato .

L'analisi geologica, geomorfologica e idrogeologica compiute attraverso il rilevamento di campagna, la consultazione cartografica disponibile e le indagini geognostiche realizzate (sismica a rifrazione e p.penetrometriche), hanno portato alla definizione del modello geologico-tecnico locale di seguito sintetizzato.

- Dal punto di vista geolitologico il sito è caratterizzato da una copertura detritica di alterazione che sovrasta un ammasso litoide alterato e fratturato riconosciuto appartenere superficialmente alla formazione delle Arenarie di Ponte Bratica e più in profondità alle Argille e Calcari di Canetolo.
- L'area esaminata si trova lungo un versante a pendenze piuttosto dolci caratterizzato da una copertura detritica di alterazione che a nord del centro abitato diviene più importante configurandosi come un corpo di frana inattivo senza indizi attuali di riattivazione. Questo contesto geomorfologico però, associato a condizioni pluviometriche importanti, risulta però vulnerabile a fenomeni di dissesto idrogeologico che spesso possono verificarsi come testimoniano i numerosi corpi di frana presenti nell'area circostante.
- Ai fini della valutazione geotecnica dei terreni analizzati e a seguito delle indagini compiute, si evidenzia che i depositi superficiali (copertura e detrito di alterazione), hanno spessori dell'ordine di 4-5 mt e data la loro natura presentano scadenti caratteristiche fisico-meccaniche che tendono a migliorare con la profondità dove l'alterazione va scemando e la porzione litoide diviene più compatta.
- Tutto il territorio comunale di Zeri è sottoposto a Vincolo Idrogeologico pertanto anche in questo caso il progetto dovrà prevedere il rispetto di quanto prescritto dalla normativa in materia, in particolare per quanto riguarda la regimazione delle acque, che dovranno essere raccolte e convogliate nell'impluvio naturale presente al piede del versante e l'esecuzione di scavi, da realizzarsi in stagione favorevole, non dovranno arrecare pericolo di innesco di movimenti gravitativi.
- L'analisi sismica basata sulle risultanze delle indagini geofisiche eseguite, ha permesso di classificare il sito nella Categoria di Sottosuolo E come specificato al paragrafo Azione sismica.

Pontremoli, 09 Luglio 2024

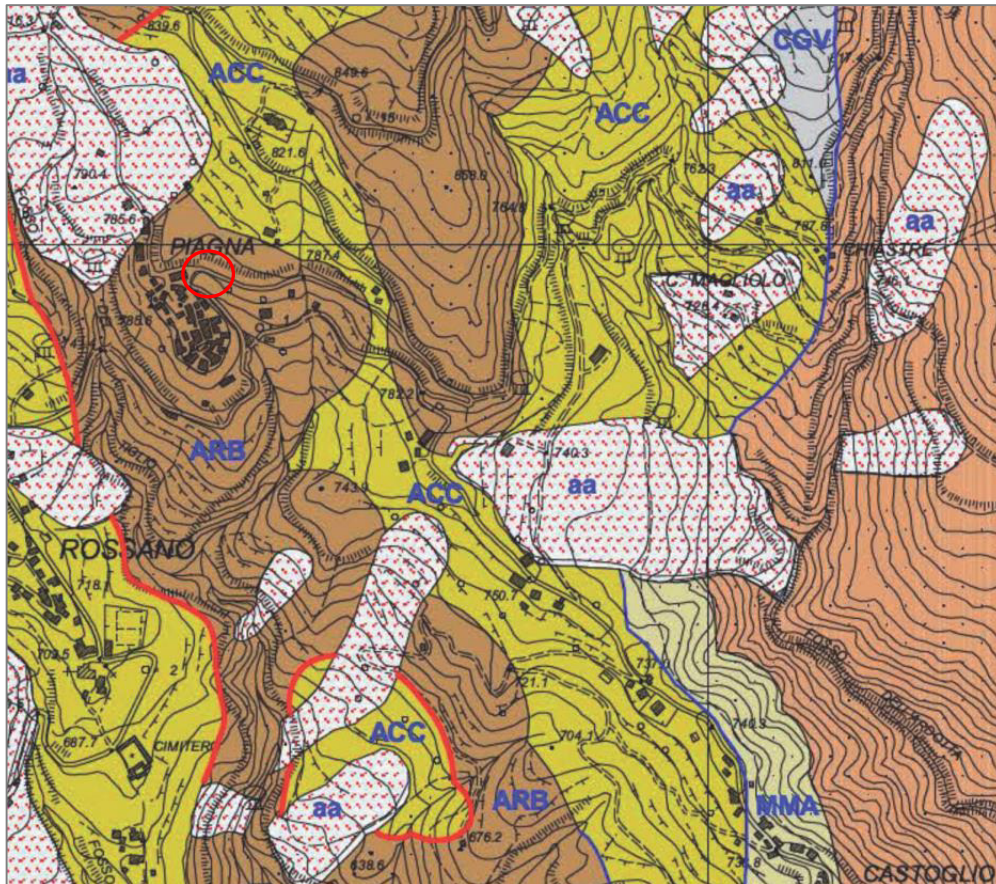
Dott. Geol. Andrea NECCHI-GHIRI

il geologo





CARTA GEOLOGICA (Stralcio Piano Strutturale) scala 1:10000



DEPOSITI OLOCENICI

- aa** - Coltri detritiche, detrito di falda, con alluvionali, interessati da diffusi fenomeni di instabilità gravitativa
- b** - Depositi alluvionali attuali
- bn** - Depositi alluvionali terrazzati

DOMINIO SUBLIGURE

- ARB** - ARENARIE DI PONTE BRATICA: torbiditi arenacee grigio-verdi costituiti da una regolare alternanza di strati sottili e medi di arenarie fini micacee e siltiti OLIGOCENE-OLIGOCENE SUP/MIOCENE INF.
- CGV** - CALCARE DI GROPPA DEL VESCOVO: torbiditi calcaree o calcareo-marnose grigio chiare in strati spessi e molto spessi a cui si intercalano calcilutiti e calcilutiti marnose, areniti fini, argilliti e argilliti marnose. La formazione è eteropica con la parte alta delle argille e calcari EOCENE INF. - MEDIO
- ACC** - ARGILLE E CALCARI: argilliti grigio scure o nere a cui si intercalano strati medi o sottili di calcilutiti marnose o silicee grigio chiare, calcareniti grigio scure, areniti fini e siltiti; sono compresi inoltre strati medi e spessi di torbiditi calcaree o calcareo-marnose PALEOCENE SUP. - EOCENE MEDIO

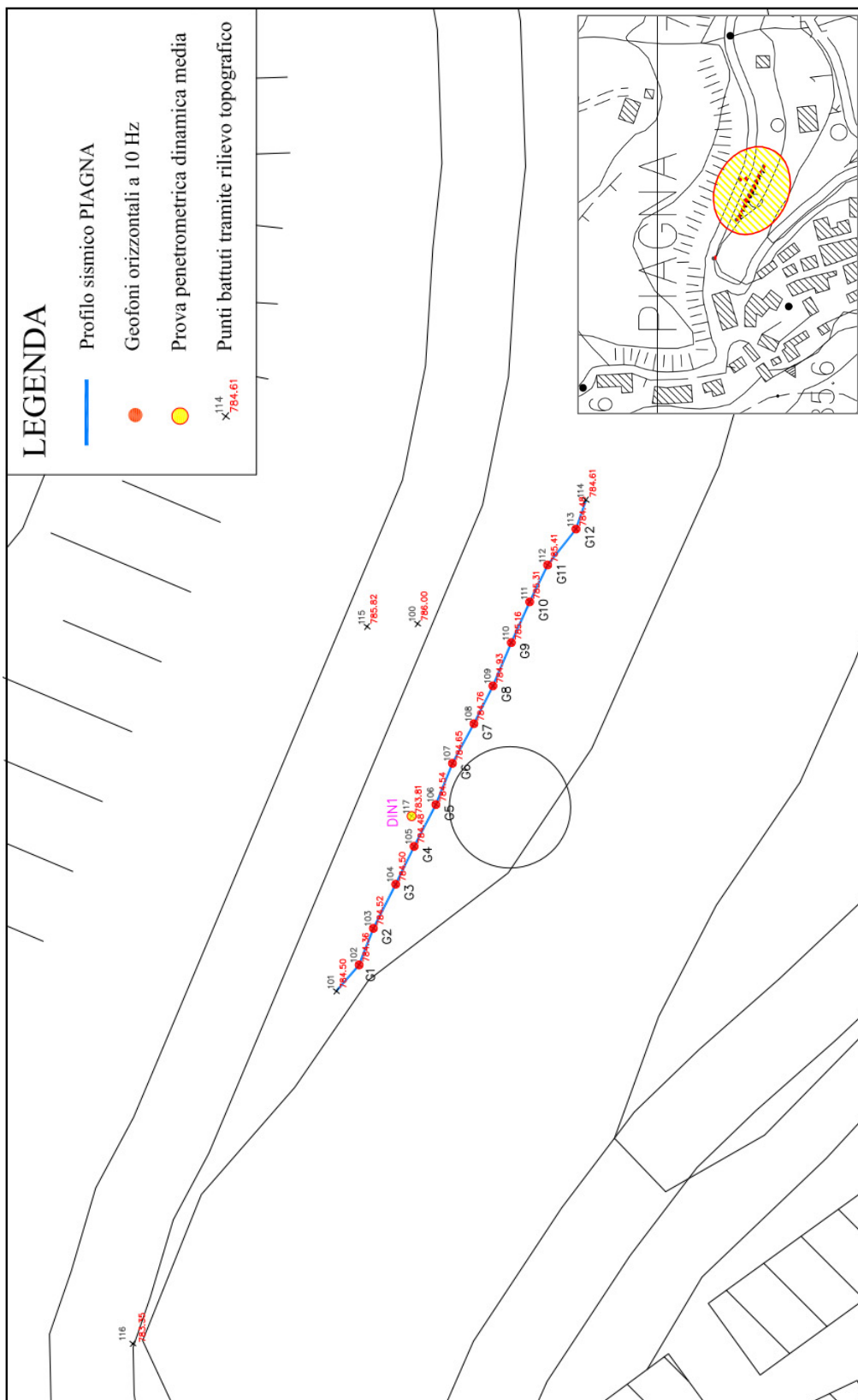
DOMINIO TOSCANO

- MMA** - MARNE DI MARMORETO: marne e marne calcaree grigio-verdi, a cui si intercalano strati sottili e medi di areniti, areniti manganesifere e siltiti e talora anche da argilliti varicolori OLIGOCENE SUP. - MIOCENE INF.
- OMM** - OLISTOSTROMA DI MONTE MODINO: depositi gravitativi di massa costituiti da litofacies argillitico-calcaree, calcareo-marnose e calcaree del Cretaceo inf. - Eocene medio OLIGOCENE SUP. - MIOCENE INF.
- MAC** - MACIGNO: arenarie torbiditiche quarzos-feldspatiche grigie o grigio-verdi da medio-fini a grossolane in strati da spessi a molto spessi a cui si intercalano strati sottili di arenarie fini, siltiti, argilliti e argilliti siltose con rari olistostromi costituiti da breccie calcaree nella porzione superiore OLIGOCENE SUP. - MIOCENE INF.

- Faglia
- Sovrascorrimento



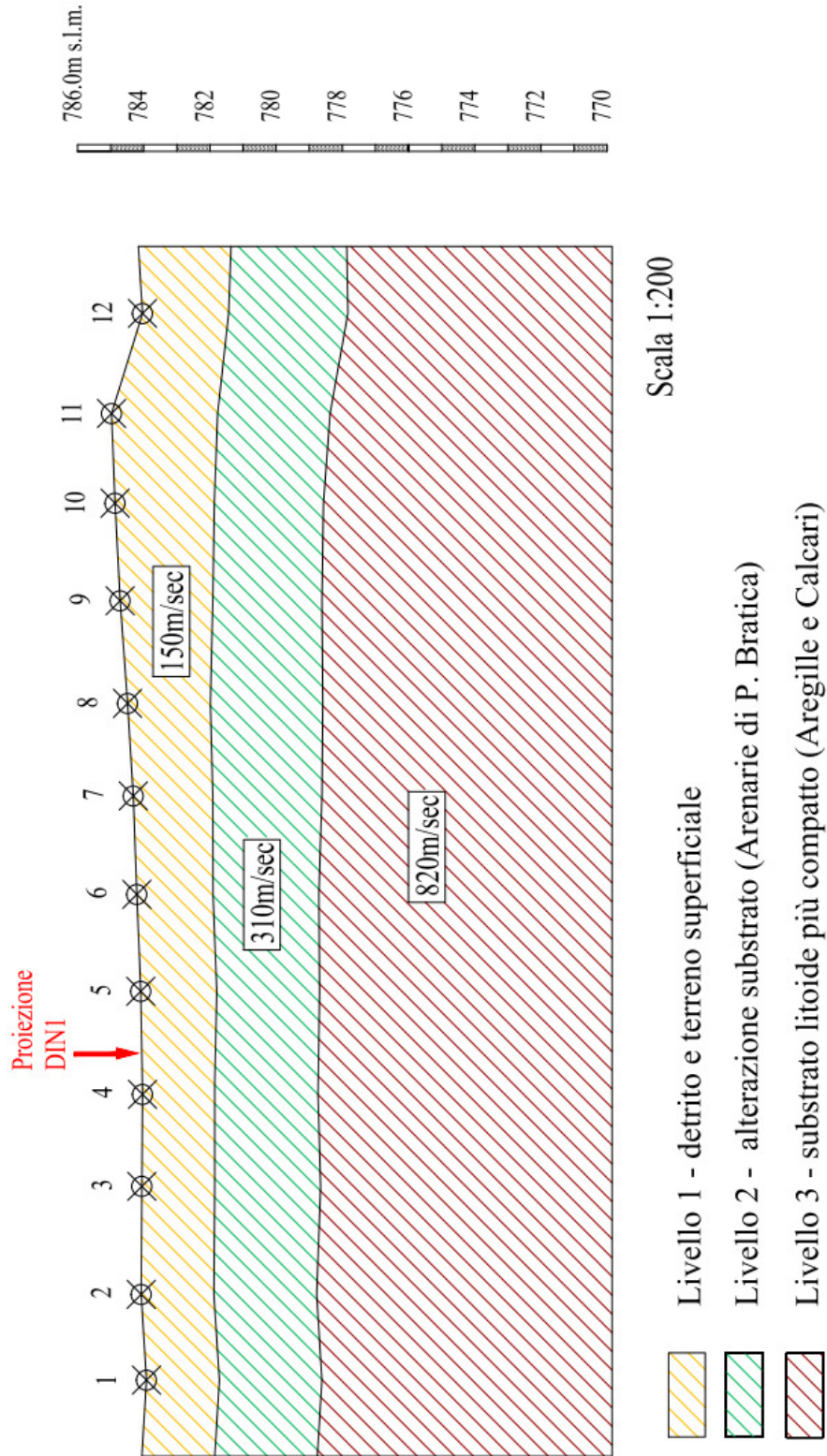
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE SCALA 1:200





Sezione SISMO-LITOSTRATIGRAFICA SCALA 1:200

Sezione sismica interpretativa: "PIAGNA 1-1' (con onde SH)"





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 – terreno dove verrà realizzato il parcheggio



Foto 2 – stesa sismica



Foto 3 – prova penetrometrica DPM