

REGIONE MOLISE

COMUNE DI ISERNIA

– Provincia di Isernia –



RELAZIONE GEOLOGICA

Realizzazione di una palestra in adiacenza alla sede della Scuola primaria 'Vittorio Tagliente' nel quartiere San Lazzaro.

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Isernia



Dott. Geol. Emilio Santomarco

Emilio Santomarco

data

AGOSTO 2020.

Il contenuto dell'elaborato resta di proprietà del Geologo e, pertanto, ne sono vietati il plagio, la riproduzione, anche se parziale, e la sua generalizzazione ad altre aree, anche se limitrofe. L'elaborato non può essere utilizzato per scopi diversi da quello per cui è stato redatto (art. 9 - D.M. 18/11/71)

Sommario

1. PREMESSA.....	02
2. NORMATIVA.....	02
3. INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO.	04
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	11
5. INDAGINI SISMICHE ESEGUITE.	13
6. VALUTAZIONI DI SINTESI.	16

ALLEGATI

- *ESTRATTO CATASTALE e UBICAZIONE INDAGINI*
- *ESTRATTO CARTA MICROZONAZIONE M.O.P.S.*

QUADERNO INDAGINI

- *PROSPEZIONI SISMICHE DI SUPERFICIE.*
- *SONDAGGIO CENSITO.*

I risultati desunti dal presente studio sono finalizzati e conformati esclusivamente alle specifiche istanze di cui al progetto architettonico e sono riferiti allo stato d'essere attuale del sito in esame.

Tutte le varianti progettuali attualmente non in previsione, sbancamenti, drenaggi, sovraccarichi, ampliamenti ed altri interventi che possano variare il vigente equilibrio idraulico e geomorfologico, non sono contemplate nel presente studio. La loro ammissibilità e compatibilità geologica, pertanto, dovrà essere attentamente esaminata attraverso ulteriori studi mirati.

1. PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Emilio Santomarco, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi della Regione Molise con il numero di riferimento n° 156, su incarico del committente, Amministrazione Comunale di Isernia, ha redatto la seguente Relazione Geologica in merito alla "Realizzazione di una palestra in adiacenza alla sede della Scuola primaria 'Vittorio Tagliente' nel quartiere San Lazzaro" del Comune di Isernia (IS) in catasto al fg.80 p.lla n.434 del Comune di Isernia (IS).

Il presente studio ha avuto lo scopo di:

- ricostruire la situazione litostratigrafica locale (natura dei litotipi presenti, successione stratigrafica);
- individuare i lineamenti geomorfologici di zona;
- definire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- individuare i processi geomorfologici e i dissesti in atto e/o potenziali;

Gli studi e il rilevamento eseguito sono stati finalizzati all'acquisizione dei dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici che governano la stabilità dell'area e ne influenzano la risposta sismica locale.

Data la situazione stratigrafica locale, al fine di caratterizzare geotecnicamente e sismicamente i terreni e definire lo spessore degli stessi è stata eseguita:

• N° 01 PROSPEZIONE SISMICA SUPERFICIALE CON METODOLOGIA DI INDAGINE "MASW".

L'ubicazione e risultanze è riportata in allegato nel quaderno delle indagini.

Si è fatto inoltre ricorso alle risultanze dello Studio di Microzonazione Sismica L1 commissionati dalla Regione Molise e realizzati dall'Università degli Studi del Molise reperibili online all'indirizzo: <http://www3.regione.molise.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/8634>

2. NORMATIVA

La presente relazione di carattere geologico e geotecnico, è redatta in ottemperanza alla:

o Legge n. 64/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

o Decreto Ministeriale 11/03/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

o Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n. 30483/1988 - Norme tecniche per terreni e fondazioni – Istruzioni applicative;

o Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica;

o Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03.05.2005 - Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»;

- o D.M. 17 gennaio 2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- o Circolare esplicativa n. 7/2019 del C.S.LL.PP: Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.
- o Legge Regionale del Molise n. 20/1996;
- o Legge Regionale del Molise n. 13/2004;
- o Deliberazione del Consiglio Regionale del Molise n. 184 del 20/09/2006 “Riclassificazione sismica del territorio regionale”;
- o Legge Regionale del Molise n. 25/ 2011 - Procedure per l'autorizzazione sismica degli interventi edilizi e la relativa vigilanza, nonché per la prevenzione del rischio sismico mediante la pianificazione urbanistica.
- o Ex art. 17 L. 183/89 – art. 12 L. 493/93 Ex Adb Volturmo – Liri – Garigliano attualmente Aut. Bacino Distretto appennino Meridionale: “Piano Stralcio Difesa Alluvioni” e “Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico”.

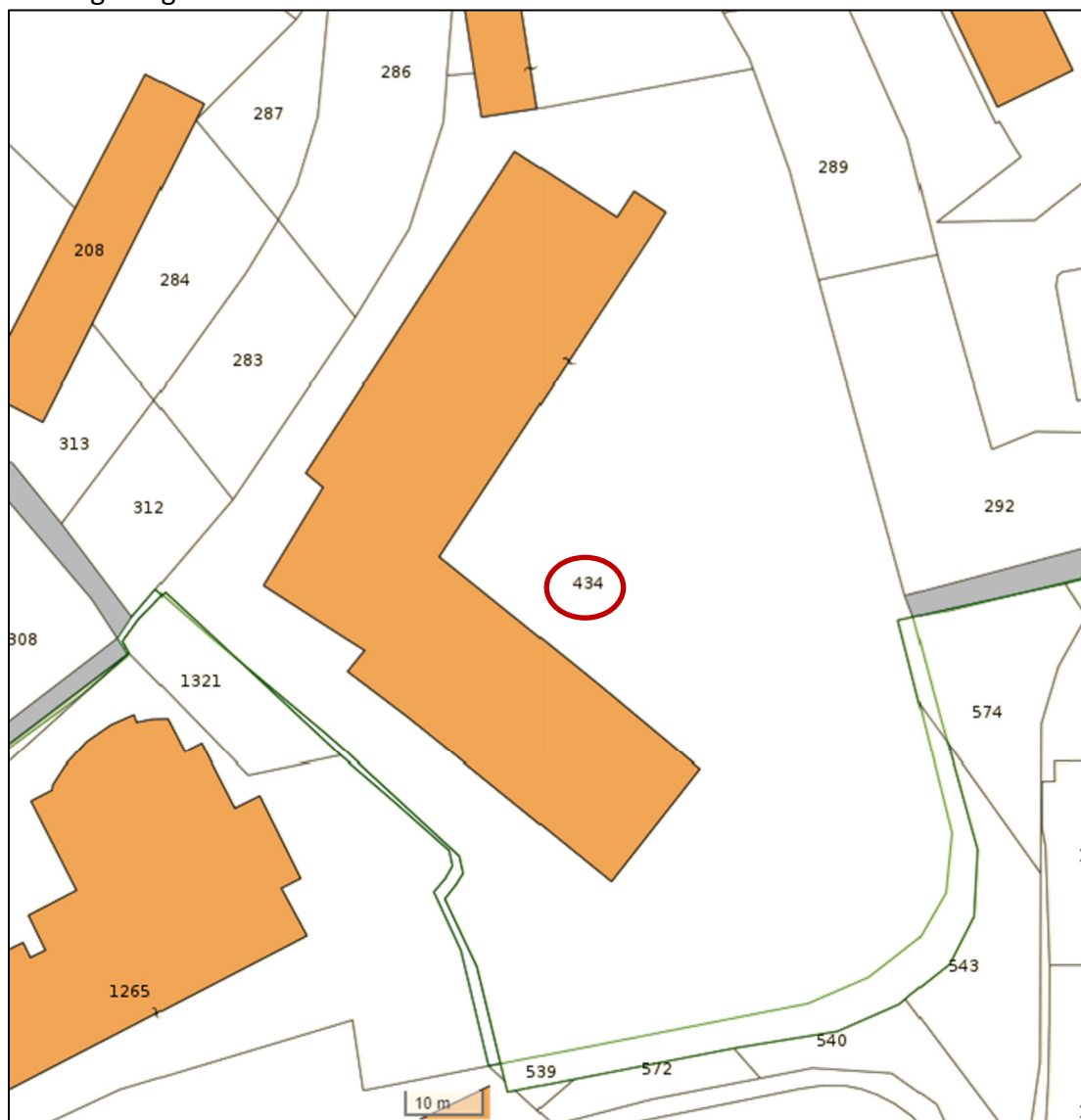


Figura 1: Stralcio planimetria catastale del Foglio n. 80 con in evidenza la particella in disamina.

3. INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO.

- Modellazione Geologica -

3.1 introduzione.

Il territorio del Comune di Isernia (IS) ricade completamente nel foglio n° 161 “Isernia” della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, in particolare l'area in intervento ricade nella Carta Tecnica Regionale del Molise in scala 1:5000 Elemento n° 392152 “Isernia Nord”, ed è posizionato ad una quota media di circa 485 metri sul l.m.

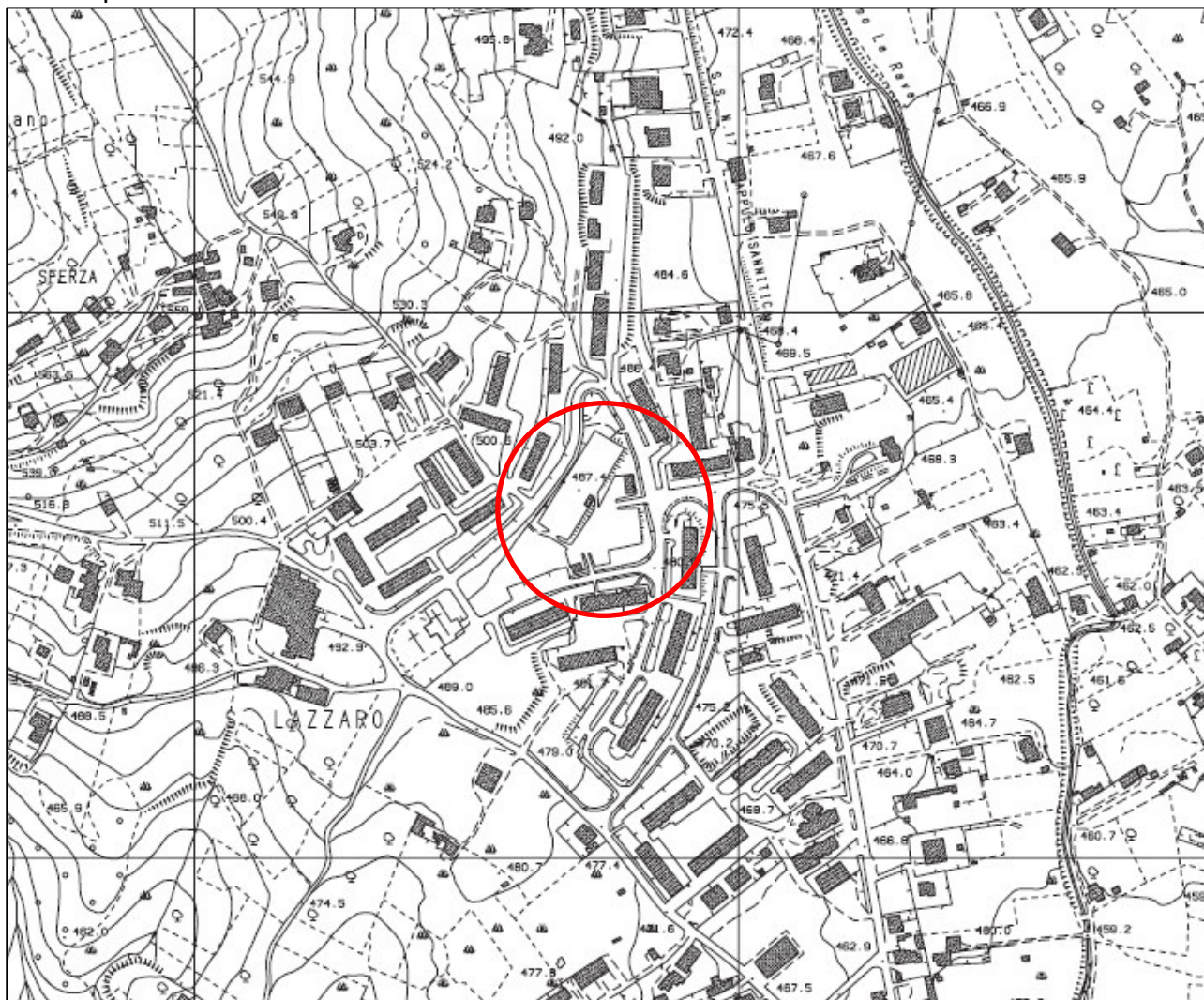


Figura 2: Estratto CTR della R. Molise elemento nr. 392152 "Isernia Nord" con ubicazione dell'area in intervento.

3.2. Geomorfologia.

La zona presenta una morfologia di tipo collinare; l'andamento dei versanti è influenzato dalla litologia costituita da depositi fluviolacustri, rappresentati da limi e sabbie con lenti e livelli ciottolosi calcareo-marnosi; alla base del versante sono presenti in affioramento i depositi di travertino che caratterizzano il sottosuolo dell'abitato di Isernia.

La parte collinare nell'insieme è modellata sia dalla tettonica sia dagli agenti esogeni, la cui azione combinata ha dato le forme morfologiche visibili nell'area.

Il lotto di terreno interessato dal progetto, si trova in località “San Lazzaro” in una zona subcollinare, terrazzata, all'interno dell'agglomerato urbano di San Lazzaro ad una quota media di

circa 500 mt sul l.m.

Tale zona presenta una morfologia di tipo collinare gradante a est e a sud a morfotipi pianeggianti di tipo fluviale. Il sito oggetto dell'intervento si inserisce alla base di un piccolo rilievo, Colle Marino-Colle Pagano, su un ampio terrazzo delimitato a sud dal fondo valle del Fiume Sordo.

A grande scala l'attuale situazione orografica è influenzata dalla litologia limoso-argillosa; la morfologia dei luoghi nell'insieme è modellata sia dagli agenti esogeni la cui azione ha dato le forme uniformi visibili nell'area, sia dalla tettonica distensiva dell'Appennino meridionale.

L'aspetto orografico d'insieme è molto vario; l'evoluzione morfologica è legata alle formazioni geologiche affioranti ed ai lineamenti tettonici.

Dal punto di vista morfologico il Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del F. Volturno identifica il sito in esame come ricadente in una area priva di classificazione, ovvero esterna a ogni area classificata instabile; come anche nella Carta del Rischio – pericolosità idrogeologica redatto dalla Regione Molise, di cui alla pagina successiva che identifica in posizione esterna alle aree a rischio per la zona in intervento.

Per tale area le norme di attuazione non prevedono alcun vincolo particolare e nessun divieto per cui le opere previste risultano perfettamente compatibili con il piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di bacino.

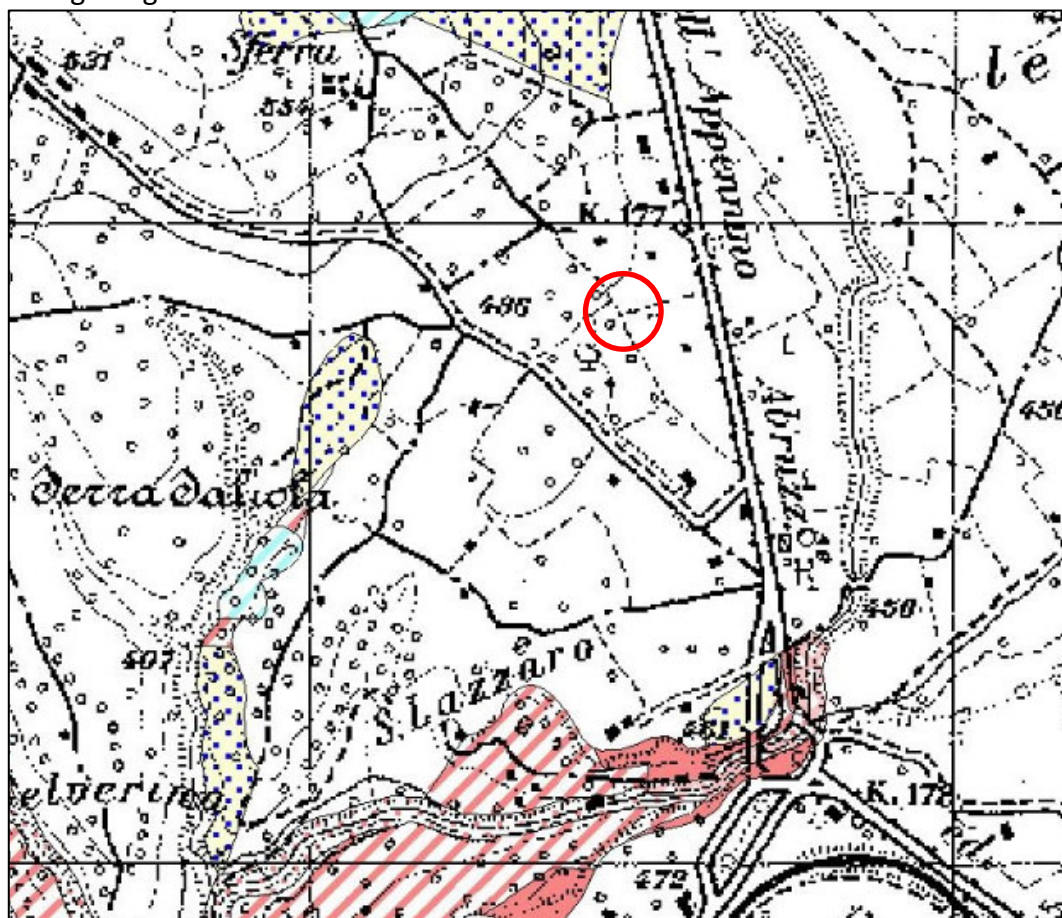


Figura 3: Estratto della carta PSAI-RF dell'autorità di bacino del F. Volturno con indicazione dell'area in studio.

Il piano campagna circostante non presenta irregolarità morfologiche che possano far pensare a fenomeni di cedimento del terreno in atto. Non si osservano fenomeni di erosione legati

a dilavamento areale, concentrato o a ruscellamento.

Le acque di ruscellamento superficiale presentano una diffusione areale più che concentrata.

Nell’area sono presenti fenomeni franosi si ma posti a distanza dall’area in oggetto.

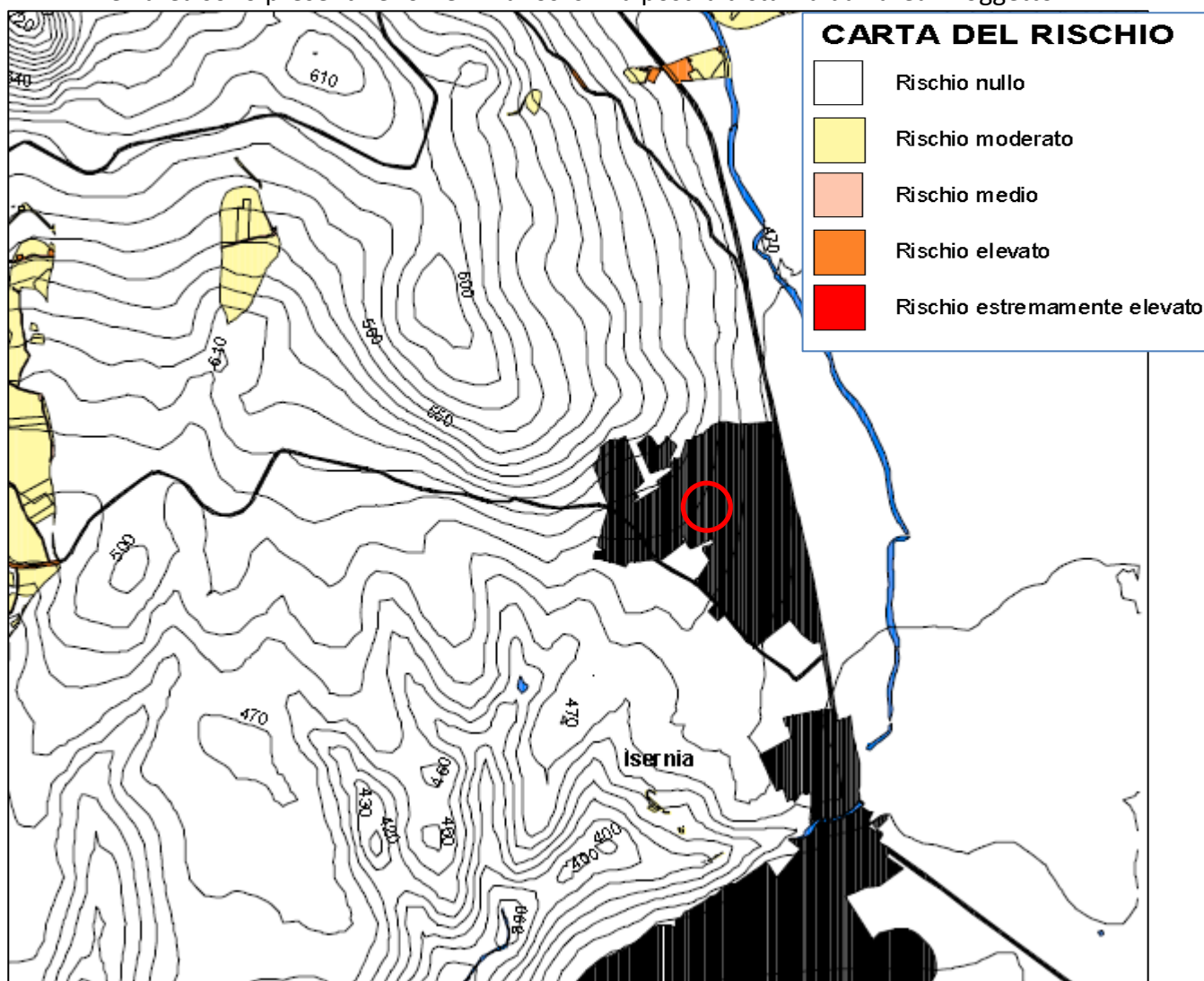


Figura 4: Estratto della Carta del Rischio – Pericolosità idrogeologica della R. Molise con indicazione dell’area in intervento.

3.2 Geologia.

La Regione Molise è caratterizzata da una situazione geologica molto articolata e risultante nell’insieme complessa e di difficile interpretazione; la configurazione attuale è il risultato complessivo della continua evoluzione paleogeografica e dei notevoli sconvolgimenti tettonici che hanno deformato e disarticolato le unità tettoniche preesistenti, complicandone la geometria dei rapporti e, successivamente, contribuito alla dislocazione dei diversi corpi geologici fino all’individuazione delle unità morfologiche attualmente presenti sul territorio.

Il territorio molisano è costituito esclusivamente da formazioni sedimentarie, di ambiente marino, su cui poggiano le più recenti formazioni di ambiente continentale. Il territorio comunale di Isernia si trova al contatto tra due formazioni marine antiche, riferibili alle diverse situazioni paleo ambientali che si sono succedute nei tempi geologici, dal Trias fino al Pleistocene, in particolare al:

- BACINO MOLISANO: corrispondente ad un ambiente di sedimentazione di mare aperto e

relativamente profondo, antistante la zona di scarpata e caratterizzato da una sedimentazione terrigena, prevalentemente argillitica alla base ed arenitica nella parte sommitale, che comprende la fascia delle medie valli del Trigno e del Biferno fino ai rilievi dei M.ti Frentani, di età Paleogene - Miocene superiore;

- UNITA' DI TRANSIZIONE DELLA PIATTAFORMA CARBONATICA LAZIALE-ABRUZZESE: Si tratta di una successione di transizione piattaforma-bacino largamente affiorante al confine tra le regioni Molise, Abruzzo, Lazio e Campania, sviluppata in continuità stratigrafica laterale con quella della piattaforma carbonatica del Matese, di età Plio-Pleistocene;

Nell'area sono presenti fronti di sovrascorrimento che hanno prodotto, durante l'orogenesi della catena, la sovrapposizione dei litotipi carbonatici della piattaforma sui terreni flyschoidi del Bacino Molisano. I sistemi di faglie presenti mostrano prevalentemente un andamento appenninico (NW-SE) e antiappenninico (SW-NE), interessando soprattutto le formazioni carbonatiche appartenenti alla facies di piattaforma e di transizione.

Accanto a questi elementi di tettonica pre-quaternaria, si riscontra nell'area anche una modesta attività tettonica quaternaria, che si è manifestata dopo la sedimentazione dei depositi fluvio-lacustri, e che ha condizionato lo sviluppo e l'attuale assetto dei reticoli di drenaggio presenti nella zona.

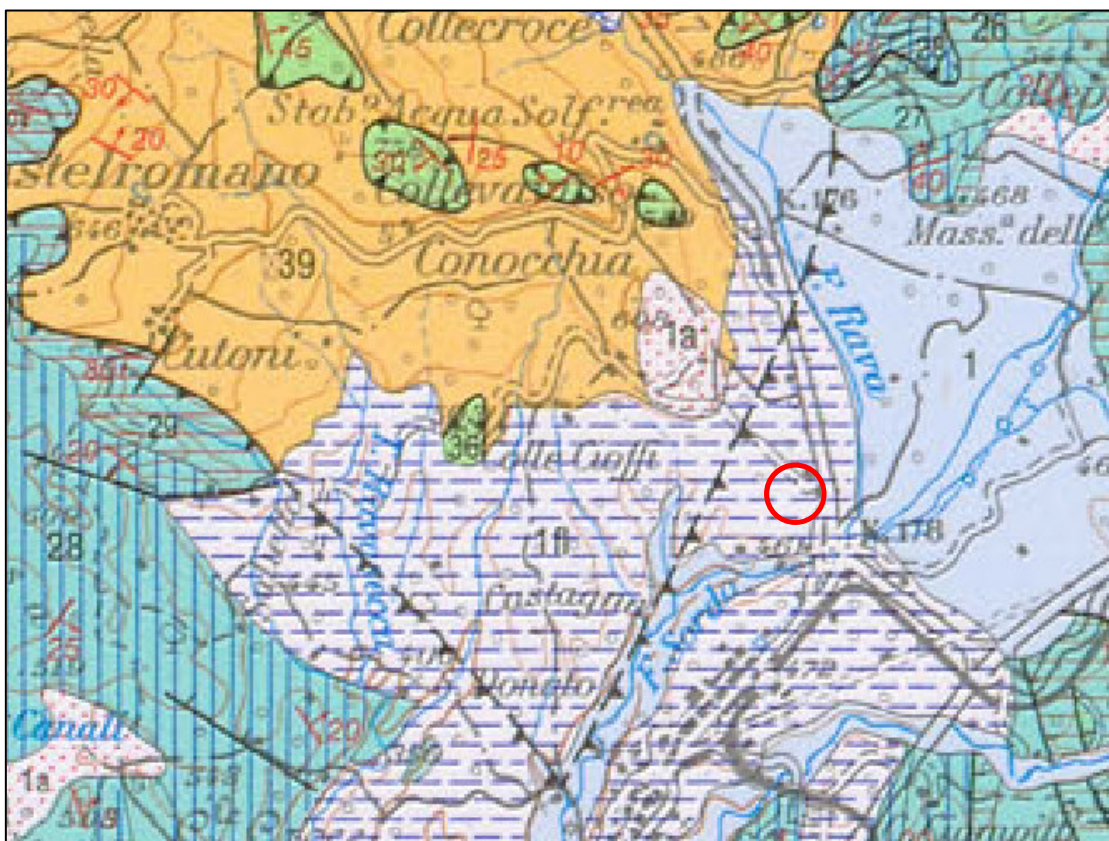





Figura 5: Estratto della Carta Geologica del Molise (Vezzani et alii) illustrante i rapporti tra i depositi carbonatici in sovrascorrimento ai depositi flyschoidi del Bacino molisano, con indicazione dell'area oggetto di studio.

Legenda:

-  Detrito di falda costituiti da matrice limosa con abbondanti clasti calcarei subarrotondati;
-  Depositi alluvionali costituiti da ghiaie calcaree in abbondante matrice sabbioso-argillosa;

 Depositi flyschoidi costituiti da un'alternanza argilloso-arenacea e livelli torbiditici;

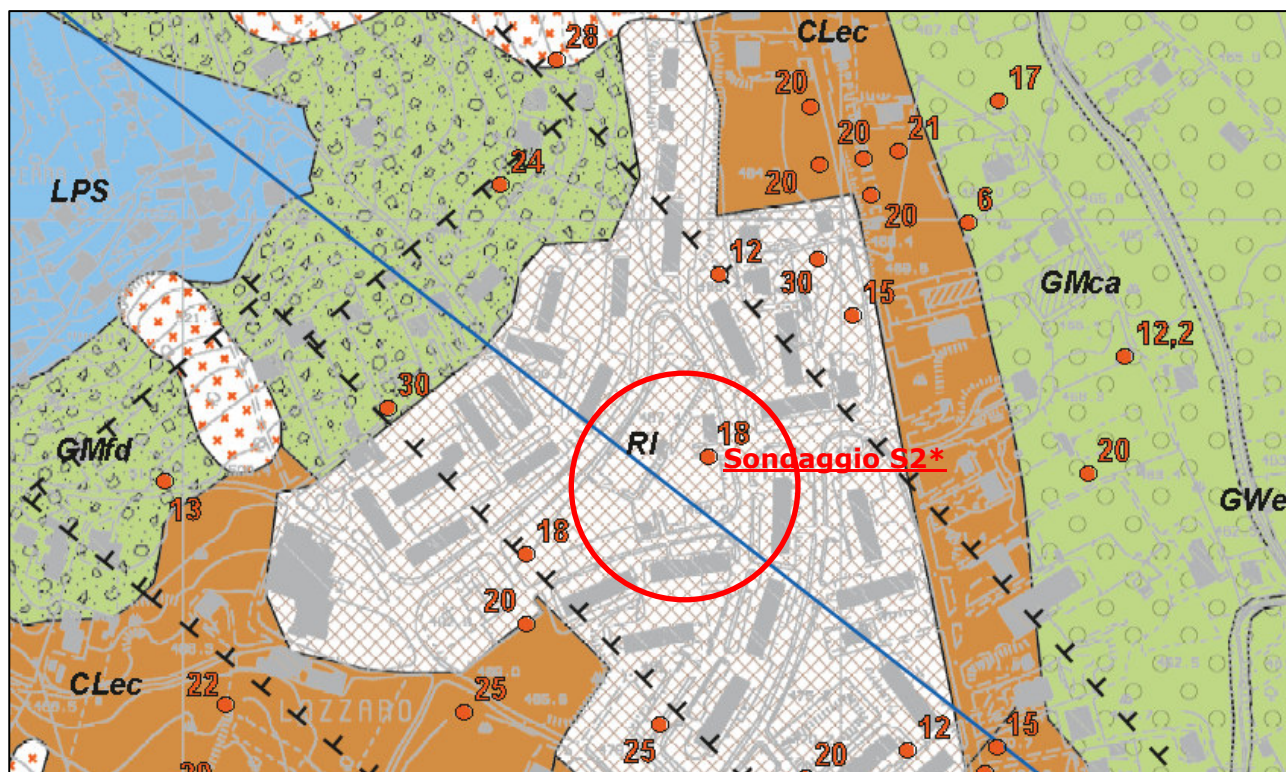
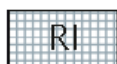







Figura 6: Estratto della carta geologico-tecnica dallo studio di microzonazione sismica edita dell'Università degli Studi del Molise con indicazione del sondaggio S2 censito di cui in allegato al quaderno indagini.

Legenda





Terreni di copertura

-  RI Riporti antropici: depositi contenenti resti di attività antropico sciolti
-  GWes Alluvioni: ghiaie eterometriche con sabbie grossolane, clasto-sostenute e sciolte, caratterizzanti il fondo, gli argini e le barre degli alvei attuali
-  GMca Ghiaie eterometriche, moderatamente addensate, generalmente clasto-sostenute, a luoghi in matrice limo-sabbiosa in facies di conoide alluvionale
-  GMfd Ghiaie e sabbie, moderatamente addensate, sub-angolari con o senza matrice sabbioso-limosa, caratterizzanti la falda detritica
-  CLec Limi-sabbiosi con ghiaie centimetriche coesive consistenti di origine eluvio-colluviale caratterizzanti le aree poste alla base di scarpate e/o il fondo di depressioni morfologiche



Substrato Geologico

-  LPS Calcari e calcari-marnosi biancastri in strati e banchi, da molto a mediamente fratturati del substrato lapideo stratificato

Elementi tettonico strutturali

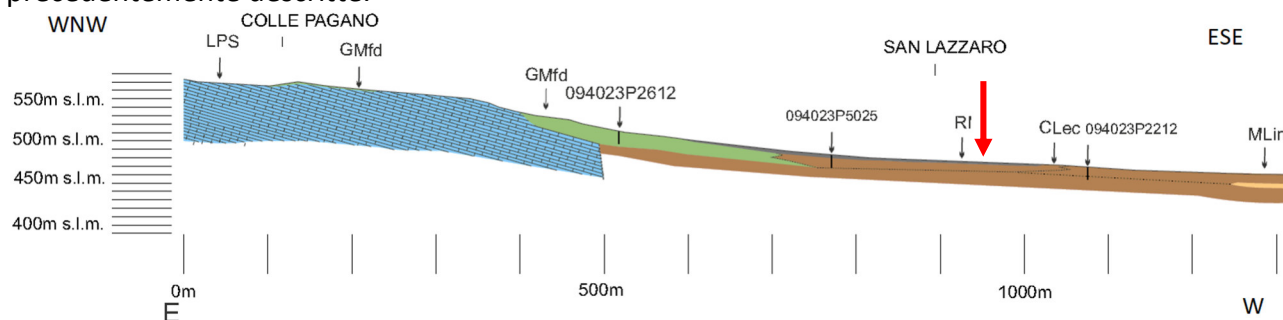
-  Faglia diretta non attiva (certa)
-  Faglia diretta non attiva (presunta)
-  Giacitura strati
-  Traccia della sezione geologica rappresentativa del modello del sottosuolo

Elementi geologici e idrogeologici

-  Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido
-  Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo

Di seguito si riporta anche la traccia di sezione passante per l'area (sempre dallo Studio di Microzonazione Sismica di I° lvl del Comune di Isernia) che illustra i rapporti tra le unità litologiche

precedentemente descritte.



Per determinare la locale successione litostratigrafica puntuale nell'area oggetto di intervento si è fatto ricorso ad un sondaggio eseguito, per conto dell'amministrazione comunale, nel piazzale adiacente l'area in intervento (sondaggio ubicato in figura 6: Carta geologico-tecnica da studio MZS di Isernia) le cui risultanze sono nel quaderno indagini allegato.

Dall'analisi delle stratigrafie di sondaggio si è evidenziata una situazione litostratigrafica che può essere schematizzata nei presenti litotipi:

Unità A: argilla limosa a tratti sabbiosa marrone, con inclusi numerosi elementi lapidei, eterogenei e eterometrici, con spessore variabile nell'area indagata tra i 3-4 mt; tale unità rappresenta la coltre di alterazione superficiale;

Unità B: complesso detritico costituito da elementi ghiaiosi e ciottoli in matrice sabbioso-limosa con spessore medio di circa 6-7 mt;

Unità C: Limo sabbioso in matrice clasto-sostenuta di origine detritico-ghiaiosa con spessore superiore alla profondità di sondaggio.

3.3 Idrogeologia.

L'area oggetto di intervento ricade nel bacino imbrifero del F. Volturno; le aste fluviali, più propriamente definibili come locali deflussi superficiali incanalati, rappresentano il primo ordine o livello fluviale del bacino stesso. Il reticolo idrografico superficiale ha come recapito il Fiume Sordo a sud.

Come è possibile osservare dalla carta idrogeologica l'unità idrologica di riferimento per l'area in oggetto è il litotipo travertinoso che caratterizza il sottosuolo della città di Isernia, con una permeabilità elevata per fessurazione e porosità; al fondo dei travertini sono presenti depositi argillosi che rappresentano il substrato locale. La direzione del deflusso idrico sia sotterraneo che superficiale ha direzione preferenziale verso Sud.

Le caratteristiche idrogeologiche delle litologie affioranti nell'area definiscono un Complesso idrogeologico sabbioso-limoso. Tale complesso, per via delle caratteristiche litostratigrafiche, con alternanza dei materiali che lo costituiscono, si può definire globalmente con un buon grado di permeabilità. Per quel che concerne l'assetto idrogeologico, lo smaltimento delle acque meteoriche avviene come detto già in modo naturale tramite gli impluvi lungo il versante, le cui direttrici hanno come recapito finale il fiume Sordo a Sud.

In definitiva anche se l'idrografia superficiale in generale risulta essere ben organizzata e tale da non destare preoccupazioni dal lato geotecnico si consiglia di **effettuare un'efficace**

regimazione delle acque superficiali nell'area esaminata.

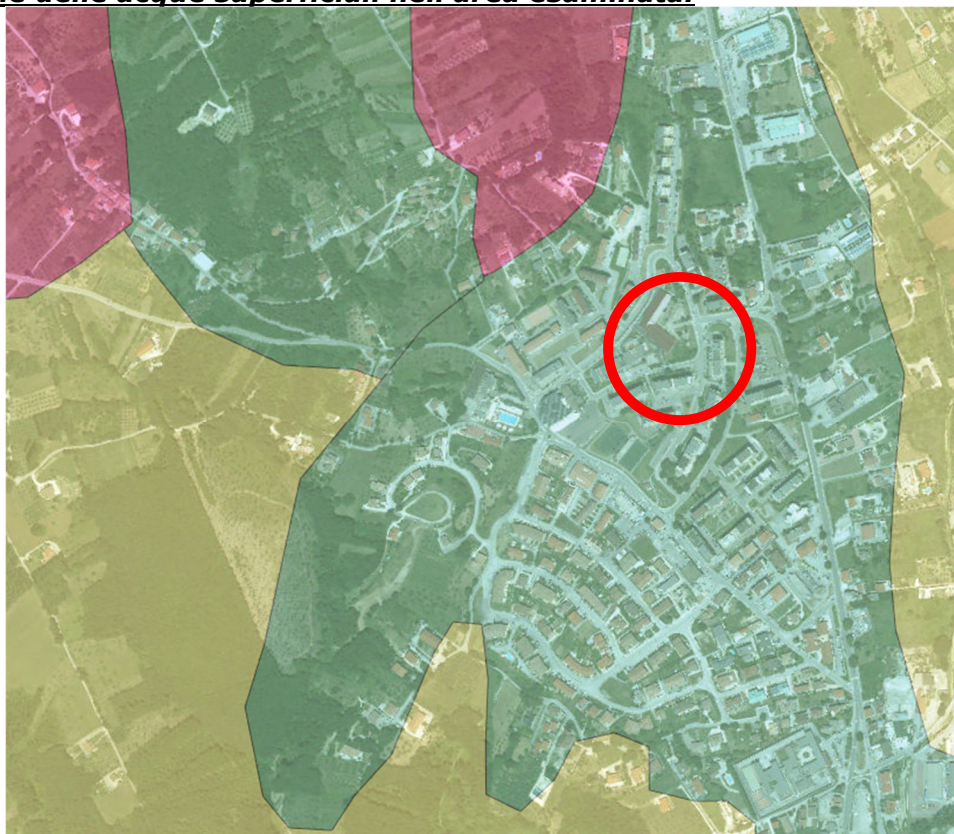





Figura 7 Carta idrogeologica con ubicazione del sito in intervento.

Legenda:

- | | |
|---|--|
|  | Complesso idrogeol. a perm. molto bassa; |
|  | Complesso idrogeol. a perm. medio-elevata; |
|  | Complesso idrogeol. a perm. medio-bassa; |

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE.**- Modello Geotecnico -**

Prima di effettuare le indagini, si è proceduto ad un'attenta indagine di campagna onde verificare lo stato dei luoghi e la morfologia dell'area; successivamente si sono effettuate le indagini in situ allo scopo di determinare le caratteristiche dei terreni di fondazione.

L'osservazione dei dati stratigrafici dei sondaggi, delle prove SPT in foro e delle velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{s30}), correlando ad essi le proprietà litotecniche ricavate, ha consentito di riassumere il volume significativo in n. 3 unità litotecniche.

Sulla base della velocità delle onde sismiche ottenute dalle indagini effettuate è possibile determinare, mediante correlazioni numeriche, i valori delle caratteristiche geotecniche e di deformabilità degli ammassi.

Per la stima dei parametri geotecnici dei sismostrati si è fatto riferimento alle correlazioni presenti in letteratura.

Il peso di volume saturo (γ_{sat} in kN/m^3) viene calcolato in funzione di V_s tramite la relazione proposta da Keceli (2012):

$$\gamma = 4,3 \cdot V_s^{0,25}$$

Dai dati a disposizione risulta dunque:

	Sismostrato	spessore medio	Vp	Vs	γ (Keceli)	$\phi'_{p \min}$	$\phi'_{p \max}$	ϕ_{\min}
		mt	(m/sec)	(m/sec)	(kN/m^3)	°	°	° 2/3 di $\phi'_{p \min}$
SS1	S1	4	490	264	17.3	39.1	45.3	26°
	S2	6	600	320	18.2	43.2	49.4	32°
	S3	--	1290	690	22.0	63.0	69.2	42°

Nel sondaggio S2, di cui in allegato, sono state eseguite due SPT in foro, la prima a quota circa di -4 mt dal p.c. e la seconda a circa -8.5 mt dal p.c.

Escludendo la prima misura che è andata a rifiuto (13-13-R), si è utilizzata la seconda (15-15-16) utile ai fini della caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti di cui alle tabelle successive.

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Distribuzione normale R.C.

Profondità (m)	Nr. Colpi
8.65	15
8.80	15
8.95	16

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	49.59	90.68	89.24	64.41

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	35.83	28.83	36.65	30.65	39.87	40.7	32-35	36.53	36.27	45.31	39.86

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	396.82	247.26	365.40	411.80	229.54

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	185.44	90.95	219.44	175.85

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	Meyerhof et al.	2.14

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.05

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	1635.18	1017.03

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	Navfac 1971-1982	5.73

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Ghiaia con limo	30.907	8.95	30.907	Robertson 1983	61.81

5. INDAGINI SISMICHE ESEGUITE.

- Modellazione Sismica –

Il sito ricade nella Zona Sismogenetica ITIS089 Carpino-Le Piane indicata dal progetto DISS dell'INGV, per cui il territorio comunale si trova all'interno di una zona in cui il valore massimo atteso di Magnitudo è pari a 6,6.

General information			
Code	ITCS024		
Name	Miranda-Apice		
Compiled By	Fracassi, U.		
Latest Update	20/05/2010		

Parametric information			
	Parameter	Qual.	Evidence
Min Depth (km)	1	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Max Depth (km)	14	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Strike (deg)	300 - 330	OD	Based on geological and geomorphological observation.
Dip (deg)	50 - 60	OD	Based on geological and geomorphological observation.
Rake (deg)	260 - 280	EJ	Inferred from regional seismological constraints.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 1	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude (Mw)	6.6	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

Q-keys: LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

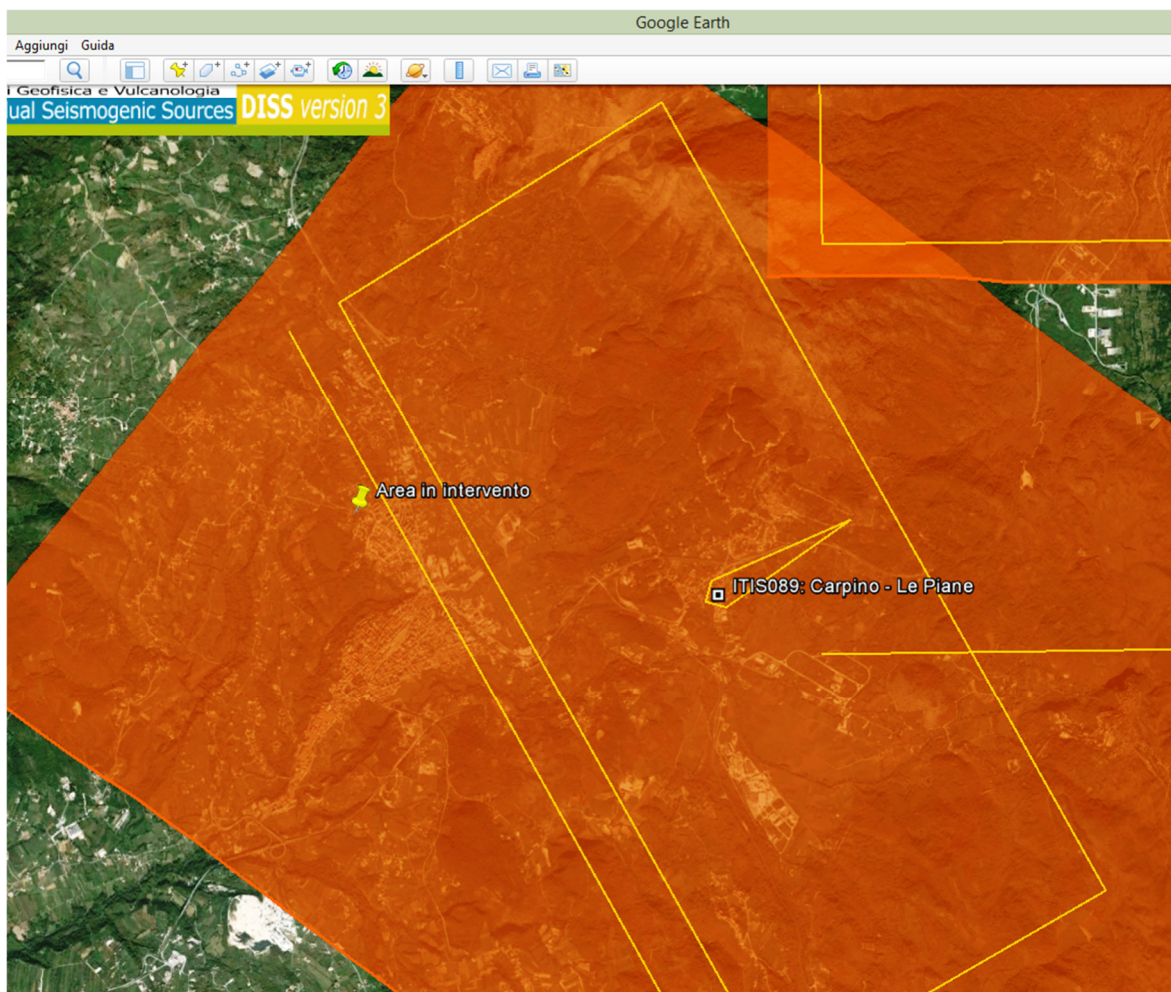


Fig. 8: Aerofoto con riportata la Zona Sismogenetica (progetto DISS dell'INGV) e l'area in intervento.

L'area del **Comune di ISERNIA** è stata inserita all'interno della Zona Sismica 1, ratificata dalla delibera n.194 del 20.09.2006 della Giunta Regione Molise, in base all'**OPCM 3519** del 28.04.2006 e all'**OPCM 3274** del 20.03.2003.


A tale zona sismica corrisponde un valore di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni superiore a 0,275 (a_g/g), e ad un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) a_g/g pari a 0,35.

Sono stati effettuati due stendimenti sismici incrociati di tipo MASW, così come documentato in allegato, da cui è risultata la presenza di 4 sismostrati con valori V_s crescenti, da cui è emersa una **$V_{s30}=465 \text{ m/s}$** con categoria del suolo di fondazione pari a:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente compresi fra 360 m/s e 800 m/s


I parametri da utilizzare per la costruzione degli spettri di risposta elastici dell'area indagata sono riportati nelle tabelle seguenti.

Stati limite




Classe Edificio

III. Affollamento significativo...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	45	0.086	2.377	0.290
Danno (SLD)	75	0.110	2.377	0.310
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.307	2.363	0.373
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.403	2.400	0.400
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

Coefficienti sismici



Tipo

Stabilità dei pendii e fondazioni

☐

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.



H (m)

1



us (m)

0.1



Cat. Sottosuolo

B



Cat. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,11	1,01
CC Coeff. funz categoria	1,41	1,39	1,34	1,32
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]



0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.021	0.032	0.095	0.407
kv	0.010	0.016	0.048	0.203
Amax [m/s²]	1.017	1.294	3.344	3.987
Beta	0.200	0.240	0.280	1.000

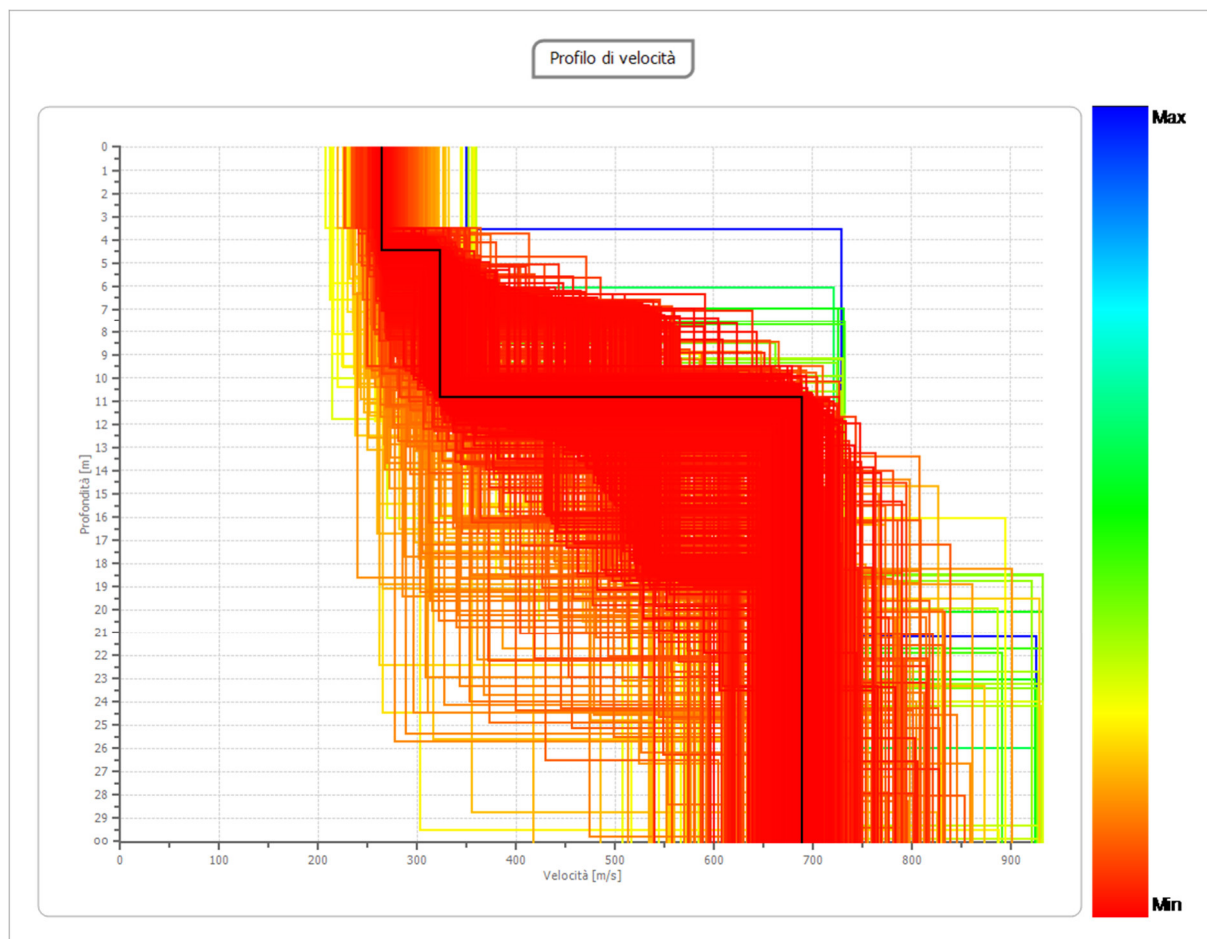


Figura 9: profilo delle $V_{s,eq}$ dall'indagine MASW eseguita.

6. VALUTAZIONI DI SINTESI.

Si elenca di seguito tutto quanto può essere un utile riferimento decisionale per il progettista:

Rischio idrogeologico:

- Rischio frana attuale: non segnalato nel sito
- Rischio frana potenziale: assente
- Rischio di esondazione: assente
- Rischio di erosione concentrata o accelerata attuale: non presente
- Rischio di erosione concentrata o accelerata potenziale: improbabile
- Rischio di crollo massi: assente
- Rischio di crollo massi potenziale: assente

Rischio sismico: elevato a causa della sismicità storica dell'area e della vicinanza di varie strutture sismogenetiche con $M_w = 6,6$.

Rischio cavità: nullo

La morfologia presenta un'inclinazione inferiore ai 15°.

L'eventuale materiale di risulta superficiale non si può prestare alla realizzazione di rilevati ma questi vanno allontanati dal sito.

In conclusione le caratteristiche di edificabilità e stabilità sono nel complesso buone e il sito non presenta caratteristiche ostative all'edificazione.

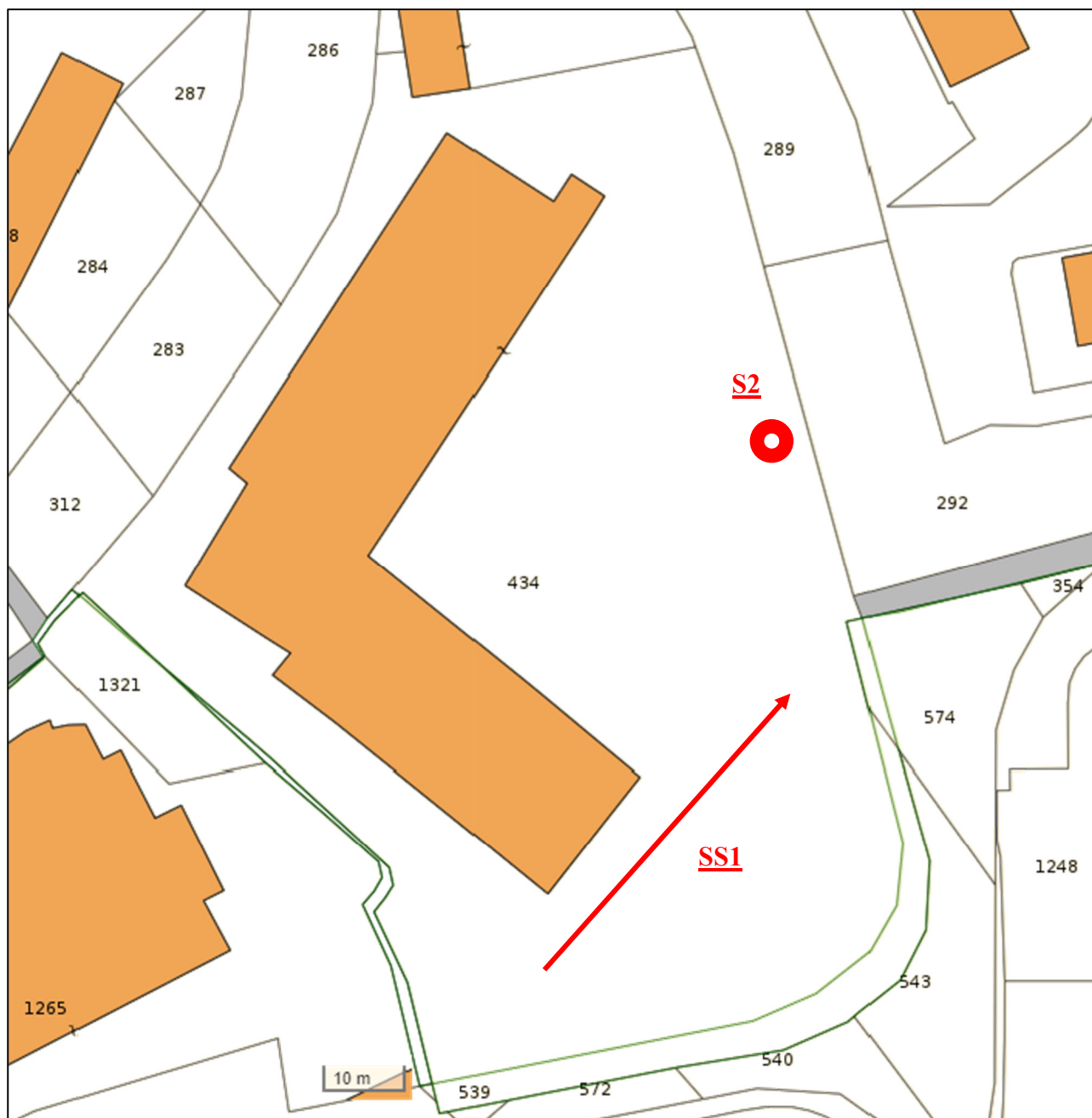
L'area è caratterizzata da un elevato grado di sismicità (magnitudo massima attesa 6,6 secondo l'INGV), per cui dovranno essere osservati in fase costruttiva alcuni accorgimenti per evitare dissesti come dotare le strutture di elementi irrigidenti onde far fronte alle forze sismiche orizzontali.

Tanto doveva il geologo per ottemperare all'incarico ricevuto.

Il Tecnico

Dott. Geol. Emilio Santomaro.

ESTRATTO CATASTALE
Ubicazione indagini
Comune di Isernia - Fg. 80 P.IIa n.° 434
SCALA 1:1000



Legenda:

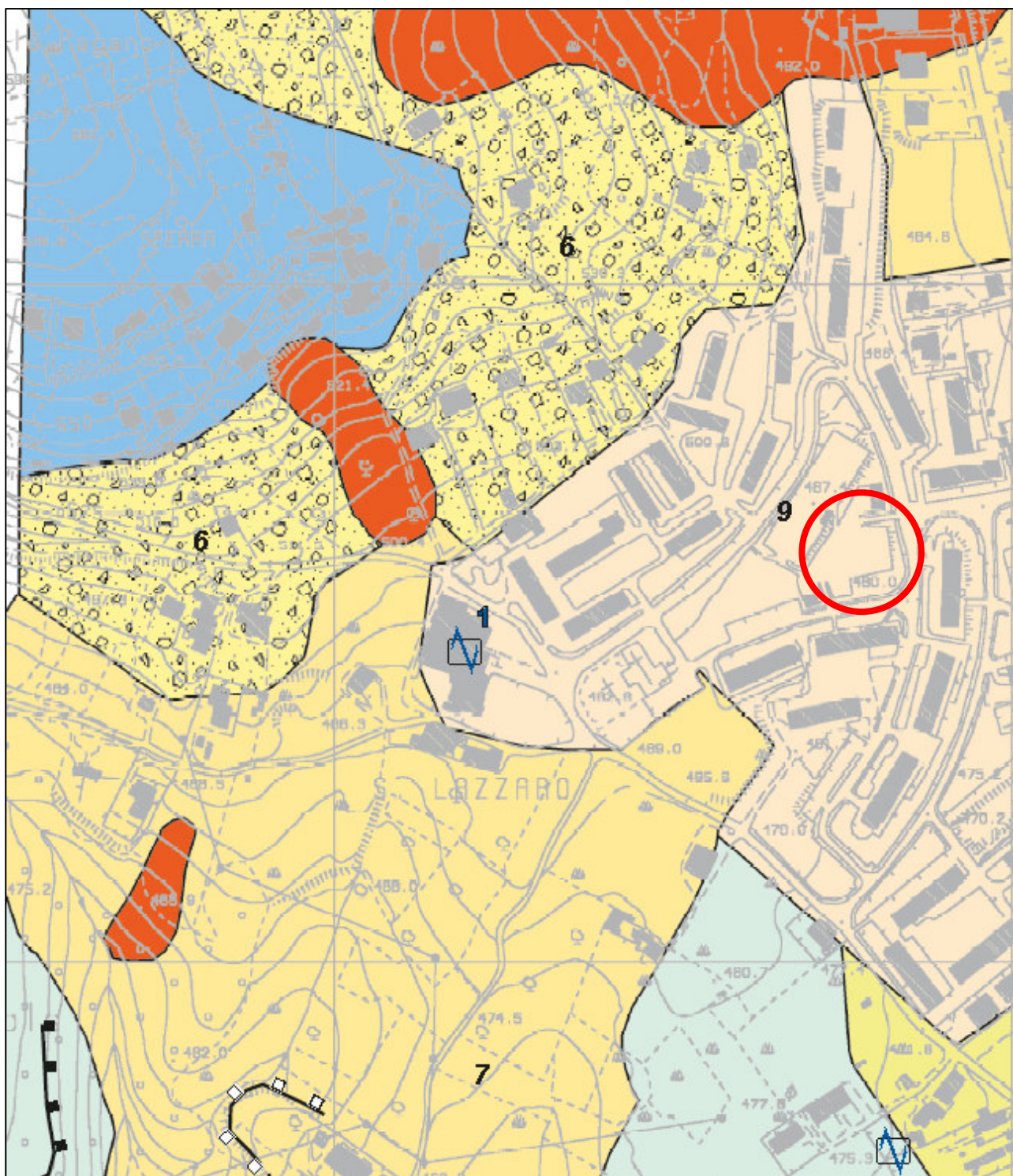


Sondaggio a carotaggio S2;



Indagine sismica MASW.

Estratto Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica
Comune di Isernia
SCALA 1:5000





Legenda

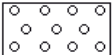
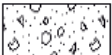

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

1	ZONA 1: argille limose ghiaiose o sabbiose, argille limose, di spessore anche maggiore di 50m	2	ZONA 2: sabbie limose, miscela di sabbia e limo associabili a travertini litoidei e sabbiosi di spessore fino a 25m, sovrapposti alle argille limose, ghiaiose e sabbiose CL
3	ZONA 3: ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo, sovrapposte al substrato lapideo stratificato o alle argille ghiaioso-sabbiose CL	4	ZONA 4: ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie con spessore di almeno 30m, sovrapposte al substrato lapideo stratificato o alle argille ghiaioso-sabbiose CL
5	ZONA 5: limi, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi del bacino intermontano di le Piane, di spessore di almeno 25m sovrapposti al substrato lapideo stratificato o alle argille ghiaioso-sabbiose CL	6	ZONA 6: ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo, di falda detritica o conoide, sovrapposte al substrato lapideo stratificato o alle argille ghiaioso-sabbiose CL o ai limi, sabbie fini limose o argillose di ML
7	ZONA 7: argille ghiaiose, sabbiose, o limose eluvio colluviali	8	ZONA 8: ghiaie pulite con granulometria ben assortita, di ambiente di barra, canale o argine fluviale
9	ZONA 9: Terreni contenenti resti di attività antropica, di spessore fino a 15m, sovrapposti al substrato lapideo stratificato o alle argille ghiaioso-sabbiose CL		


Zone suscettibili d'instabilità

	Instabilità di versante: attiva
	Instabilità di versante: quiescente

Forme di superficie e sepolte

	Conoide alluvionale
	Falda detritica
	Orlo di scarpata morfologica (10-20 m)

Punti di misura di rumore ambientale

	Punti di misura di rumore ambientale con indicazione del valore di f0
---	---

QUADERNO INDAGINI

- 1 PREMESSA
- 2 CENNI TEORICI SULLE METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE
- 3 RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE – STENDIMENTO SISMICO SS1
- 4 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- 5 SONDAGGIO S2

1. INTRODUZIONE

Il sottoscritto Dott. Emilio Santomaro, iscritto all’Albo Regionale dei Geologi della Regione Molise con il numero di riferimento n° 156, su incarico del committente, Amministrazione Comunale di Isernia, ha redatto la seguente indagine sismica in merito alla “Realizzazione di una palestra in adiacenza alla sede della Scuola primaria ‘Vittorio Tagliente’ nel quartiere San Lazzaro” del Comune di Isernia (IS) in catasto al fg.80 p.la n.434 del Comune di Isernia (IS).

Nella fattispecie, la campagna indagini è stata ottenuta mediante l’esecuzione delle seguenti metodologie investigative:

• **N° 01 PROSPEZIONE GEOFISICA SUPERFICIALE CON METODOLOGIA DI INDAGINE “MASW” SULLO STENDIMENTO SISMICO SS1 DI LUNGHEZZA LINEARE PARI A 26 MT.**

2. CENNI TEORICI E METODOLOGIE GEOFISICHE UTILIZZATE STRUMENTAZIONE UTILIZZATA IN CAMPO:

Il dispositivo utilizzato, prodotto dalla **Sara Electronic Instruments**, è il **Sismografo DoReMi**: uno strumento innovativo che distribuisce lungo il cavo di stendimento l'elettronica necessaria alla registrazione del segnale sismico. Il DoReMi presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- *Fino a 155 dB di dinamica (con uso del PGA) a qualsiasi frequenza di campionamento*
- *Elevatissima immunità ai disturbi*
- *Assolutamente zero diafonia (crosstalk)*
- *Profondità di memoria 30 mila campioni*
- *Campionamenti da 2 millisecondi fino a 50 microsecondi (da 500Hz a 20.000Hz)*
- *Fino a 255 canali per singolo cavo*
- *24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;*
- *Massa battente pesante di 10 Kg per l’energizzazione sul punto di scoppio.*



Fig. 2: sismografo DoReMi e Cavo di registrazione.

PRINCIPI DI BASE:

La realizzazione di indagini sismiche necessita il posizionamento in superficie, con geometria nota e prefissata, di uno stendimento lineare e, preferibilmente regolare, di geofoni (generalmente dei velocimetri), che registrano le vibrazioni prodotte da una sorgente impulsiva di sollecitazione dinamica di tipo verticale,

per il rilievo delle onde di compressione (P) e, di tipo orizzontale per l'analisi delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente (SH). Ai fini della ricostruzione della geometria e del relativo profilo di velocità sismica dei sismostrati, in questa tecnica si utilizza soltanto il tempo di primo arrivo delle diverse fasi di onda di interesse (onde P ed SH).

Le registrazioni sismiche vengono elaborate mediante un processo d'inversione per la ricostruzione della propagazione del fronte d'onda sismica.

2.1 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidità del suolo.

Nel seguito faremo riferimento al metodo MASW attivo che consente la classificazione sismica dei suoli, perché fornisce il profilo di velocità entro i primi 30m di profondità. Il metodo passivo è più usato quando si ha interesse ad avere informazioni, comunque meno precise, sugli strati più profondi

METODOLOGIA UTILIZZATA:

Il metodo MASW consiste in tre fasi (Roma, 2002):

(1) la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale,

(2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica,

(3) la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vs e di compressione Vp (o in maniera alternativa alle velocità Vp è possibile assegnare il coefficiente di Poisson ν), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

DESCRIZIONE DEL METODO UTILIZZATO IN SITO:

La strumentazione utilizzata in cantiere risulta costituita da:

- Acquisitore multicanale con 24 canali.
- 24 Ricevitori geofoni (4,5Hz) 24.
- Sorgente impulsiva: mazza battente da 10kg con piastra in polimero circa R 20 cm, su cui battere da disporre sul terreno.
- Bindella metrica per posizionare i ricevitori.
- Trigger per consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base

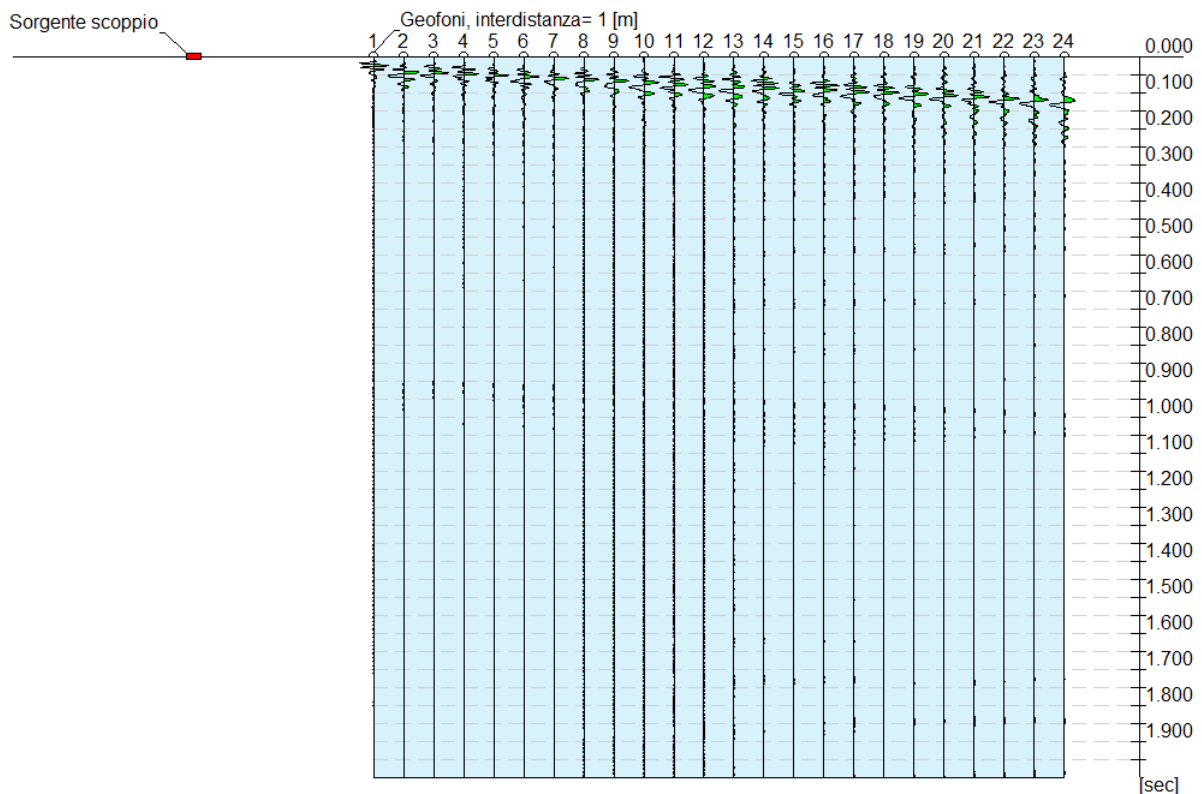
di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

3. RISULTATI DELLE PROSPEZIONI ESEGUITE

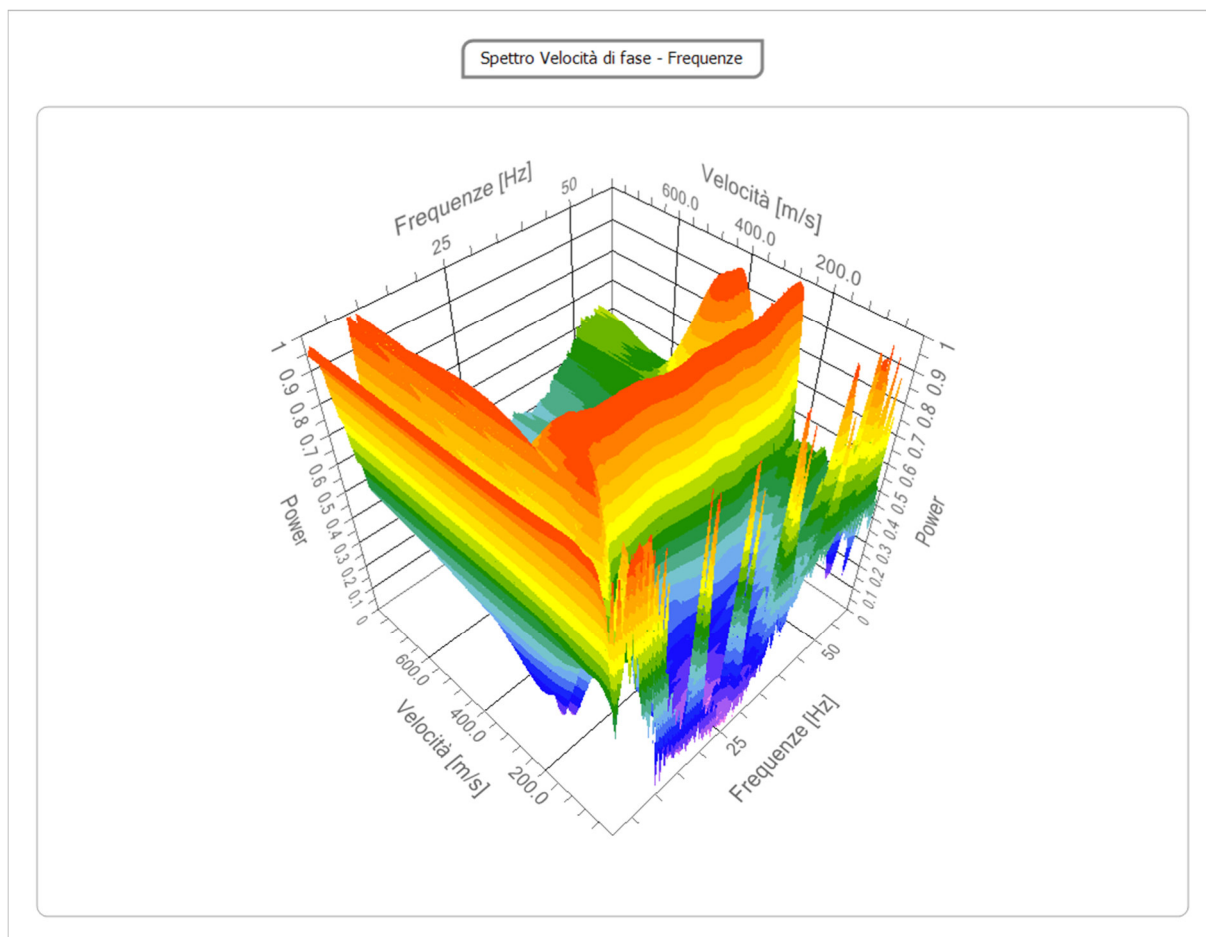
La MASW è stata realizzata sullo stesso stendimento SS1, con shot ground a -3 mt dal 1° geofono.

Per l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il software EasyMASW della GEOSTRU per ottenere il grafico di dispersione e l'elaborazione del profilo di V_{s30} .

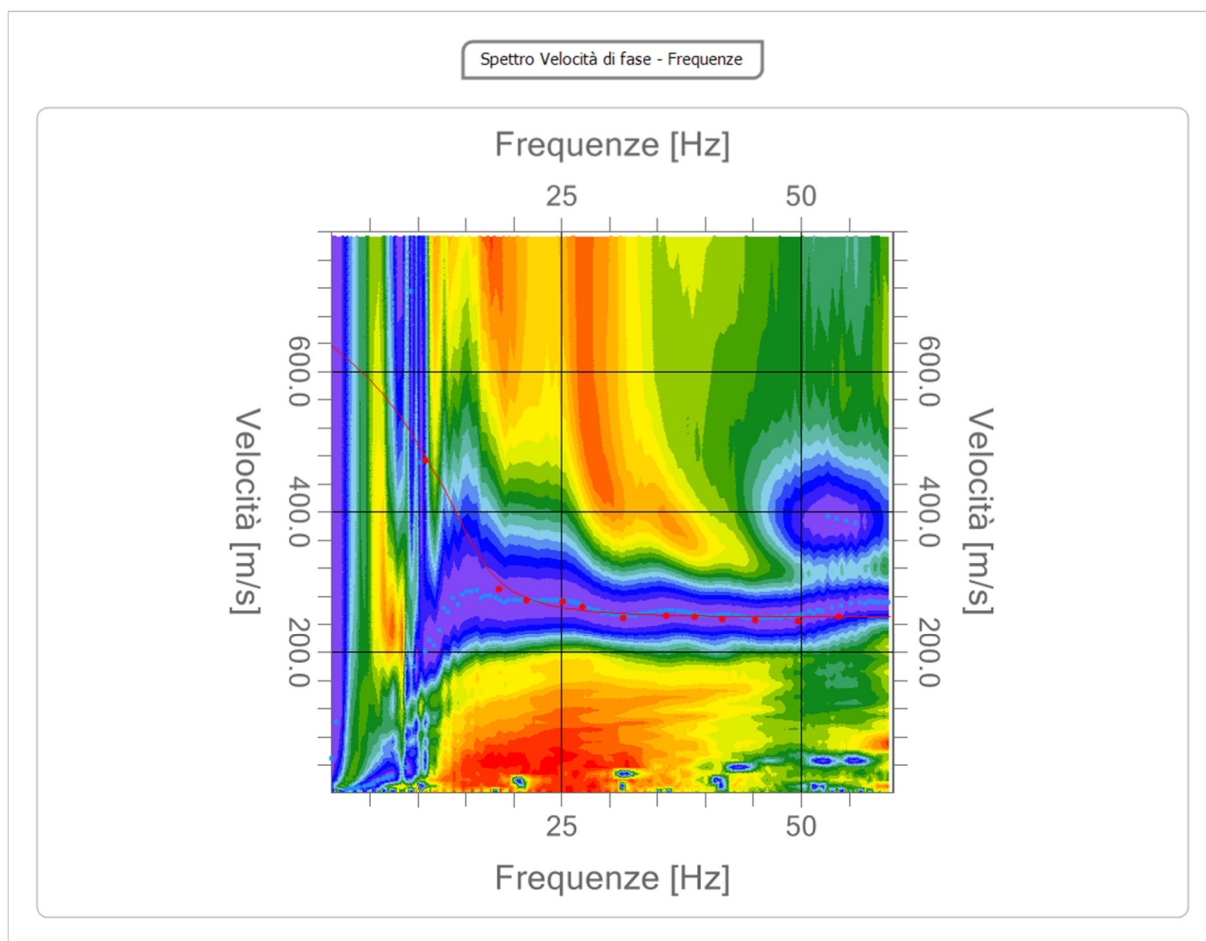
N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



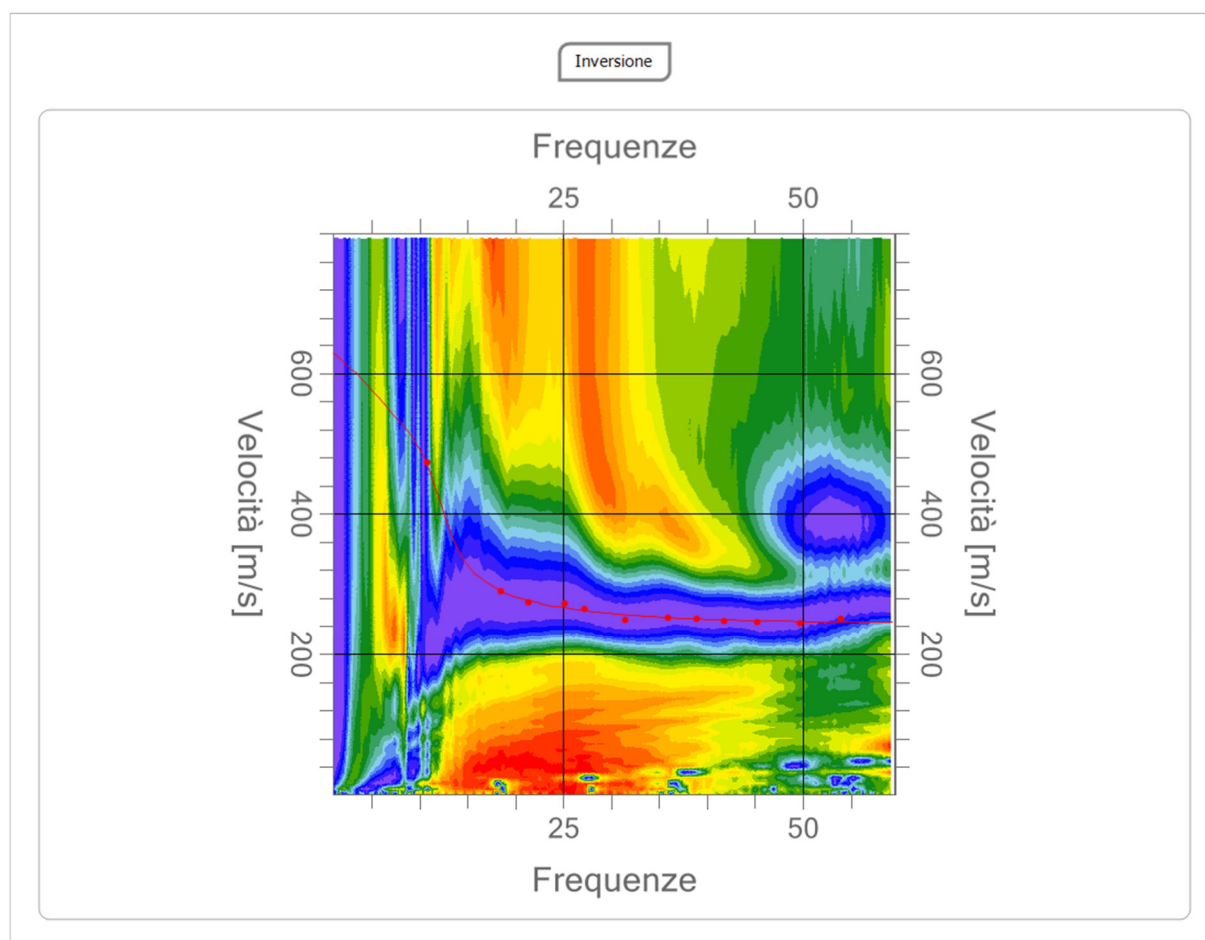
Analisi spettrale	
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

**Curva di dispersione**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.7	473.2	0
2	18.4	290.2	0
3	21.3	273.9	0
4	25.1	272.2	0
5	27.2	265.7	0
6	31.5	249.4	0
7	35.9	252.6	0
8	38.9	251.0	0
9	41.8	247.7	0
10	45.2	246.1	0
11	49.7	244.5	0
12	54.0	251.0	0

**Inversione**

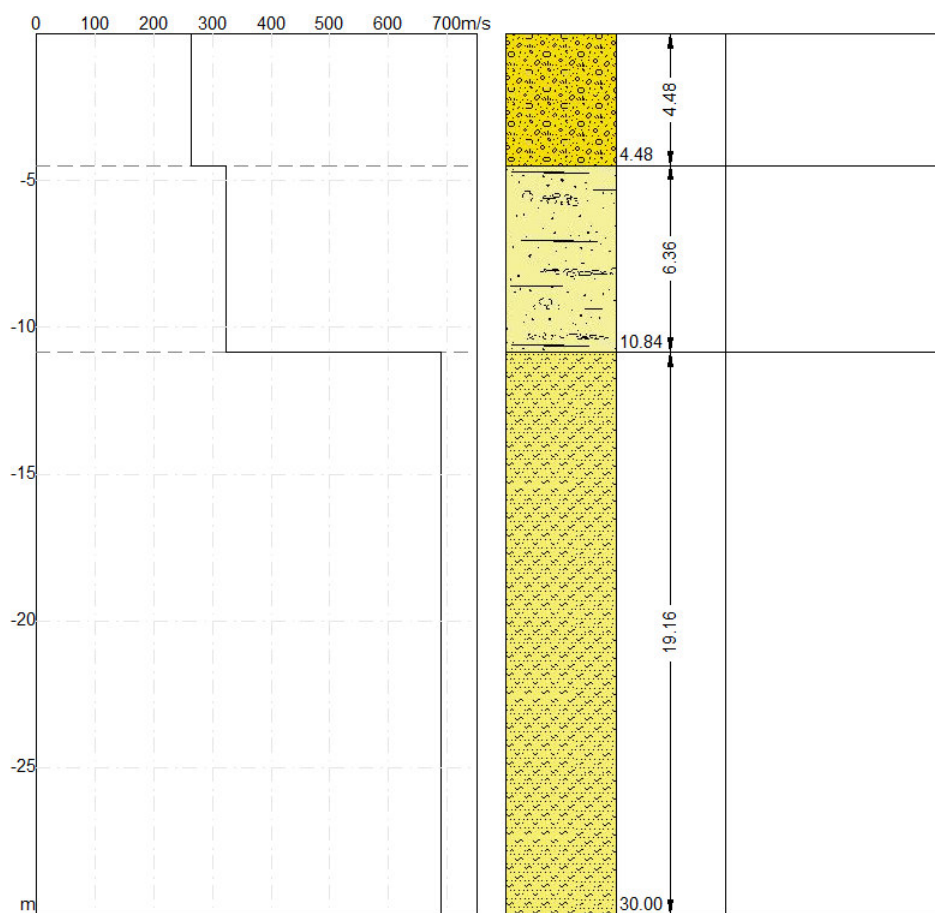
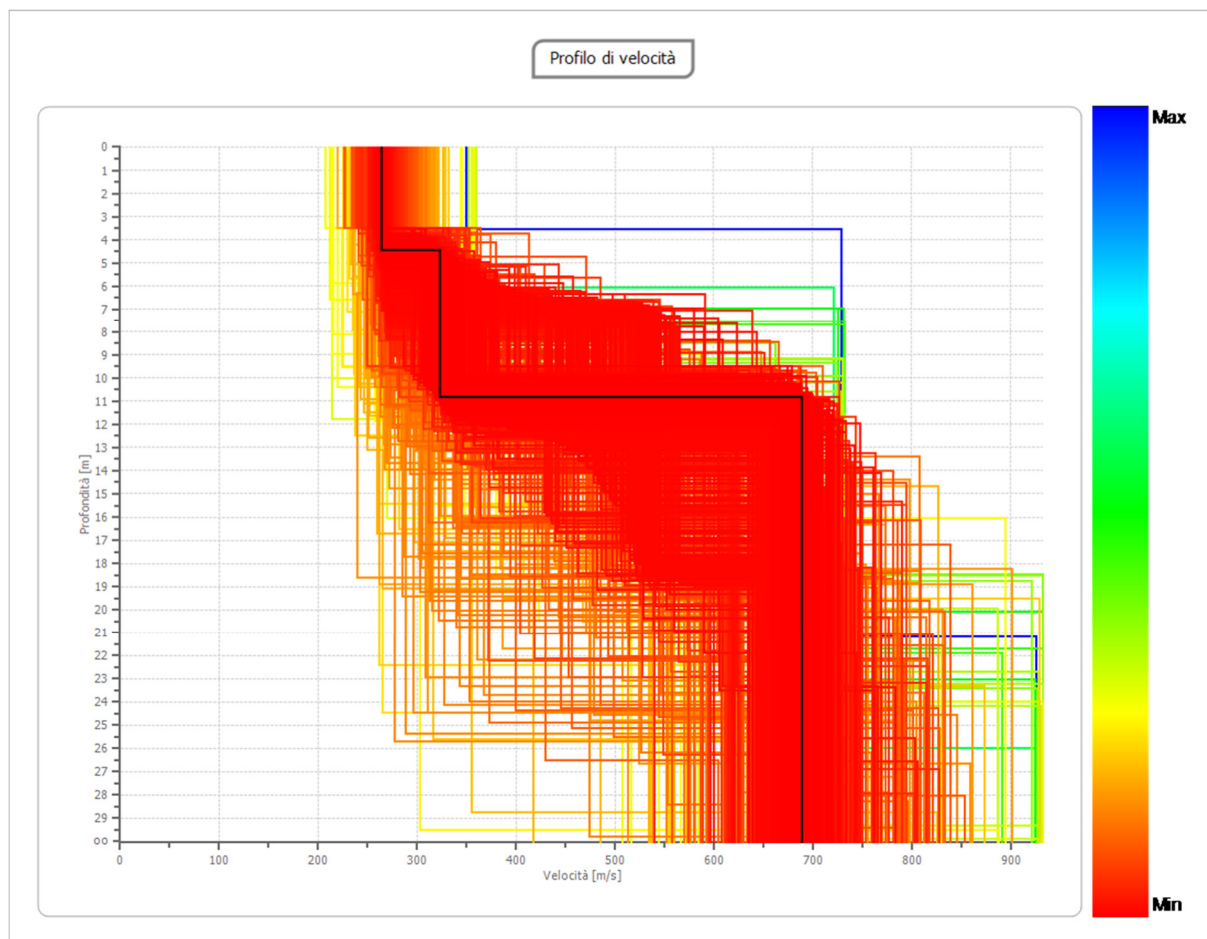
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4.48	4.48	1700.0	0.3	493.8	264.0
2	10.84	6.36	1800.0	0.3	603.5	322.6
3	oo	oo	2000.0	0.3	1289.5	689.2



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{s,eq}$ [H=9.22 mt] [m/sec]	465.23
Categoria del suolo	B

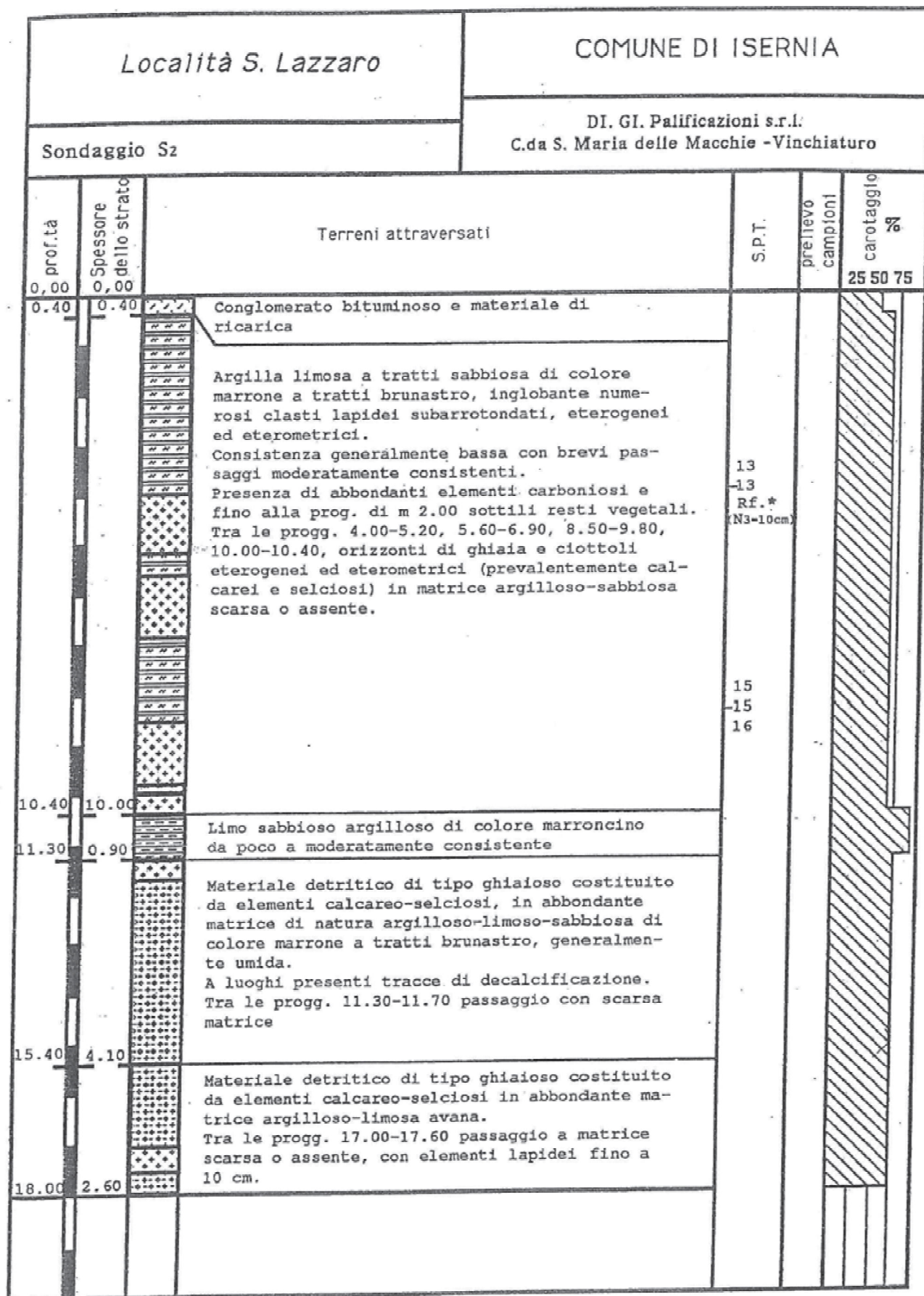
Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



4. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: stendimento sismico MASW.



* Rifiuto