



Provincia di Viterbo

Comune di Montalto di Castro

Località ARCIPRETURA



INDAGINE GEOLOGICA

redatta ai sensi dell'Art. 89 D.P.R. 380 del 2001, del D.G.R. Lazio 2649 del 1999, della D.G.R. Lazio 490 del 2011, della D.G.R. Lazio 535 del 2012 e della D.G.R. Lazio 155 del 2020 e ss mm ii

Variante Urbanistica al PRG per la
declassificazione di un terreno da
industriale ad agricolo

Committente: SOCIETA' AGRICOLA MAROLI S.S.

Il Geologo
Dott. Daniele Tonelli

Orbetello, marzo 2025

Studio Tecnico **Geol. Daniele Tonelli** Via Pantini, 27 58015 Orbetello (GR)
CF TNL DNL 69B01 G088T P. IVA 01146410533
e – mail daniele.pbc.toscana@gmail.com cell. 348/3045395

COMUNE DI MONTALTO DI CASTRO
Protocollo Arrivo N. 16633/2025 del 22-05-2025
Allegato 2 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

Sommario

Premessa	pag. 3
1) - Note illustrative alla carta geologica	pag. 4
2) - Note illustrative alla carta geomorfologica	pag. 6
3) - Note illustrative alla carta delle acclività	pag. 7
4) - Note illustrative alla carta idrogeologica	pag. 7
5) - Note illustrative alla carta litotecnica	pag. 8
6) - Note illustrative alla carta di micro zonazione sismica	pag. 9
7) - Note illustrative alla carta di pericolosità e vulnerabilità	pag. 10
8) – Note illustrative alla carta di idoneità territoriale	pag 11
- Cartografie tematiche	
- Indagine penetrometrica DPSH	
- Indagine MASW	

PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Daniele Tonelli, iscritto all'Ordine dei Geologi della Toscana al numero 994, su incarico della SOCIETA' AGRICOLA MAROLI S.S., redige la seguente relazione geologica su un terreno sito in una area posta in località Arcipretura, nel Comune di Montalto di Castro (VT).

Il presente studio è stato redatto ai sensi dell'Art. 89 D.P.R. 380 del 2001, del D.G.R. Lazio 2649 del 1999, della D.G.R. Lazio 490 del 2011, della D.G.R. Lazio 535 del 2012 e della D.G.R. Lazio 155 del 2020 e ss mm ii

La presente relazione geologica viene redatta a supporto alla variante al PRG per la declassificazione di un terreno da industriale ad agricolo.

Lo studio è stato sviluppato secondo i seguenti punti:

- *Analisi geomorfologica delle zone e valutazione del rischio;*
- *Studio geologico del sito con rilevamento di dettaglio;*
- *Considerazione sull'idrogeologia dell'area.*

- Realizzazione indagini:

N. 1 prove penetrometrica dinamica con strumentazione DPSH

N. 1 profili di sismica di superficie con metodica MASW

- *Valutazione dei vincoli e degli eventuali rischi;*
- *Realizzazione della carta della pericolosità e vulnerabilità del territorio.*
- *Realizzazione della carta di idoneità territoriale di sintesi, implementata anche delle valutazioni di carattere vegetazionale fornite dallo studio dedicato;*

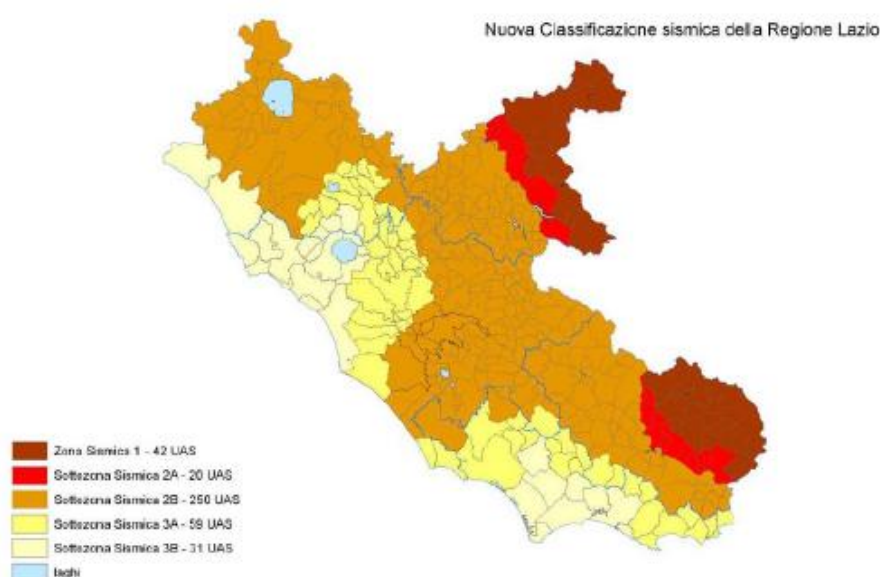
Lo studio è comprensivo dei seguenti elaborati cartografici:

- *Carta Geologica in scala 1:10.000 (allegato A)*
- *Carta Geomorfologica in scala 1:10.000 (allegato B)*
- *Carta delle Acclività in scala 1:10.000 (allegato C)*
- *Carta Idrogeologica in scala 1:10.000 (allegato D)*
- *Carta Litotecnica in scala 1:10.000 (allegato E)*
- *Carta Mops di Livello 1 in scala 1:5.000 (allegato F)*
- *Carta Pericolosità e Vulnerabilità in scala 1:10.000 (allegato G)*
- *Carta Idoneità territoriale in scala 1:10.000 (allegato H)*

Il confronto dei tematismi analizzati ha permesso di esprimere un giudizio sulla compatibilità della presente variante con l'assetto geologico ed idrogeologico e sismico dell'area ed evidenziare gli aspetti da tenere in maggiore considerazione nella

fase di progettazione esecutiva, al fine di ottenere un corretto inserimento delle strutture e infrastrutture nel contesto geologico-ambientale.

Il Comune di Montalto di Castro (VT) nella Nuova Classificazione Simica della Regione Lazio è stata inserita nella sottozona **3b** con D.G.R. n. 387 del 22.05.2009, zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. La sottozona **3B** indica un valore di $a_g < 0,10g$.



1. NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA GEOLOGICA – ALLEGATO A

L'area di indagine è individuabile nella Carta Geologica d'Italia al F. 353 "Montalto di Castro (VT) e nella relativa CTR scala 1:10.000 Elemento n. 353084 "Stazione di Montalto".

L'area oggetto della Variante non è soggetta a Vincolo Idrogeologico.



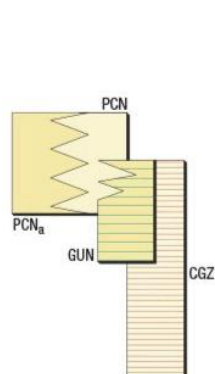
Estratto Carta Geologica d'Italia F. 149 Cerveteri

Scala 1:50.000



Area oggetto di studio

Legenda Carta geologica



UNITÀ DI PIAN D'ARCIONE

Limi e limi sabbiosi di laguna salmastra ricchi di fauna oligotipica (*Cerastoderma lamarcki*, *Cyprideis torosa*) e localmente continentali, con resti vegetali e gasteropodi polmonati, intercalati a depositi vulcanici rimaneggiati e primari riferibili alla Unità di Grotte di Castro (cfr. *Tufo giallo Litoide*, ALBERTI *et alii*, 1970; Grotte di Castro Formation, VEZZOLI *et alii*, 1987) (166 - 190 ka, NICOLETTI *et alii*, 1981; METZELTIN & VEZZOLI, 1983) (PCN). Argille sabbiose, sabbie e ghiaie ad elementi vulcanici ricche di malacofauna marina (*Glycymeris insubricus* e *Ostrea (Ostrea) edulis*) (PCN_g). Potenza massima di circa 20 m. La successione dei depositi marini, salmastrici e continentali affiora fino a quote prossime ai 45 m s.l.m. (cfr. *Membro di Pian d'Arcione*, BOSI *et alii*, 1990).

PLEISTOCENE MEDIO p.p.

UNITÀ DEL SANGUINARO

Ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie di ambiente fluviale ad elementi vulcanici contenenti livelli cineritici pedogenizzati (cfr. *Membro del Sanguinaro*, BOSI *et alii*, 1990). Affiora alla base e localmente verso l'alto in parziale eterotopia della unità di Pian d'Arcione. Contiene fauna continentale a mammiferi (*Elephas antiquus*, *Bos primigenius*, *Stephanorhinus* sp.) riferibile al Galeriano superiore-Aureliano. Potenza massima di circa 40 m.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.

UNITÀ DI CASTEL GHEZZO

Sabbie e conglomerati ad elementi vulcanici e calcareo marnosi; limi e limi sabbiosi in facies fluviale, palustre e colluviale; contiene, intercalati, livelli scoriacei di ricaduta stromboliana (CGZ). Potenza massima di circa 25 m.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.

Sulla base di ricerca bibliografica e del rilevamento eseguito è stato possibile individuare le unità presenti in affioramento nell'area di studio e i loro caratteri litologici principali (v. Carta Geologica – allegato A).

L'area si mostra omogenea dal punto di vista dell'affioramento geo litologico, essendo interessata per la sua totalità dalla presenza di sedimenti sabbiosi e argilloso limosi fini di origine lagunare con intercalazioni di depositi di origine vulcanica rimaneggiati e primari riferibili alla Unità di Grotte di Castro.

In particolare, nell'area in esame, si distingue un livello litologico, costituito da terreni vegetali di spessore di circa 40-60 cm soprastante i tufi dell'Unità di Grotte di Castro (rifiuto strumentale DPSH a – 140 cm dal piano di campagna).

2. NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA GEOMORFOLOGICA – ALLEGATO B

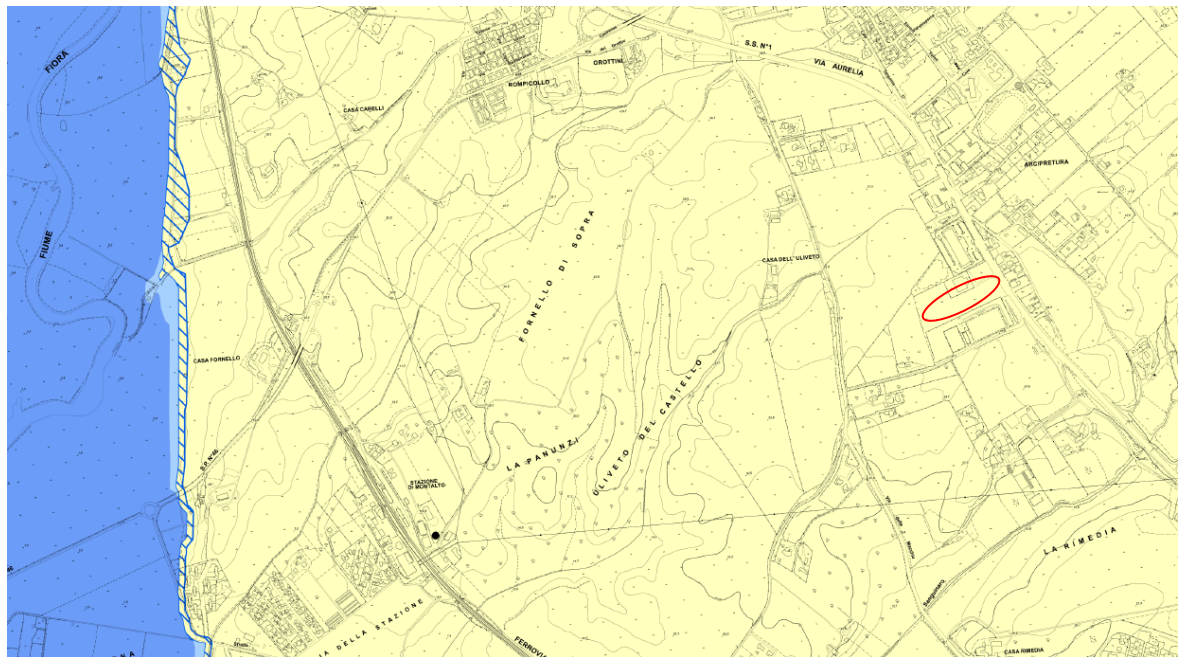
L'area oggetto della presente relazione geologica, come detto in precedenza, è situata in località Arcipretura, a valle della S.S. n. 1 Aurelia, nel Comune di Montalto di Castro (VT).

La zona interessata dalla Variante risulta inserita all'interno di un'area sub pianeggiante priva di fabbricati con quote altimetriche comprese tra 37,3 e 39,2 m.s.l.m.. La S.S. n.1 Aurelia rappresenta la principale infrastruttura viaria che lambisce la zona oggetto di studio.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in esame non mostra particolari forme e processi morfologici.

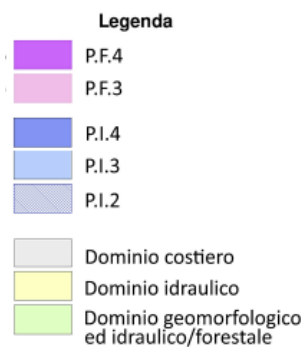
Per quanto riguarda il rischio idrogeologico (Rischio Idraulico e Rischio Geomorfologico) è stato analizzato facendo riferimento al PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico), redatto dall'Autorità di Bacino Appennino Centrale (Bacino interregionale del F. Fiora). La cartografia tematica del Piano, riguardo gli elementi di pericolosità/rischio, evidenzia la seguente situazione:

- l'area ricade nel Dominio idraulico, esternamente alle zone classificate a pericolosità di frana (P.F.3/P.F.4) ed idraulica (P.I.2/P.I.3/P.I.4).



Estratto PAI Fiora – Tav. 8.24 Dominio idraulico

Scala 1:25.000



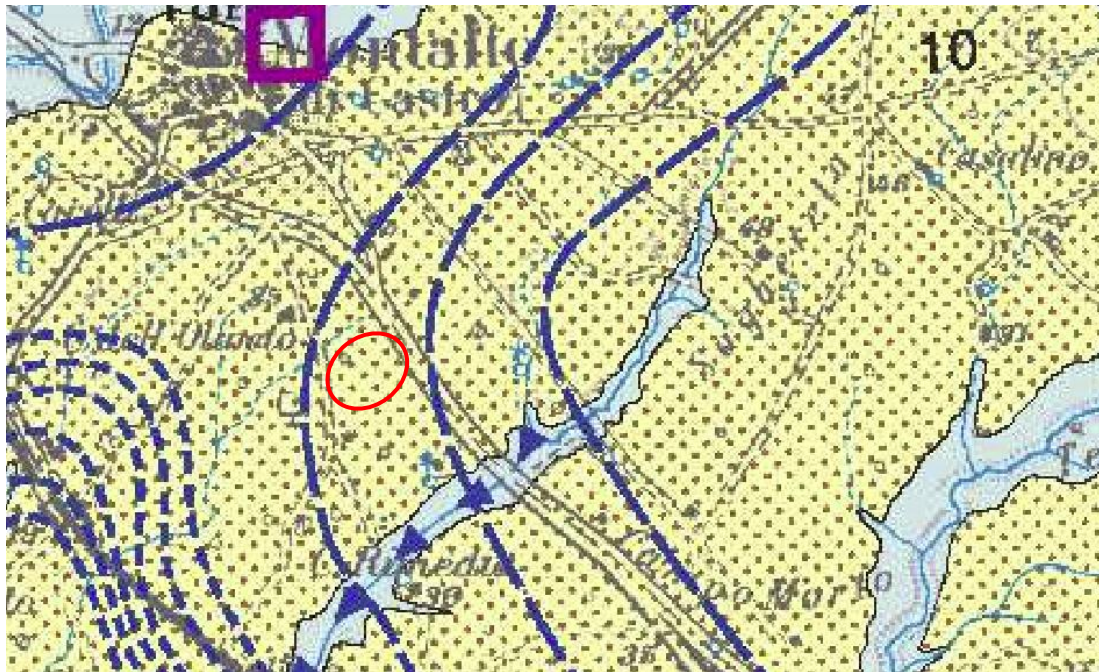
3. NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA DELLE ACCLIVITA' – ALLEGATO C

La Carta delle Acclività (Allegato C) è stata realizzata allo scopo di fornire gli elementi di base per la costruzione delle carte applicative. Infatti, la suddivisione in classi clivo metriche condiziona la sintesi finale della Carta dell'Idoneità ai fini edificatori.

L'area si presenta pianeggiante ed omogenea e pertanto si è individuata un'unica classe clivo metrica: Classe Bassa, con pendenze <5% che costituisce il 100% dell'area.

4. NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA IDROGEOLOGICA – ALLEGATO D

L'idrogeologia, su scala regionale, è caratterizzata dalla presenza di una singola struttura idrogeologica rappresentata dal Complesso dei depositi clastici eterogenei, ovvero depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso argillosi, a luoghi cementati in facies marina e di transizione.



Estratto Carta Idrogeologica del Lazio

Scala 1:250.000

10 **COMPLESSO DEI DEPOSITI CLASTICI ETEROGENEI - potenzialità acquifera bassa**
Depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso - argillosi a luoghi cementati in facies marina e di transizione, terrazzati lungo costa, sabbie e conglomerati fluviali di ambiente deltizio (**PLIOCENE - OLOCENE**). Spessore variabile fino a un centinaio di metri. Il complesso non presenta una circolazione idrica sotterranea significativa. Ove sono prevalenti facies conglomeratiche di elevata estensione e potenza si ha la presenza di falde di interesse locale.

I sedimenti sabbioso limosi presentano una permeabilità di medio grado. Pozzi presenti nell'area, con portate di circa 1 l/s o leggermente maggiori intercettano la falda idrica a profondità di circa 30/40 mt dal piano di campagna.

5. NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA LITOTECICA – ALLEGATO E

La Carta Litotecnica dell'area (Allegato E) deriva dal confronto dei dati forniti dagli altri elaborati, integrati con i dati raccolti nel rilevamento di campagna.

*In primo luogo sono stati definiti i parametri che individuano in maniera più significativa il comportamento geotecnico dei terreni incontrati. Sono stati presi in considerazione i seguenti due parametri: **Cu** per terreni coesivi e **φ'** per i terreni granulari. Il parametro utilizzato è stato quello medio, in quanto il parametro caratteristico è definibile solo per situazioni puntuali sulla base di un'analisi statistica dei dati.*

Tali parametri sono definiti come:

Cu – coesione non drenata: *è la resistenza presentata dai terreni coesivi, alla sollecitazione di taglio, in condizione di assenza di drenaggio;*

φ' – angolo di attrito interno: *è l'angolo tra l'ascissa e la tangente alla curva rappresentante la relazione tra resistenza al taglio e sforzi normali agenti all'interno del terreno, in presenza di drenaggio. Nei terreni granulari, privi di coesione, la tangente dell'angolo d'attrito rappresenta il coefficiente di proporzionalità tra sforzo normale e sforzo tangente, applicati per ottenere la rottura del materiale.*

La decisione di utilizzare questi due parametri è derivata da un'analisi tecnico-pratica che ne ha messo in evidenza i seguenti aspetti vantaggiosi:

Sono legati direttamente e/o indirettamente a molte delle caratteristiche geotecniche che definiscono il comportamento dei terreni. La loro definizione fornisce un'indicazione sulla risposta geomeccanica dei terreni alle sollecitazioni.

- Sono di facile determinazione, sia direttamente, attraverso prove di laboratorio, che indirettamente, attraverso prove in situ.

Una volta definiti i parametri base è stata definita una classificazione, generalmente utilizzata in bibliografia dei terreni presenti in base al valore di coesione non drenata, per i terreni coesivi e al valore dell'angolo d'attrito, per i terreni granulari.

Nell'area analizzata, essendo presenti esclusivamente terreni a prevalenza sabbiosa di natura prevalentemente granulare, è stata ovviamente utilizzata la sola classificazione relativa all'angolo di attrito.

Vista l'uniformità dell'area in studio è stata definita una Unità Litotecnica A: alternanze di sabbie e sabbie limoso argillose addensate con ϕ' compreso tra 32 e 38°.

6. NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA – ALLEGATO F

Nel presente paragrafo sono illustrati, riportati e confermati i risultati dell'indagine di micro zonazione sismica di livello 1 eseguite su tutto il territorio comunale dall'Amministrazione comunale di Montalto di Castro (VT).

Lo studio e le cartografie prodotte sono stati elaborati in conformità alla seguente normativa nazionale e regionale attraverso indagini sismiche attive e passive.

Gli elaborati cartografici prodotti nell'ambito dello studio di MS di livello 1 sono i seguenti:

- Carta delle Mops (Allegato F)

*L'area oggetto di studio ed un suo significativo contorno risulta una **zona Stabile ma Suscettibile di Amplificazione Sismica** come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; il Comune di Montalto di Castro (VT) nella Nuova Classificazione Sismica della Regione Lazio è stata inserita nella sottozona **3b** con D.G.R. n. 387 del 22.05.2009, zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.*

*La sottozona **3B** indica un valore di $a_g < 0,10g$. per cui preliminarmente alla redazione di strumenti urbanistici attuativi dovrà essere valutata soltanto l'amplificazione topografica secondo quanto prescritto da Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica e preliminarmente ai progetti esecutivi di strutture strategiche o rilevanti di cui all'All. 1 della DGR Lazio n. 489/12 e ss.mm.ii. dovrà essere eseguito uno studio di Risposta Sismica Locale.*

Nel territorio del Comune di Montalto di Castro (VT) viene escluso il rischio liquefazione in considerazione dai dati e delle analisi effettuate nel livello 1 di MS, anche in considerazione del rapporto distanza dall'epicentro – magnitudo per i

terremoti dell'ultimo millennio (P. Galli, 2000 - New empirical relationships between magnitude and distance for liquefaction, Tectonophysics n. 324-2000).

***Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica “MOPS” (MS LIVELLO 1)
– Allegato F***

I terreni affioranti precedentemente descritti caratterizzano la zona in esame (SA4).

***7. NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' E
VULNERABILITA' – ALLEGATO G***

Dall'analisi e dalla comparazione degli elementi precedentemente acquisiti, considerando quindi le valutazioni geologiche e sismiche, emergono gli aspetti di pericolosità e di vulnerabilità del territorio.

*In particolare, gli aspetti di **pericolosità** sono individuati da: franosità, erosione accelerata, alluvionabilità, liquefacibilità dei terreni, amplificazione sismica, cedimenti differenziali, i contatti tra terreni a diversa litologia, la presenza di faglie etc.*

*La **vulnerabilità** è individuata dagli aspetti di: inquinamento delle falde, instabilità di pendio, erosione accelerata (anche indotta da disboscamento), etc.*

La cartografia che sintetizza la distribuzione areale di tali aspetti è la Carta della Pericolosità e Vulnerabilità del territorio (v. Allegato G), che individua tutti gli elementi di pericolosità e vulnerabilità, ritenuti significativi, presenti sul territorio, in sovrapposizione tra loro o presenti singolarmente, già individuati con le precedenti cartografie.

Tale sintesi, permette di individuare aree a diversa pericolosità, specificando la pericolosità e la vulnerabilità esistente, nei confronti di possibili interventi di urbanizzazione e in particolare di edificazione del territorio.

L'analisi della cartografia tematica ha permesso di evidenziare il seguente singolo aspetto:

- Non risultano aree classificate in pericolosità da frana ed idraulica.

8. NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA DI IDONEITA' TERRITORIALE – ALLEGATO I

L'analisi finale eseguita si riferisce alla valutazione degli aspetti territoriali evidenziati, in funzione della destinazione d'uso del territorio stesso.

*Al fine di delineare un quadro completo, anche in funzione di prevedibili integrazioni per l'utilizzo dell'area in esame, la **Carta Idoneità territoriale** prodotta, è riferita ad interventi di edificazione, in quanto risultano solitamente quelli che comportano le maggiori trasformazioni e quindi i più impattanti sugli aspetti di pericolosità e vulnerabilità del territorio.*

Sulla base di tale cartografia è espresso poi un giudizio di compatibilità dell'area, nei confronti di varie ipotesi edificatorie.

La classificazione adottata è la seguente:

- **Aree giudicate idonee** – Le caratteristiche del territorio sono congrue ad interventi di edificazione.
- **Aree idonee con prescrizioni** concorrono alla definizione di tali aree:
 - area con vincoli (stradale)

Aree idonee - Le caratteristiche del territorio sono congrue alla principale destinazione d'uso.

*Dall'analisi della cartografia, è espresso quindi un giudizio di **compatibilità** sulla edificabilità dell'area in studio rispetto ai caratteri geologici, idraulici e sismici individuati.*

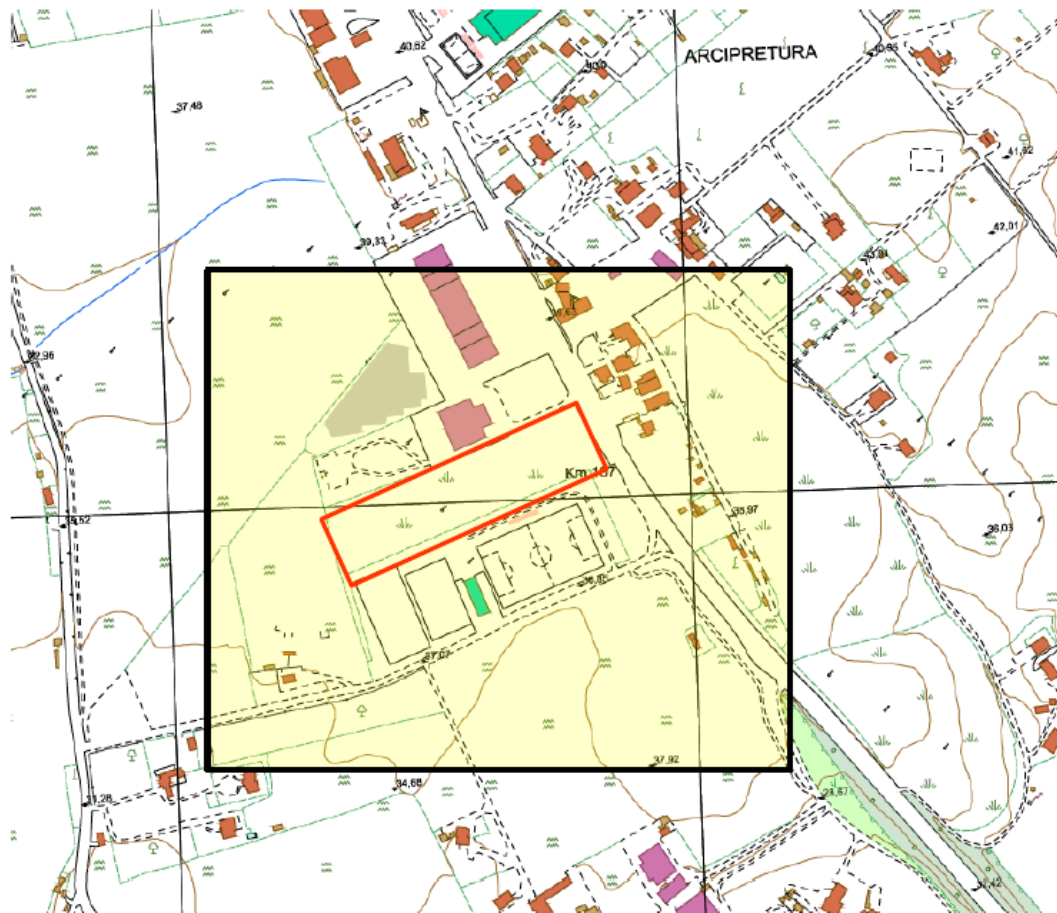
Occorre comunque porre in evidenza alcuni aspetti progettuali che devono essere approfonditi, prima dell'inizio della fase esecutiva:

Prima di ogni singolo intervento edilizio dovranno essere eseguite indagini geognostiche puntuali, attraverso la esecuzione delle indagini geognostiche e sismiche ai sensi del R.R. n. 7/2021.

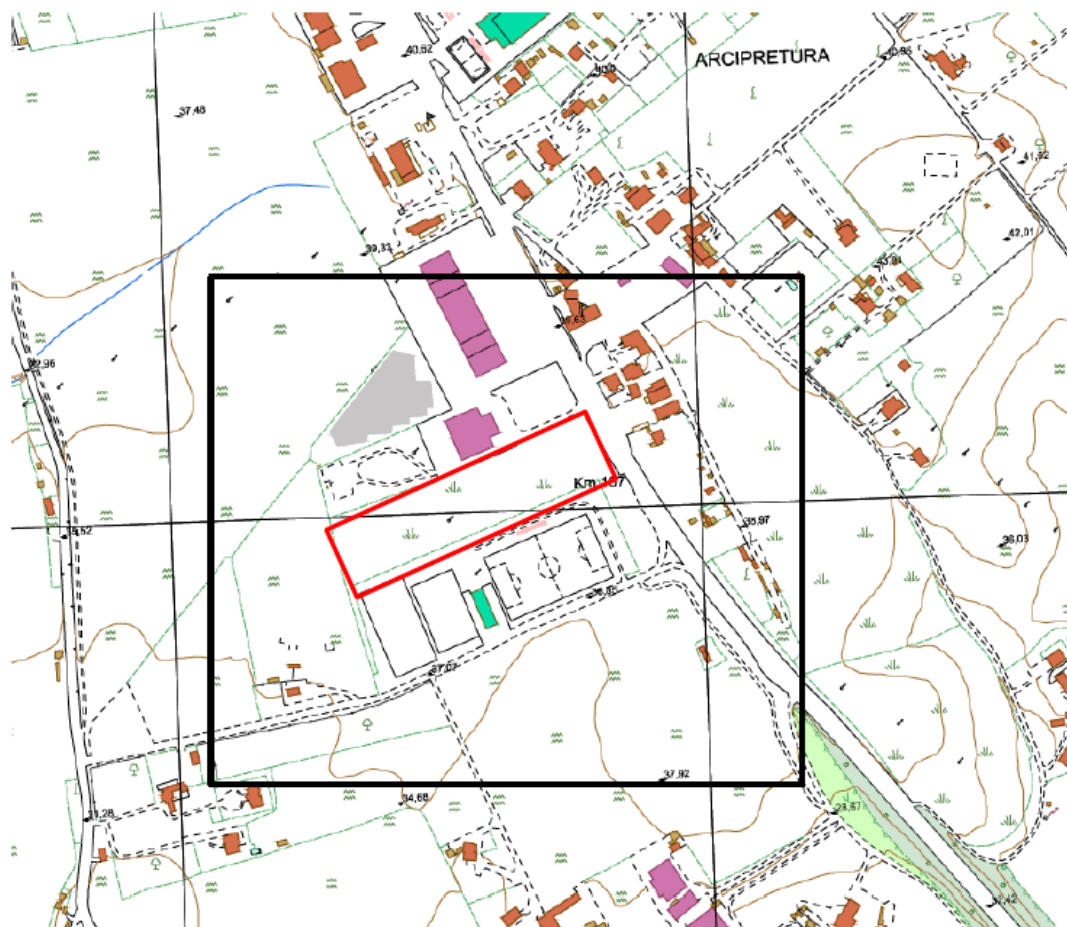
Aree idonee con prescrizioni – L'unica area idonea con prescrizioni risulta la fascia di 40 ml di rispetto della S.S. n. 1 Aurelia.

Per quanto riguarda le prescrizioni e vincoli per gli aspetti vegetazionali e agro-pedologici si rimanda alla relazione Vegetazionale.

Allegato A



Allegato B

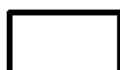


Carta Geomorfologica

Scala 1:10.000

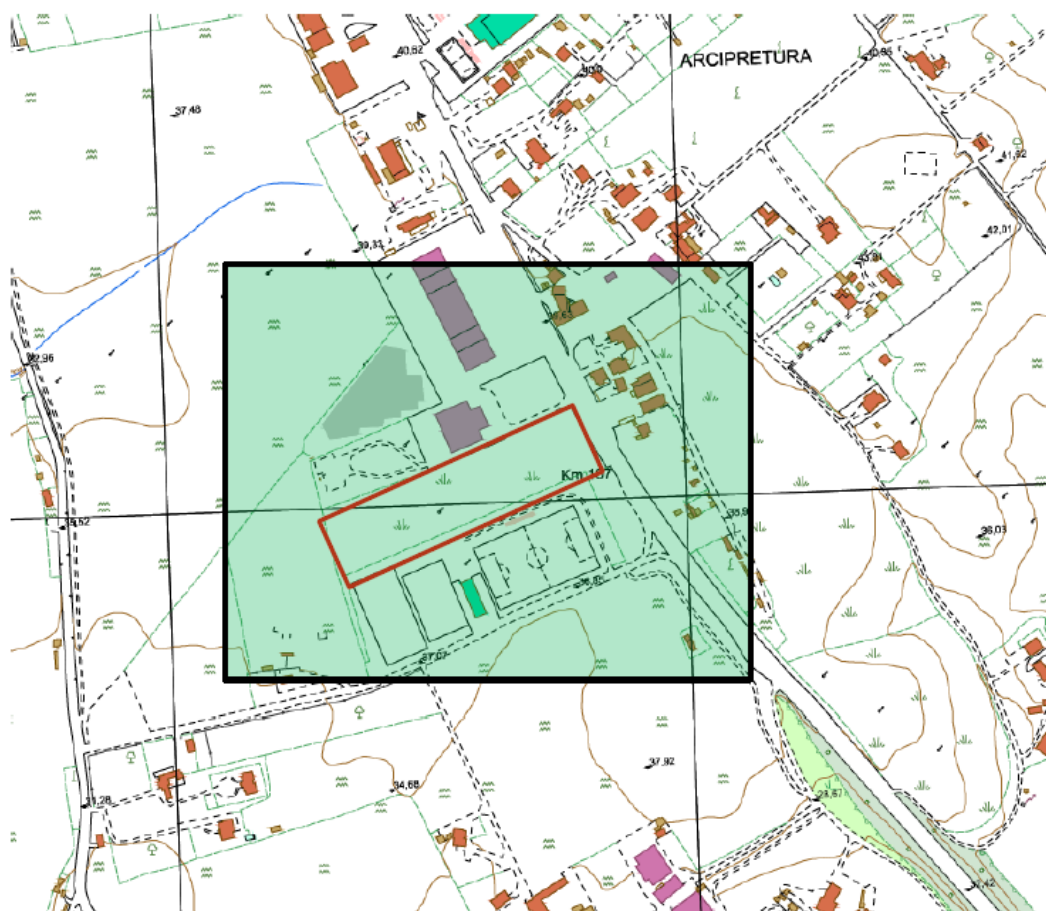


Area in esame



Fenomeni geomorfologici assenti

Allegato C

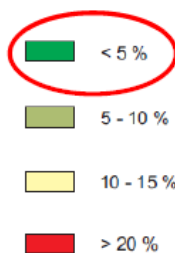


Carta delle Acclività

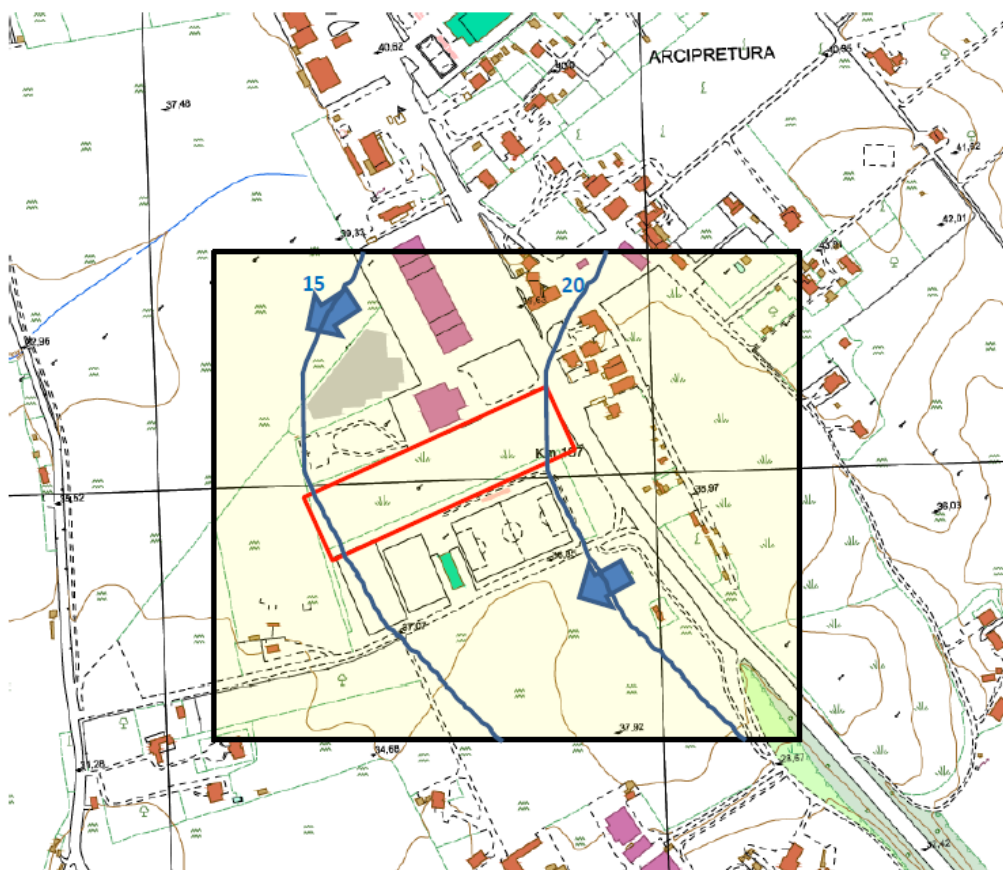
Scala 1:10.000



Area in esame



Allegato D



Carta idrogeologica

Scala 1:10.000



Area in esame



Complesso dei depositi clastici eterogenei, ovvero depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso argillosi, a luoghi cementati in facies marina e di transizione

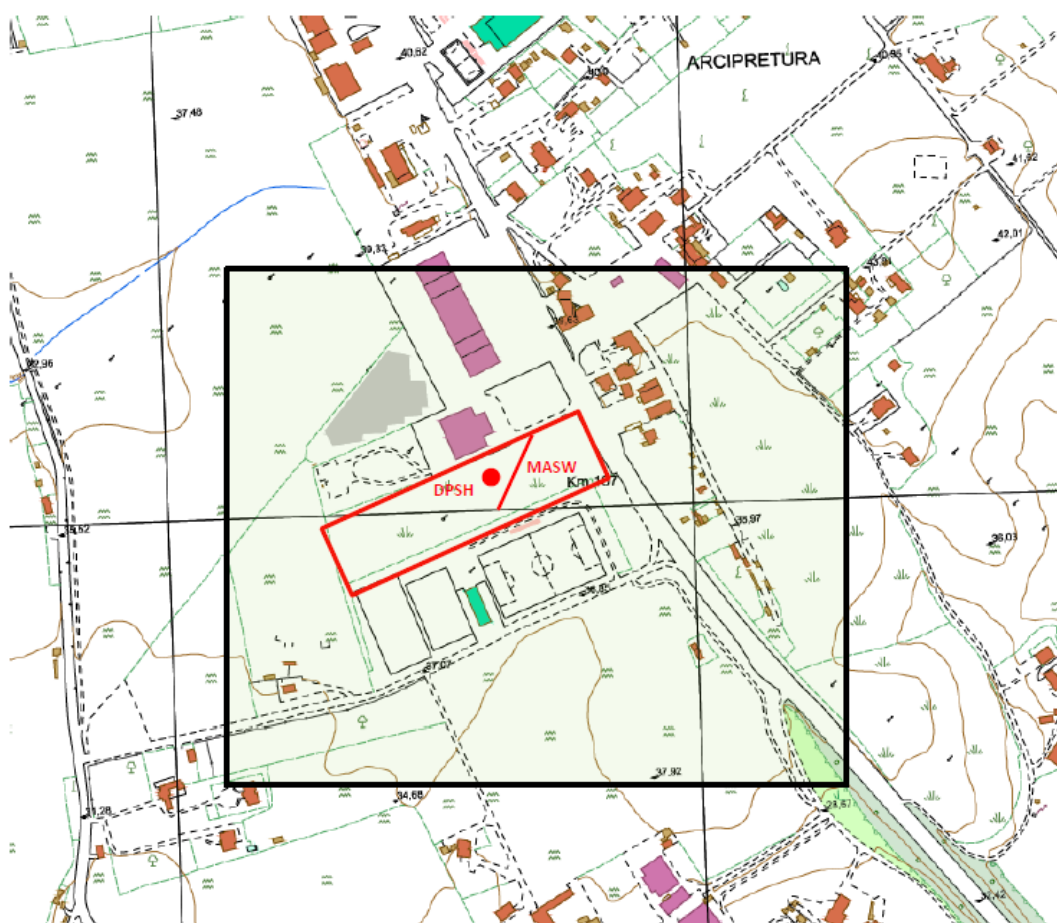


Principale linea di flusso sotterranea



Isopieze

Allegato E

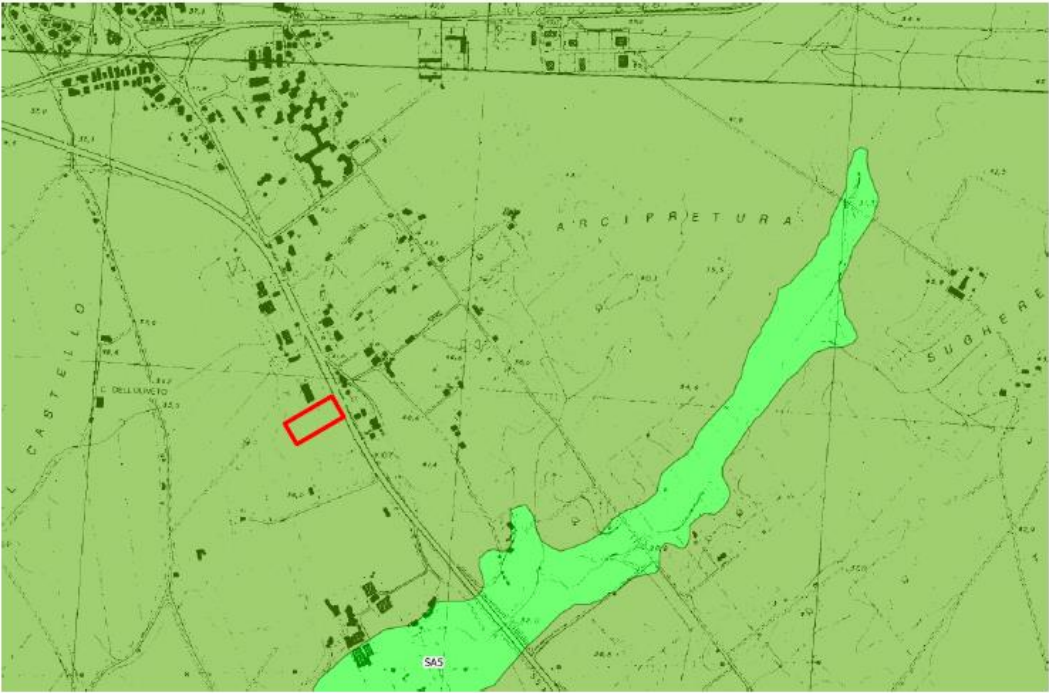


Carta litotecnica con ubicazione indagini DPSH e MASW

Scala 1:10.000

- Area in esame
- Depositi sabbioso limoso argillosi a luoghi cementati
- φ' compreso tra 32° e 38°

Allegato F



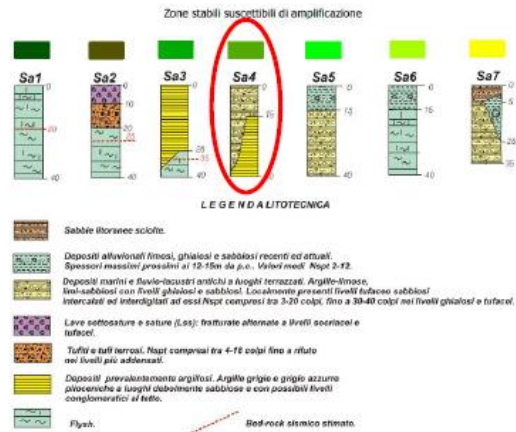
Stralcio MOPS liv. 1 – Sa4

Scala 1:10.000

 Area in esame

Legenda

- Elementi geomorfologici
- Orlo di scarpata morfologica (10-20 m).
- Zone suscettibili di instabilità
- Z11 - Instabilità di versante non definita
- Confine Comunale
-



Allegato G



Carta della pericolosità e della vulnerabilità

Scala 1:10.000



Area in esame



Assenti pericoli da frana e da alluvione



Fascia di rispetto stradale S.S. n. 1 Aurelia

Allegato H



Carta di idoneità territoriale

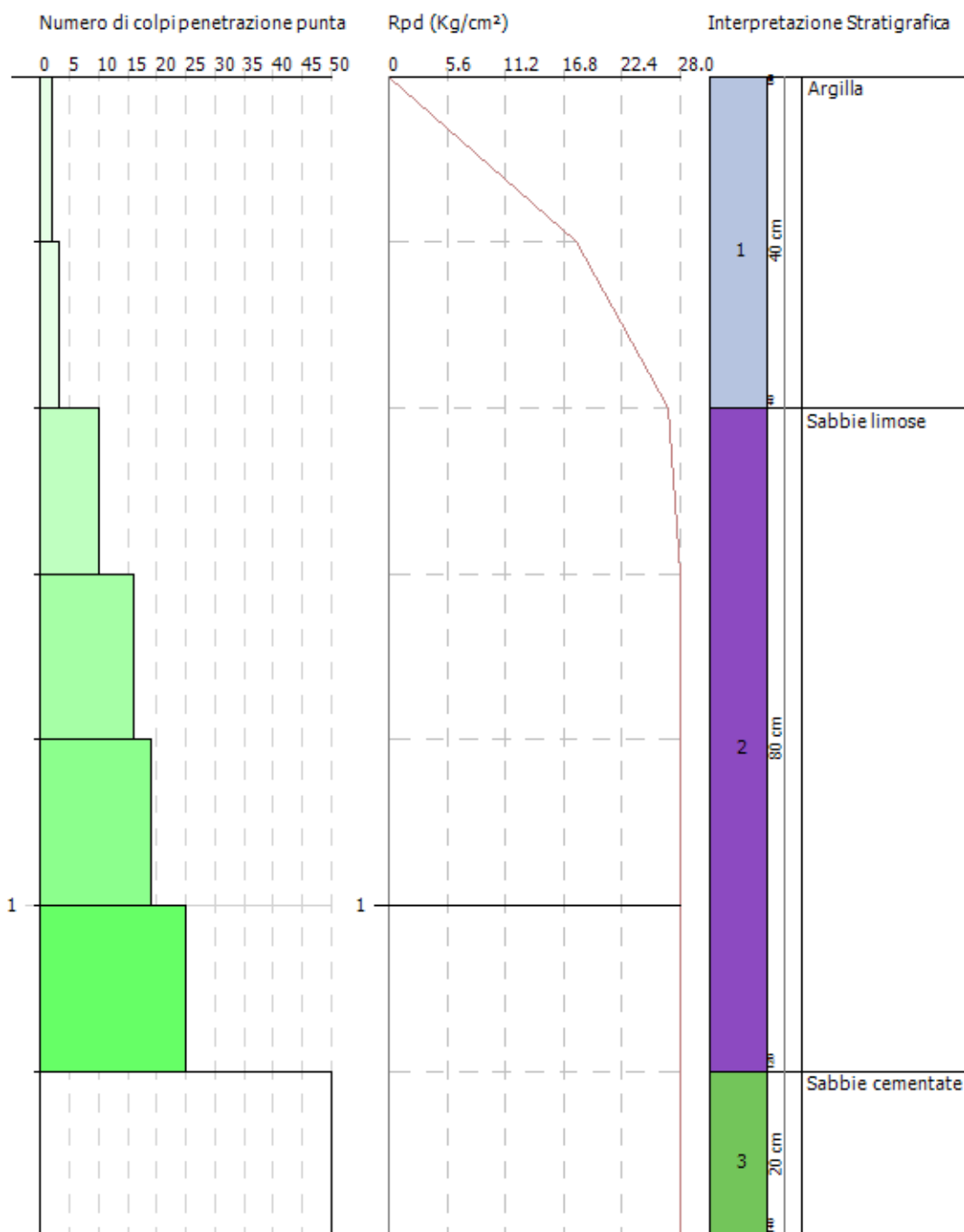
Scala 1:10.000

-  Area in esame
-  Aree idonee
-  Aree idonee con prescrizioni – Area con vincolo stradale

Committente: SOCIETA' AGRICOLA MAROLI S.S.
Descrizione:
Localita': Arcipretura - Montalto di Castro (VT)

15-01-2025

Scala 1:7



PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 15-01-2025

Profondita' prova 1.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	10	0.847	81.68	96.43	4.08	4.82
0.80	16	0.793	122.41	154.30	6.12	7.71
1.00	19	0.790	144.70	183.23	7.24	9.16
1.20	25	0.736	177.50	241.09	8.88	12.05
1.40	50	0.633	305.15	482.17	15.26	24.11

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2.5	26.27	Coesivo	0	1.68	1.87	0.03	1.47	3.68	Argilla
1.2	17.5	168.76	Incoerente	0	2.09	2.02	0.15	1.47	25.73	Sabbie limose
1.4	50	482.17	Incoerente	0	2.46	2.2	0.26	1.47	73.5	Sabbie cementate

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Argilla	3.68	0.40	0.23	0.46	0.00	0.15	0.36	0.79	0.33	0.71	0.18	0.61	0.46

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Argilla	3.68	0.40	Robertson (1983)	7.36

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman Sanglerat
[1] - Argilla	3.68	0.40	16.88	55.20	39.33	46.00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Argilla	3.68	0.40	21.92	36.80

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Argilla	3.68	0.40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[1] - Argilla	3.68	0.40	Meyerhof	1.68

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - Argilla	3.68	0.40	Meyerhof	1.87

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - Argilla	3.68	0.40		0

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	60.68	100	100	58.83
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	88.81	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corret to per prese nza falda	Peck- Hans on- Thorn burn- Meye rhof 1956	Meye rhof (1956)	Sowe rs (1961)	Malc ev (1964)	Meye rhof (1965)	Schm ertma nn (1977) Sabbie	Mitch ell & Katti (1981)	Shioi- Fuku ni 1982 (ROA D BRID GE SPEC IFIC ATIO N)	Japan ese Natio nal Railw ay	De Mello	Owas aki & Iwasa ki
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	34.35	27.35	35.2	34.37	38.66	42	32-35	34.65	34.72	30.74	37.68
[3] - Sabbie cemente tate	73.5	1.40	73.5	48	41	48.58	34.89	41.67	42	>38	48.2	49.05	34.31	53.34

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	362.07	205.84	304.31	372.98	203.65
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	611.95	588.00	868.00	731.25	442.50

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)
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	154.38	80.31	182.68	152.76
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	441.00	178.44	521.85	365.81

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	Classificazione A.G.I	MODERATA
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	Terzaghi-Peck 1948	1.66
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	Terzaghi-Peck 1948	1.95

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m³)
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	Terzaghi-Peck 1948	2.03
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	Terzaghi-Peck 1948	2.21

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	(A.G.I.)	0.3
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	(A.G.I.)	0.2

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)
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	1376.34	909.26
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	3691.68	1726.68

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	Ohta & Goto (1978) Limi	114.93
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	Ohta & Goto (1978) Limi	151.35

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73		---
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - Sabbie limose	25.73	1.20	25.73		---
[3] - Sabbie cementate	73.5	1.40	73.5		---



Indagine DPSH

PROVINCIA DI VITERBO
COMUNE DI MONTALTO DI CASTRO

**“STUDIO TRAMITE MASW PER LA
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI UN TERRENO
UBICATO IN LOC. ARCIPRETURA”**

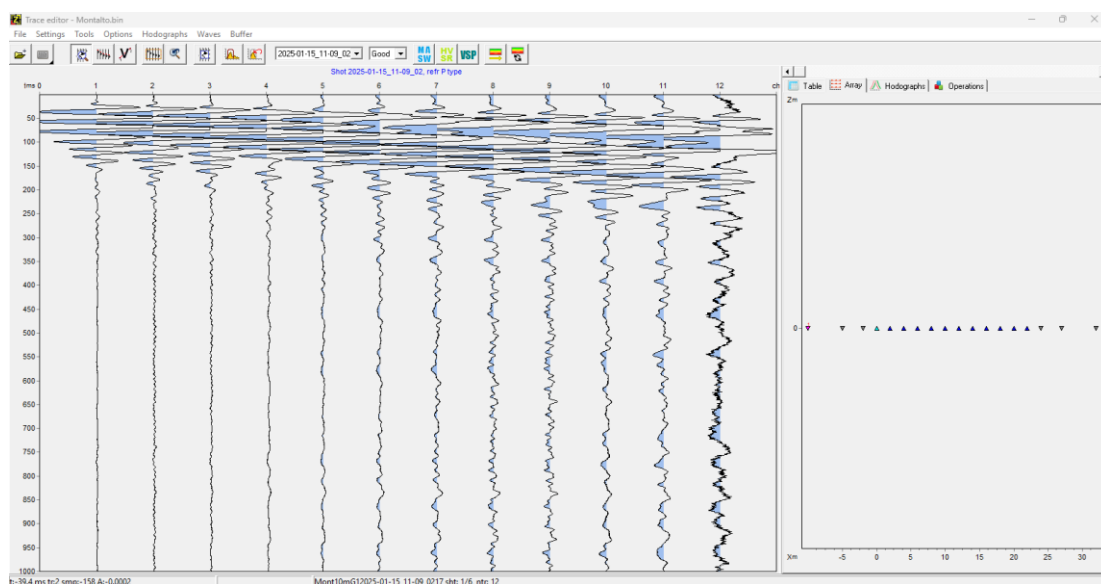
Richiedente: SOCIETA' AGRICOLA MAROLI S.S

Il Geologo: Dott. Daniele Tonelli

Orbetello, marzo 2025

PREMESSA

L'indagine è avvenuta con lo scopo di avere informazioni sulle caratteristiche sismiche di un terreno oggetto di declassificazione da industriale ad agricola in località Arcipretura, nel Comune di Montalto di Castro (VT).



Sismogramma

ANALISI SVOLTA CON LE ONDE SUPERFICIALI - MASW

CENNI TEORICI

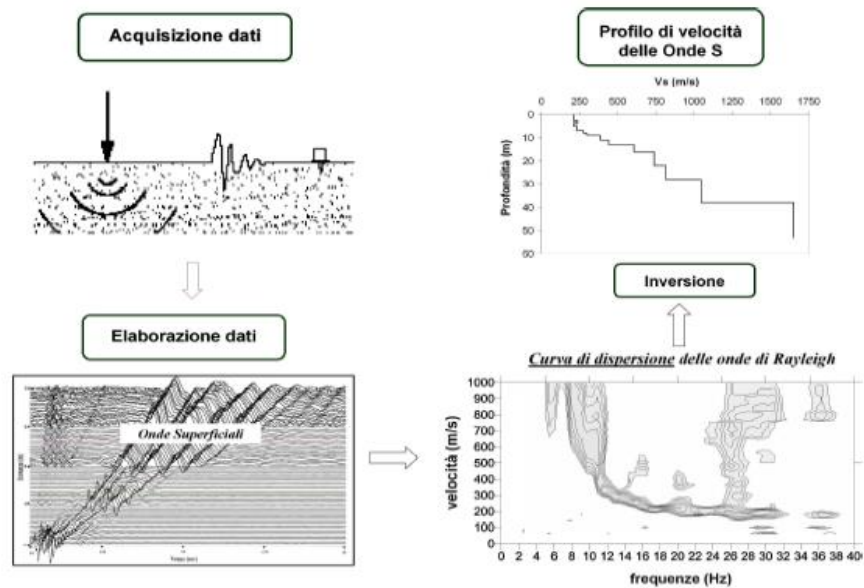
La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh.

Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali

presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità".

STRUMENTAZIONE USATA

- Sismografo PASI Gea24 12canali
- Cavo USB per collegamento a PC portatile
- Sistema di trigger con geofono starter
- 12 Geofoni verticali con basette in acciaio in case di pavimentazioni
- Cavo sismico, 12 tracce 65 mt, intervallo 5 mt con connettori

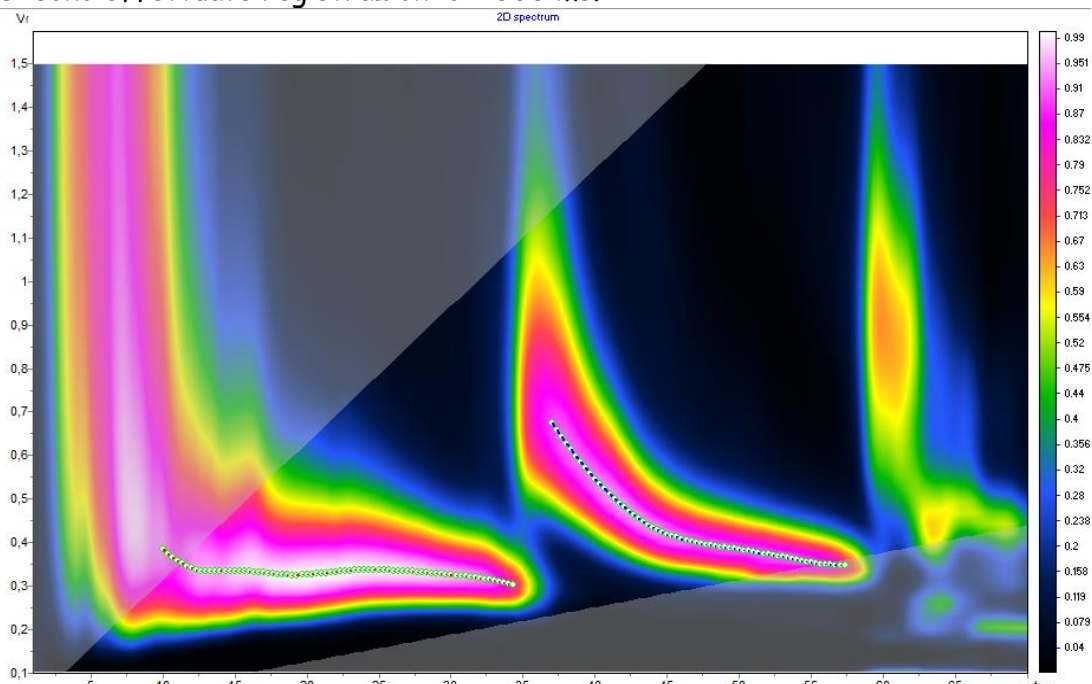
SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

Mazza battente (mazza da 8 kg) su piastra metallica in alluminio

MODALITA' OPERATIVA

Si sono disposti i geofoni sul terreno (passo 2 mt) quindi si è energizzato tramite 3 battute con mazza da 8 kg su piastra in alluminio (a 2/5/10 mt dal geofono 1 e a 2/5/10 mt dal geofono 12).

Si sono effettuate registrazioni di 1000 ms.



Curva di dispersione

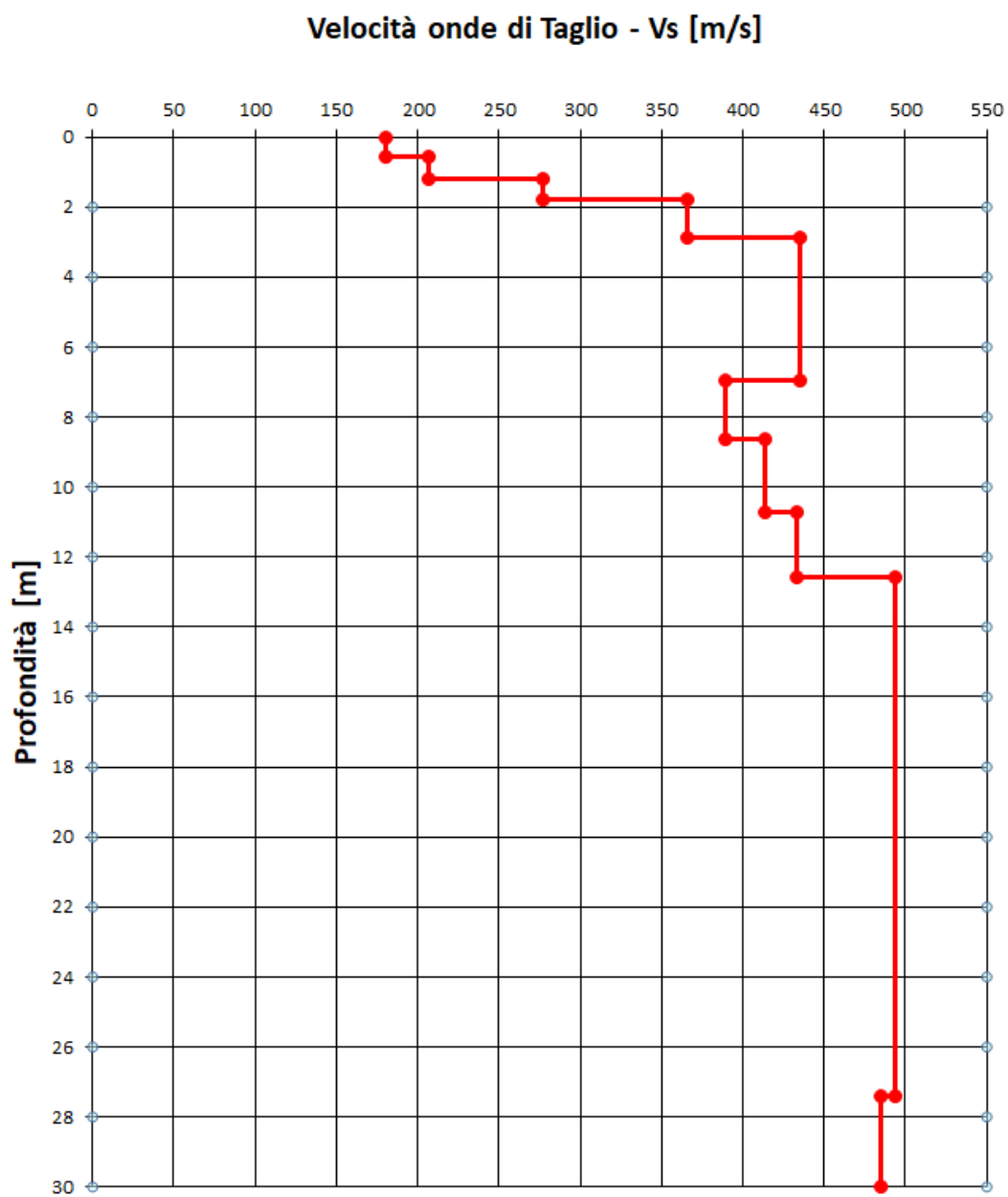


Grafico Vs

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/sec]	h/Vs
1	0,0	0,55	180	0,0030
2	0,5	0,65	207	0,0031
3	1,2	0,59	277	0,0021
4	1,8	1,11	366	0,0030
5	2,9	4,04	435	0,0093
6	6,9	1,70	389	0,0044
7	8,6	2,10	414	0,0051
8	10,7	1,85	433	0,0043
9	12,6	14,81	494	0,0300
10	27,4	2,61	485	0,0054

Per **velocità equivalente**, ai sensi delle **NTC 2018**, di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h(strato) e dalla velocità delle onde S Vs(strato). Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

$\Sigma h/V_s$	Vs equivalente	Quota posa
0,0697	430	fondazioni [m]
Substrato sismico	CATEGORIA SUOLO	0,0
-	B	

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	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.
B	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.
C	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.
D	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.
E	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.

Orbetello, 25 marzo 2025

Il Geologo

Dott. Daniele Tonelli



Indagine MASW