

COMUNE DI MONTALTO DI CASTRO
PROVINCIA DI VITERBO
PROGETTO: MONTALTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
 ELETTRICA DA FONTE EOLICA DELLA POTENZA DI 43,2 MW E SISTEMA DI
 ACCUMULO DA 27,6 MW

RELAZIONE GEOLOGICA

IL COMMITTENTE



Sorgenia Renewables s.r.l. – Via Alessandro
 Algardi 4 Milano Lombardia 20148

PROGETTAZIONE



Sede legale: Via Monte Nero, 27 – 01100
 Viterbo - PIVA 01889080568

IL TECNICO



REV.	DATA	DESCRIZIONE
0	30/10/2023	Prima emissione
1		
2		
3		

N.
R.12

REVISIONE
00



Regione Toscana



INDICE

1. Premessa ed ubicazione sito	3
2. Metodi d'indagine e normativa di riferimento.....	18
3. Inquadramento geologico generale	23
4. Geomorfologia del sito	25
6. Idrografia ed idrogeologia del sito	34
7. Pericolosità sismica.....	36
8. Area impianto BESS (geologia, geomorfologia, idrogeologia, sismica e geotecnica) ..	65
9. Bibliografia.....	78
10. Allegati.....	79

Relazione di 96 pagine inclusi allegati

1. Premessa ed ubicazione sito

L'indagine è stata svolta su incarico della Switch Engineering Srl, al fine di progettare la costruzione di sei aerogeneratori, in relazione alle caratteristiche geologiche, sismiche, idrogeologiche, geotecniche e geomorfologiche del sito.

Gli aerogeneratori consistono in strutture metalliche alte oltre 100 m, poggianti generalmente su un plinto in cemento armato, a sua volta fondato su pali.

La zona in esame si trova a circa 8 km in direzione nord nord-ovest dal centro del paese, è compresa nel foglio 136 Tuscania, quadrante III, tavolette NO Pescia Fiorentina, NE Riminino, SO Pescia Romana e SE Montalto di Castro, nelle C.T.R. 343151, 343164, 343163, 343153, 343152 e 353031 ed è distinta al catasto al foglio 5 part. 112 e 122, foglio 11 part. 157, foglio 10 part. 148, foglio 18 part.22 e foglio 12 part.58 (fig. 1-14).

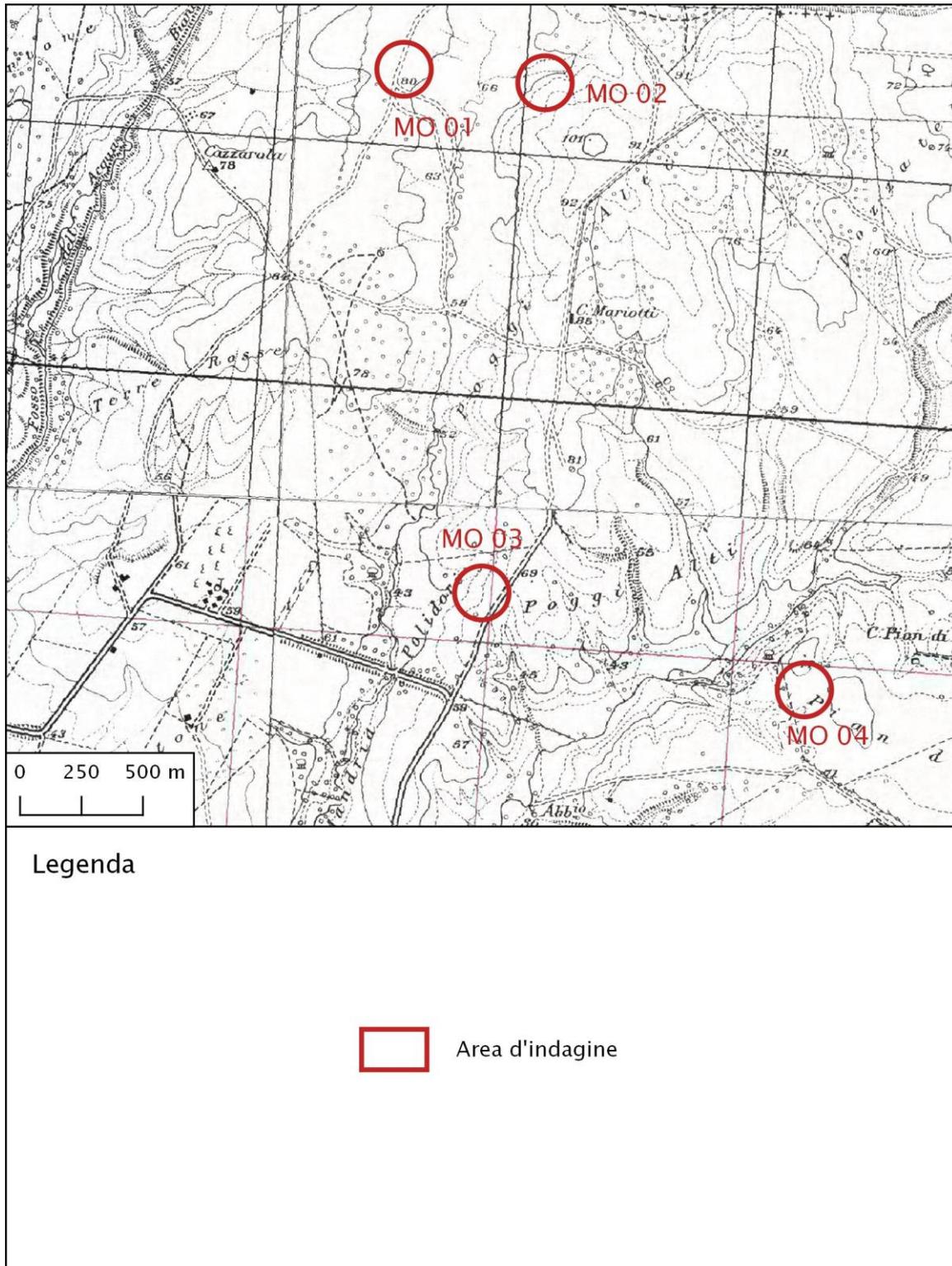


Fig. 1 – I.G.M. F. 136 III NE Rimini 136 III SE Montalto, scala 1:25.000

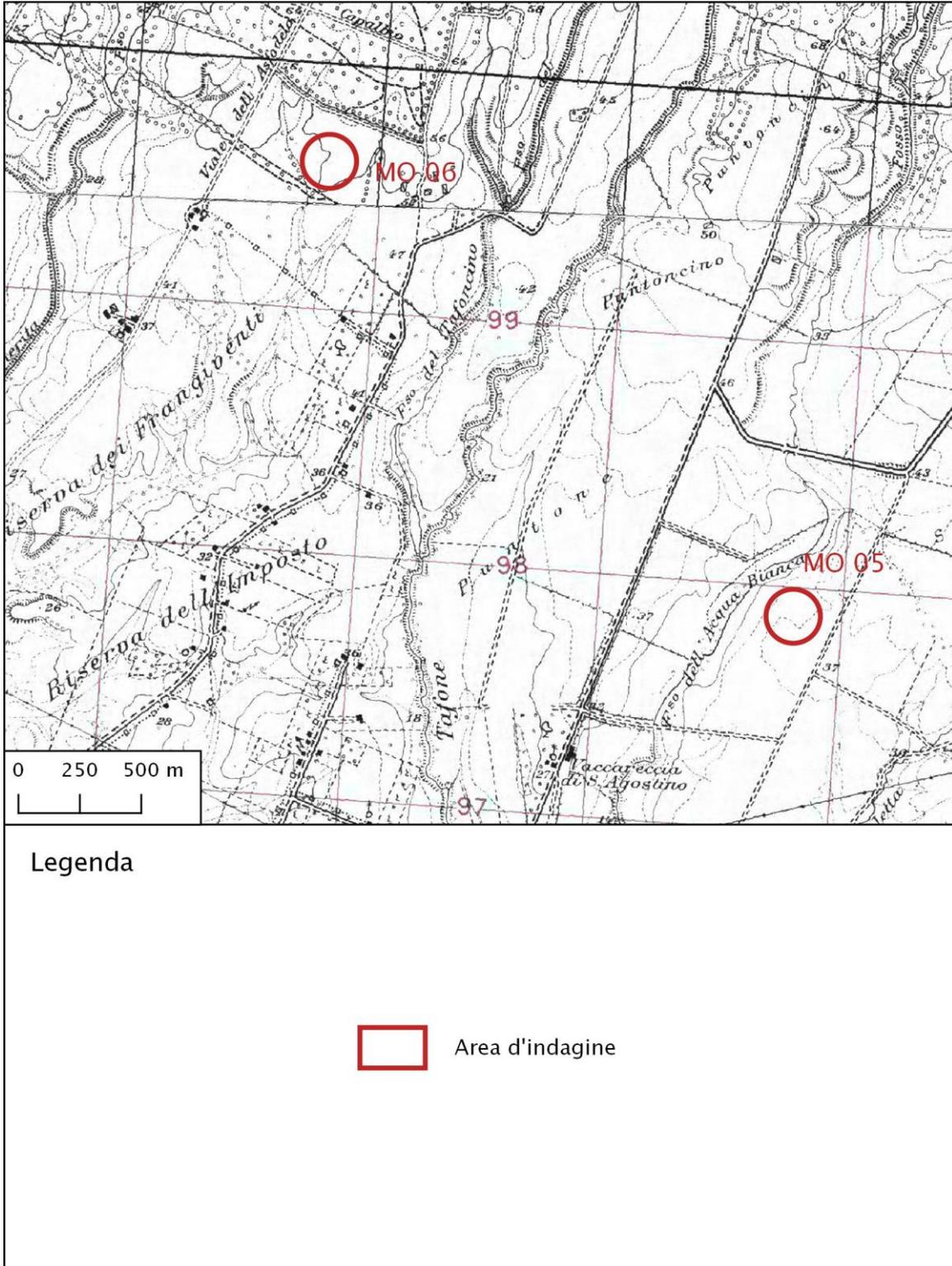


Fig. 2 – I.G.M. F.136 III SO Pescia Romana 136 III NO Pescia Fiorentina, scala 1:25.000

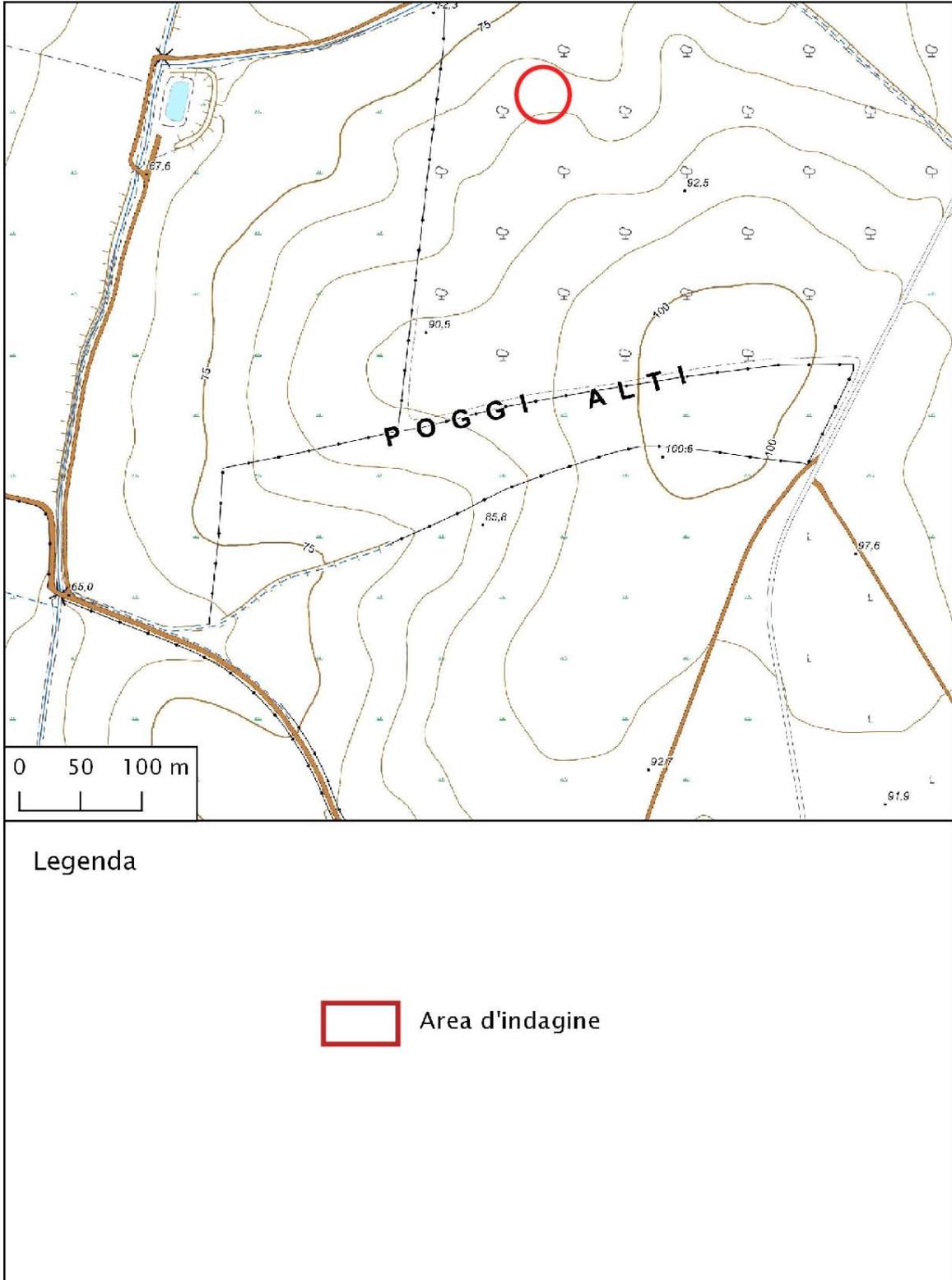


Fig. 4 - Aerogeneratore 2 - carta C.T.R. 343164 Poggi Alti, scala 1:5.000

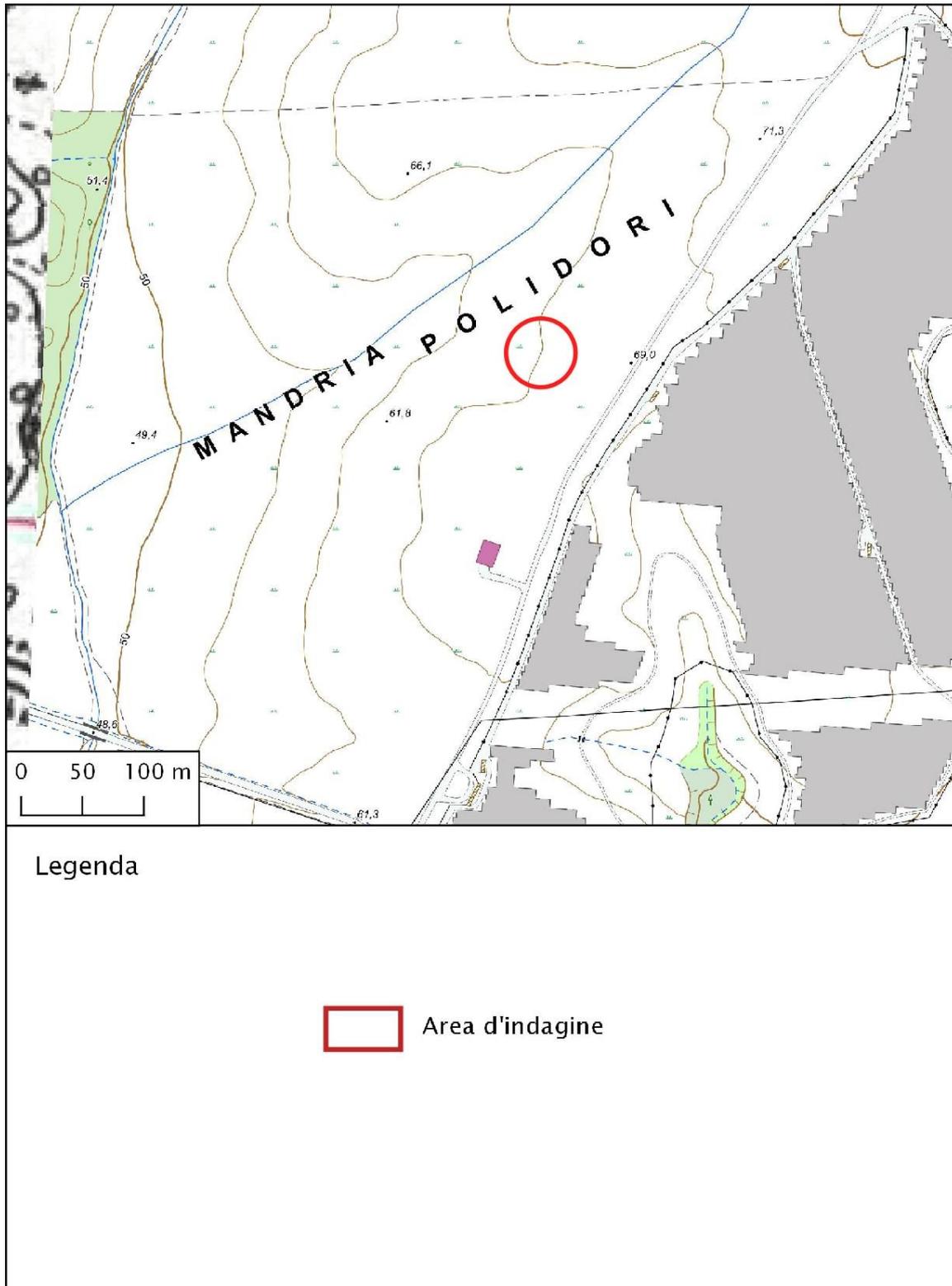


Fig. 5 - Aerogeneratore 3 -carta C.T.R. 343163 Pian di Maggio, scala 1:5.000

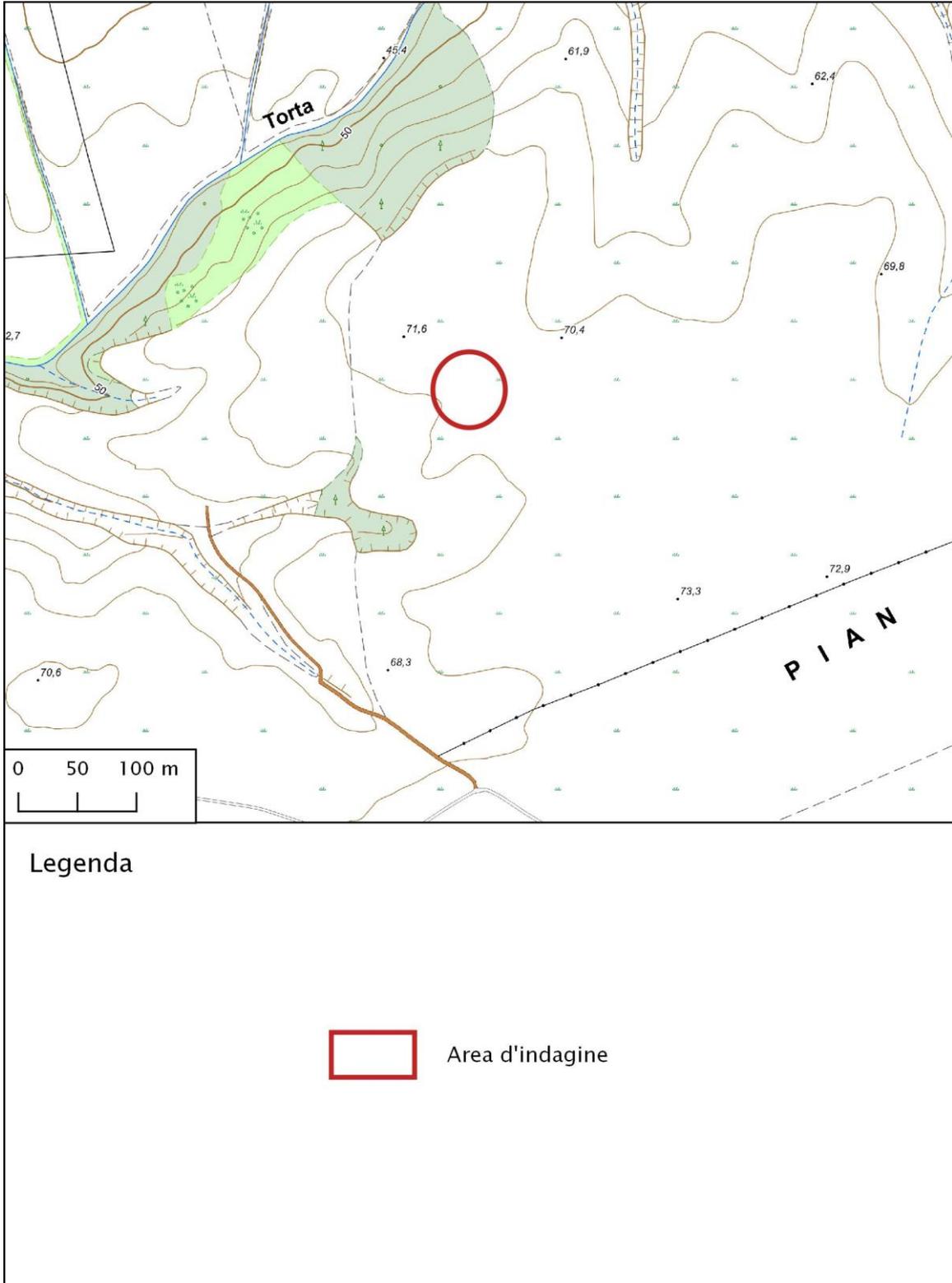


Fig. 6 -Aereogeneratore 4 - carta C.T.R. 343163 Pian di Maggio, scala 1:5.000

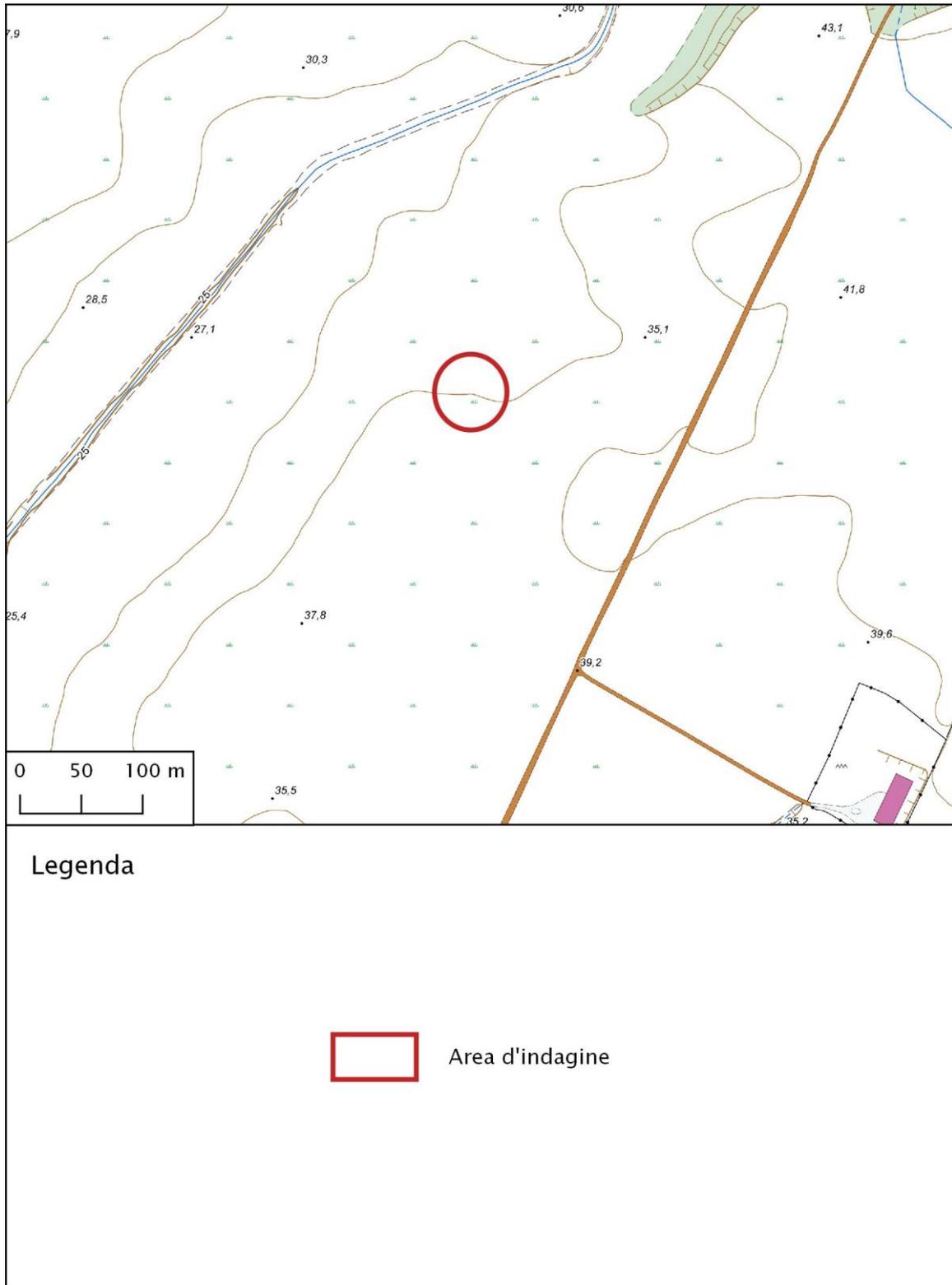


Fig. 7 – Aerogeneratore 5 - carta C.T.R. 343152 La Memoria, scala 1:5.000

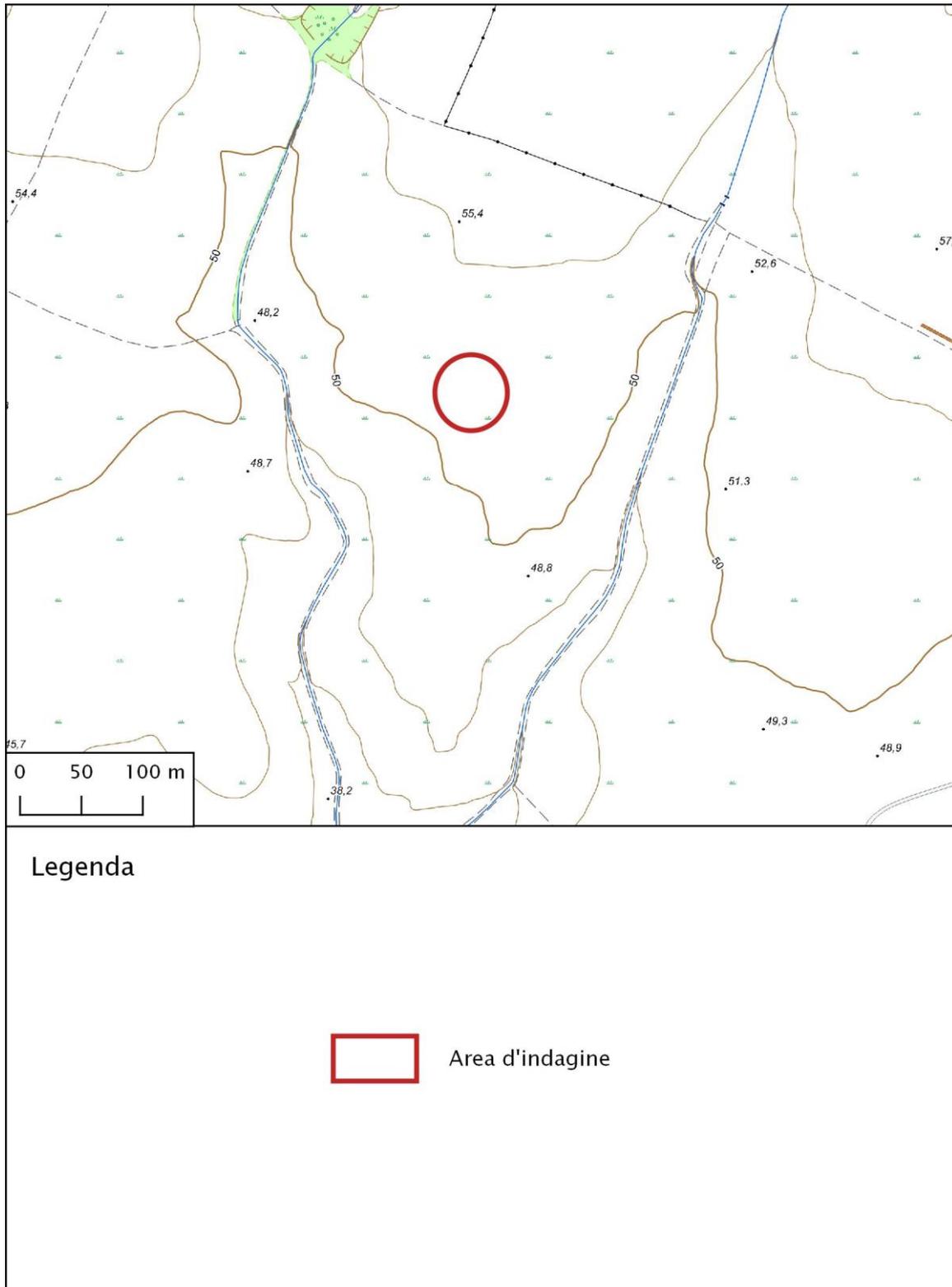


Fig. 8 – Aerogeneratore 6 -carta C.T.R. Querciolare, scala 1:5.000



Legenda

 Area d'indagine

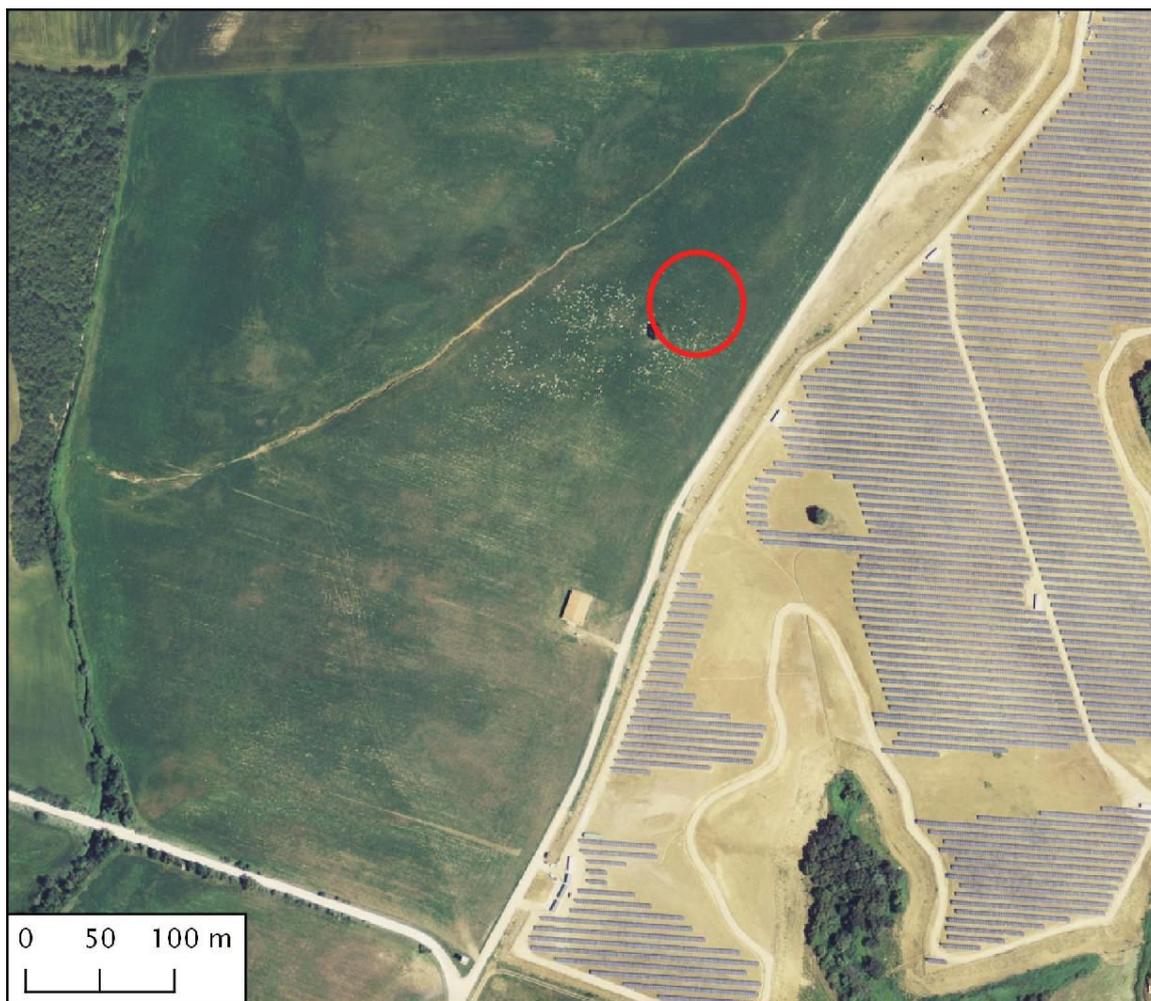
Fig. 9 – Aerogeneratore 1 - foto aerea da *Google Earth* – stralcio non in scala



Legenda

 Area d'indagine

Fig. 10 – Aerogeneratore 2 - foto aerea da *Google Earth* – stralcio non in scala



Legenda

 Area d'indagine

Fig. 11 – Aerogeneratore 3 - foto aerea da *Google Earth* – stralcio non in scala

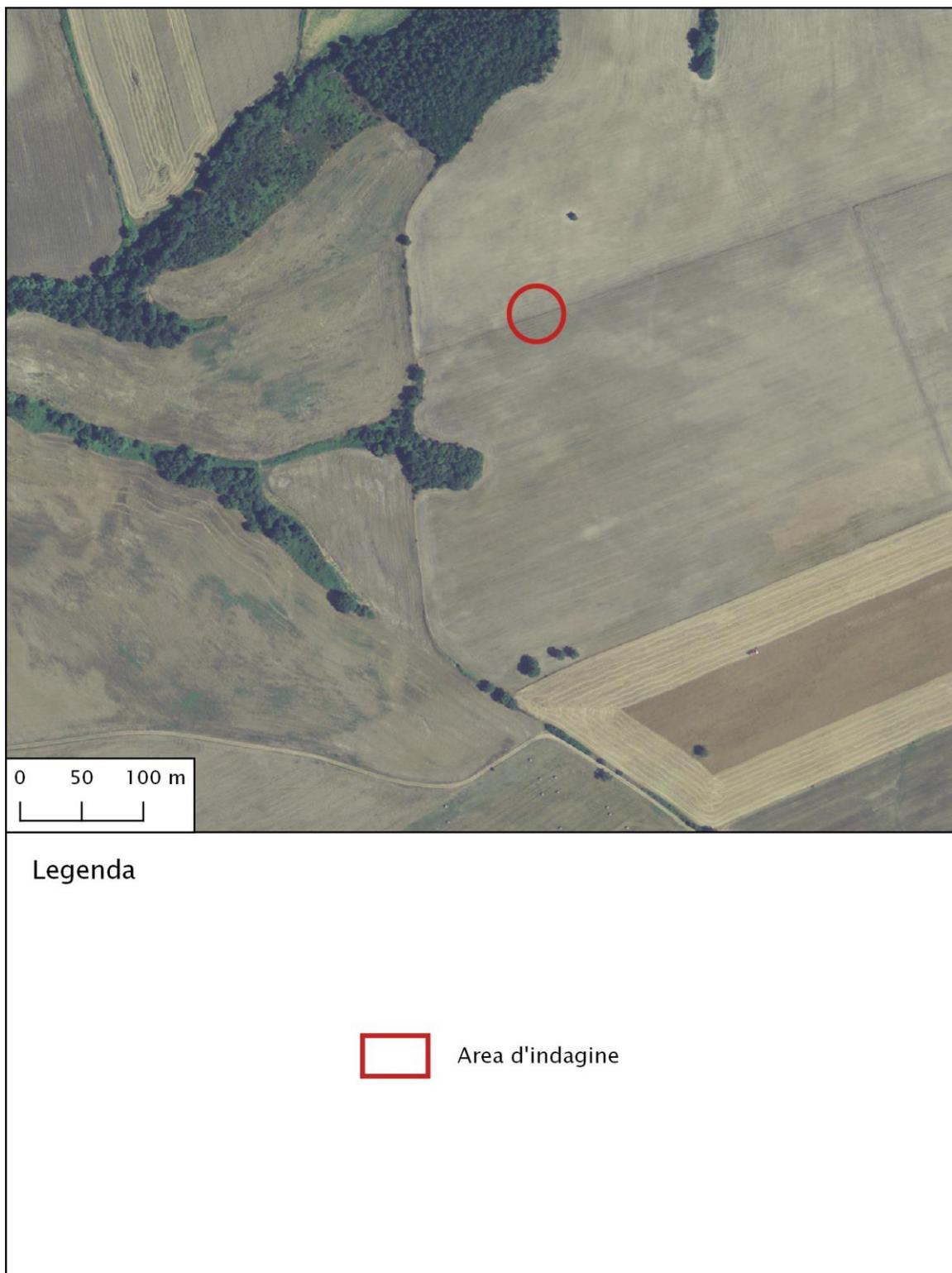


Fig. 12 – Aerogeneratore 4 - foto aerea da *Google Earth* – stralcio non in scala

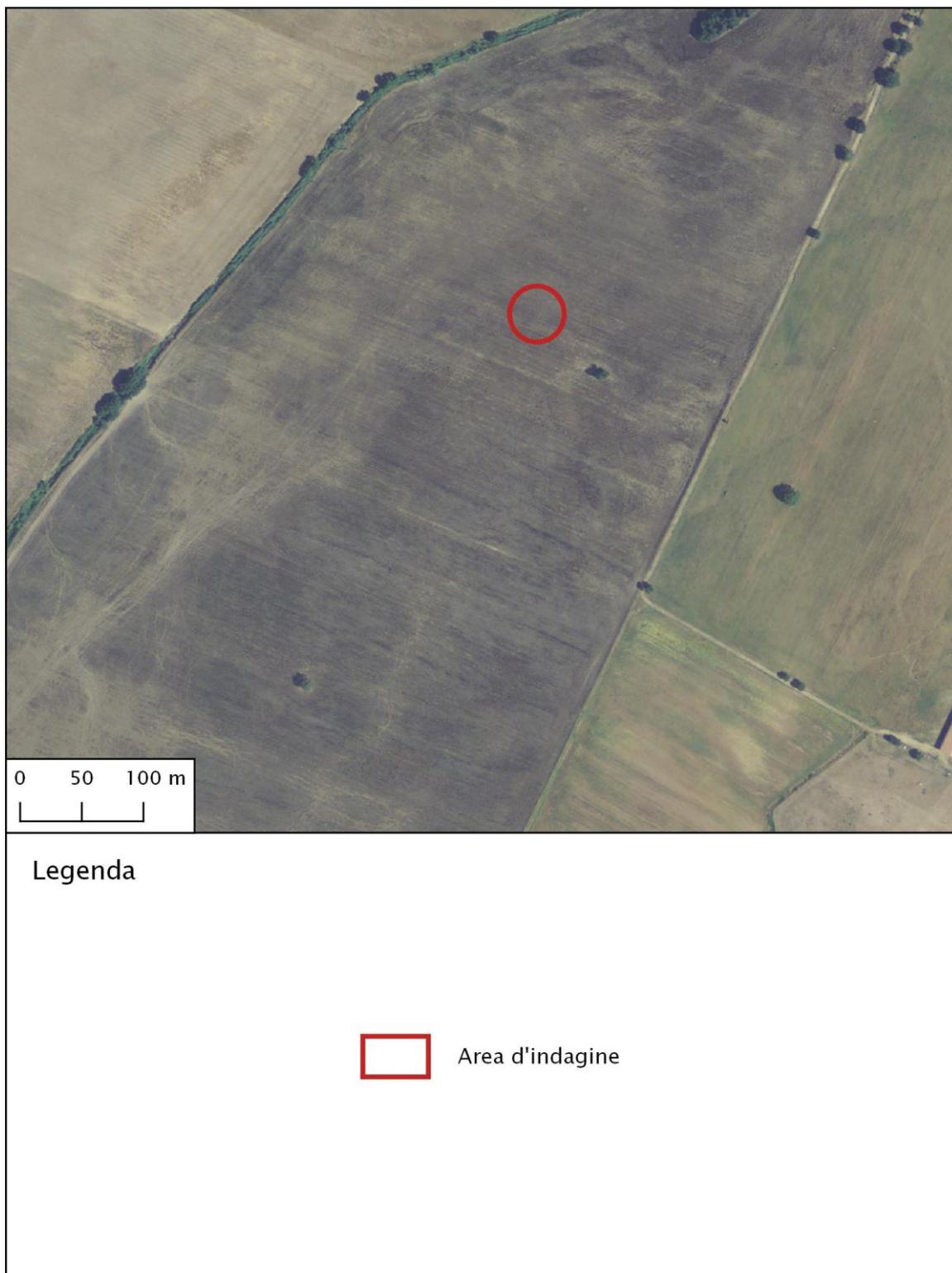


Fig. 13 – Aerogeneratore 5 - foto aerea da *Google Earth* – stralcio non in scala

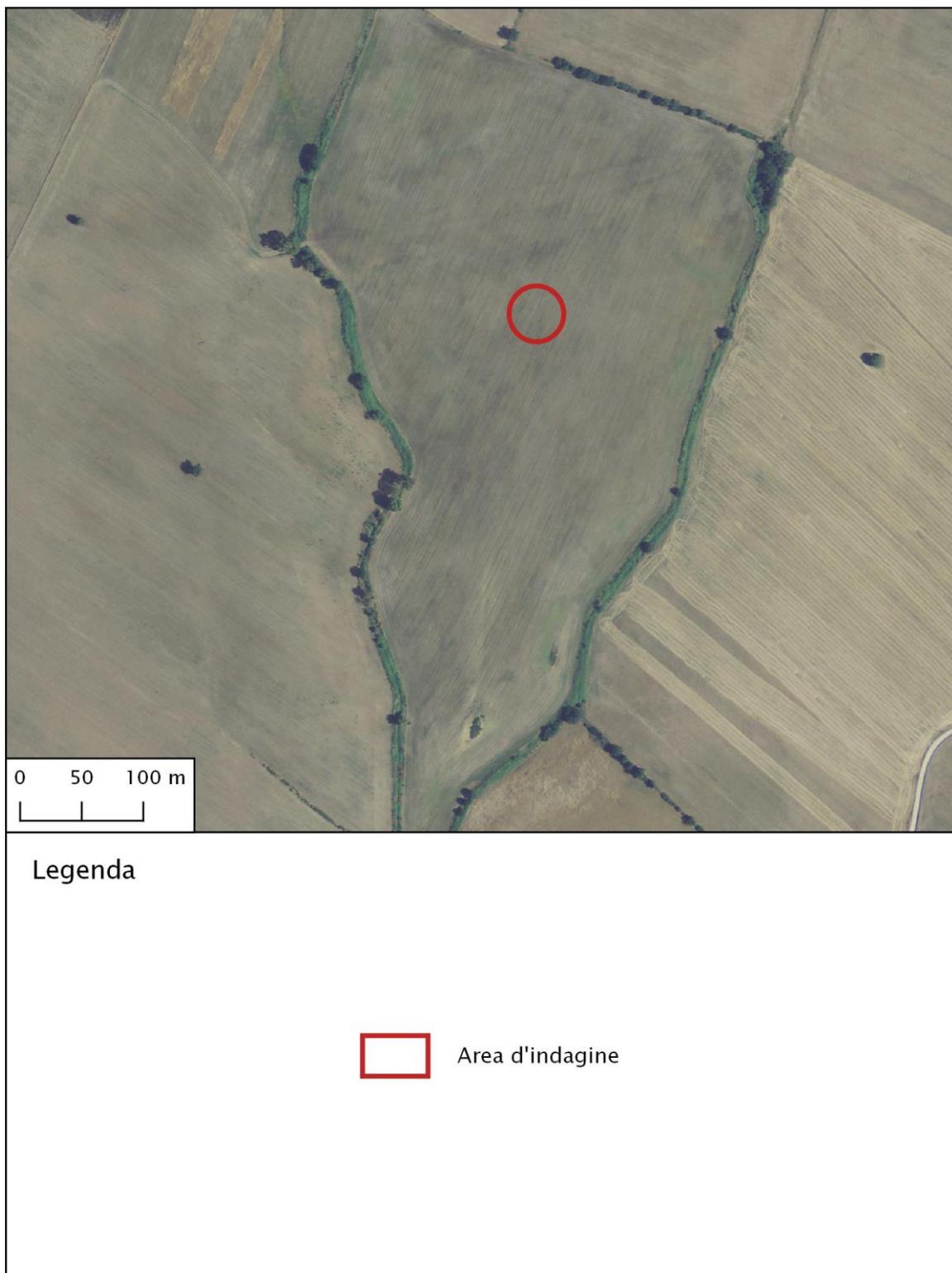


Fig. 14 – Aerogeneratore 6 - foto aerea da *Google Earth* – stralcio non in scala

2. Metodi d'indagine e normativa di riferimento

Lo studio è stato condotto secondo quanto previsto dalla normativa edilizia vigente:

Legge 02 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 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. Coordinato con la Circolare del Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483 - Istruzioni per l'applicazione.

D.P.R. 328 5 giugno 2001, art. 41. Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni nonché della disciplina dei relativi ordinamenti (art.41 – attività professionali del geologo)

Ord. P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. e documenti correlati.

DPR 6 giugno 2001, n.380. Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)

N.T.C. 2018 Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare 7/2019 C.S.LL.PP. criteri di attuazione delle NTC 2018

Per il Lazio:

Regolamento Regione Lazio D.G.R. 26/2020 e s.m.i. D.G.R. n° 189/2021 “.....Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico

D. 3267/23, R.D. 1126/26, D.G.R. Lazio n° 970/22, Regolamento per il vincolo idrogeologico

D.G.R. 545/2010 Linee guida Microzonazione Sismica

D.G.R. 387/09 Nuova Classificazione Sismica Regione Lazio

D.G.R. 490/11 Approvazione degli abachi Regionali per la Microzonazione...

D.G.R. 493/19 e 793/20 Classi d'Uso

Per la Toscana:

DPGR n.36/R 2009 Norme per il governo del territorio

In accordo con il progettista, vista la consistenza delle opere (classe III), la classificazione sismica locale (classe 3B), il livello di progettazione preliminare e considerate le conoscenze geologiche della zona, il grado di pericolosità medio, si è proceduto alle seguenti operazioni:

- a) Rilevamento geologico delle aree
- b) Esecuzione prove geofisiche M.A.S.W. (foto 1), per la classificazione sismica del suolo
- c) Esecuzione prove geofisiche H.V.S.R. (foto 2) per la determinazione della frequenza di risonanza del terreno
- d) Esecuzione prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH per la stima dei parametri geotecnici dei terreni (foto 3)
- e) Esecuzione sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati (foto 4)
- f) Esecuzione di prove di laboratorio
- g) Consultazione della bibliografia esistente e dei dati di archivio dell'autore

PROGETTI	PERICOLOSITA'				
	Zona Sismica				
	1	2a	2b	3a	3b
classi d'uso I e II	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
classe d'uso III	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
classe d'uso IV	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

	TERRENI
<p>Livello di Rischio Sismico MEDIO</p>	<p>a) Almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU) , dinamica, (DPSH) o dilatometriche DMT, oppure, almeno 2 Prove Penetrometriche statiche (CPT, CPTE, CPTU) o dinamiche (DPSH), che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.</p> <p>b) In sostituzione delle prove di cui alla lett. a) che precede, solo per le classi III e IV: almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU), dinamica (DPSH) o dilatometriche DMT, che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.</p> <p>c) Nel caso di esecuzione del Sondaggio Geognostico: prelievo di campioni quando la litologia consente un campionamento indisturbato o almeno significativo, del terreno fondazionale da sottoporre a Prove Geotecniche di laboratorio, certificate ai sensi dell'articolo 59 del DPR 380/2001, per la definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche (Prova di Taglio Diretta, Prova Edometrica, Prova Triassiale, Prova di Taglio Cidico, Colonna Risonante, ecc.);</p> <p>d) Almeno 2 Prova Sismiche in sito attive (MASW, SASW, MFT, FTAN, ecc.) o passive (REMI, SPAC, ESAC, f-k, MAAM, ecc.), possibilmente perpendicolari tra di loro per la definizione del profilo di velocità dell'onda S.</p> <p>e) Almeno 1 Acquisizione di Microtremore Sismico a stazione singola (HVSR), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno;</p> <p>f) Almeno una prova sismica diretta in foro (DH, CH, SDMT) eseguita fino alla profondità pari al raggiungimento del bedrock sismico o comunque fino alla profondità di almeno 30 metri i, in tutti i casi in cui dovrà essere eseguito uno studio di Risposta Sismica Locale (RSL) per le classi d'uso III e IV.</p> <p>g) Analisi della Risposta Sismica Locale, per tutte le classi d'uso III e IV come previsto dalla DGR 493/19 ed in tutti i casi in cui (es. inversioni di velocità, bruschi passaggi di rigidità, ecc.) il sottosuolo non è classificabile nelle categorie di cui alla Tabella 3.2.11 delle NTC'18, eseguita tramite:</p> <ul style="list-style-type: none"> • codice di calcolo 1D unicamente per sottosuoli costituiti da strati orizzontali continui e superficie topografica piana; • codice di calcolo 2D da eseguire per sottosuoli non costituiti da strati orizzontali continui e superficie topografica non pianeggiante.



Foto 1 – prove sismiche M.A.S.W.



Foto 2 – prove sismiche H.V.S.R.



Foto 3 – prove D.P.S.H.



Foto 4 – Sondaggi

3. Inquadramento geologico generale

L'assetto geologico della fascia costiera del Lazio settentrionale è caratterizzata dalla sua evoluzione quaternaria e in particolare dalla successione di importanti terrazzi marini.

I terrazzi sono l'espressione geologica e geomorfologica delle variazioni della linea di costa, legate ai sollevamenti e abbassamenti tettonici nonché alle variazioni climatiche nei periodi glaciali ed interglaciali.

I terrazzi marini sono costituiti da una sequenza alternata di forme di erosione e forme di prevalente deposizione, con gradini morfologici sviluppati in direzione all'incirca parallela alla costa attuale, che separano ampie superfici pianeggianti leggermente digradanti verso il mare.

I depositi marini fanno parte del ciclo neoautoctono e vanno a ricoprire il substrato alloctono della serie toscana e del suo basamento.

La successione neoautoctona inizia con sedimenti limoso argillosi, con ghiaie o gessi del Miocene superiore, seguiti dai potenti sedimenti di mare profondo.

All'inizio del Pliocene inferiore si verifica, in tutta la Toscana meridionale e il Lazio settentrionale, un'ampia trasgressione marina, susseguente ad una generalizzata subsidenza regionale.

Le facies sono caratterizzate da una sedimentazione molto fine ("Argille azzurre"); la sequenza pliocenica inferiore, pur iniziando con la deposizione di un'argilla in tutta l'area, è poi evoluta, in alcune zone, in una sedimentazione di ambiente costiero.

Le formazioni Pleistoceniche sono caratterizzate da una giacitura sub orizzontale, con generica vergenza verso il mare, mentre le superfici trasgressive, relative agli stessi ordini, risultano a volte dislocate a quote diverse; ciò in relazione all'interazione tra la tettonica e le fluttuazioni del livello marino.

Attualmente si riconoscono almeno cinque spianate di erosione e/o di accumulo, che si susseguono, con quote via via maggiori, dalla costa fino a quote superiori ai 200 metri s.l.m.

Nel Pleistocene inferiore furono depositati terreni di tipo prevalentemente argillo limoso passanti, in alto, a depositi sabbiosi e conglomeratici che affiorano diffusamente lungo la valle del Fiora.

La suddivisione dei depositi terrazzati è il frutto di recentissime interpretazioni fornite da vari autori che hanno riconosciuto la presenza di terrazzi sia fluviali che marini.

Successivamente, la deposizione fu caratterizzata dall'arrivo di un ingente quantitativo di materiale piroclastico, legato all'inizio dell'attività vulcanica del vicino apparato vulsino. I terreni più recenti, datati al Pleistocene medio e superiore, sono formati da depositi prevalentemente sabbioso ghiaiosi, in facies variabile da continentale a costiera con una percentuale importante di minerali vulcanici rimaneggiati.

Questi depositi furono legati alle ultime tre trasgressioni eustatiche, verificatesi durante i picchi interglaciali, rispettivamente 300.000, 200.000 e 125.000 anni fa, con quote che raggiungono i 65 – 45 e 25 metri s.l.m.

La morfologia del territorio è costituita quindi da una esteso versante inclinato verso ovest, cioè in direzione della costa tirrenica, inciso da un reticolo idrografico, dendritico sub parallelo, che drena da nord est verso sud ovest, movimentato da numerose colline di altezza modesta.

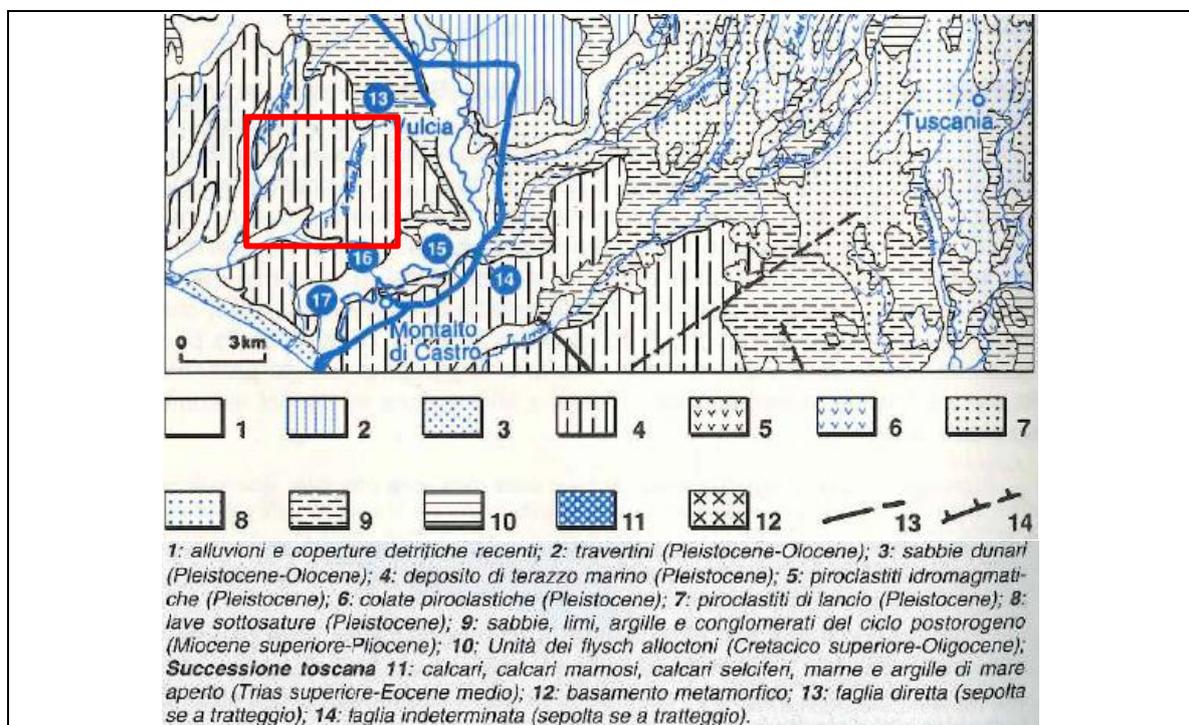


Fig. 15 - stralcio carta geologica della fascia costiera

(da: Guide geologiche Regionali, Lazio 1998)

4. Geomorfologia del sito

La morfologia generale della zona è piuttosto dolce e caratterizzata dalla presenza di basse alture, con quote massime non superiori ai 90 metri (foto 5).

Questa morfologia è il frutto dell'erosione di ampi terrazzi di origine prettamente marina, incisi da un reticolo idrografico dendritico subparallelo, che drena verso ovest – sud ovest, cioè verso la costa tirrenica.

Le uniche evidenze geomorfologiche di rilievo sono dovute proprio all'incisione dei numerosi corsi d'acqua, come quelli prossimi ai terreni interessati dagli aerogeneratori. La mancanza di elementi geomorfologici di spicco rende la zona complessivamente esente da rischi di dissesto, così come rilevabile dalla cartografia P.A.I. redatta dall'ex Autorità dei Bacini Regionali del Lazio (fig. 15-19).

Le aeree sono tutte coltivate a seminativo e durante i sopralluoghi non hanno evidenziato fenomeni di erosione superficiale degni di nota.

Sono presenti, invece, alcuni piccoli canali di raccolta delle acque superficiali che recapitano nel reticolo idrografico superficiale.

Tutti gli aerogeneratori sono posti a distanza di sicurezza dagli alvei dei corsi d'acqua e quindi non suscettibili a rischi derivanti da episodi di esondazione.



Foto 5 – vista campo calcio lato ovest

L'area di imposta dell'aerogeneratore MO01, posta sulla sommità del poggio, ha una quota media di 86 metri sul livello del mare e una pendenza media del 5 %, con quote in calo verso est, cioè verso l'alveo del fosso di Ponte Rotto. La pendenza media dell'intero versante è intorno al 10 % circa.

L'area 2 ha una quota media di 80 metri sul livello del mare ed una pendenza media del 11 %, orientata verso nord ovest, cioè verso l'alveo del fosso di Ponte Rotto. La pendenza si mantiene costante su tutto il terreno.

L'area 3 ha una quota media di 65 metri sul livello del mare ed una pendenza media del 7 %, con quote in calo verso ovest, cioè verso l'alveo del fosso di Ponte Rotto. La pendenza si mantiene costante lungo il pendio.

L'area 4 ha una quota media di 71 metri sul livello del mare ed una pendenza media del 9 %, con quote in calo verso ovest, cioè verso l'alveo del fosso della Sughera Torta. La pendenza diminuisce sotto il 5% circa in corrispondenza dell'aerogeneratore, che sarà realizzato sulla cima del poggio.

L'area 5 ha una quota media di 36 metri sul livello del mare ed una pendenza media del 4 %, con quote in calo verso ovest, cioè verso l'alveo del fosso dell'Acqua Bianca.

La pendenza rimane costante in corrispondenza dell'aerogeneratore, che sarà realizzato lungo la parte alta del versante.

L'area 6 ha una quota media di 52 metri sul livello del mare ed una pendenza media del 4 %, con quote in calo verso sud ovest, cioè verso un affluente del fosso della Margherita.

La pendenza diminuisce sotto il 3 % circa in corrispondenza dell'aerogeneratore, che sarà realizzato quasi in cima al poggio.

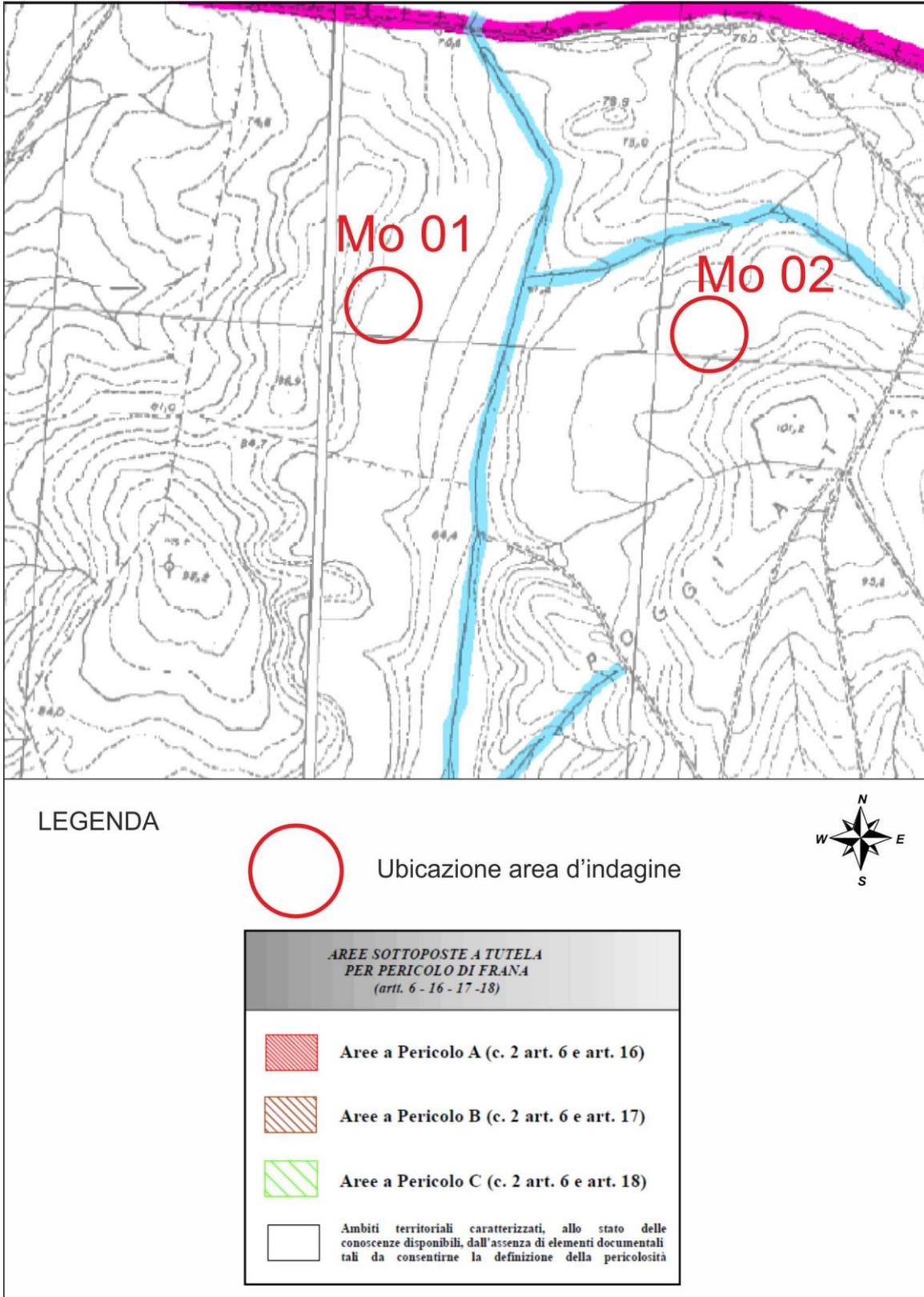


Fig. 15 – Aerogeneratori 1 e 2 - carta P.A.I. ex Bacini Regionali del Lazio– scala 1:10.000

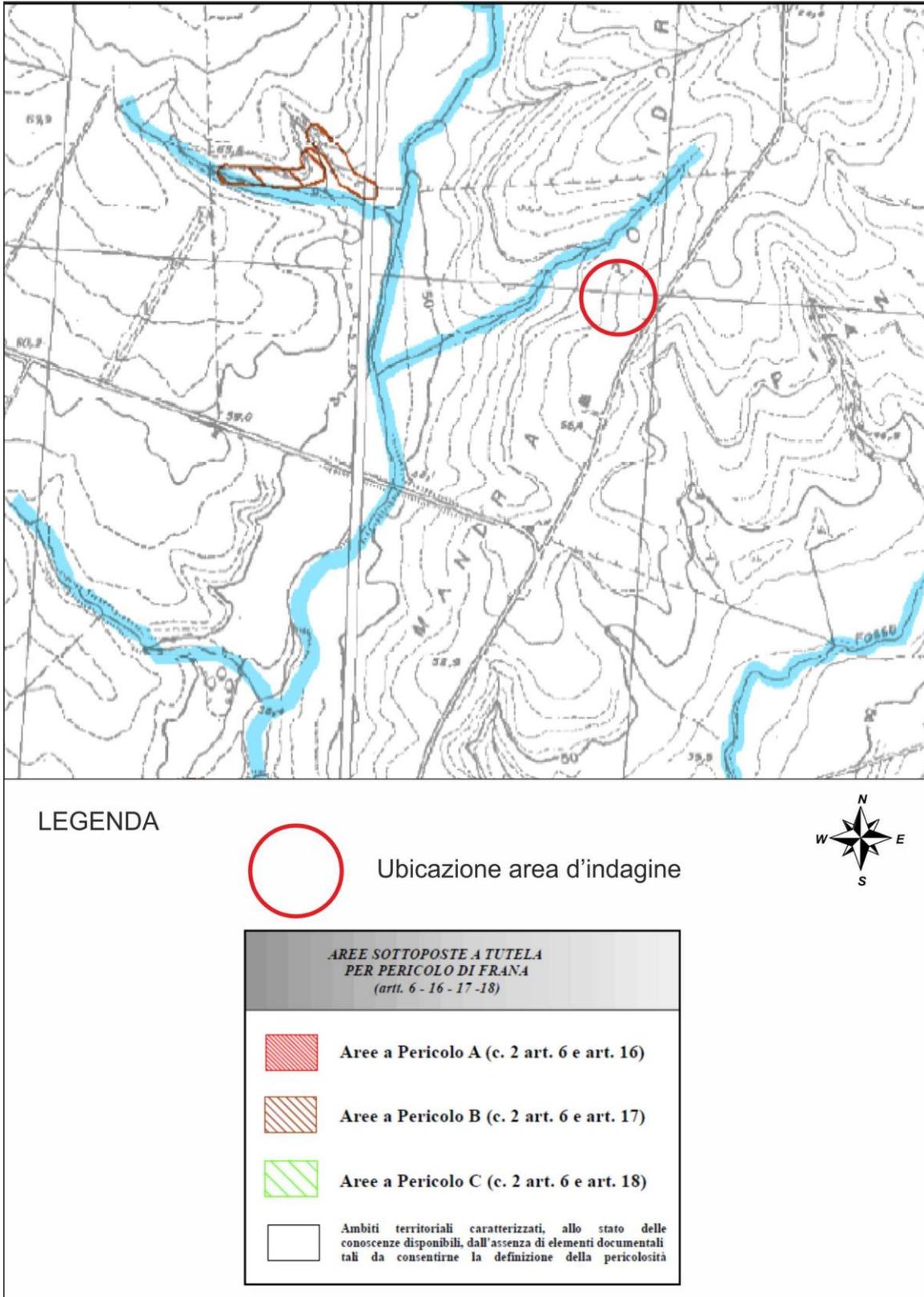


Fig. 16 – Aereogeneratore 3 - carta P.A.I. ex Bacini Regionali del Lazio– scala 1:10.000

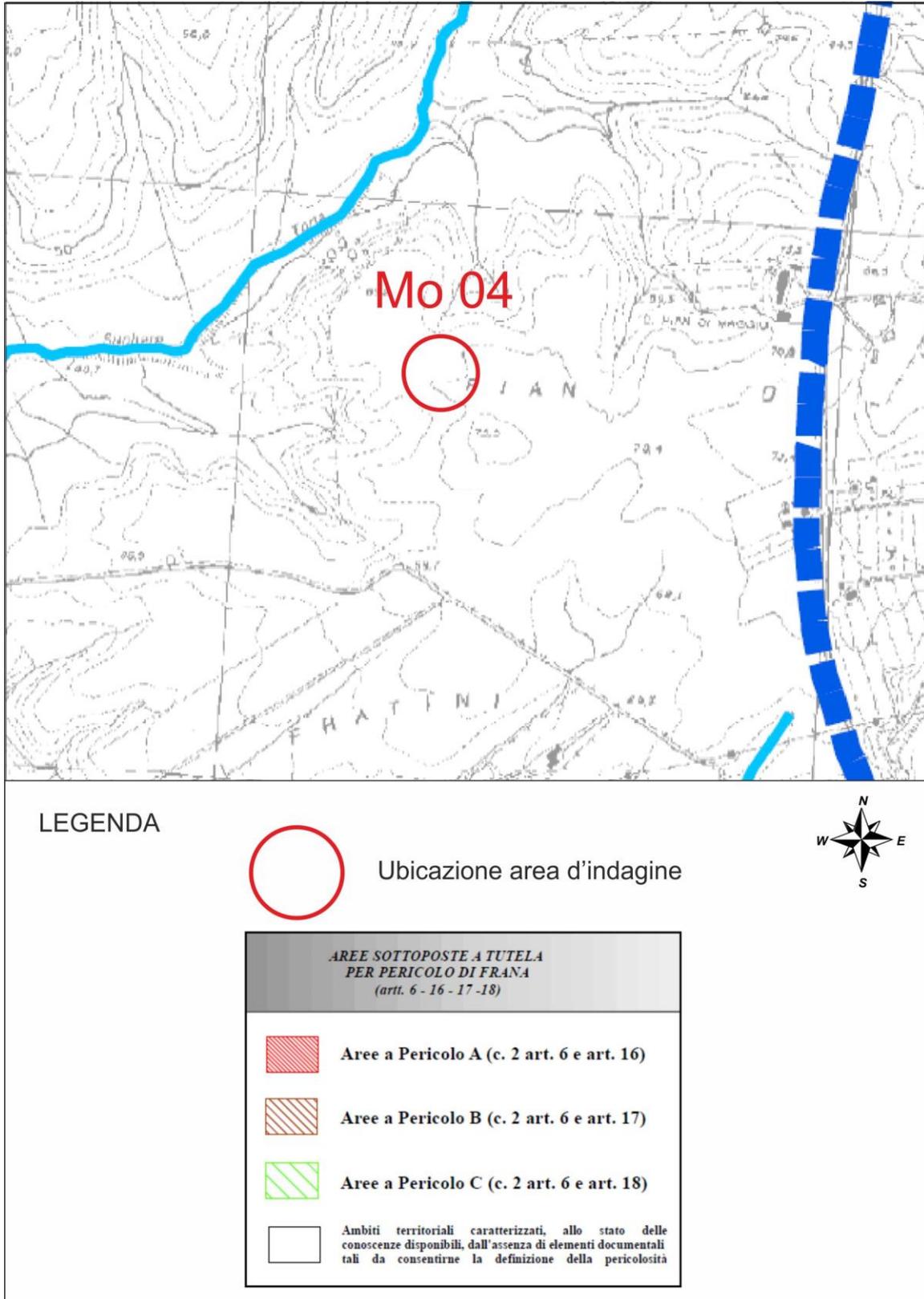


Fig. 17 – Aerogeneratore 4 - carta P.A.I. ex Bacini Regionali del Lazio– scala 1:10.000

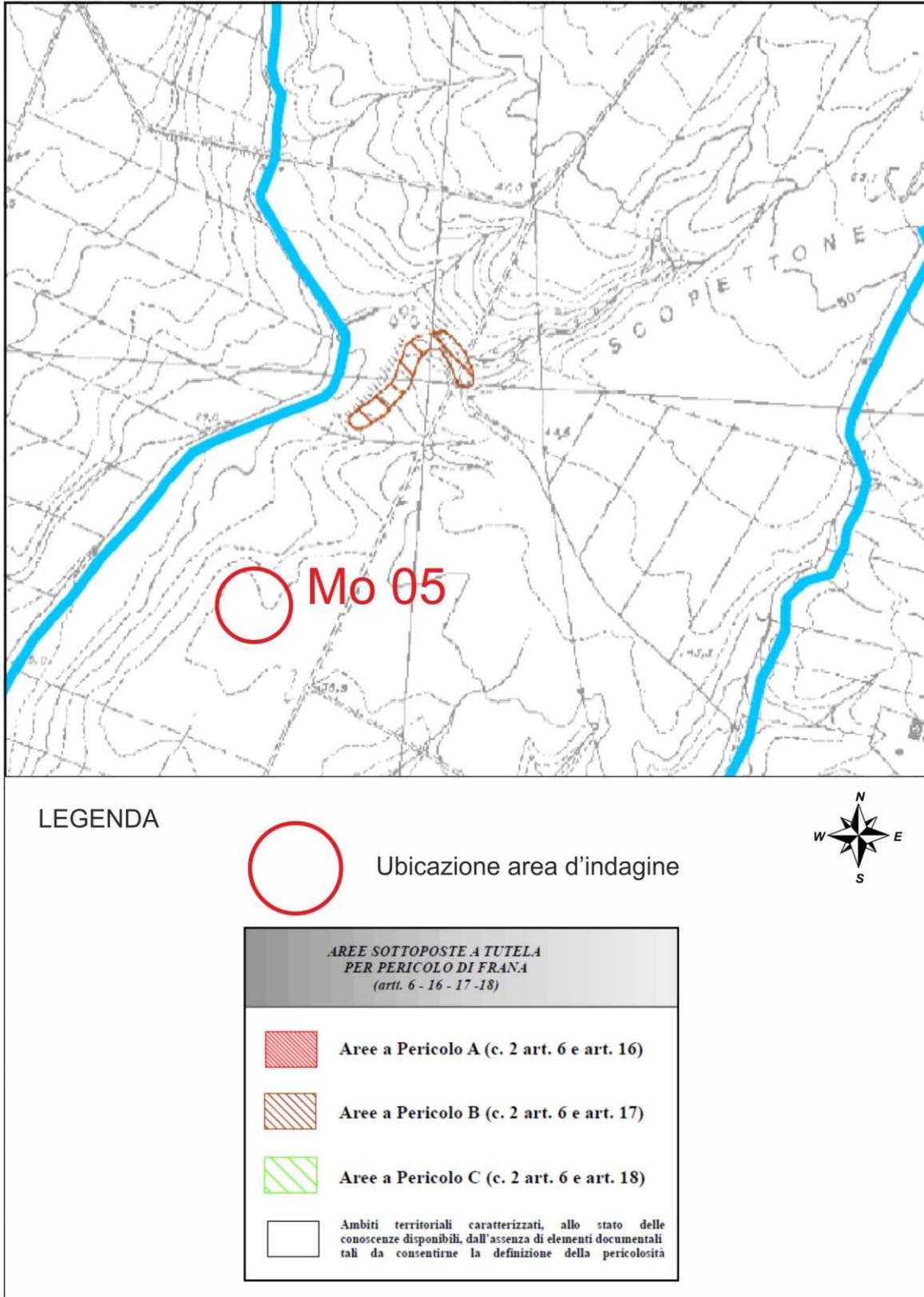


Fig. 18 – Aerogeneratore 5 – carta P.A.I. ex Bacini Regionali del Lazio – scala 1:10.000

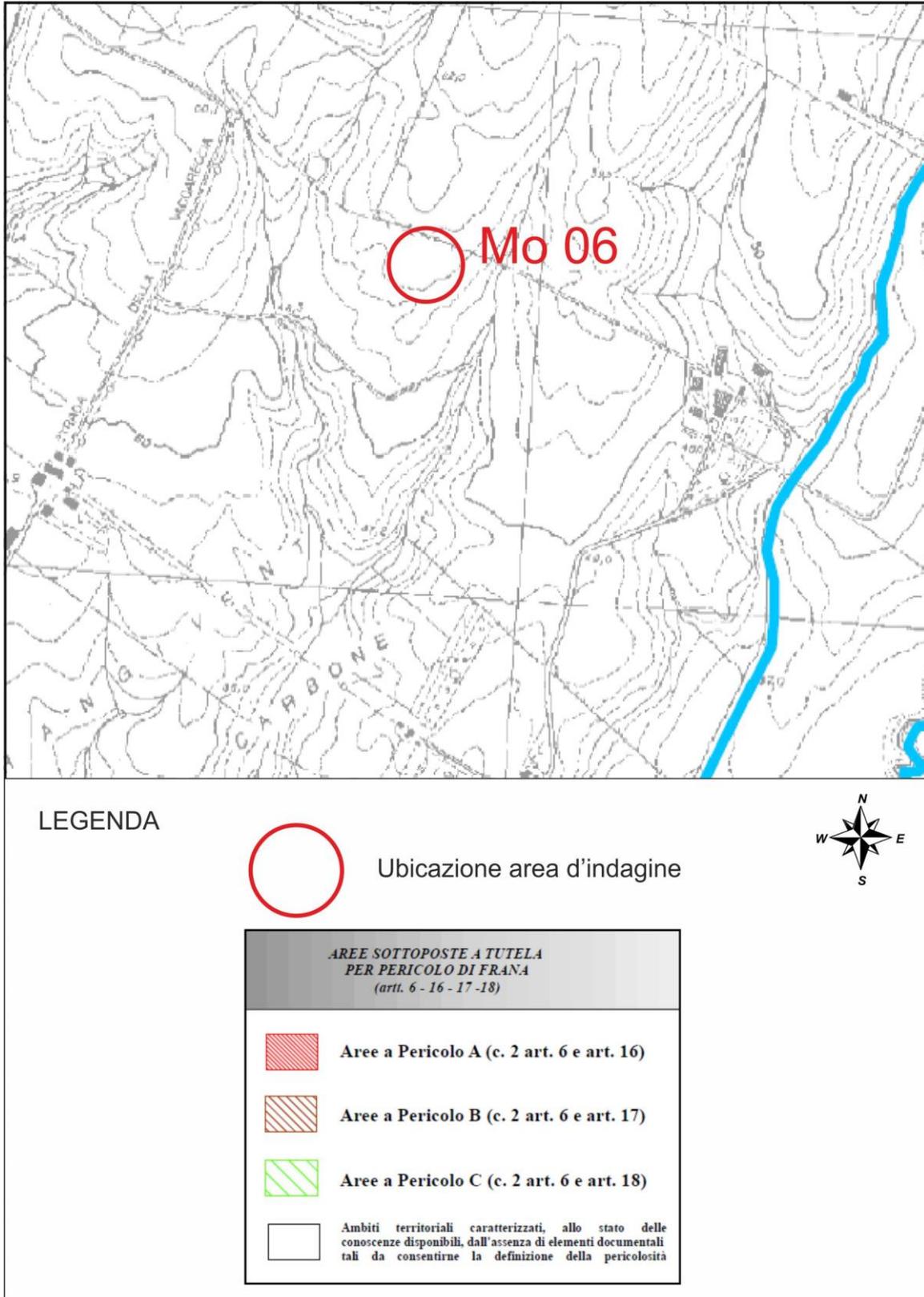


Fig. 19 – Aerogeneratore 6 - carta P.A.I. ex Bacini Regionali del Lazio – scala 1:10.000

5. Geologia del sito

La zona in esame, dove verranno realizzati gli aerogeneratori, ricade su depositi diffusi in tutta la fascia parallela alla costa tirrenica, costituita da antichi terrazzi marini e alluvioni, con materiale vulcanico rimaneggiato, di età pleistocenica ed olocenica.

In particolare i terreni più recenti appartengono al complesso delle alluvioni antiche (a1), composte di detriti arrotondati della formazione delle filladi, così come riportato sulla carta geologica F°136 Toscana in scala 1:100.000.

Queste alluvioni poggiano su un complesso di limi e sabbie vulcaniche (Qt), di ambiente salmastro-continentale, a stratificazione incrociata, con tufiti, argille e marne grigio verdastre con frustoli vegetali, in eteropia verticale e orizzontale con argille e limi giallastri.

I materiali sopra descritti sovrastano, a loro volta, depositi di natura marina e più raramente salmastra (Qts), composti di sabbie più o meno argillose, conglomerati gialli e rossastri e argille con materiale vulcanico, risalenti al Pleistocene superiore.

La copertura delle alluvioni antiche è distribuita, in modo irregolare e con spessori variabili e generalmente ridotti, su tutto il territorio indagato.

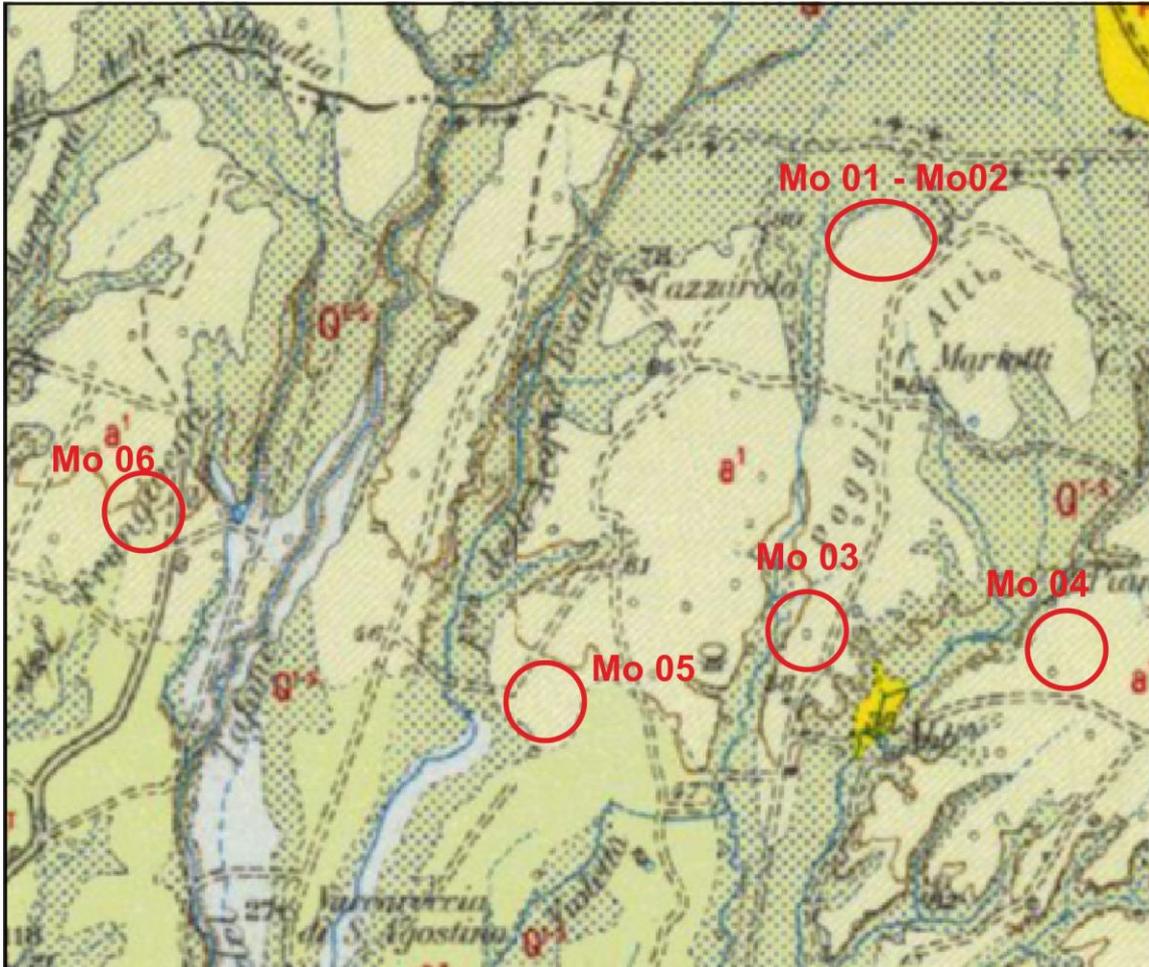
Le perforazioni in alcuni siti sembrano aver raggiunto il substrato pliocenico, a matrice prettamente argillosa e dotato di spessore molto elevato, così come confermato anche dalle indagini sismiche riportate nell'apposito capitolo.

I modelli geologici ipotizzati, a volte, non hanno un riscontro preciso con la cartografia geologica disponibile, peraltro ad una scala che non permette una valutazione di dettaglio delle successioni stratigrafiche reali (fig. 20).

Sono stati individuati due modelli geologici diversi, definiti A e B, il primo che comprende le aree di imposta MO01-MO02- MO05, il secondo che comprende le aree MO03-MO04-MO06.

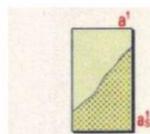
Modello A: argilla e argilla limosa, avana e grigio azzurra, mediamente consistente in miglioramento con la profondità e dotata di spessore elevato (probabile argilla pliocenica).

Modello B: limo argilloso marrone chiaro con livelli e banchi sabbio limosi, con inclusi calcarei, di spessore superiore ai 15 metri.

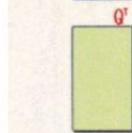


LEGENDA

 Ubicazione area d'indagine



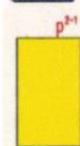
Alluvioni antiche, formate quasi esclusivamente da detriti arrotondati della formazione delle flladi (Valle del Tajone) (a'). Sabbie e dune antiche (a1).



Limi e sabbie vulcaniche a stratificazione incrociata con tuffi, argille e marne grigio-verdastre con frustoli vegetali, lateralmente e inferiormente passanti ad argille e limi giallastri, con Molluschi di ambiente salmastro (facies salmastro-continentale).
OLOCENE INFERIORE? - PLEISTOCENE SUPERIORE.



Sabbie più o meno argillose, conglomerati gialli e rossastri ed argille (in facies marina e a luoghi salmastro) con materiale vulcanico; con *Cerastoderma edule* LINNE, *Pectunculus* spp., *Cyprideis torosus* JONES; *Rotalia beccarii* (LINNE), *Elphidium crispum* (LINNE), *Rotalia granulata* DI NAPOLI, *Elphidium* aff. *litorale* LE CALVEZ.
TIRRENIANO - SICILIANO?



Argille e argille sabbiose grigie o gialle a luoghi alternate o passanti verso l'alto a conglomerati e sabbie; con *Globigerinoides obliquus* MOLL, *Globorotalia crassaformis* GALLOWAY & WISS, *Bolivina apenninica* BARBIERI & MORNA, *Globorotalia crotonensis* CONATO & FOLLADOR, per il Pliocene medio; *Globorotalia hirsuta* (D'ORB.), *Globorotalia puncticulata* (D'ORB.), *Uvigerina rutula* CUSH. & TODD, *Anomalina helicina* (COSTA), per il Pliocene inf.
PLIOCENE MEDIO E INFERIORE.

Fig. 20 – Stralcio carta Geologica d'Italia F° 136 Toscana – fuori scala

6. Idrografia ed idrogeologia del sito

Tutta l'area ricade nel bacino idrogeologico della fascia costiera del Lazio Settentrionale, ove la falda acquifera, alimentata dalle pendici occidentali dell'apparato vulcanico vulsino e dai diffusi affioramenti dei terrazzi marini costieri, drena in direzione del mar Tirreno. Le acque superficiali della zona defluiscono lungo i numerosi fossi quali, a partire da ovest, affluente del fosso della Margherita, il fosso dell'Acqua Bianca, il fosso di Ponte Rotto e il fosso della Sughera Torta.

I fossi hanno un reticolo idrografico di tipo dendritico – subparallelo, orientato in direzione nord nord-est – sud sud-ovest, che sfocia lungo la costa tirrenica.

Le isopieze, nelle zone d'indagine, sono segnalate nella cartografia regionale tra le quote di circa 70 e 30 m s.l.m., con direzione di deflusso verso sud ovest.

Nei sondaggi eseguiti non è mai stata riscontrata la presenza di acqua e quindi, in realtà, non vi è corrispondenza esatta tra quanto rilevato sul terreno e quanto riportato in cartografia.

I dati delle isopieze sono comunque da considerare a livello generale e la presenza della falda nei terrazzi marini è comunque discontinua, a causa della notevole variabilità litologica dei sedimenti, con matrice argillosa o sabbiosa.

Inoltre bisogna tenere conto che il basamento argilloso di età pliocenica, che funge da substrato impermeabile e sostiene la falda acquifera, non ha una quota costante, impedendo la formazione di una falda continua su tutto il territorio.

In sostanza, quindi, in tutte le aree indagate, al momento dell'indagine in sito (estate 2023) non è stata riscontrata la presenza di acqua; non si esclude però che piccole falde sospese possano essere rinvenute nei periodi piovosi e con potenzialità molto ridotta (fig. 21).

La piovosità media annua della zona è di circa 800 mm, con i periodi più piovosi nei mesi di ottobre-novembre ed una un'infiltrazione efficace stimata del 25-30 %.

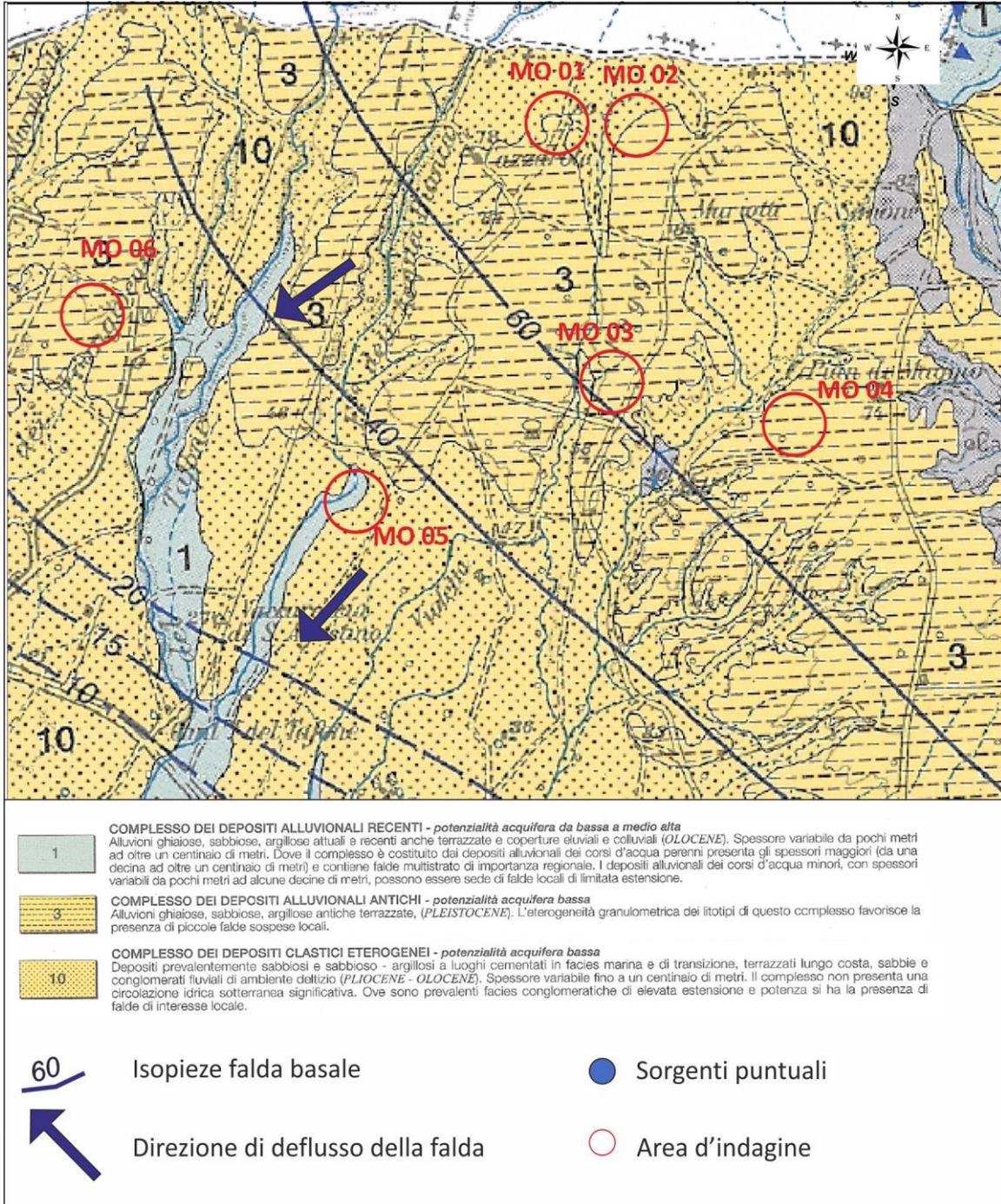


Fig. 21 - Carta idrogeologica Regione Lazio, scala 1:50.000

7. Pericolosità sismica

Dal punto di vista sismico, l'INGV ha suddiviso il territorio nazionale in zone sismogenetiche e il territorio comunale di Montalto di Castro ricade al di fuori della zona sismogenetica 921, orientata in direzione nord ovest - sud est.

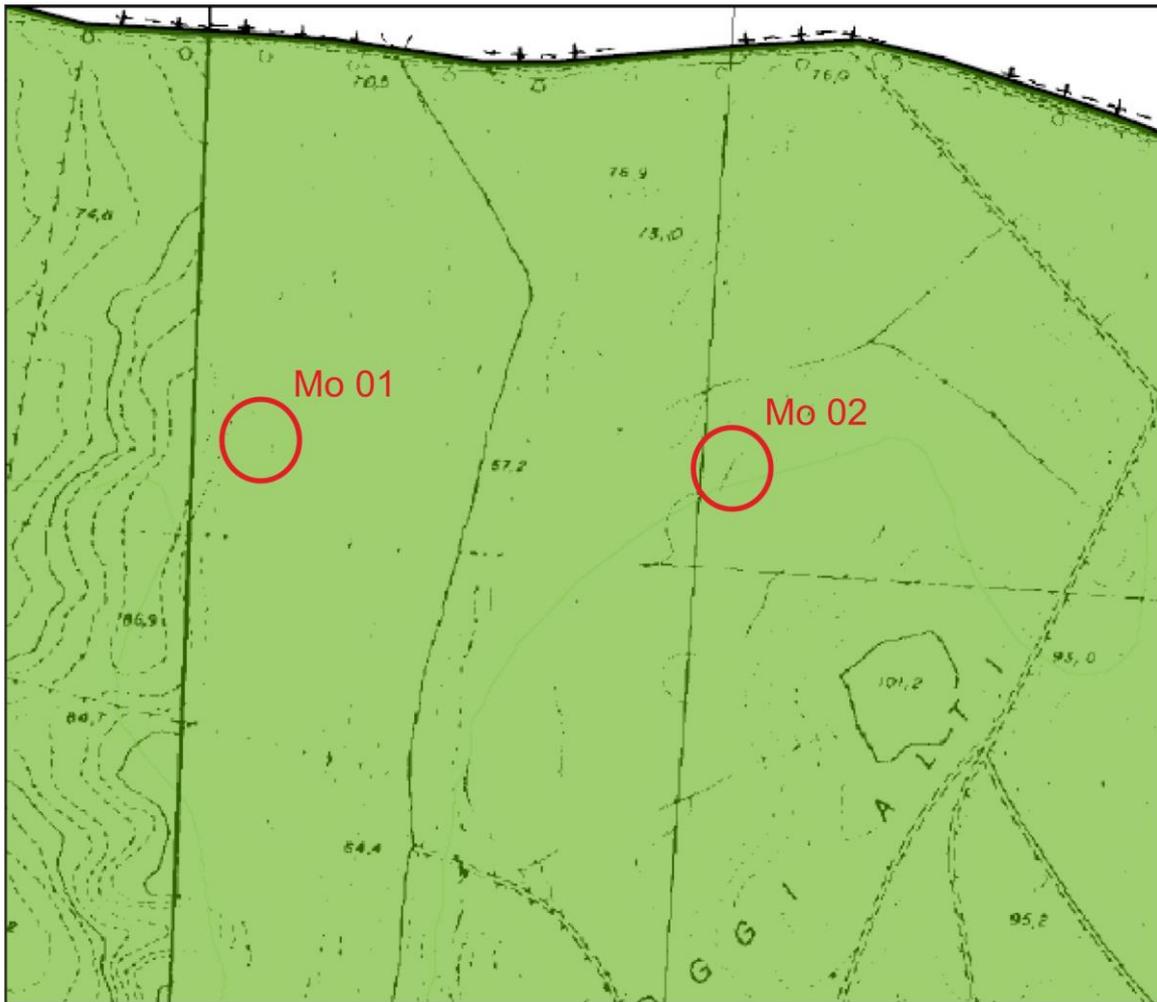
La zona è stata interessata da pochi terremoti, con epicentri localizzati prevalentemente lungo la fascia appenninica.

In base all'O.P.C.M. n°3274 e alla sua parziale modifica da parte della Regione Lazio (D.G.R. n. 387 del 22/05/2009) il comune è stato classificato in zona 3B.

Al fine di evidenziare gli eventi sismici che hanno raggiunto il sito, sono stati estratti i terremoti dal Catalogo INGV – DBMI 15, dove si riportano le intensità sismiche I_s che hanno raggiunto il comune con tutti i principali eventi catalogati, per i quali vengono indicati l'anno, l'area epicentrale e le intensità sismiche all'epicentro I_o .

I terremoti che hanno raggiunto la zona con maggiore intensità (I_s 4° MCS) furono quelli con epicentri con epicentro nella Marsica (1915) ed all'Aquila (2017) (fig. 22).

Il comune di Montalto di Castro è dotato di uno studio di Microzonazione Sismica di 1° Livello approvato dalla Regione Lazio ed tutte le zone ricadono in zone stabili, suscettibili di amplificazione (codice Sa4) (fig. 23-27).



Legenda

 Area d'indagine

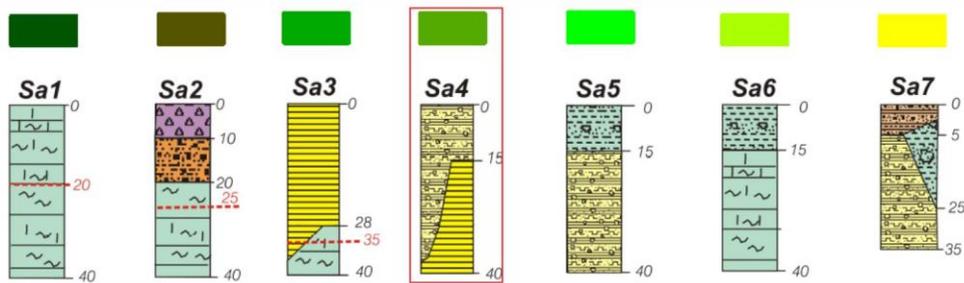


Fig. 23 – Aerogeneratori 1 e 2- stralcio carta MOPS Microzonazione Sismica 1 Livello

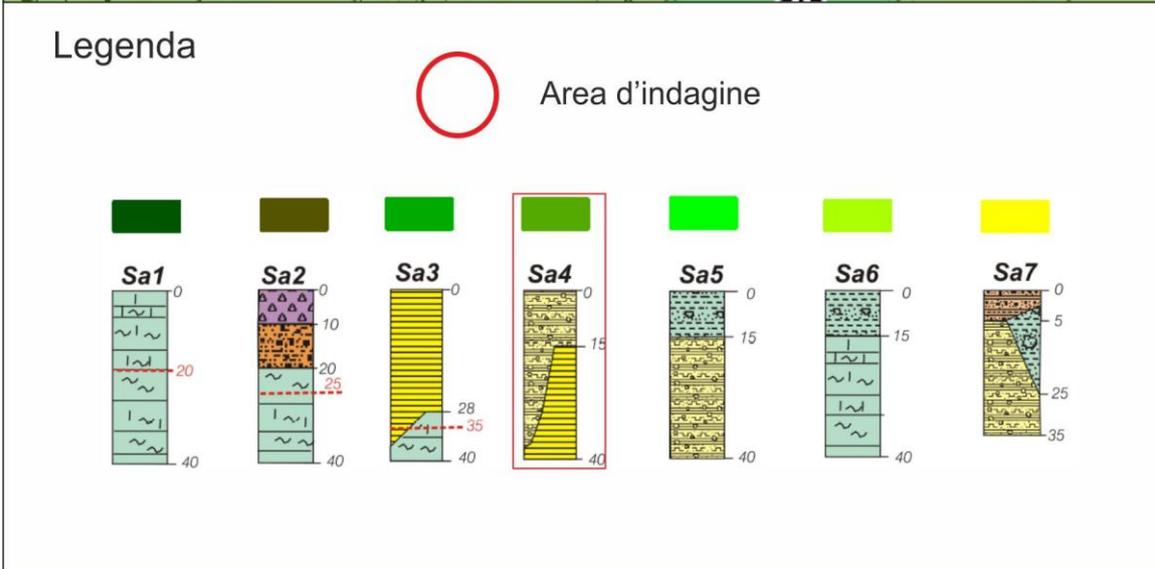
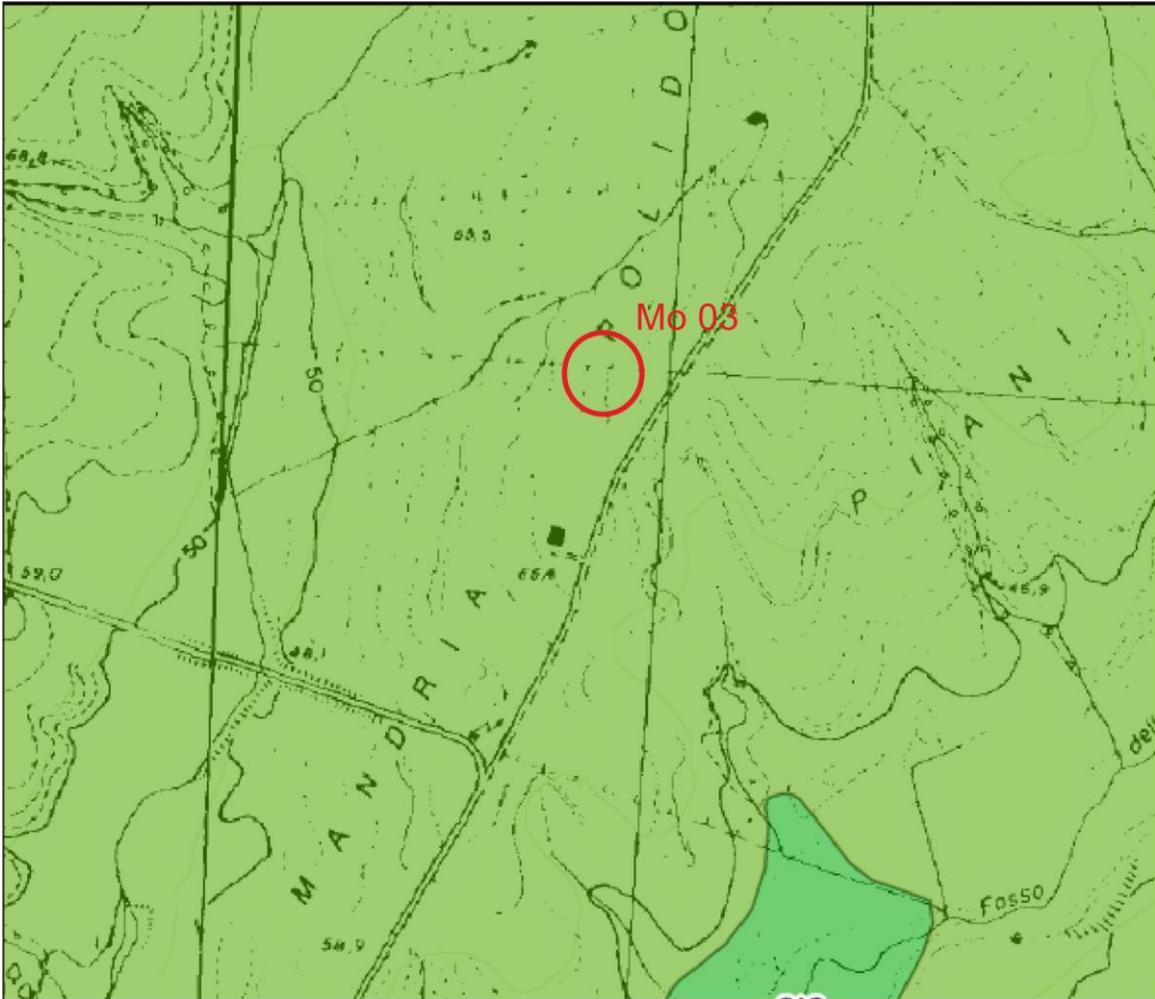
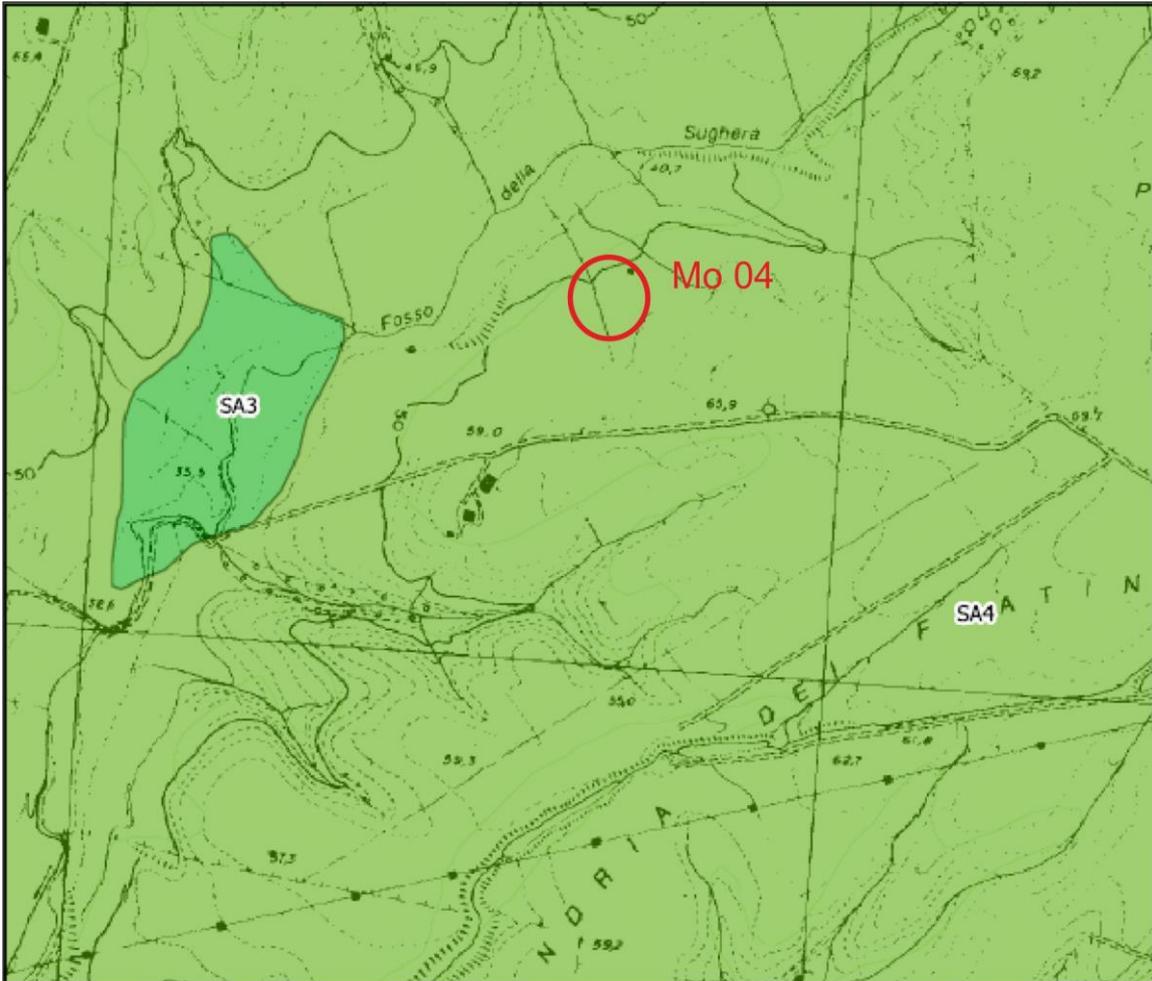


Fig. 24 – Aerogeneratore 3 - stralcio carta MOPS Microzonazione Sismica 1 Livello



Legenda


 Area d'indagine

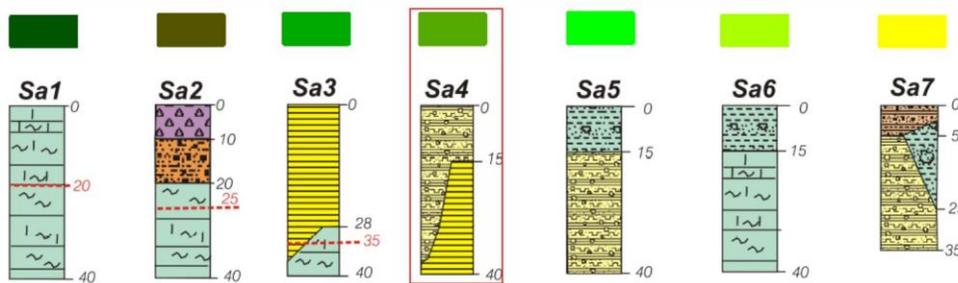


Fig. 25 – Aerogeneratore 4 - stralcio carta MOPS Microzonazione Sismica 1 Livello

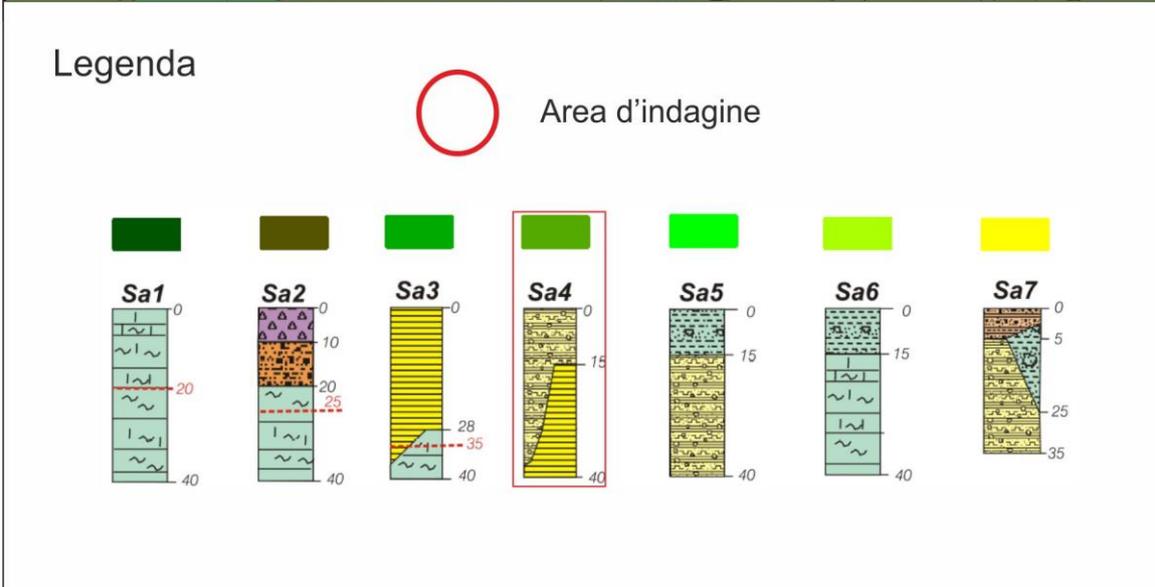
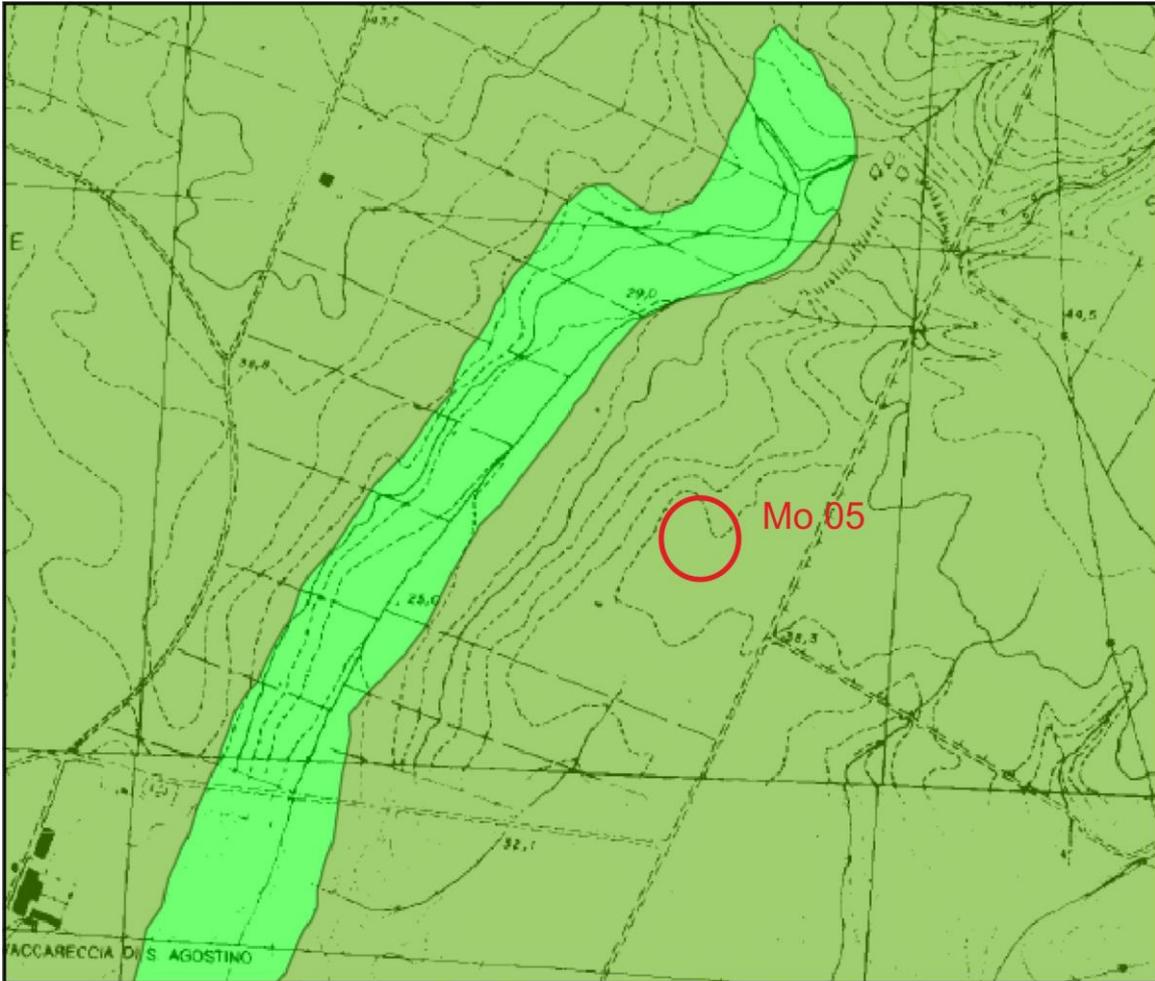


Fig. 26 – Aerogeneratore 5 - stralcio carta MOPS Microzonazione Sismica 1 Livello

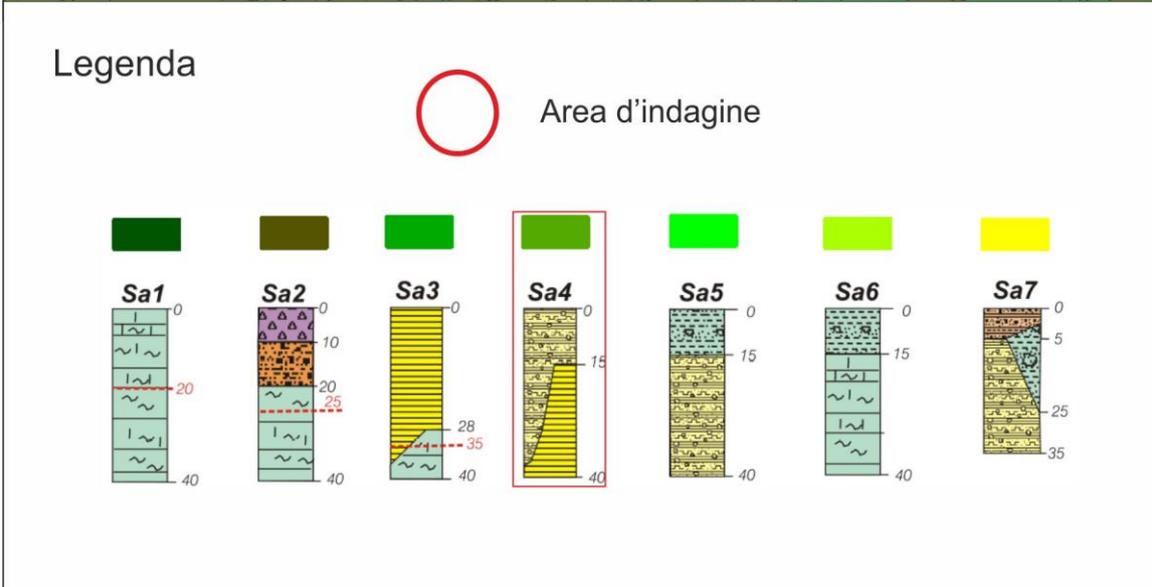
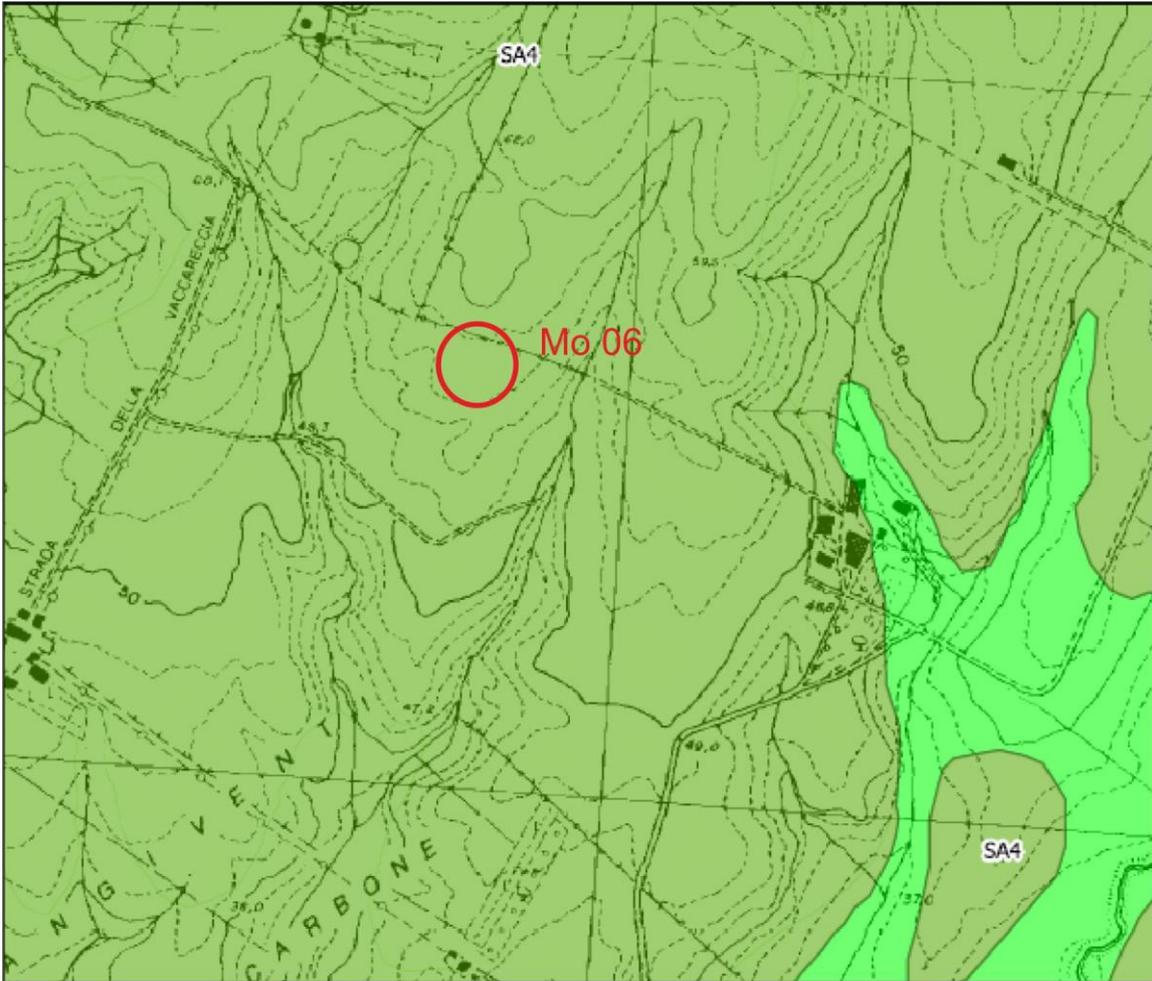


Fig. 27 – Aerogeneratore 6 - stralcio carta MOPS Microzonazione Sismica 1 Livello

Al fine di classificare correttamente le diverse aree, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (NTC 2008 e OPCM n. 3274), sono state eseguite delle indagini sismiche tipo Masw (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Tutti e sei i siti ricadono in **categoria topografica T1**, senza amplificazione, avendo pendenze variabili tra 3% (2°) - 11% (6°) e in categoria sismica tipo **suolo B** ($V_s > 360$ m/s).

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	S_t
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$.	-	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.	Sommità del pendio	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,40

CLASSIFICAZIONE SISMICA SUOLI – OPCM N.3274

Classe	Descrizione	S_s
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 fra 360 m/s e 800 m/s.	$1,00 \leq 1,40 - 40 F_{0 \text{ a } \text{bedrock}} \leq 1,20$

Dati sismici MO01

Le MASW (fig. 28) hanno mostrato un valore di $V_{s,eq} = 386$ e 405 m/s pertanto il sito può essere inserito nella categoria di **suolo B**.

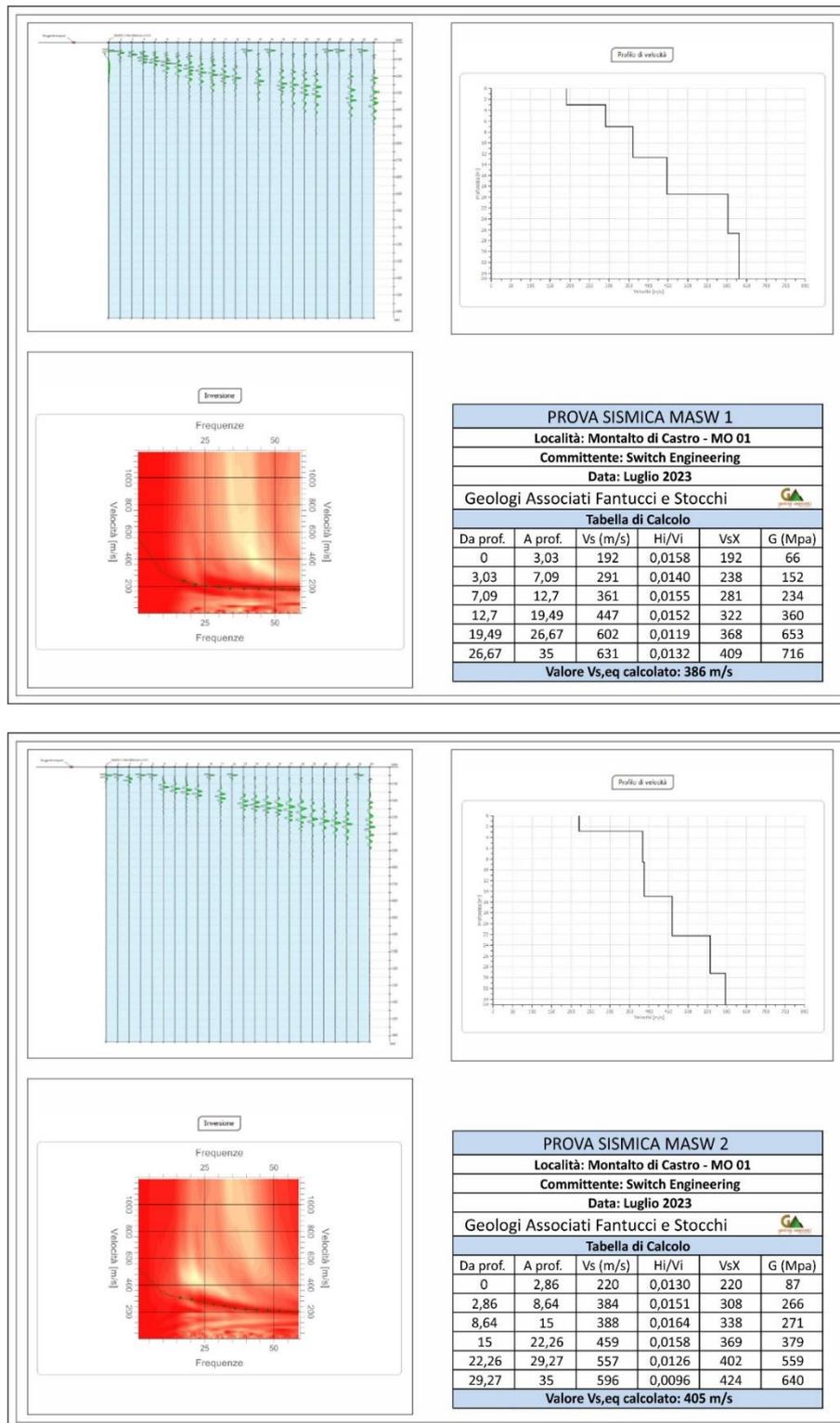


Fig. 28 – Aerogeneratore 1 - Masw 1-2

La prospezione sismica passiva con il metodo HVSr (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) che misura il rumore sismico ambientale, non ha evidenziato picchi di frequenza di risonanza significativi (fig. 29).

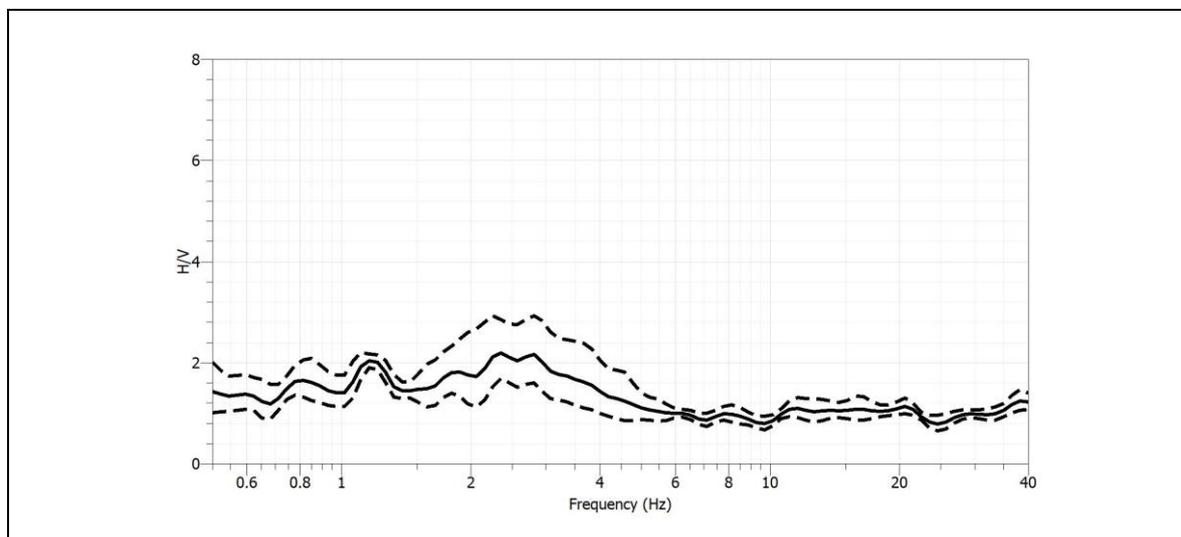


Fig. 29 – Aerogeneratore 1 - grafico HVSr

In base alle coordinate specifiche del sito ED50 (Lat N 42,434397° – Long E 11,583463°) sono stati quindi calcolati i parametri sismici a_g , F_0 e T_c^* , k_h , k_v ed a_{max} per i tempi di ritorno T_R (da 45 a 1462 anni), per un'opera di **Classe III**, un **suolo B** e un assetto topografico **T1**. Nelle seguenti tabelle sono riportati in grassetto i valori per lo SLV corrispondente ad un tempo di ritorno T_R 712 anni.

TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	T_R (Anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	C_c	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)	S_s	S_T	S
SLO	45	0,038	2,581	0,235	1,470	0,115	0,345	1,752	1,200	1,000	1,200
SLD	75	0,046	2,572	0,258	1,442	0,124	0,373	1,784	1,200	1,000	1,200
SLV	712	0,092	2,669	0,296	1,403	0,138	0,415	1,969	1,200	1,000	1,200
SLC	1462	0,112	2,699	0,304	1,395	0,142	0,425	2,049	1,200	1,000	1,200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,008	0,010	0,020	0,032
k_v	0,004	0,005	0,010	0,016
A_{max} [m/s^2]	0,448	0,542	1,086	1,320
Beta	0,180	0,180	0,180	0,240

Dati sismici MO02

Le MASW (fig. 30) hanno mostrato un valore di $V_{s,eq} = 372$ e 389 m/s pertanto il sito può essere inserito nella categoria di **suolo B**.

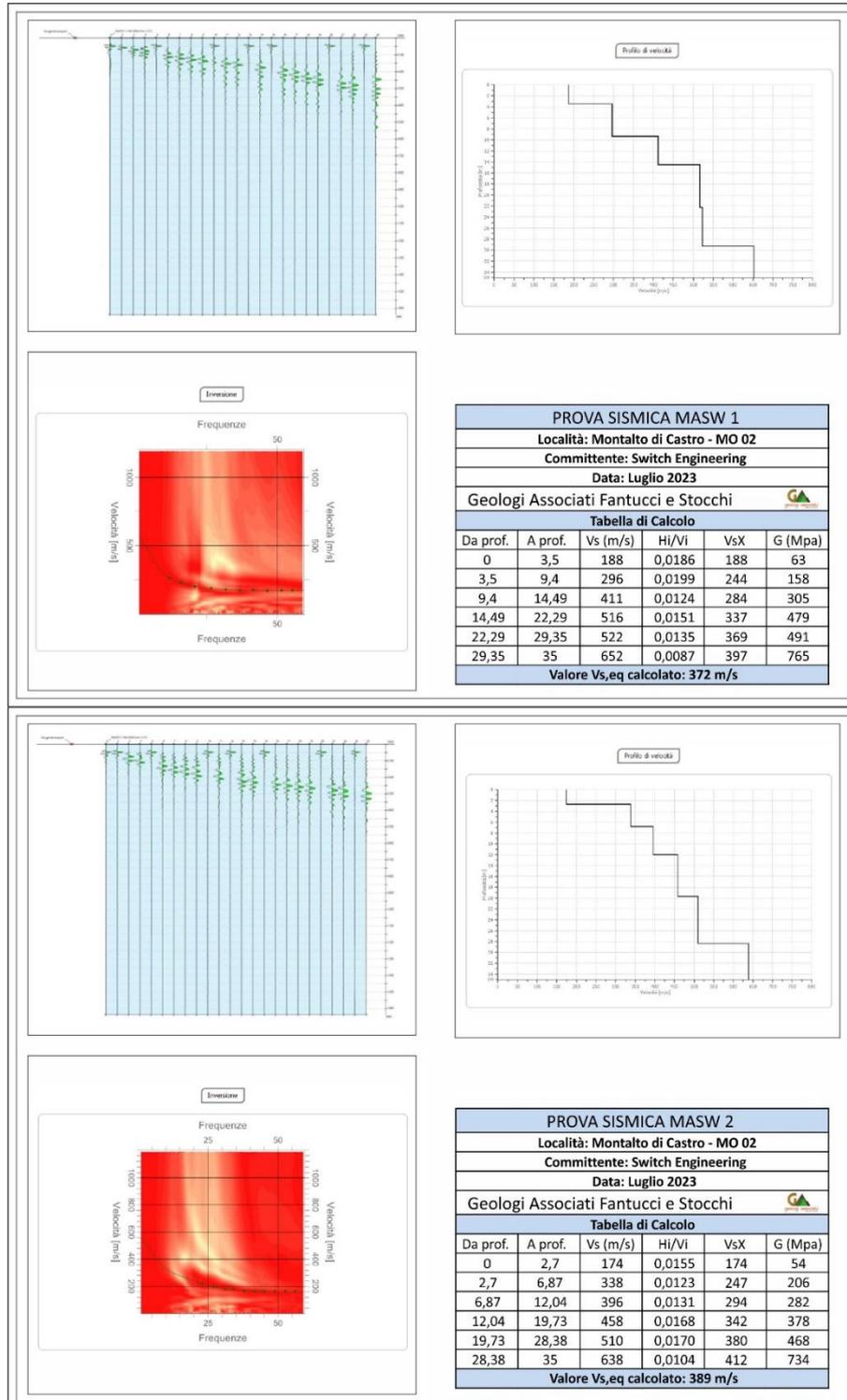


Fig. 30 – Aerogeneratore 2 - Masw 1-2

La prospezione sismica passiva con il metodo HVSr (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) che misura il rumore sismico ambientale, non ha evidenziato picchi di frequenza di risonanza significativi (fig. 31).

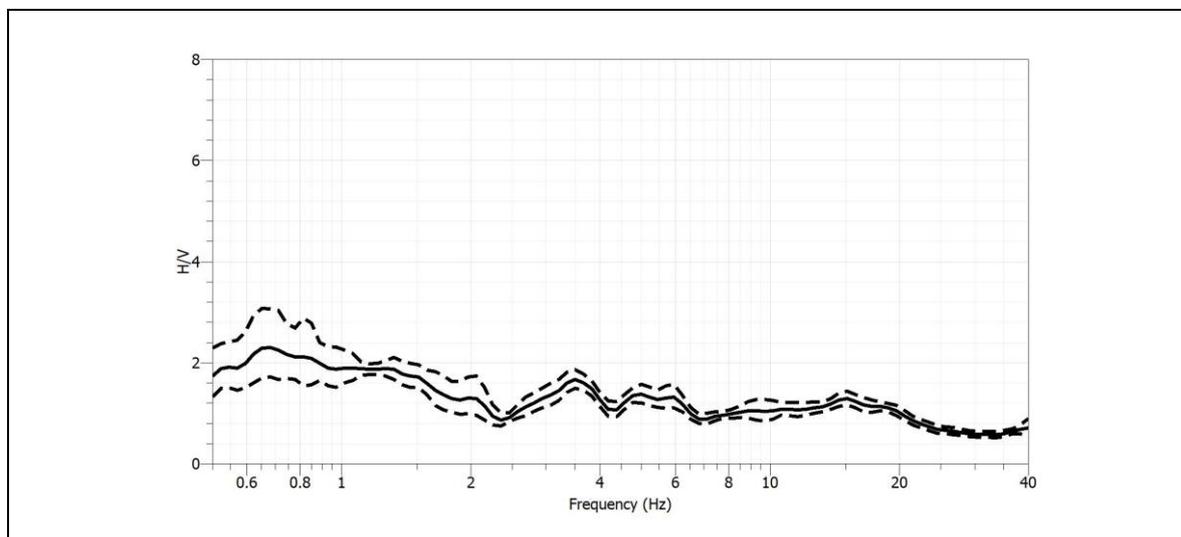


Fig. 31 – Aerogeneratore 1 - grafico HVSr

In base alle coordinate specifiche del sito ED50 (Lat N 42,433953° – Long E 11,5904050°) sono stati quindi calcolati i parametri sismici a_g , F_0 e T_c^* , k_h , k_v ed a_{max} per i tempi di ritorno T_R (da 45 a 1462 anni), per un'opera di **Classe III**, un **suolo B** e un assetto topografico **T1**. Nelle seguenti tabelle sono riportati in grassetto i valori per lo SLV corrispondente ad un tempo di ritorno T_r 712 anni.

TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	T_r (Anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	C_c	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)	S_s	S_T	S
SLO	45	0,038	2,581	0,235	1,470	0,115	0,345	1,752	1,200	1,000	1,200
SLD	75	0,046	2,572	0,258	1,442	0,124	0,373	1,784	1,200	1,000	1,200
SLV	712	0,092	2,669	0,296	1,403	0,138	0,415	1,969	1,200	1,000	1,200
SLC	1462	0,112	2,699	0,304	1,395	0,142	0,425	2,049	1,200	1,000	1,200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,008	0,010	0,020	0,032
k_v	0,004	0,005	0,010	0,016
A_{max} [m/s ²]	0,448	0,542	1,086	1,320
Beta	0,180	0,180	0,180	0,240

Dati sismici MO03

Le MASW (fig. 32) hanno mostrato un valore di $V_{s,eq} = 425$ e 432 m/s pertanto il sito può essere inserito nella categoria di **suolo B**.

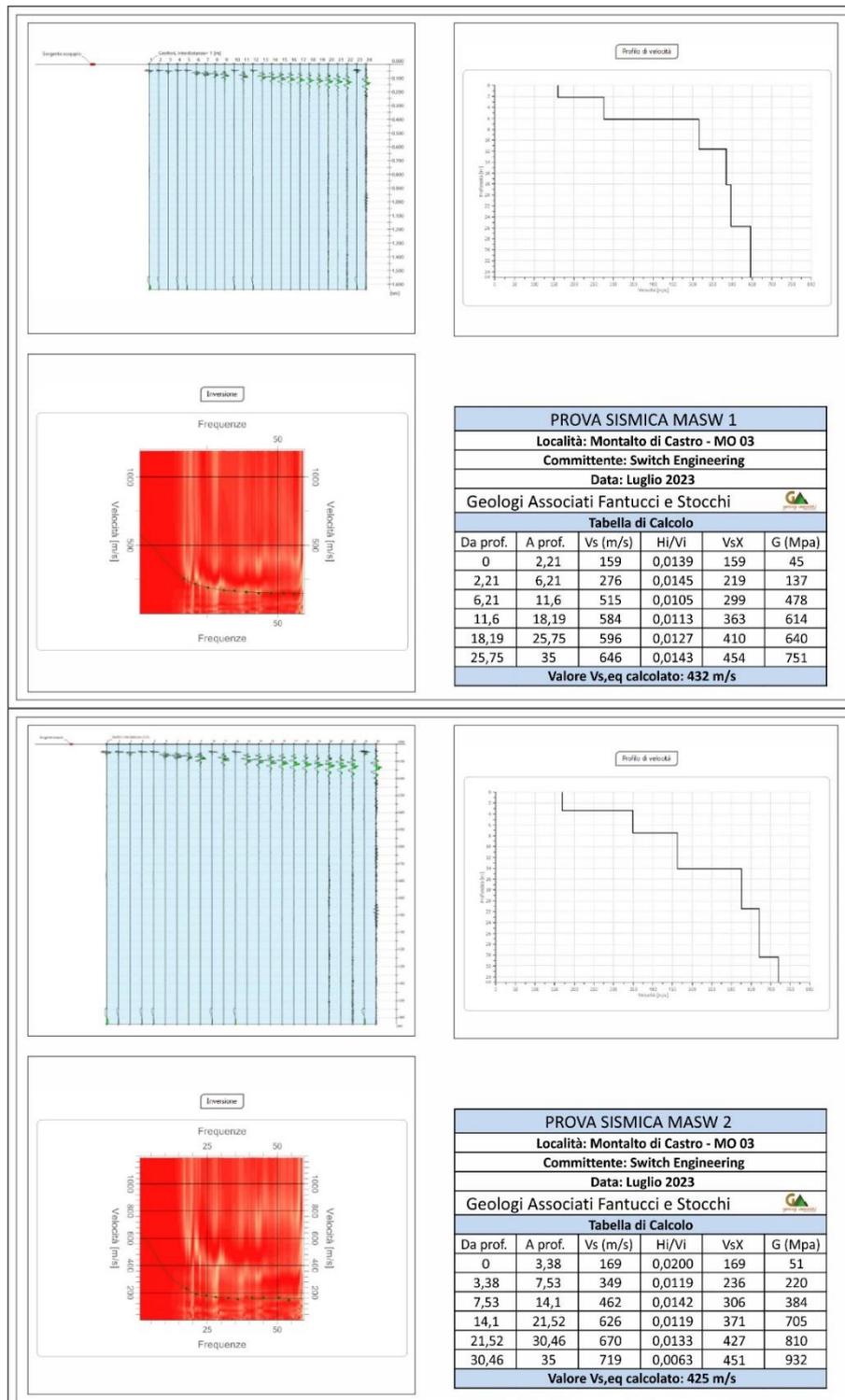


Fig. 32 – Aerogeneratore 3 - Masw 1-2

La prospezione sismica passiva con il metodo HVSr (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) che misura il rumore sismico ambientale, ha evidenziato un picco di frequenza di risonanza ad 8,5 Hz (fig. 33).

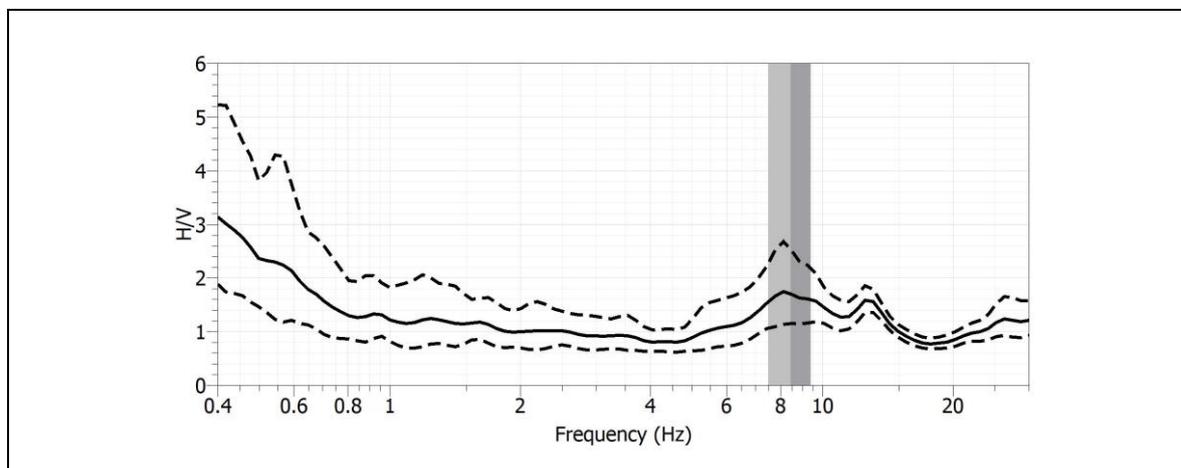


Fig. 33 – Aerogeneratore 3 - grafico HVSr

In base alle coordinate specifiche del sito ED50 (Lat N 42,415009° – Long E 11,588124°) sono stati quindi calcolati i parametri sismici a_g , F_0 e T_c^* , k_h , k_v ed a_{max} per i tempi di ritorno T_R (da 45 a 1462 anni), per un'opera di **Classe III**, un **suolo B** e un assetto topografico **T1**. Nelle seguenti tabelle sono riportati in grassetto i valori per lo SLV corrispondente ad un tempo di ritorno T_R 712 anni.

TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	T_R (Anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	C_c	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)	S_s	S_T	S
SLO	45	0,044	2,516	0,245	1,457	0,119	0,357	1,774	1,200	1,000	1,200
SLD	75	0,054	2,532	0,258	1,442	0,124	0,373	1,815	1,200	1,000	1,200
SLV	712	0,123	2,527	0,285	1,413	0,134	0,403	2,091	1,200	1,000	1,200
SLC	1462	0,153	2,545	0,290	1,409	0,136	0,408	2,214	1,200	1,000	1,200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,009	0,012	0,035	0,044
k_v	0,005	0,006	0,018	0,022
A_{max} [m/s ²]	0,513	0,633	1,442	1,804
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

Dati sismici MO04

Le MASW (fig. 34) hanno mostrato un valore di $V_{s,eq} = 440$ e 439 m/s pertanto il sito può essere inserito nella categoria di **suolo B**.

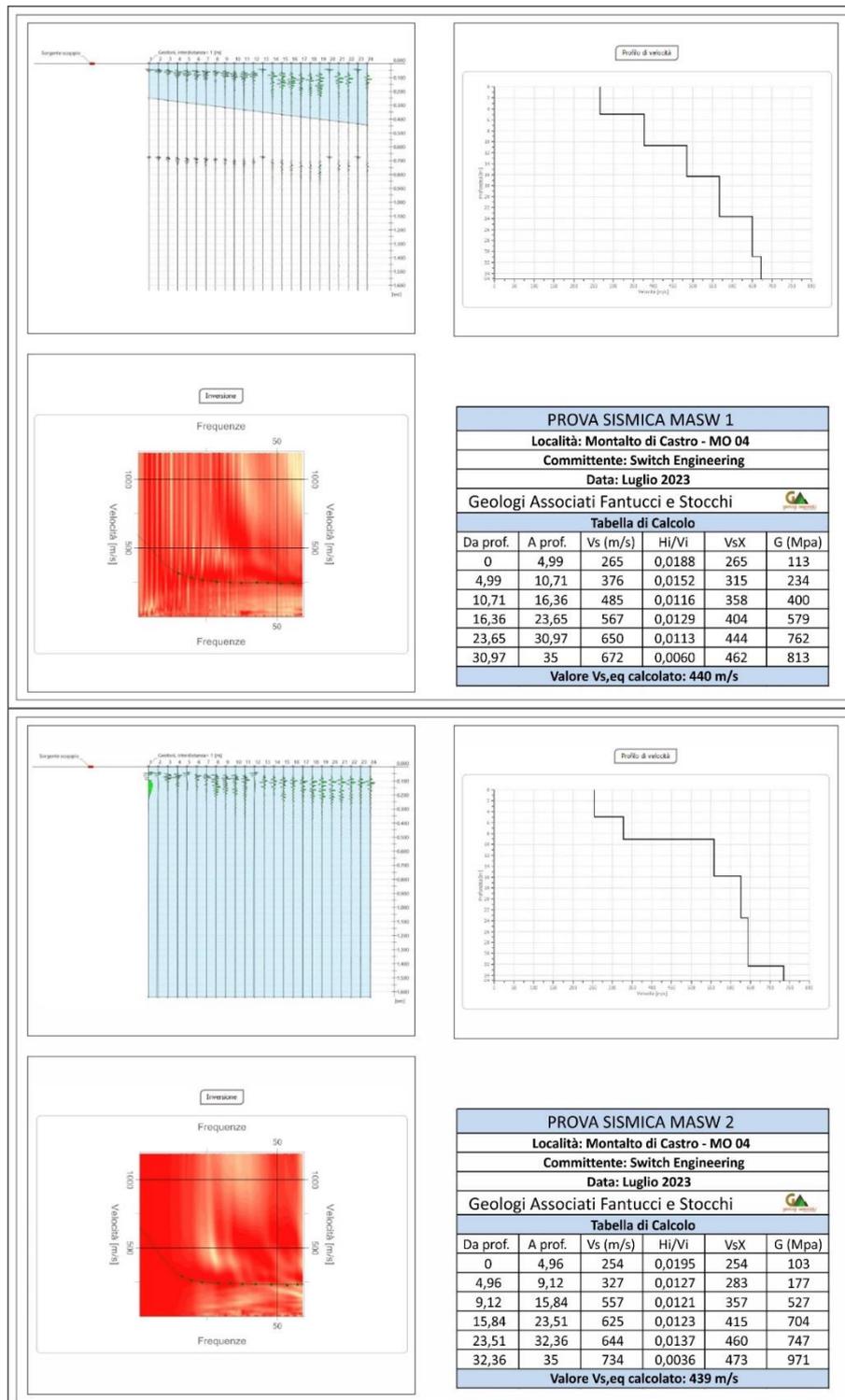


Fig. 34 – Aerogeneratore 4 - Masw 1-2

La prospezione sismica passiva con il metodo HVSr (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) che misura il rumore sismico ambientale, non ha evidenziato picchi di frequenza significativi (fig. 35).

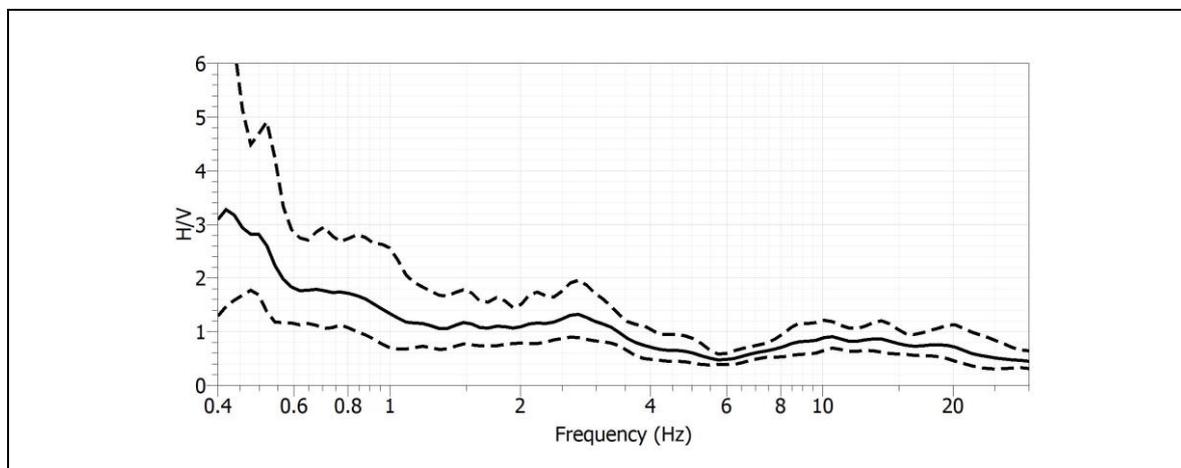


Fig. 35 – Aerogeneratore 4 - grafico HVSr

In base alle coordinate specifiche del sito ED50 (Lat N 42,411137° – Long E 11,603362°) sono stati quindi calcolati i parametri sismici a_g , F_0 e T_c^* , k_h , k_v ed a_{max} per i tempi di ritorno T_R (da 45 a 1462 anni), per un'opera di **Classe III**, un **suolo B** e un assetto topografico **T1**. Nelle seguenti tabelle sono riportati in grassetto i valori per lo SLV corrispondente ad un tempo di ritorno T_R 712 anni.

TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	T_R (Anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	C_c	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)	S_s	S_T	S
SLO	45	0,038	2,581	0,235	1,469	0,115	0,346	1,752	1,200	1,000	1,200
SLD	75	0,046	2,571	0,259	1,441	0,124	0,373	1,784	1,200	1,000	1,200
SLV	712	0,092	2,670	0,297	1,403	0,139	0,416	1,968	1,200	1,000	1,200
SLC	1462	0,112	2,704	0,305	1,395	0,142	0,426	2,047	1,200	1,000	1,200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,008	0,010	0,020	0,032
k_v	0,004	0,005	0,010	0,016
A_{max} [m/s ²]	0,446	0,540	1,083	1,315
Beta	0,180	0,180	0,180	0,240

Dati sismici MO05

Le MASW (fig. 36) hanno mostrato un valore di $V_{s,eq} = 380$ e 392 m/s pertanto il sito può essere inserito nella categoria di **suolo B**.

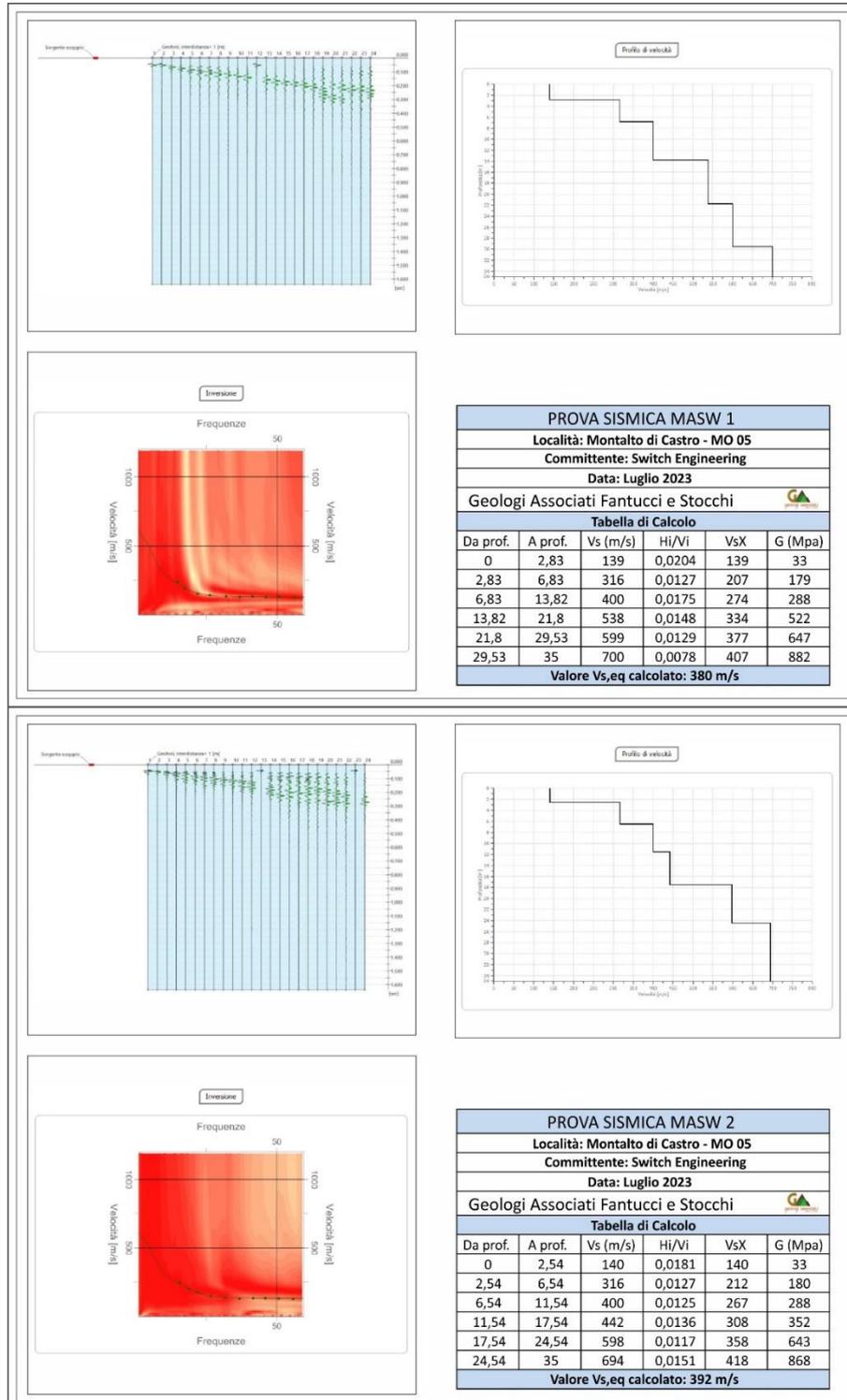


Fig. 36 – Aerogeneratore 5 - Masw 1-2

La prospezione sismica passiva con il metodo HVSr (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) che misura il rumore sismico ambientale, non ha evidenziato picchi di frequenza significativi (fig. 37).

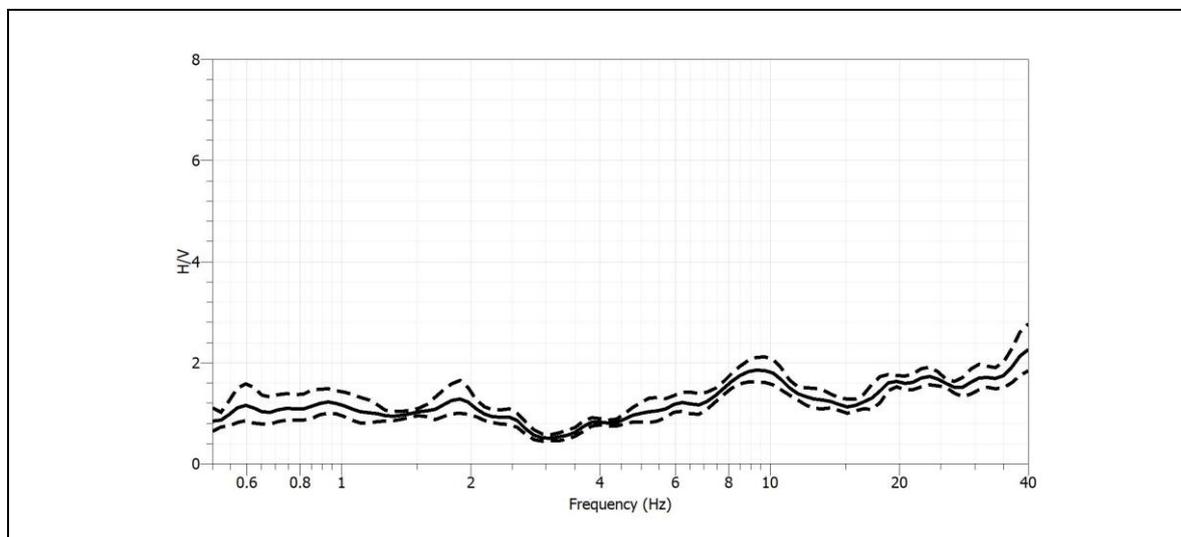


Fig. 37 – Aerogeneratore 5 - grafico HVSr

In base alle coordinate specifiche del sito ED50 (Lat N 42,402820° – Long E 11,560343°) sono stati quindi calcolati i parametri sismici a_g , F_0 e T_c^* , k_h , k_v ed a_{max} per i tempi di ritorno T_R (da 45 a 1462 anni), per un'opera di **Classe III**, un **suolo B** e un assetto topografico **T1**. Nelle seguenti tabelle sono riportati in grassetto i valori per lo SLV corrispondente ad un tempo di ritorno T_r 712 anni.

TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	T_r (Anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	C_c	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)	S_s	S_T	S
SLO	45	0,035	2,609	0,224	1,484	0,111	0,332	1,741	1,200	1,000	1,200
SLD	75	0,042	2,622	0,255	1,445	0,123	0,369	1,767	1,200	1,000	1,200
SLV	712	0,079	2,759	0,301	1,399	0,140	0,421	1,918	1,200	1,000	1,200
SLC	1462	0,095	2,817	0,311	1,389	0,144	0,433	1,979	1,200	1,000	1,200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,008	0,009	0,017	0,020
k_v	0,004	0,005	0,009	0,010
A_{max} [m/s ²]	0,414	0,492	0,935	1,115
Beta	0,180	0,180	0,180	0,180

Dati sismici MO06

Le MASW (fig. 38) hanno mostrato un valore di $V_{s,eq} = 417$ e 392 m/s pertanto il sito può essere inserito nella categoria di **suolo B**.

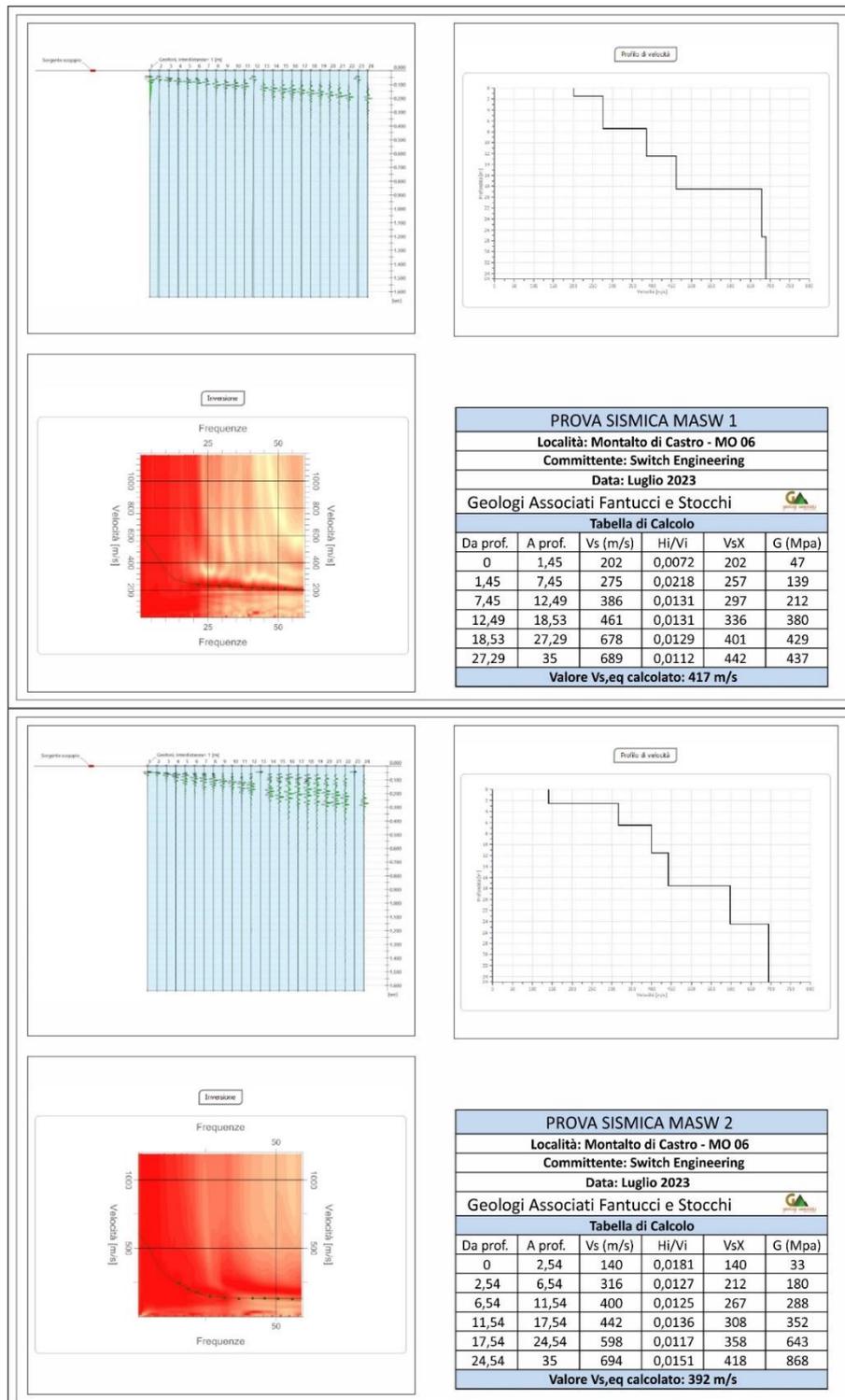


Fig. 38 – Aerogeneratore 6 - Masw 1-2

La prospezione sismica passiva con il metodo HVSr (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) che misura il rumore sismico ambientale, ha evidenziato un picco di frequenza a circa 6 Hz (fig. 39).

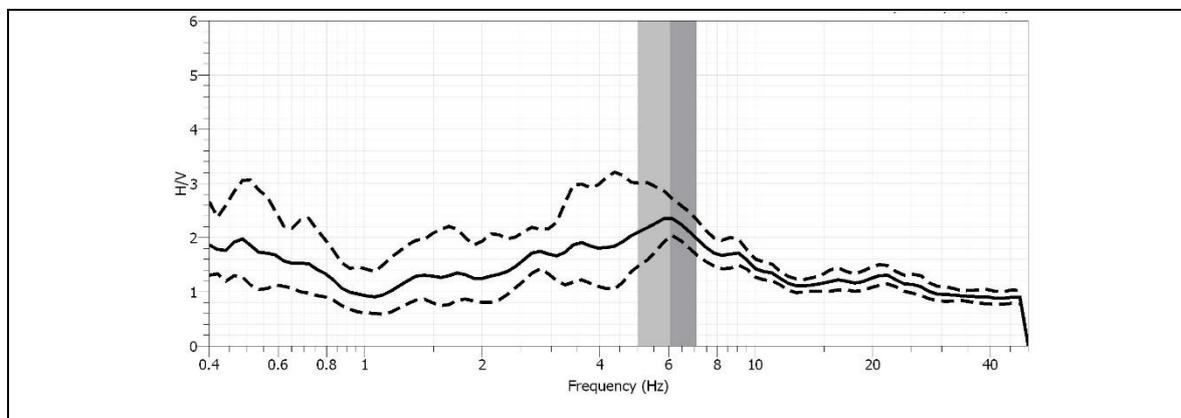


Fig. 39 – Aerogeneratore 6 - grafico HVSr

In base alle coordinate specifiche del sito ED50 (N 42,418864° – Long E 11,536823°) sono stati quindi calcolati i parametri sismici a_g , F_0 e T_c^* , k_h , k_v ed a_{max} per i tempi di ritorno T_R (da 45 a 1462 anni), per un'opera di **Classe III**, un **suolo B** e un assetto topografico **T1**.

Nelle seguenti tabelle sono riportati in grassetto i valori per lo SLV corrispondente ad un tempo di ritorno T_R 712 anni.

TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	T_R (Anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	C_c	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)	S_s	S_T	S
SLO	45	0,036	2,604	0,225	1,482	0,111	0,333	1,743	1,200	1,000	1,200
SLD	75	0,042	2,620	0,256	1,445	0,123	0,369	1,770	1,200	1,000	1,200
SLV	712	0,082	2,746	0,299	1,400	0,140	0,419	1,926	1,200	1,000	1,200
SLC	1462	0,098	2,799	0,309	1,391	0,143	0,430	1,990	1,200	1,000	1,200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,008	0,009	0,018	0,021
k_v	0,004	0,005	0,009	0,011
A_{max} [m/s ²]	0,421	0,500	0,959	1,147
Beta	0,180	0,180	0,180	0,180

Nel corso del presente studio sono state effettuate sei prove penetrometriche tipo DPSH, sei sondaggi con il prelievo di campioni indisturbati o prove SPT in foro per la ricostruzione dell'assetto litostratigrafico del sito e delle principali proprietà geotecniche dei terreni in affioramento, come riportato nelle carte delle indagini (fig. 40-45) e delle sezioni (fig. 46-51).

Come riportato nel modello geologico, sono stati realizzati due modelli geotecnici preliminari, validi per gli aerogeneratori MO01-MO02-MO05 (tipo A) e MO03-MO04-MO06 (tipo B), di seguito riportati.

Modello geotecnico A

In questo modello i terreni sono prevalentemente di natura coesiva di tipo argillo limoso e di colore avana e azzurro, dello spessore stimato di varie decine di metri, dotati dei seguenti parametri:

LIVELLO A – Argilla limosa avana consistente	
Profondità dal p.c. (m)	da 0 m
Spessore	4,5-8,5 m
Angolo di attrito interno *	$\varphi'_k = 21-25^\circ$
Coesione drenata *	$c'_k = 17-23$ kPa
Coesione non drenata #	$c_u = 58-78$ KPa
Peso di volume naturale *	$\gamma = 18 - 18,5$ kN/mc
Modulo edometrico #	$E_d = 2.648-3.531$ kPa
Modulo di taglio #	$G = 55.542-69.514$ kPa
Grado di sovraconsolidazione #	O.C.R. = 1,1
N_{SPT} equivalente #	$N_{SPT} = 8$
Velocità onde sismiche medie	$V_s = 240$ m /s
* da laboratorio # da DPSH	

LIVELLO B – Argilla limosa grigio azzurra molto consistente	
Profondità dal p.c. (m)	da 8,5 m
Spessore	> 30 m
Angolo di attrito interno *	$\varphi'_k = 23-25^\circ$
Coesione drenata *	$c'_k = 17-23$ kPa
Coesione non drenata #	$c_u = 107-117$ KPa
Peso di volume naturale *	$\gamma = 20$ kN/mc
Modulo edometrico #	$E_d = 4.854-5.296$ kPa
Modulo di taglio #	$G = 89.115-95.373$ kPa
Grado di sovraconsolidazione #	O.C.R. = 3,3-3,6
N_{SPT} equivalente #	$N_{SPT} = 11-12$
Velocità onde sismiche medie	$V_s > 350$ m/s
* da laboratorio # da DPSH	

Modello geotecnico B

In questo modello i terreni sono prevalentemente di natura mista, incoerente e coesiva, di colore marrone chiaro, dello spessore stimato superiore ai 15 metri, dotati dei seguenti parametri:

LIVELLO A – Limo argillo sabbioso marrone chiaro	
Profondità dal p.c. (m)	da 0 m
Spessore	> 8 m
Angolo di attrito interno *	$\varphi'_k = 31^\circ$
Coesione drenata *	$c'_k = 25$ kPa
Coesione non drenata #	$c_u = 400$ KPa
Peso di volume naturale *	$\gamma = 19,3$ kN/mc
Modulo edometrico #	$E_d = 18.094$ kPa
Modulo di taglio #	$G = 248.677$ kPa
N_{SPT} equivalente #	$N_{SPT} = 41$
Velocità onde sismiche medie	$V_s > 300$ m/s
* da laboratorio # da DPSH	

LIVELLO B – Sabbia limo argillosa con ghiaia	
Profondità dal p.c. (m)	da circa 8 m
Spessore	>10 m
Angolo di attrito interno #	$\varphi'_k = 33^\circ$
Coesione drenata	$c'_k > 25$ kPa
Peso di volume naturale	$\gamma = 20$ kN/mc
Modulo edometrico #	$E_d = 32.657$ kPa
Modulo di taglio #	$G = 394.153$ kPa
N_{SPT} equivalente #	$N_{SPT} > 50$
Velocità onde sismiche medie	$V_s > 500$ m/s
# da DPSH	

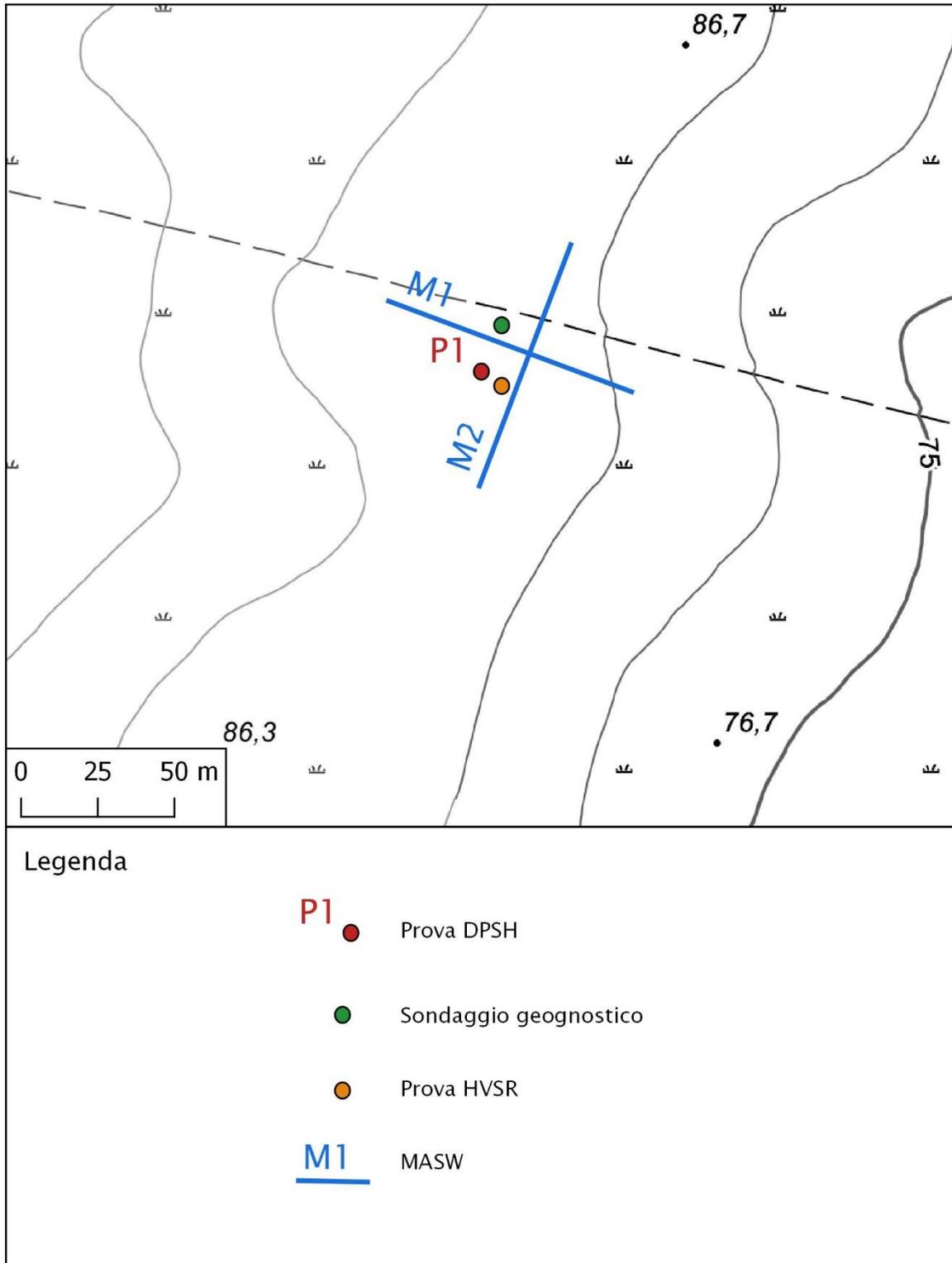


Fig.40 - Carta delle indagini MO01, scala 1:2.000

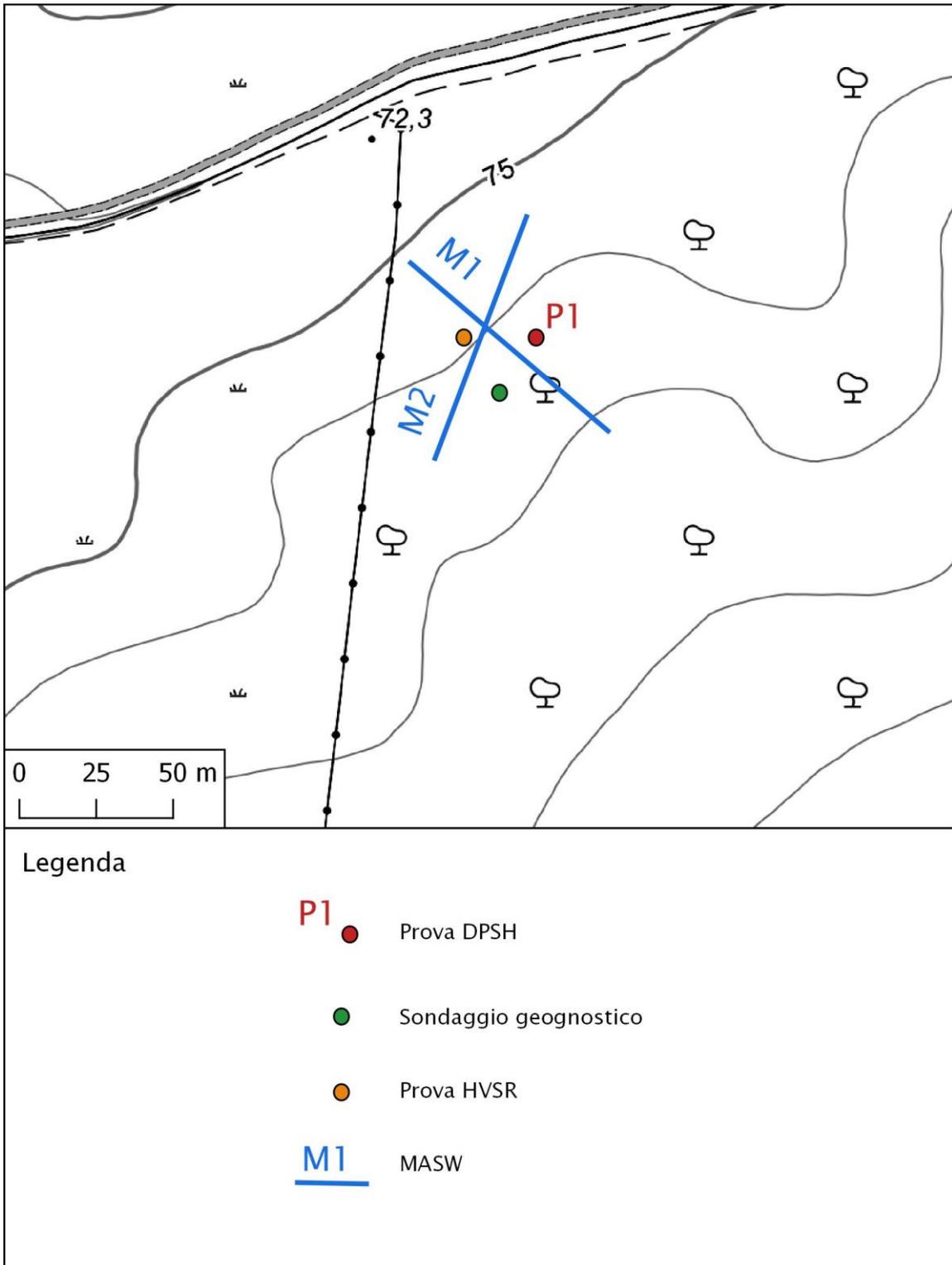


Fig.41 - Carta delle indagini MO02, scala 1:2.000

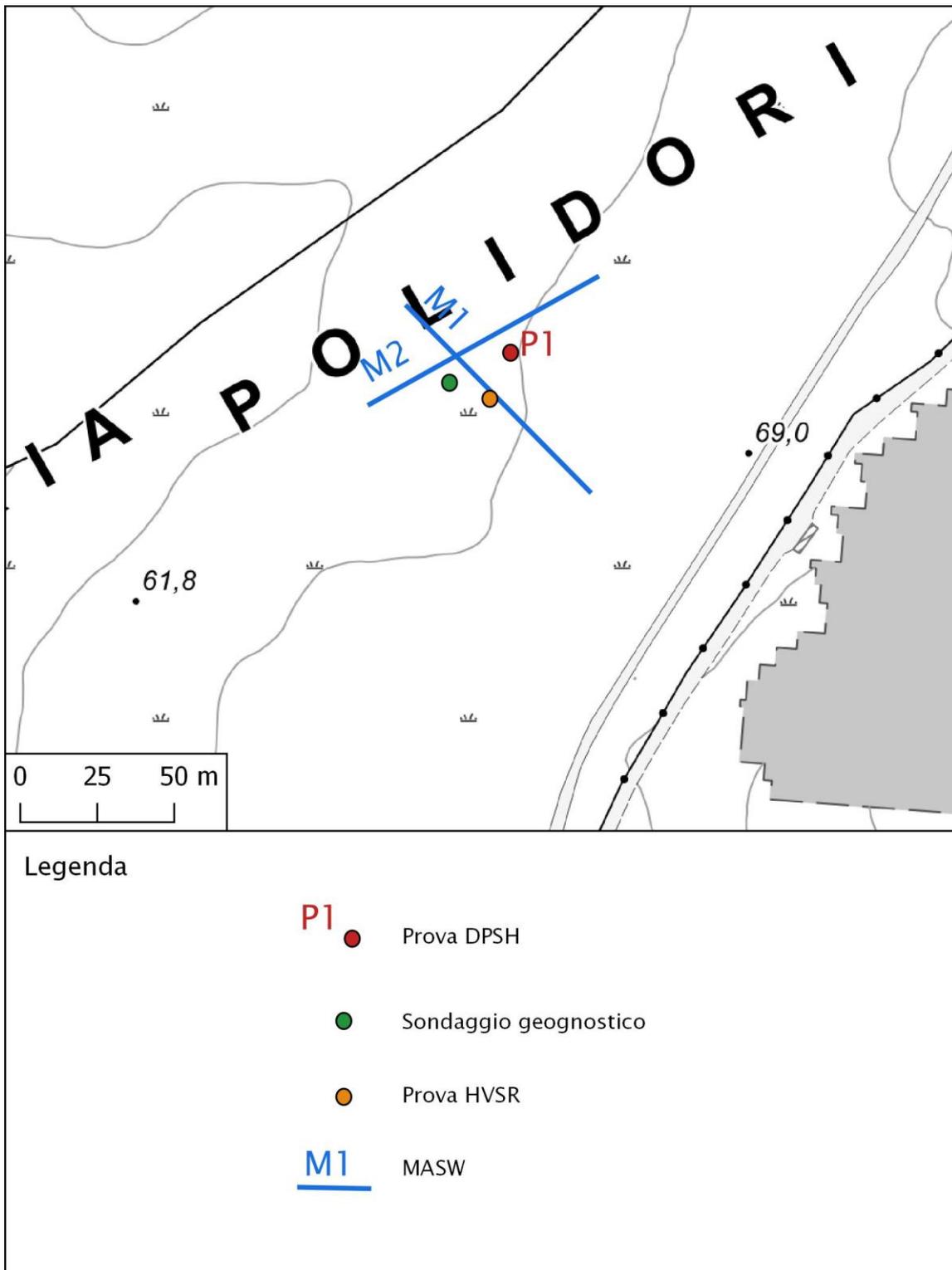


Fig.42 - Carta delle indagini MO03, scala 1:2.000

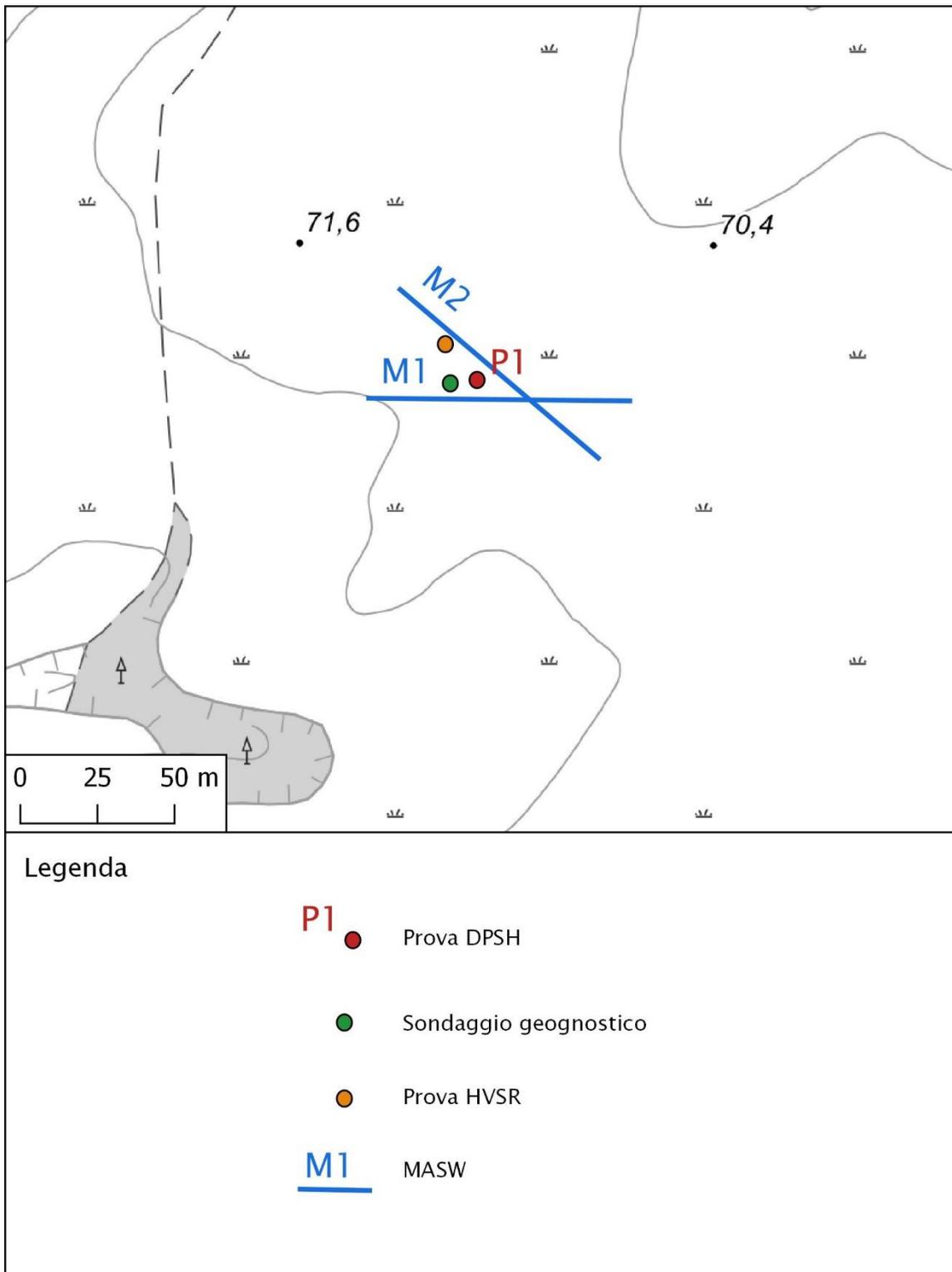


Fig.43 - Carta delle indagini MO04, scala 1:2.000

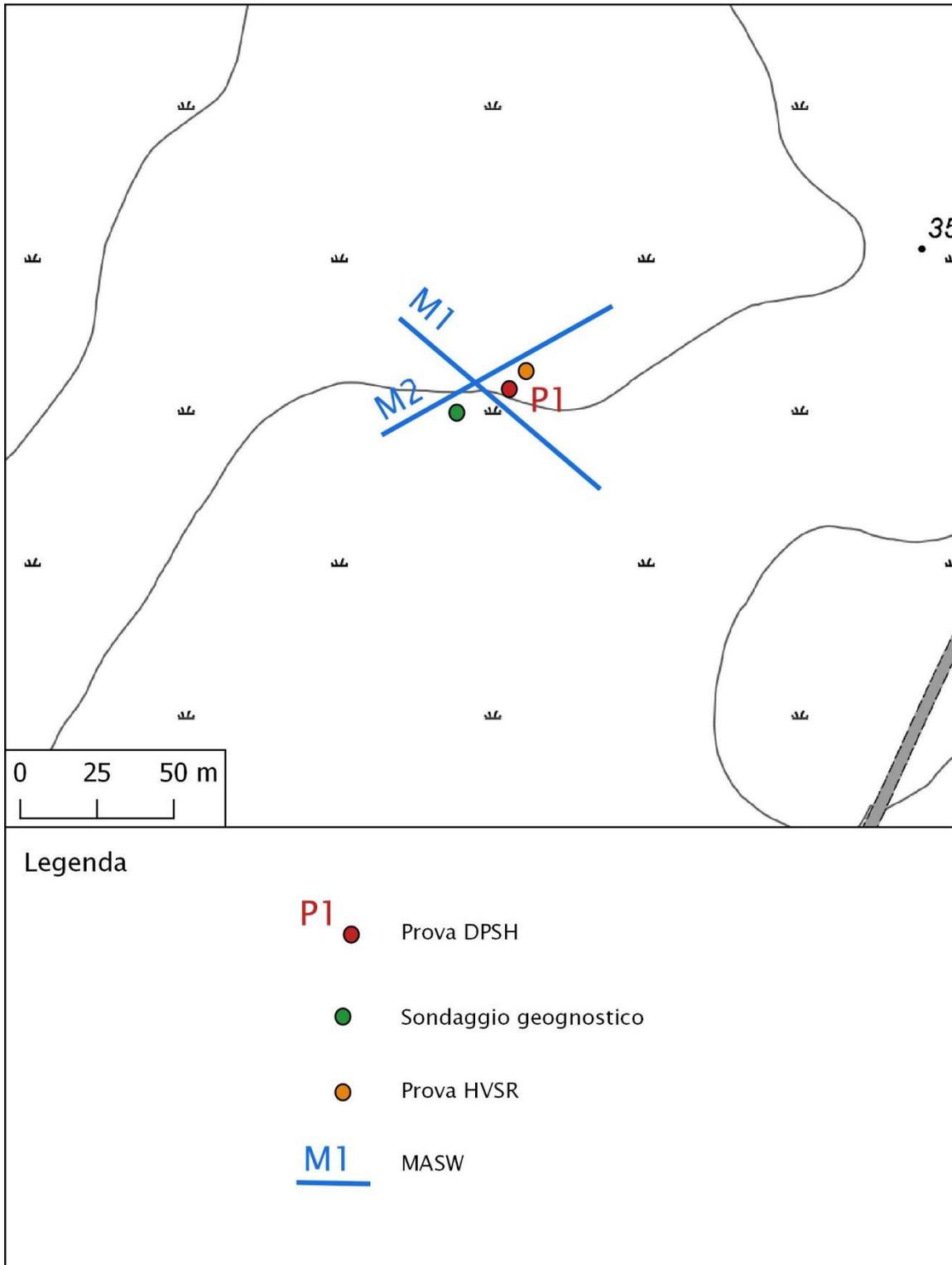


Fig.44 - Carta delle indagini MO05, scala 1:2.000

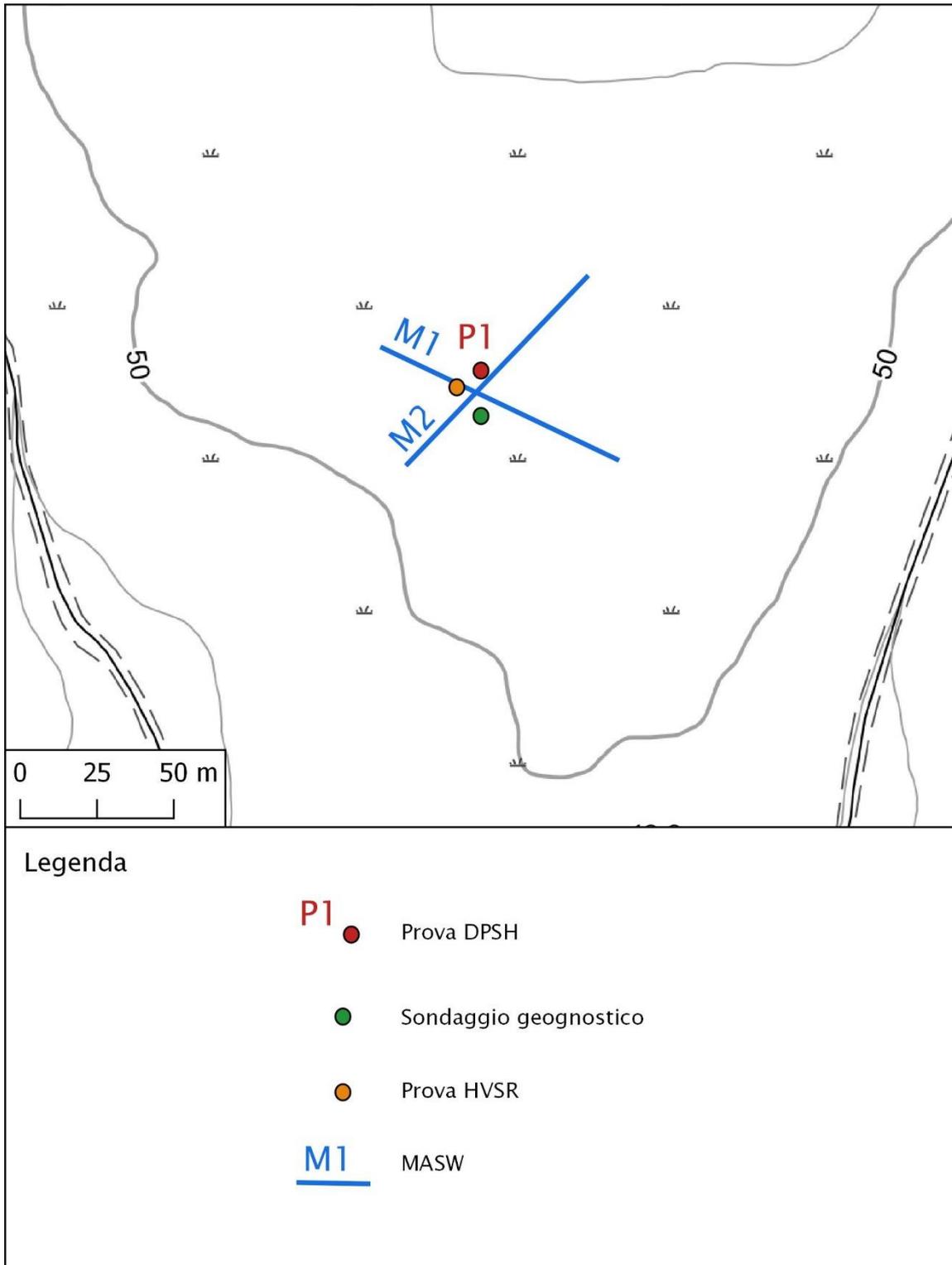


Fig.45 - Carta delle indagini MO06, scala 1:2.000

8. Area impianto BESS (geologia, geomorfologia, idrogeologia, sismica e geotecnica)

L'impianto BESS, a differenza degli altri siti, ricade nella regione Toscana, in provincia di Grosseto, nel comune di Manciano ed è soggetto quindi ad una legislazione diversa.

La zona in esame è compresa nel foglio 136 Tuscania, quadrante III, tavolette NO Pescia Fiorentina, nel C.T.R. 343112 (fig. 46-48).

Dal punto di vista geomorfologico l'area si trova su uno spartiacque idrografico allungato in direzione approssimata nord – sud, detto Poggio Capalbio, che divide la valle del fosso del Tafone ad ovest dal fosso Botro dell'Acqua Bianca.

La quota di imposta del BESS è di circa 103 m s.l.m., con una pendenza del 6 % in direzione sud ovest, in aumento verso valle fino a valori intorno al 10 % che rimangono costanti fino al piccolo impluvio, allineato in direzione nord est – sud ovest, che sfocia nell'alveo del fosso del Tafone, al cui bacino idrografico appartiene l'area in esame.

In prossimità dell'area non si rilevano evidenze geomorfologiche di rilievo e la zona si presenta sostanzialmente stabile, così come riportato anche sulla cartografia P.A.I. redatta dalla regione Toscana (fig.49), se si esclude la valle incisa dal fosso Botro dell'Acqua Bianca che presenta pareti sub verticali, comunque a distanza di sicurezza dal sito.

La zona in esame, dove verrà ubicato il BESS ricade sui diffusi depositi degli antichi terrazzi marini con materiale vulcanico rimaneggiato, di età pleistocenica.

I materiali sopra nominati sono composti da depositi di natura marina e più raramente salmastra (Qts), con sabbie più o meno argillose, conglomerati gialli e rossastri e argille con materiale vulcanico, risalenti al Pleistocene superiore.

Questa unità sulla carta geologica regionale viene descritta come deposito alluvionale inattivo (GM ghiaie limose: miscela di ghiaia sabbia e limo con frazione fine abbondante).

A profondità non elevata, in zona, si dovrebbe ritrovare il substrato pliocenico, a matrice prettamente argillosa e dotato di spessore molto elevato, come segnalato nella carta geologica regionale (FAA argille azzurre Zancleano-Piacenziano) (fig.50-51).

Il modello geologico ipotizzato è il seguente:

Modello A: limi ghiaiosi e sabbiosi con spessore limitato poggiante sul substrato argilloso Pliocenico.



Legenda

 Area d'indagine

Fig. 46 – I.G.M. F.136 III NO Pescia Fiorentina, scala 1:25.000

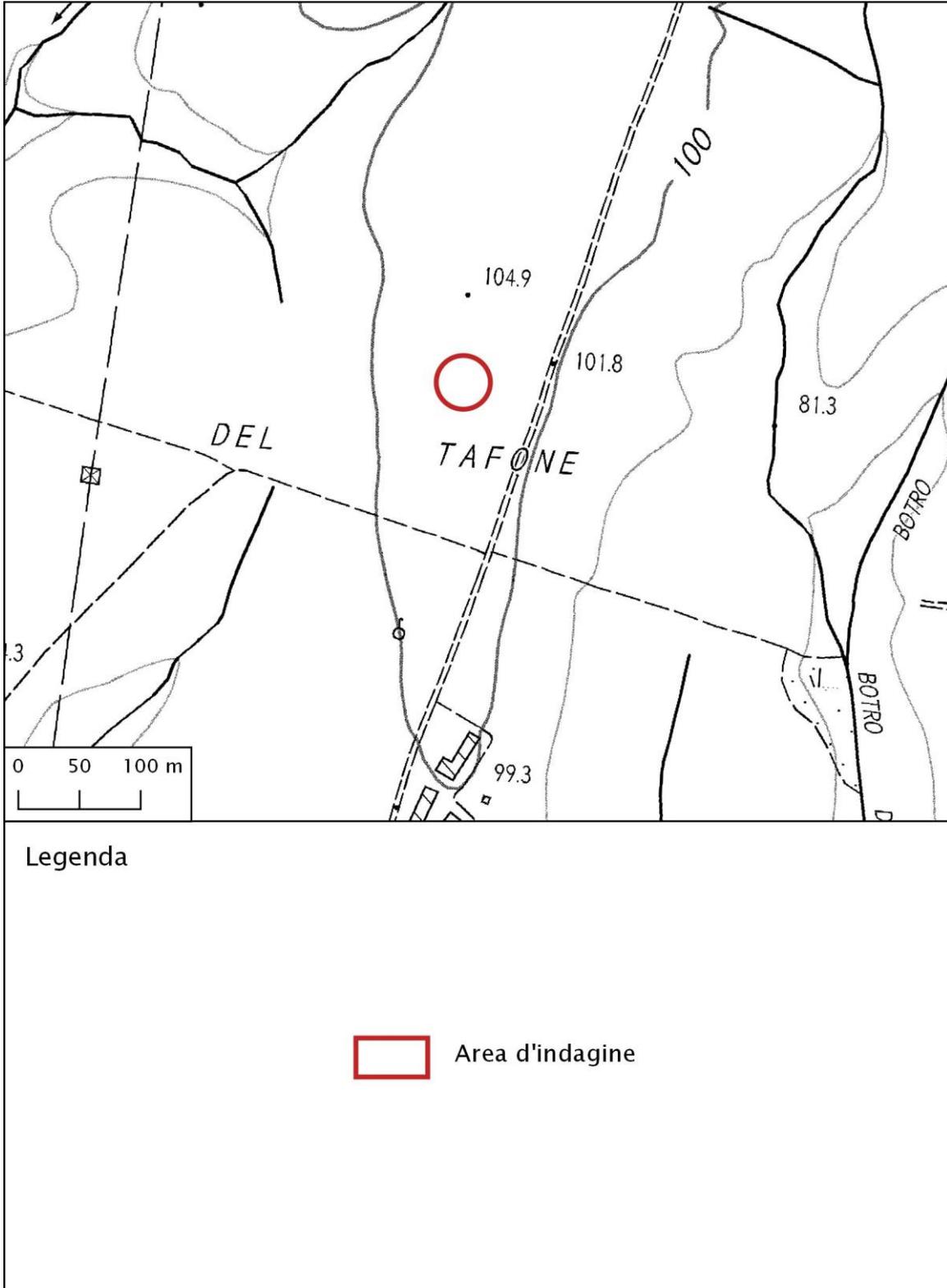
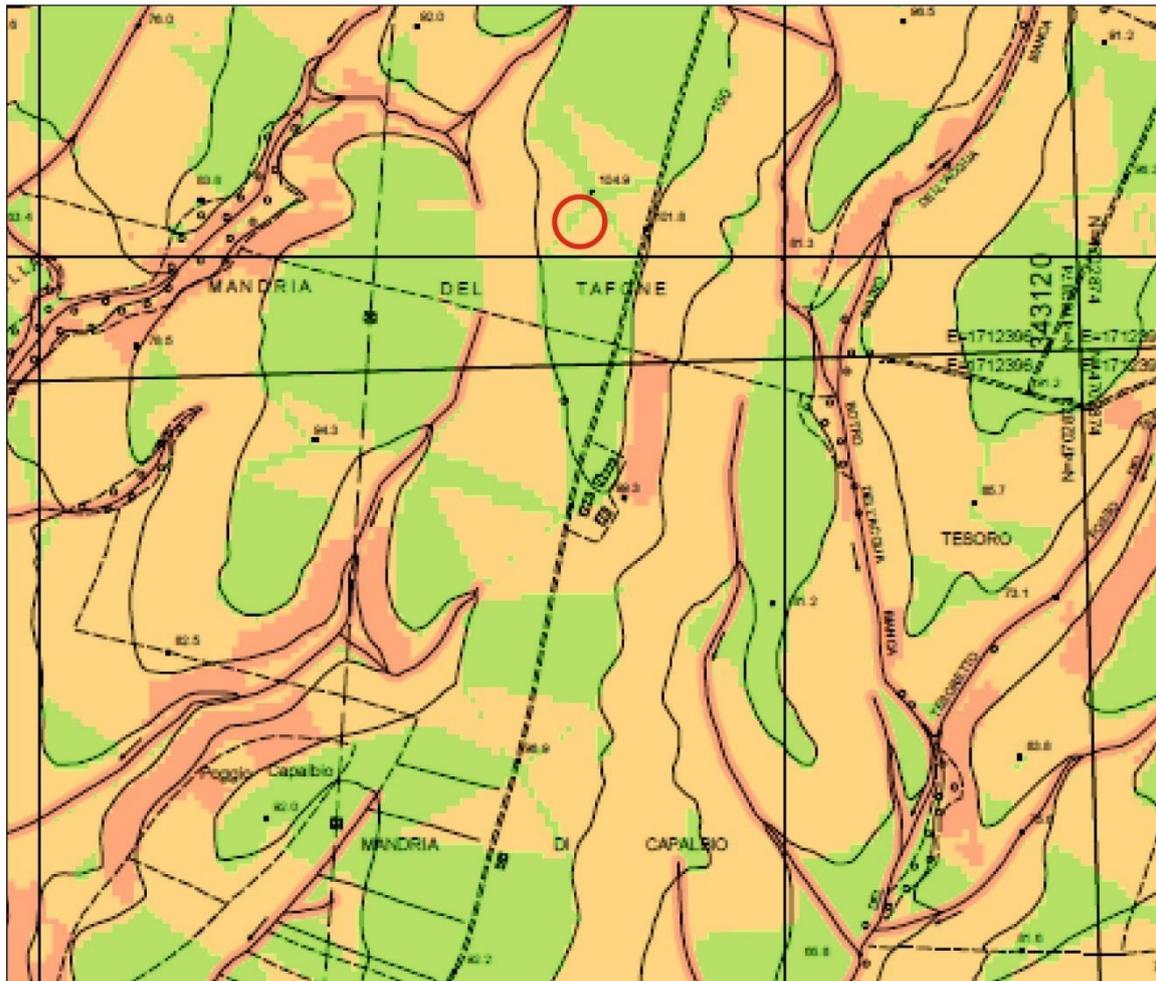


Fig. 47 – CTR 343112, scala 1:5.000



Fig. 48 – foto aerea da *Google Earth* – stralcio non in scala



LEGENDA



Ubicazione area d'indagine



Simbolo	26/R	PAI Ombrone	PAI Fiora
	G.4	PFME	PF4
	G.3	PFE	PF3
	G.2	non classificata	non classificata
	G.1	non classificata	non classificata

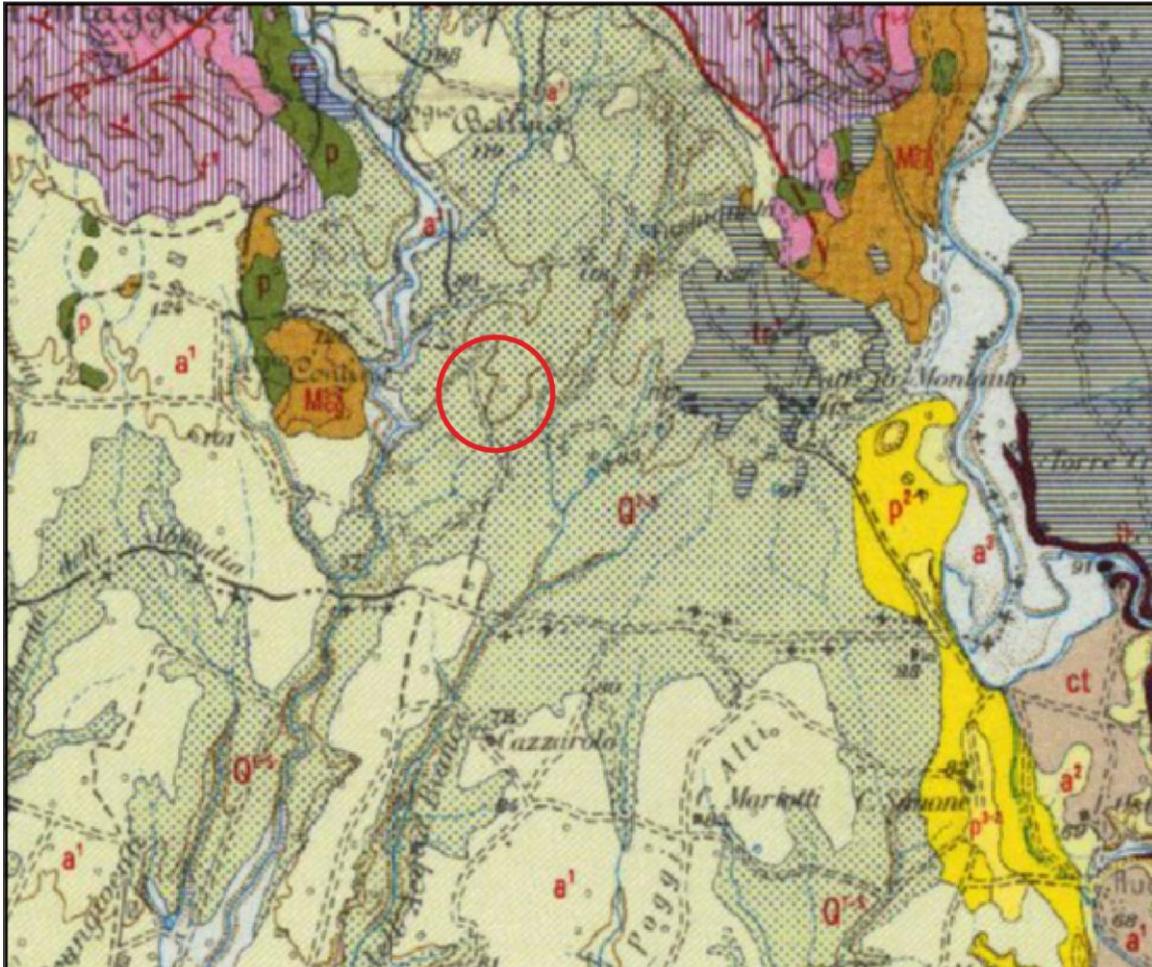


Perimetro UTOE

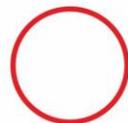


Spartiacque Fiora-Ombrone-Tafone

Fig. 49 – stralcio P.A.I. bacini regionali toscana – fuori scala



LEGENDA



Ubicazione area d'indagine

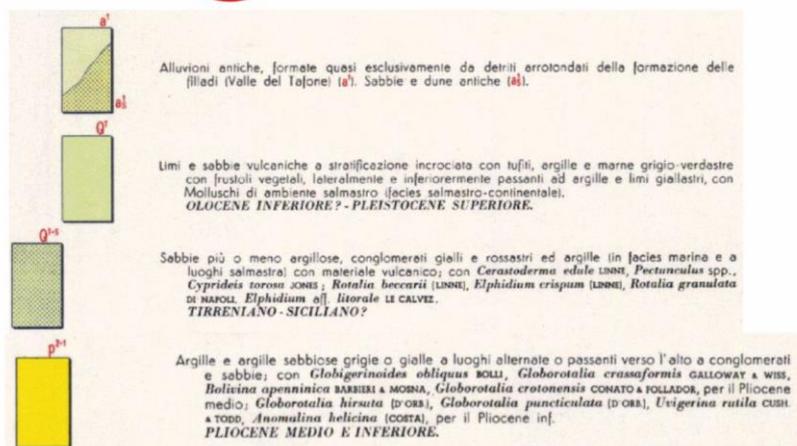


Fig. 50 – Stralcio carta Geologica d'Italia F° 136 Toscana – fuori scala

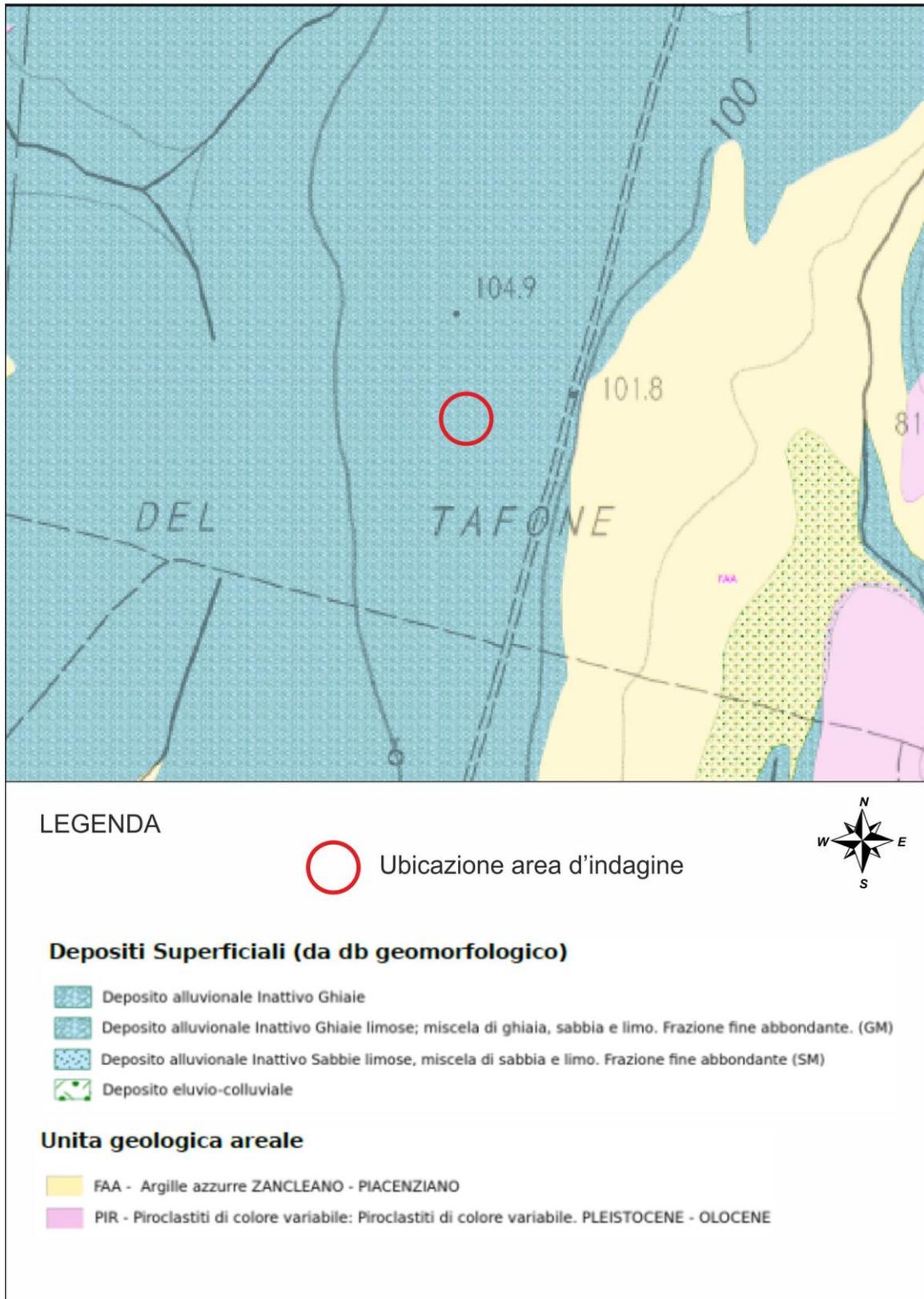


Fig. 51 – Stralcio carta Geologica regione toscana – fuori scala

Tutta l'area ricade nel bacino idrogeologico della fascia costiera tosco-laziale, ove la falda acquifera, alimentata ad est dalle pendici occidentali dell'apparato vulcanico vulsino e a nord dalle colline sedimentarie della serie toscana, molto più antiche.

Le acque superficiali dell'area defluiscono all'interno del bacino del fosso del Tafone che, dopo il fiume Fiora, rappresenta il maggior corso d'acqua della zona.

In particolare le acque di ruscellamento corrono lungo un piccolo impluvio orientato in direzione nord est – sud ovest che affluisce lungo la riva sinistra del fosso del Tafone.

Le isopieze, nelle zone d'indagine, sono ipotizzate intorno ai 85-90 m s.l.m., cioè ad una profondità di oltre 10 m dal piano di campagna, con direzione di flusso verso sud ovest.

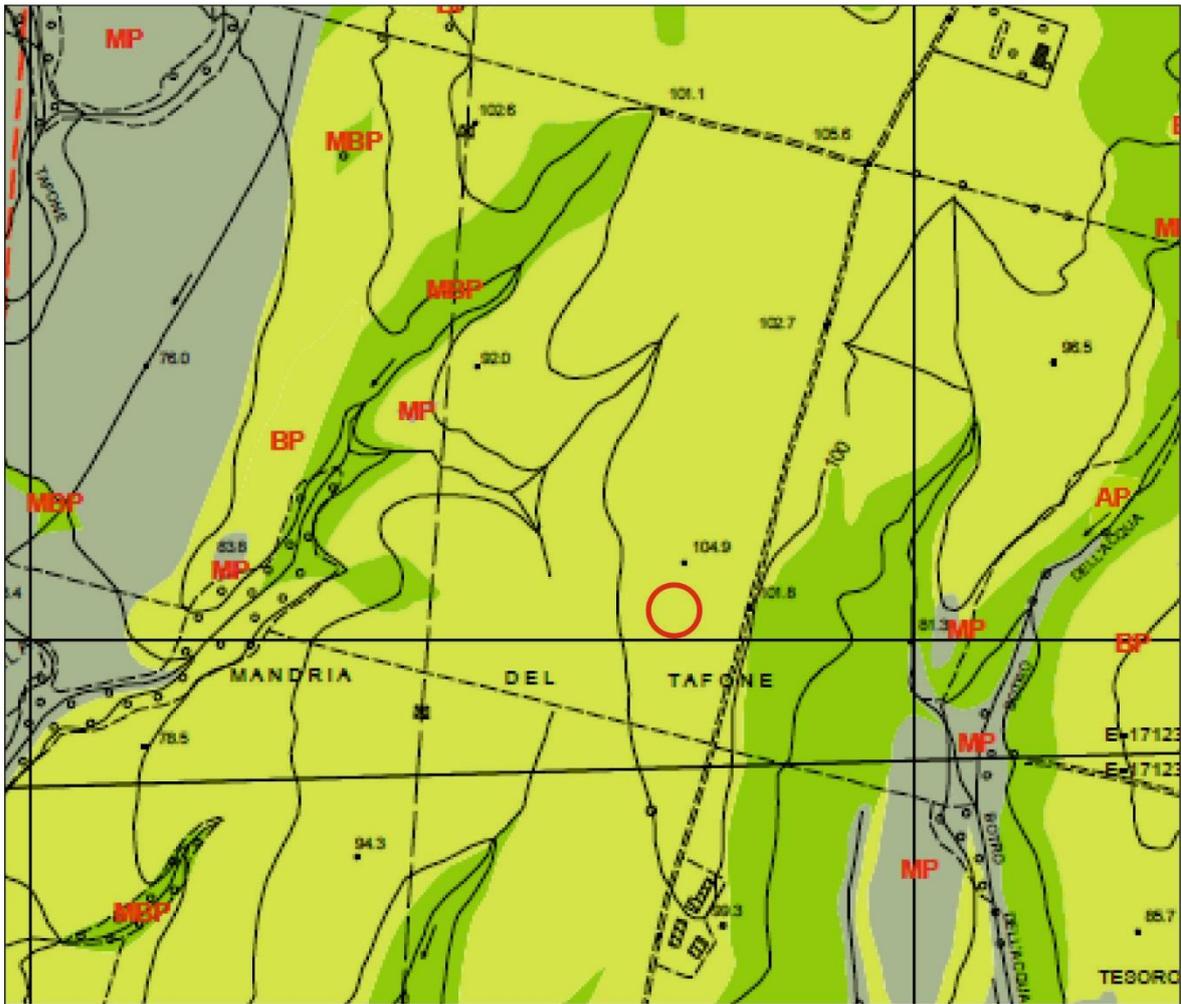
I dati delle isopieze sono comunque da considerare a livello generale e la presenza della falda nei terreni presenti in zona è comunque discontinua, a causa della notevole variabilità litologica dei sedimenti.

Inoltre bisogna tenere conto che il basamento argilloso di età pliocenica, che funge da substrato impermeabile e sostiene la falda acquifera, non ha una quota costante, impedendo la formazione di una falda continua su tutto il territorio.

La zona d'imposta è dotata di bassa permeabilità primaria, per porosità, a causa della presenza diffusa di materiale fine (fig.52).

In zona, comunque, tale substrato è segnalato intorno ai 100 metri di quota e quindi ad una profondità ipotetica di circa 5 metri dal p.c.

La piovosità media annua della zona è di circa 800 mm, con i periodi più piovosi nei mesi di ottobre-novembre ed una un'infiltrazione efficace stimata del 25-30 %.



LEGENDA



Ubicazione area d'indagine



- AP - permeabilità elevata per porosità (permeabilità primaria)
- AF - permeabilità elevata per fratturazione (permeabilità secondaria)
- BP - permeabilità bassa per porosità (permeabilità primaria)
- BF - permeabilità bassa per fratturazione (permeabilità primaria)
- MP - permeabilità media per porosità (permeabilità primaria)
- MF - permeabilità media per fratturazione (permeabilità secondaria)
- MBP - permeabilità molto bassa per porosità (permeabilità primaria)

Fig. 52 - Carta idrogeologica comune Manciano, fuori scala

In base all'O.P.C.M. n°3274 e alla sua parziale modifica da parte della Regione Toscana (DGRT n. 421/14) il comune è stato classificato in zona 3 a rischio medio basso.

Al fine di evidenziare gli eventi sismici che hanno raggiunto il sito, sono stati estratti i terremoti dal Catalogo INGV – DBMI 15, dove si riportano le intensità sismiche I_s che hanno raggiunto il comune con tutti i principali eventi catalogati, per i quali vengono indicati l'anno, l'area epicentrale e le intensità sismiche all'epicentro I_0 .

La MASW (fig. 53) ha mostrato un valore di $V_{s,eq} = 394 \text{ m/s}$ pertanto il sito può essere inserito nella categoria di **suolo B**.

I terremoti che hanno raggiunto la zona con maggiore intensità (I_s 5-6° MCS) fu quello con epicentro nel Monte Amiata nel 1820 (fig. 54).

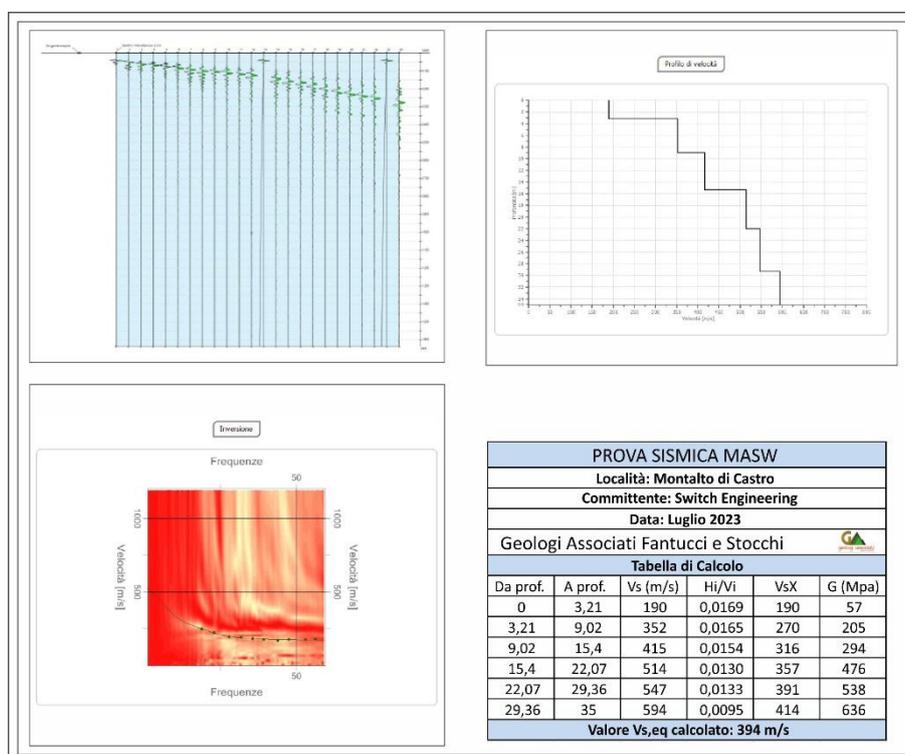


Fig. 53 – Masw

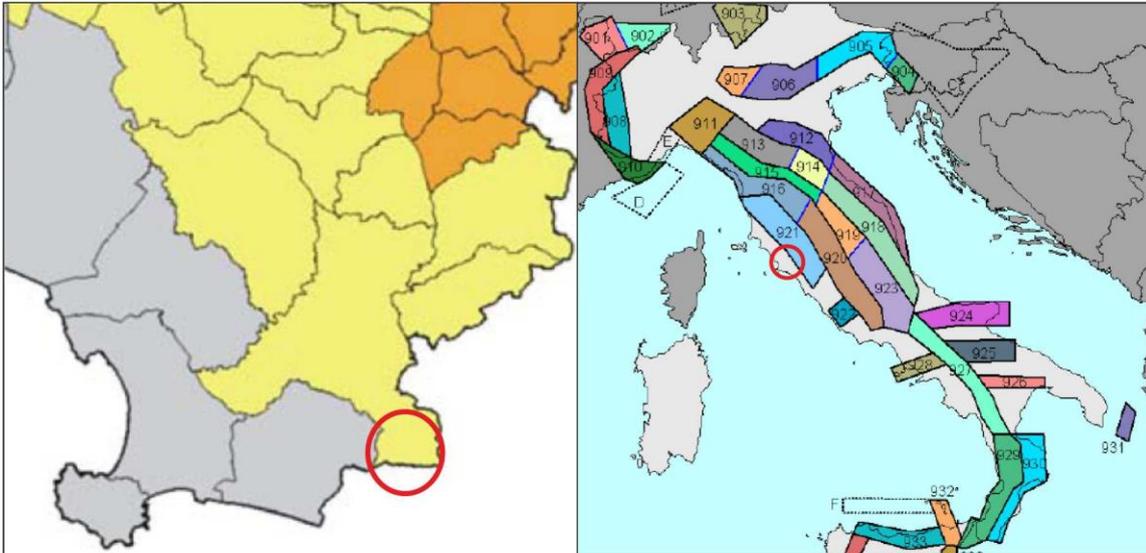
In base alle coordinate specifiche del sito ED50 (Lat N 42,451452° – Long E 11,575462°) sono stati quindi calcolati i parametri sismici a_g , F_0 e T_c^* , k_h , k_v ed a_{max} per i diversi tempi di ritorno T_R (da 30 a 975 anni); nel calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata un'opera di **Classe II**, un terreno di fondazione (**suolo B**), un assetto topografico (**categoria T1**) ed una vita nominale V_n pari a 50 anni.

Nelle seguenti tabelle sono riportati in grassetto i valori per lo SLV corrispondente ad un tempo di ritorno T_R 475 anni.

TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	T_R (Anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	C_c	T_b (s)	T_c (s)	T_d (s)	S_s	S_T	S
SLO	30	0,033	2,565	0,211	1,501	0,106	0,317	1,732	1,200	1,000	1,200
SLD	50	0,040	2,584	0,240	1,464	0,117	0,351	1,759	1,200	1,000	1,200
SLV	475	0,083	2,656	0,290	1,409	0,136	0,409	1,931	1,200	1,000	1,200
SLC	975	0,101	2,680	0,299	1,400	0,140	0,419	2,005	1,200	1,000	1,200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,007	0,009	0,018	0,029
k_v	0,004	0,004	0,009	0,015
A_{max} [m/s ²]	0,387	0,466	0,972	1,191
Beta	0,180	0,180	0,180	0,240



Zona 2
(95 comuni)
 Zona 3
(168 comuni)
 Zona 4
(24 comuni)

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef
NF	1733	1898	6	27	23	38		Reatino	42,414	12,903		8	5,5
5-6	1820	1902	12	17	5	21		Monte Amiata	42,839	11,602		6-7	4,83
NF	1860	1904	9	7	11	30		Valle dell'Ombrone	42,979	11,383		5	4,31
3	1871	1905	2	12	8	28		Monte Amiata	42,862	11,558		6	4,55
3-4	1989	1909	8	25	0	22		Crete Senesi	43,15	11,403		7-8	5,34
NF	2048	1911	9	13	22	29	2	Chianti	43,436	11,344		7	5,08
2-3	2110	1915	1	13	6	52	43	Marsica	42,014	13,53		11	7,08
NF	2235	1919	6	29	15	6	13	Mugello	43,957	11,482		10	6,38
5	2237	1919	9	10	16	57		Val di Paglia	42,793	11,788		7-8	5,36
3	2568	1940	10	16	13	17		Val di Paglia	42,885	11,867		7-8	5,29
NF	2631	1948	6	13	6	33	36	Alta Valtiberina	43,598	12,127		7	5,04
3-4	2639	1948	11	3	11	40		Monte Amiata	42,861	11,563		6	4,82
4	3026	1971	2	6	18	9		Tuscania	42,442	11,846		7-8	4,83
4	3250	1980	9	8	19	41	13,36	Costa Grossetana	42,645	10,934		2 5-6	4,44
NF	3395	1984	5	7	17	50		Monti della Meta	41,667	14,057		8	5,86
NF	3401	1984	5	11	10	41	49,27	Monti della Meta	41,651	13,843		107	5,47
NF	3511	1987	1	22	5	10	50,09	Costa pisano-livornese	43,541	10,188		5,8 5-6	4,15
NF	3850	1997	9	26	0	33	12,88	Appennino umbro-marchigiano	43,022	12,891		3,5 7-8	5,66
3-4	3853	1997	9	26	9	40	26,6	Appennino umbro-marchigiano	43,014	12,853		9,8 8-9	5,97
NF	3890	1997	10	14	15	23	10,64	Valnerina	42,898	12,898		7,3	5,62
3-4	4014	2000	4	1	18	8	3,68	Monte Amiata	42,831	11,691		1,6 6	4,52

Fig. 54 - Sismicità del comune di Manciano

In base ai dati delle aree limitrofe, con assetto geologico equiparabile, è stato ipotizzato il seguente modello geotecnico, con matrice mista, incoerente e coesiva con spessore modesto:

LIVELLO A – Sabbia limo argillosa con ghiaia	
Profondità dal p.c. (m)	Da 0 m
Spessore	circa 5 m
Angolo di attrito interno	$\varphi'_k = 28-33^\circ$
Coesione drenata	$c'_k = 10- 25 \text{ kPa}$
Peso di volume naturale	$\gamma = 18-20 \text{ kN/mc}$

9. Bibliografia

- ✓ Carta Geologica d'Italia F°136 Toscana, scala 1:100.000 e relative note illustrative
- ✓ Carta Idrogeologica Regione Lazio (2015).
- ✓ Carta P.A.I. ex Autorità Bacini Regionali Lazio
- ✓ Carta P.A.I. Bacini Regionali Toscana
- ✓ Cartografia da PRG comune Manciano
- ✓ Ingegneria geotecnica e geologia applicata di F. Cetrara
- ✓ Prove Geotecniche In Situ di A. Bruschi

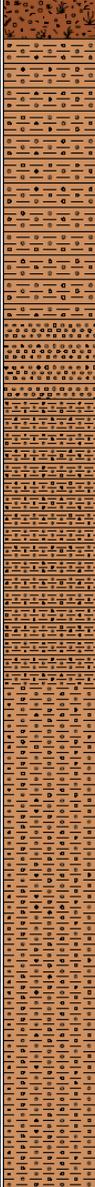
Dott. Geol. Vittorio Stocchi



10. Allegati

Riferimento: Switch Engineering										Sondaggio: 1				
Località: Montalto di Castro - MO01										Quota: 86 m s.l.m.				
Impresa esecutrice: Dr. Geol. Vittorio Stocchi										Data: Luglio 2023				
Coordinate:										Redattore:				
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo														
o mm	R V	A 1	Pz 3	metri ban.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prei % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	ROD % 0 --- 100	prof m	DESCRIZIONE
				0.2	Suolo argilloso con inclusi calcarei								0.2	
				1										
				2										Argilla grigio avana consistente
				3		1) She < 3.00 3.50								
				4										
				5						3-4-4	8			
				6										
				7										
				8										
				8.5									8.5	Argilla grigio azzurra consistente
				9										
				10										
				11										
				12										
				13										
				14										
				15									15.0	

Riferimento: Switch Engineering										Sondaggio: 1				
Località: Montalto di Castro - MO02										Quota: 80 m slm				
Impresa esecutrice: Dr. Geol. Vittorio Stocchi										Data: Luglio 2023				
Coordinate:										Redattore:				
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo														
o mm	R v	A r	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1	Suolo argillo limoso debolmente sabbioso con inclusi calcarei								0,5	Suolo argillo limoso debolmente sabbioso con inclusi calcarei
				2	Argilla grigio avana consistente				2-3-3		6			Argilla grigio avana consistente
				3	1) She = 3,00 3,60									
				4	Argilla grigio azzurra consistente								4,0	Argilla grigio azzurra consistente
				5										
				6										
				7										
				8										
				9										
				10										
				11										
				12										
				13										
				14										
				15									15,0	

Riferimento: Switch Engineering										Sondaggio: 1					
Località: Montalto di Castro - MO03										Quota: 65 m slm					
Impresa esecutrice: Dr. Geol. Vittorio Stocchi										Data: Luglio 2023					
Coordinate:										Redattore:					
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo															
o mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
				1									0.5	Suolo argillo limoso sabbioso marrone con inclusi calcarei ghiaiosi	
				2						8-10-15		25			Limo argillo sabbioso marrone chiaro con screziature chiare e nerastre
				3											
				4										4.0	Sabbia limosa marrone chiaro
				5										5.0	Limo sabbioso argilloso addensato con inclusi calcarei
				6											
				7											
				8											
				9										8.6	Sabbia limosa con ciottoli di ghiaia calcarei e livelli di calcite
				10											
				11											
				12											
				13											
				14											
				15										15.0	

Riferimento: Switch Engineering										Sondaggio: 1				
Località: Montalto di Castro - MO04										Quota: 71 m slm				
Impresa esecutrice: Dr. Geol. Vittorio Stocchi										Data: Luglio 2023				
Coordinate:										Redattore:				
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo														
Ø mm	R v	A r	Pz	metri bet.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0-100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0-100	prof m	DESCRIZIONE
				1									0.7	Suolo argillo limoso marrone con inclusi calcarei
				2						8-15-16	31			Limo argilloso marrone chiaro con lenti di sabbie limose e livelli sabbio ghiaiosi
				3										
				4										
				5										
				6						16-16-18	34			
				7										
				8										
				9										
				10										
				11										
				12										
				13										
				14										
				15									15.0	

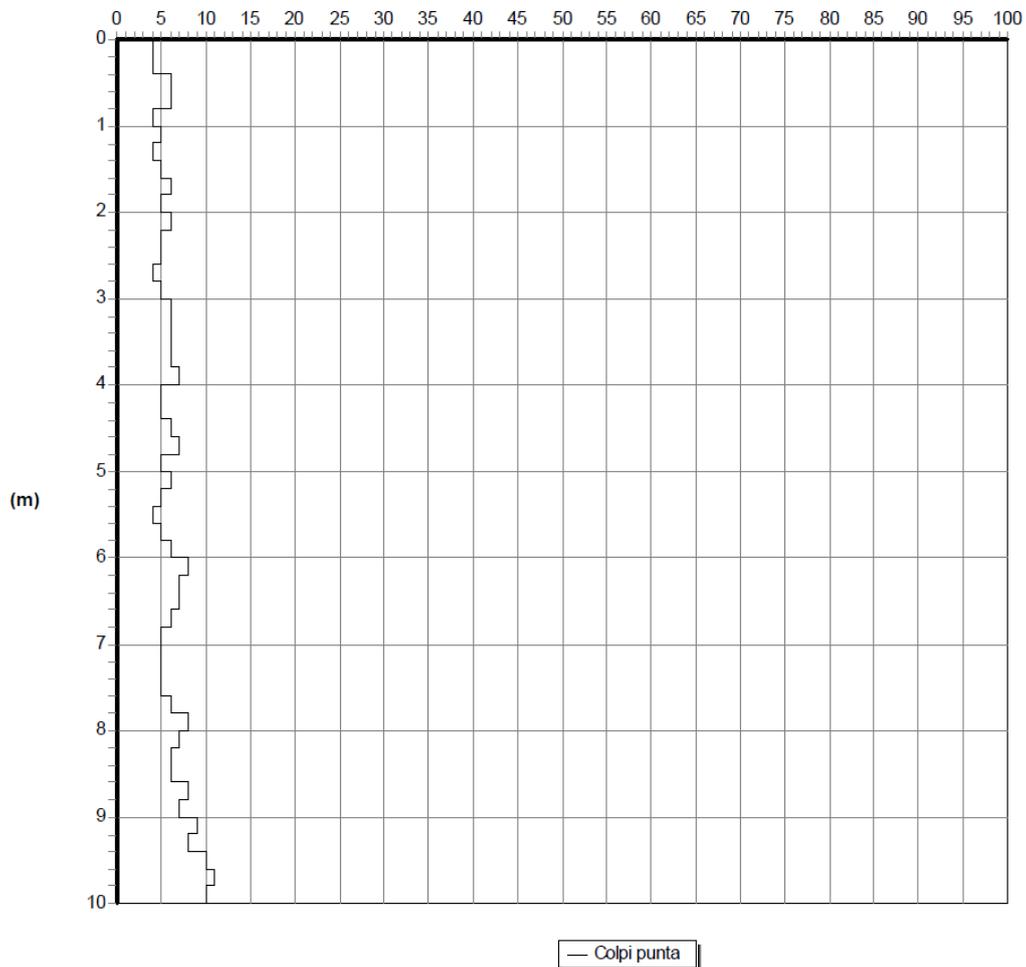
Riferimento: Switch Engineering											Sondaggio: 1			
Località: Montalto di Castro - MO05											Quota: 36 m slm			
Impresa esecutrice: Dr. Geol. Vittorio Stocchi											Data: Luglio 2023			
Coordinate:											Redattore:			
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo														
σ mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
													0,2	Suolo argilloso sabbioso marrone chiaro
				1										
				2						2-3-3	6			Argilla limosa avana
				3										
				4										
				4,3									4,3	Argilla grigia e avana
				5						3-4-5	9			
				6										
				7										
				8										
				9										
				10										
				11										
				12										
				13										
				14										
				15									15,0	

Riferimento: Switch Engineering										Sondaggio: 1				
Località: Montalto di Castro - MO06										Quota: 52 m slm				
Impresa esecutrice: Dr. Geol. Vittorio Stocchi										Data: Luglio 2023				
Coordinate:										Redattore:				
Perforazione: A rotazione e carotaggio continuo														
Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1									0,5	Suolo argillo sabbioso avana
				2						8-10-22	32			Limo argilloso sabbioso marrone chiaro
				3										
				4										
				5						16-18-20	38			
				6										
				7										
				8										
				9										
				10										
				11										
				12										
				13										
				14										
				15									15,0	

Committente: Switch Engineering
Località: Montalto di Castro
Data: Luglio 2023 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA
Note:
Quota(m): 86,0 Sigla: \MO01

Grafico della prova

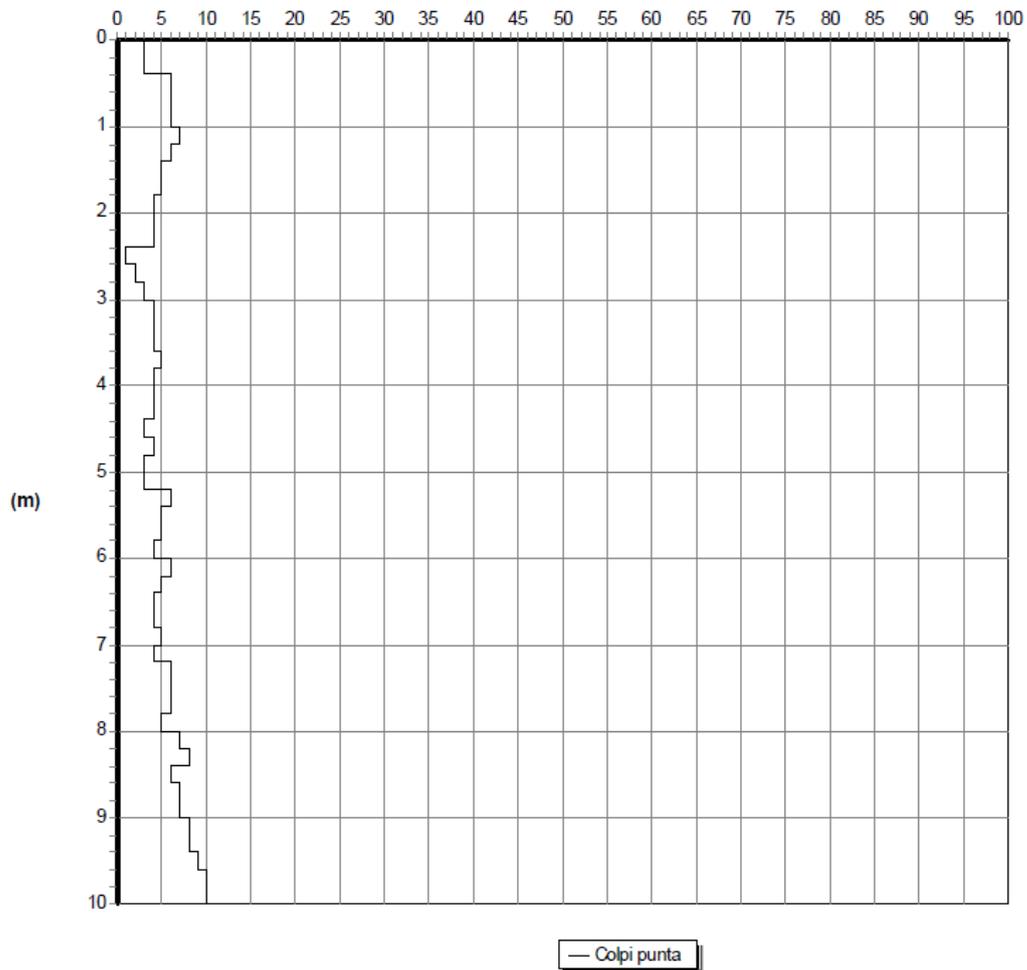
Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: Switch Engineering
Località: Montalto di Castro
Data: Luglio 2023 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA
Note:
Quota(m): 80,0 Sigla: \MO02

Grafico della prova

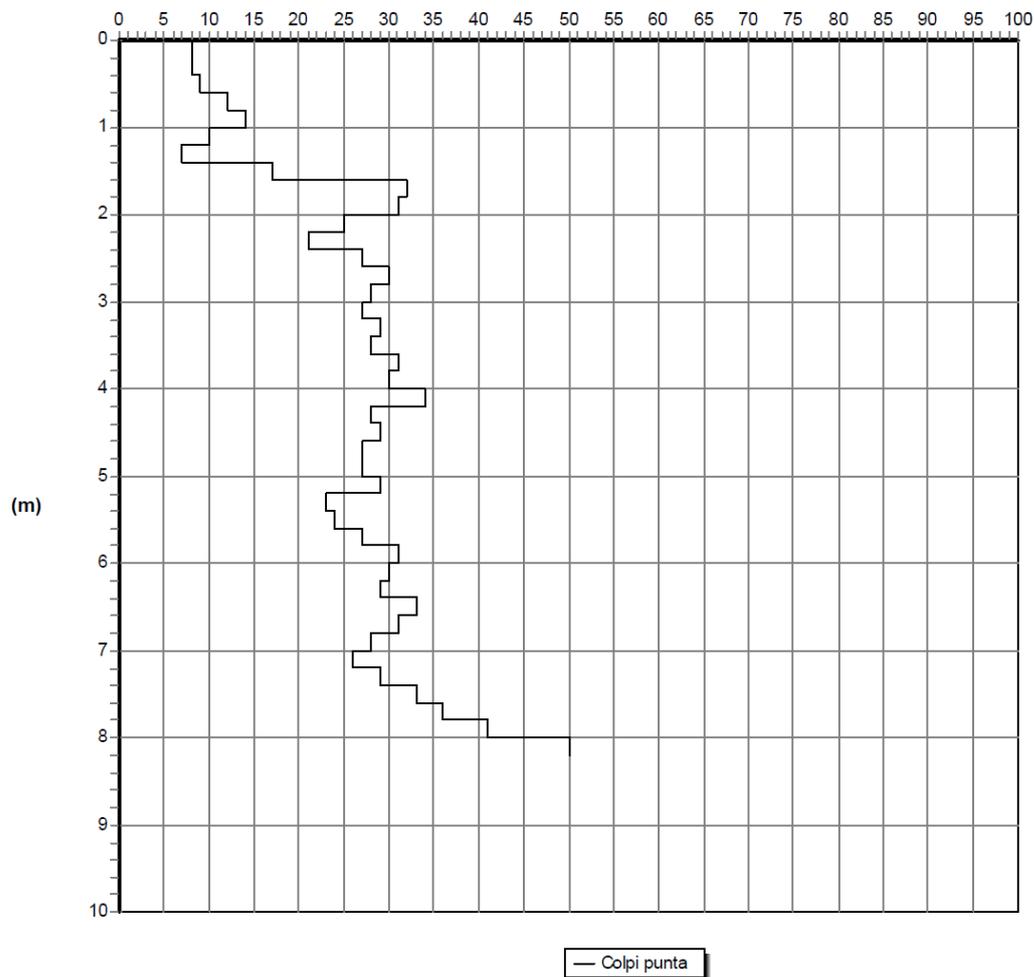
Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: Switch Engineering
Località: Montalto di Castro
Data: Luglio 2023 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA
Note:
Quota(m): 65,0 Sigla: IMO03

Grafico della prova

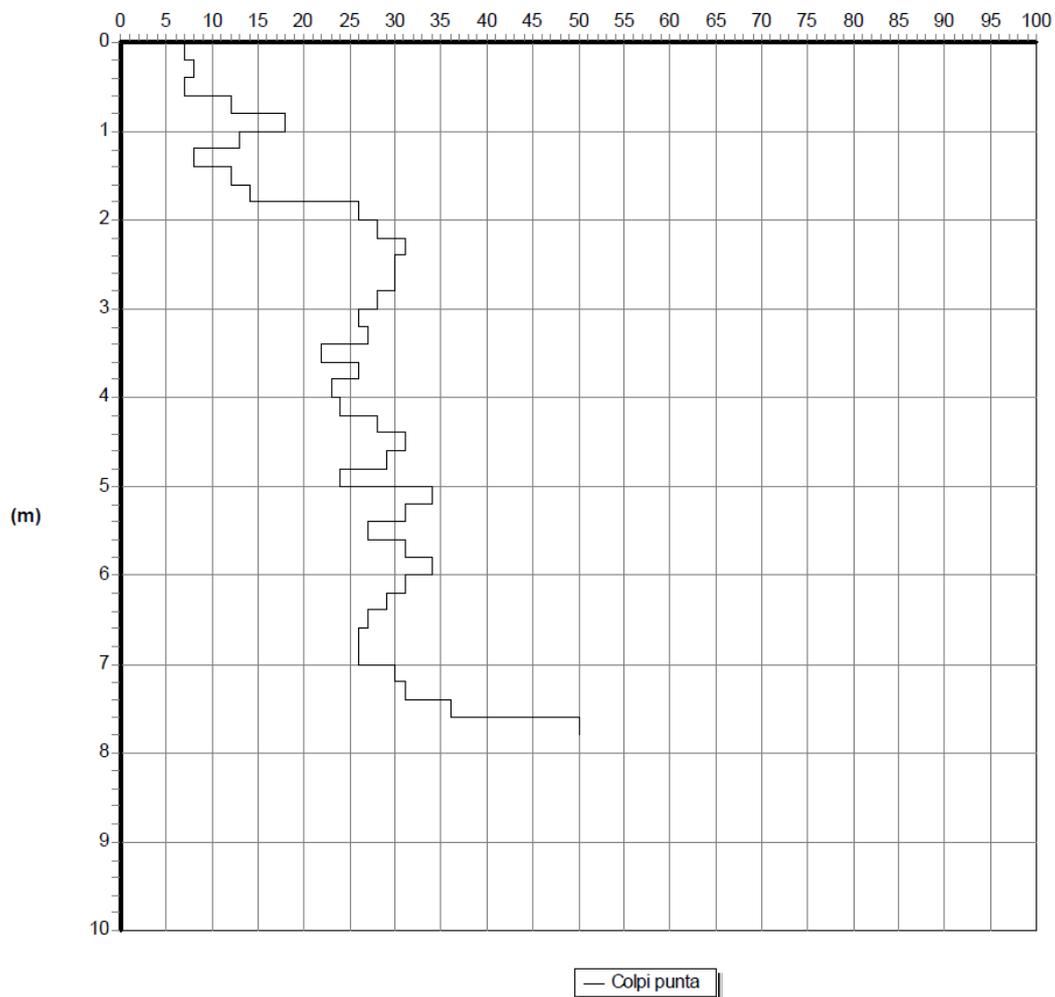
Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: Switch Engineering
Località: Montalto di Castro
Data: Luglio 2023 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA
Note:
Quota(m): 71,0 Sigla: \MO04

Grafico della prova

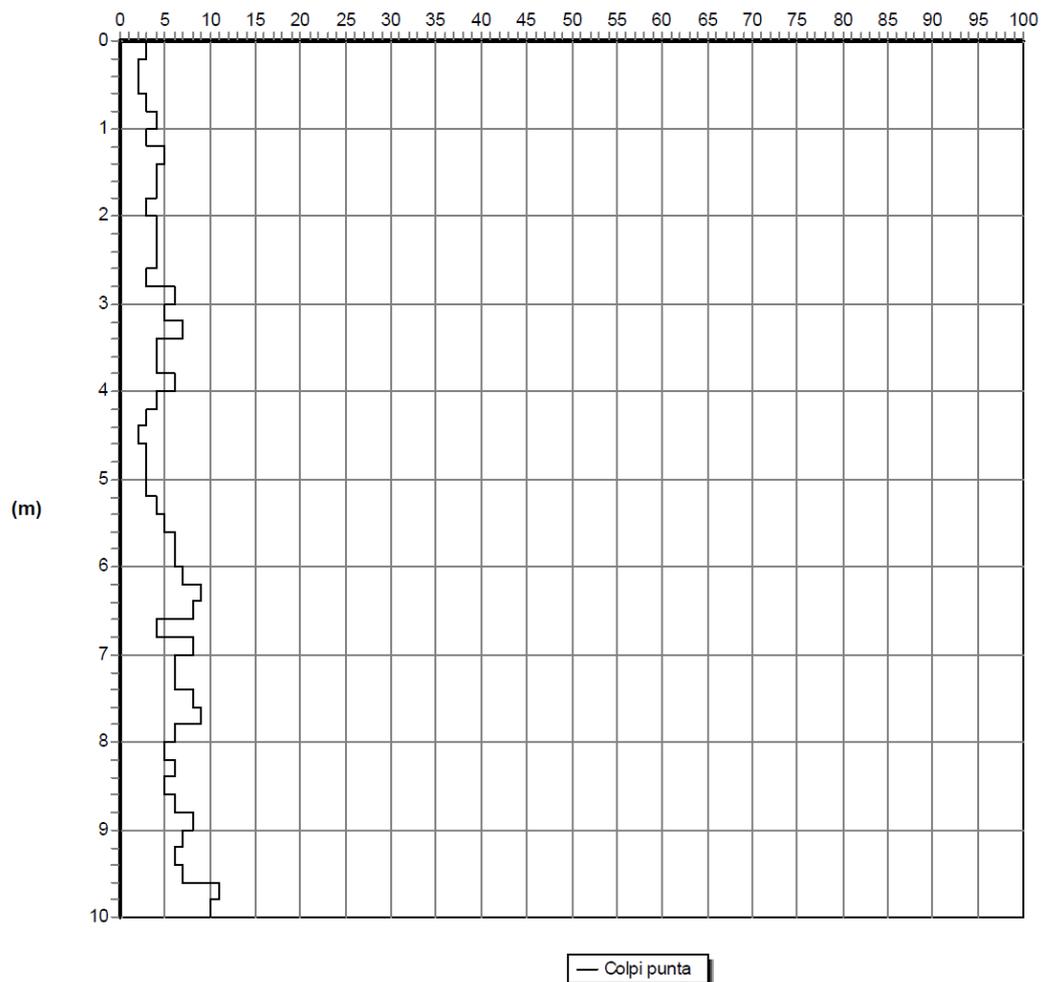
Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: Switch Engineering
Località: Montalto di Castro
Data: Luglio 2023 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA
Note:
Quota(m): 36,0 Sigla: \MO05

Grafico della prova

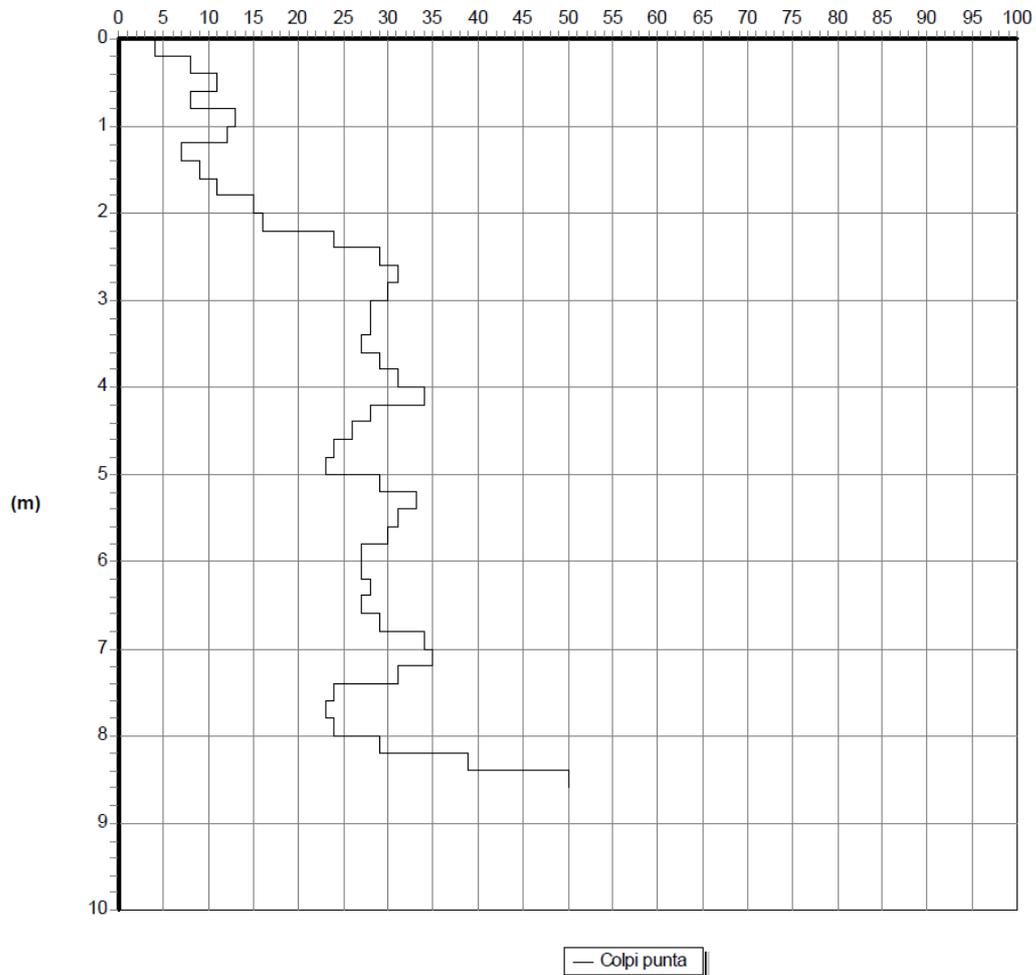
Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: Switch Engineering
Località: Montalto di Castro
Data: Luglio 2023 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA
Note:
Quota(m): 52,0 Sigla: IMO06

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: Switch Engineering

Località: Montalto di Castro

Data: Luglio 2023

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 86,0

Sigla: MO01

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	4		6	
0,4	4		6	
0,6	6		9	
0,8	6		9	
1	4		6	
1,2	5		7	
1,4	4		6	
1,6	5		7	
1,8	6		9	
2	5		7	
2,2	6		9	
2,4	5		7	
2,6	5		7	
2,8	4		6	
3	5		7	
3,2	6		9	
3,4	6		9	
3,6	6		9	
3,8	6		9	
4	7		10	
4,2	5		7	
4,4	5		7	
4,6	6		9	
4,8	7		10	
5	5		7	
5,2	6		9	
5,4	5		7	
5,6	4		6	
5,8	5		7	
6	6		9	
6,2	8		12	
6,4	7		10	
6,6	7		10	
6,8	6		9	
7	5		7	
7,2	5		7	
7,4	5		7	
7,6	5		7	
7,8	6		9	
8	8		12	

Committente: Switch Engineering
 Località: Montalto di Castro
 Data: Luglio 2023 Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA
 Note:
 Quota(m): 80,0 Sigla: \MO02

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	3		4	
0,4	3		4	
0,6	6		9	
0,8	6		9	
1	6		9	
1,2	7		10	
1,4	6		9	
1,6	5		7	
1,8	5		7	
2	4		6	
2,2	4		6	
2,4	4		6	
2,6	1		1	
2,8	2		3	
3	3		4	
3,2	4		6	
3,4	4		6	
3,6	4		6	
3,8	5		7	
4	4		6	
4,2	4		6	
4,4	4		6	
4,6	3		4	
4,8	4		6	
5	3		4	
5,2	3		4	
5,4	6		9	
5,6	5		7	
5,8	5		7	
6	4		6	
6,2	6		9	
6,4	5		7	
6,6	4		6	
6,8	4		6	
7	5		7	
7,2	4		6	
7,4	6		9	
7,6	6		9	
7,8	6		9	
8	5		7	

Committente: Switch Engineering

Località: Montalto di Castro

Data: Luglio 2023

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 65,0

Sigla: \MO03

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	8		12	
0,4	8		12	
0,6	9		13	
0,8	12		18	
1	14		21	
1,2	10		15	
1,4	7		10	
1,6	17		25	
1,8	32		47	
2	31		46	
2,2	25		37	
2,4	21		31	
2,6	27		40	
2,8	30		44	
3	28		41	
3,2	27		40	
3,4	29		43	
3,6	28		41	
3,8	31		46	
4	30		44	
4,2	34		50	
4,4	28		41	
4,6	29		43	
4,8	27		40	
5	27		40	
5,2	29		43	
5,4	23		34	
5,6	24		35	
5,8	27		40	
6	31		46	
6,2	30		44	
6,4	29		43	
6,6	33		49	
6,8	31		46	
7	28		41	
7,2	26		38	
7,4	29		43	
7,6	33		49	
7,8	36		53	
8	41		60	

Committente: Switch Engineering

Località: Montalto di Castro

Data: Luglio 2023

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 71,0

Sigla: \MO04

Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,2	7		10	
0,4	8		12	
0,6	7		10	
0,8	12		18	
1	18		26	
1,2	13		19	
1,4	8		12	
1,6	12		18	
1,8	14		21	
2	26		38	
2,2	28		41	
2,4	31		46	
2,6	30		44	
2,8	30		44	
3	28		41	
3,2	26		38	
3,4	27		40	
3,6	22		32	
3,8	26		38	
4	23		34	
4,2	24		35	
4,4	28		41	
4,6	31		46	
4,8	29		43	
5	24		35	
5,2	34		50	
5,4	31		46	
5,6	27		40	
5,8	31		46	
6	34		50	
6,2	31		46	
6,4	29		43	
6,6	27		40	
6,8	26		38	
7	26		38	
7,2	30		44	
7,4	31		46	
7,6	36		53	
7,8	50		74	

Committente: Switch Engineering

Località: Montalto di Castro

Data: Luglio 2023

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 36,0

Sigla: \MO05

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	3		4	
0,4	2		3	
0,6	2		3	
0,8	3		4	
1	4		6	
1,2	3		4	
1,4	5		7	
1,6	4		6	
1,8	4		6	
2	3		4	
2,2	4		6	
2,4	4		6	
2,6	4		6	
2,8	3		4	
3	6		9	
3,2	5		7	
3,4	7		10	
3,6	4		6	
3,8	4		6	
4	6		9	
4,2	4		6	
4,4	3		4	
4,6	2		3	
4,8	3		4	
5	3		4	
5,2	3		4	
5,4	4		6	
5,6	5		7	
5,8	6		9	
6	6		9	
6,2	7		10	
6,4	9		13	
6,6	8		12	
6,8	4		6	
7	8		12	
7,2	6		9	
7,4	6		9	
7,6	8		12	
7,8	9		13	
8	6		9	



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27

01100 Viterbo - www.geologiassociati.com

Committente: Switch Engineering

Località: Montalto di Castro

Data: Luglio 2023

Attrezzatura: Pagani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): 52,0

Sigla: \MO06

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	4		6	
0,4	8		12	
0,6	11		16	
0,8	8		12	
1	13		19	
1,2	12		18	
1,4	7		10	
1,6	9		13	
1,8	11		16	
2	15		22	
2,2	16		24	
2,4	24		35	
2,6	29		43	
2,8	31		46	
3	30		44	
3,2	28		41	
3,4	28		41	
3,6	27		40	
3,8	29		43	
4	31		46	
4,2	34		50	
4,4	28		41	
4,6	26		38	
4,8	24		35	
5	23		34	
5,2	29		43	
5,4	33		49	
5,6	31		46	
5,8	30		44	
6	27		40	
6,2	27		40	
6,4	28		41	
6,6	27		40	
6,8	29		43	
7	34		50	
7,2	35		51	
7,4	31		46	
7,6	24		35	
7,8	23		34	
8	24		35	