

Regione Lazio



Comune di Valentano



Comune di Latera



Committente

POGGIO DEL MULINO S.R.L.

Piazza Europa, 14-87100-Cosenza (CS)

P.iva: 03876510789



Titolo del Progetto:

Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico denominato "Poggio del Mulino"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Tavola:

REL0012

Elaborato:

Relazione Geologica

SCALA:

-

FOGLIO:

1 di 1

FORMATO:

A4

folder:

Relazioni progetto civile_Specialistiche

Nome File:

REL0012A0.pdf

Progettazione:

**NEWDEVELOPMENTS**

ISO 9001

BUREAU VERITAS

Certification

**NEW DEVELOPMENTS srl**

piazza Europa, 14 - 87100 Cosenza (CS)

Progettisti:



dott. Geol. Eugenio Martire

Rev:	Data Revisione:	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	06/07/2023	PRIMA EMISSIONE	New. Dev.	P.D.M.	P.D.M.

INDICE DEI CONTENUTI

Premessa.....	2
1. Inquadramento Geografico	5
2. Inquadramento Geologico Generale	6
3. Caratteristiche Geolitologiche	9
4. Caratteristiche Geomorfologiche	10
5. Caratteristiche Idrologiche e Idrogeologiche	19
6. Vincoli Territoriali	23
7. Modello Geologico	24
8. Caratterizzazione Geotecnica	26
9. Sismicità dell'Area	27
10. Verifica Di Stabilità Del Pendio	44
11. Potenziale di Liquefazione	44
Conclusioni.....	46
Elaborati Cartografici	47
Allegati	48

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Ubicazione del Comune di Valentano su scala nazionale.....	5
Figura 2 - Penisola Italiana durante il Pliocene	7
Figura 3 - Posizione dell'Aerogeneratore 1 su Mappa Geomorfologica.....	11
Figura 4 - Posizione dell'Aerogeneratore 2 su Mappa Geomorfologica.....	11
Figura 5 - Posizione dell'Aerogeneratore 3 su Mappa Geomorfologica.....	12
Figura 6 - Posizione dell'Aerogeneratore 4 su Mappa Geomorfologica.....	13
Figura 7 - Posizione dell'Aerogeneratore 5 su Mappa Geomorfologica.....	13
Figura 8 - Posizione dell'Aerogeneratore 6 su Mappa Geomorfologica.....	14
Figura 9 - Posizione dell'Aerogeneratore 7 su Mappa Geomorfologica.....	15
Figura 10 – Posizione della Stazione elettrica TERNA (in blu), dell'Impianto di Accumulo (in giallo) e dell'Area di Trasbordo (in verde) su Mappa Geomorfologica.....	16
Figura 11 - Ubicazione dei movimenti franosi in corrispondenza del passaggio del cavidotto interrato	17
Figura 12 - Ubicazione dei vari Aerogeneratori, della Stazione elettrica TERNA, dell'Impianto di Accumulo, dell'Area di Trasbordo e del cavidotto su base ortofoto (google).....	18
Figura 13 - Forme geomorfologiche nell'intorno degli aerogeneratori	19
Figura 14 - Il Torrente Olpetta che ha solcato la piana della Caldera di Laterna.....	20
Figura 15 - La figura indica i principali parametri climatici medi mensili (temperatura e mm di pioggia) di Viterbo.....	22
Figura 16 - Ubicazione prove in situ, su base C.T.R. (non in scala).....	24
Figura 17 - Rappresentazione grafica della storia sismica del Comune di Valentano	28
Figura 18 - Zonazione Sismogenetica ZS9	30
Figura 19 - Individuazione del Comune di Latina nella nuova zonazione sismica della Regione Lazio	31

Figura 20 - Stralcio della mappa interattiva di pericolosità sismica del territorio. I punti visualizzati si riferiscono a: parametro dello scuotimento $a(g)$; probabilità di superamento del 10% in 50 anni.....	32
Figura 21 - Rappresentazione schematica del significato delle accelerazioni, delle classi di categoria di suolo e del fattore topografico (da Microsism - procedure automatiche di microzonazione sismica, Giulio Riga) .	33
Figura 22 - AREA 1 Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru).....	36
Figura 23 – AREA 2 Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru).....	38
Figura 24 – AREA 3 Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru).....	40
Figura 25 - Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru)	42
Figura 26 - a. Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ (da AGI, 2005).....	45
Figura 27 - b. Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ (da AGI, 2005).....	45

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Coordinate ubicazione degli aerogeneratori nel sistema WGS84	6
Tabella 2 – Elenco delle litologie presenti nell'area di studio	9
Tabella 3 - Parametri geotecnici Aree degli Aerogeneratori (Piana della Caldera di Latera).....	26
Tabella 4 - Parametri geotecnici Area della Stazione Elettrica Terna e dell'Impianto di Accumulo	26
Tabella 5 - Numero eventi sismici Comune di Valentano (VT).....	27
Tabella 6 – Eventi sismici più significativi dal 1947 al 2005	28
Tabella 7 - Categorie di Sottosuolo	34
Tabella 8 – Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica	34
Tabella 9 - Categorie Topografiche.....	35
Tabella 10 – Valori del coefficiente di amplificazione topografica St.....	35
Tabella 11 - AREA 1 Siti di Riferimento.....	37
Tabella 12 – AREA 1 Parametri Sismici	37
Tabella 13 – AREA 1 Coefficienti Sismici - Stabilità dei pendii.....	38
Tabella 14 - AREA 2 Siti di Riferimento.....	39
Tabella 15 - AREA 2 Parametri Sismici.....	39
Tabella 16 - AREA 2 Coefficienti Sismici - Stabilità dei pendii	39
Tabella 17 – AREA3 Siti di Riferimento	40
Tabella 18 - AREA 3 Parametri Sismici.....	41
Tabella 19 - AREA 3 Coefficienti Sismici - Stabilità dei pendii	41
Tabella 20 - AREA 4 Siti di Riferimento.....	42
Tabella 21 - AREA 4 Parametri Simici	43
Tabella 22 - AREA 4 Coefficienti Sismici - Stabilità dei pendii	43

Premessa

Su incarico della società **Poggio del Mulino s.r.l.** con sede legale in Piazza Europa n° 14, Cosenza (CS) il sottoscritto geologo Eugenio Martire iscritto all'ordine dei Geologi della Calabria a partire dal Gennaio

2013 al n° 1129, ha effettuato uno studio GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-GEOTECNICO-SISMICO DI BASE, al fine di definire le condizioni di un'area interessata dal **“Progetto definitivo impianto eolico denominato “Poggio del Mulino”** nei territori comunali di Valentano (VT) e Latera (VT) .

In particolare, il progetto prevede la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico costituito da 7 aerogeneratori, finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in pieno accordo con il piano programmatico Comunitario e Nazionale.

Le finalità che si vogliono raggiungere con il presente studio si esplicano nella definizione geologica/geomorfologica, geotecnica e sismica del sito esaminato. A tal fine è stato predisposto, nell'area in esame, un programma di studi di ampiezza commisurata al contesto delle opere previste in progetto, costituito da:

- esame della cartografia ufficiale, unitamente a ricerche bibliografiche atte al reperimento di notizie (storiche, morfologiche, tettoniche, sismiche, idrologiche, idrogeologiche, ecc.) e dati tecnici riguardanti l'area in oggetto;
- caratterizzazione geologica ed esame delle condizioni geomorfologiche con il rilievo diretto di superficie esteso anche alle aree limitrofe per acquisire i dati necessari alla valutazione delle caratteristiche morfologiche, idrologiche, climatiche ed ambientali più evidenti, relative al territorio in oggetto.

Il modello geologico rilevato, gli studi e le analisi effettuate hanno consentito di definire:

Il quadro geologico/geomorfologico:

L'inquadramento geologico, con riferimento alla bibliografia geologica esistente, alla cartografia acquisita, alle indagini stratigrafiche consultate e a quelle svolte ex-novo per questo studio, consente di definire i caratteri litostratigrafici, l'origine e la natura dei litotipi, lo stato di alterazione e di aggregazione, i caratteri strutturali generali, la descrizione dei lineamenti geomorfologici della zona in generale e infine la descrizione delle forme naturali ed antropiche e degli elementi morfo-strutturali significativi ai fini geomorfologici e sismici.

Il quadro geotecnico:

Il modello geologico/tecnico di riferimento ha altresì consentito di determinare gli spessori e le caratteristiche geotecniche dei terreni, di valutare l'effetto della presenza di falde idriche sotterranee che potrebbero influenzare la stabilità dell'area e dei futuri manufatti e infine di valutare gli eventuali processi morfologici e le azioni di dissesto potenziali o in atto nell'area in studio ed in quella circostante.

Il quadro sismico di riferimento:

La definizione del quadro sismico locale è connessa alla macrozonazione sismica dell'area attraverso l'individuazione della zona sismica del Comune in cui ricade l'intervento da realizzare, ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e alla caratterizzazione della pericolosità sismica dell'area mediante l'individuazione del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno) e dell'intensità macrosismica I_{max} .

Lo studio è stato condotto secondo i dettami delle seguenti normative tecniche:

- **D.M. 17/01/2018** *“Norme Tecniche sulle Costruzioni”*;
- **D.M. 11/3/88** *“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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*;
- **D.P.R. 380/2001 parte II capo II** *“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*;
- **D.P.R. 380/2001 parte II capo IV** *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
- **D.P.R. 5/10/2010, n. 207** *“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n°163 recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”*;
- **Regolamento regionale 26 Ottobre 2020 n. 26** *“Regolamento regionale per la semplificazione e l'aggiornamento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio”*;
- **DM 10/09/2010** *“Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti alimentati da FER”*;
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** di seguito denominato *Piano Stralcio o Piano o P.A.I.*, redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000;
- **Direttiva 2007/60/CE** *relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.*

Il risultato di tale studio, infine, è focalizzato alla definizione degli eventuali accorgimenti tecnici necessari al mantenimento di un equilibrio idrologico e morfologico accettabile tali da migliorare, o in ogni caso non aggravare, le condizioni di sicurezza del territorio e garantire per il progetto adeguati livelli di sicurezza.

1. Inquadramento Geografico

Il sito oggetto di studio è ubicato all'interno del territorio comunale di Valentano (VT) che accoglie sia i 7 aerogeneratori che la Stazione Elettrica TERNA e l'Impianto di Accumulo. Il percorso del cavidotto, per poche centinaia di metri, nella porzione più a Nord del parco Eolico, sconfina nel comune di Latera. Il comune di Valentano ha chiare origini medievali ed è caratterizzato da numerosi edifici edificati con il tufo vulcanico presente in loco; vanta una superficie di circa 43,5 km², una popolazione di appena 2700 abitanti; il centro storico sorge ad oltre 500 m di altezza rispetto al livello del mare.

L'area in cui sorgeranno i 7 aerogeneratori è attraversata da alcune stradine comunali in parte asfaltate e da diverse piccole stradine di campagna sterrate; i punti in cui sorgeranno gli aerogeneratori sono raggiungibili solo con l'ausilio di fuoristrada o mezzi simili. La futura Stazione Elettrica Terna, l'area di accumulo e l'area di trasbordo, sono facilmente raggiungibili mediante la Strada Regionale 312 Castrense.

L'area oggetto di realizzazione del parco eolico si trova ad un'altitudine media di circa m 400 s.l.m. e le coordinate geografiche, nel sistema WGS84 nell'intorno del parco sono le seguenti:

- latitudine: 42.580335 N
- longitudine: 11.818258 E



Figura 1 - Ubicazione del Comune di Valentano su scala nazionale

Per visionare la precisa ubicazione degli aerogeneratori basta consultare il *corpus* cartografico allegato alla presente relazione.

Dal punto di vista cartografico l'intero territorio interessato dal progetto ricade all'interno dei quadranti 344021, 344022, 344023 e 344061 della Carta Tecnica Regionale CTR scala 1:5.000 e nella Carta Geologica della regione Lazio redatta dall'Università degli Studi Roma Tre.

Nella tabella che segue sono riportate le posizioni dei 7 aerogeneratori in progetto, in coordinate piane nei sistemi di riferimento WGS84 - fuso 33 N:

Tabella 1 – Coordinate ubicazione degli aerogeneratori nel sistema WGS84

WTG	COORDINATE PIANE SISTEMA	
	WGS 84 - FUSO 33 NORD	
	LATITUDINE	LONGITUDINE
WTG 01	42°35'37.98"N	11°49'56.30"E
WTG 02	42°35'34.74"N	11°49'15.36"E
WTG 03	42°35'37.02"N	11°48'49.68"E
WTG 04	42°34'56.94"N	11°47'58.38"E
WTG 05	42°34'24.78"N	11°47'37.14"E
WTG 06	42°33'50.25"N	11°47'9.31"E
WTG 07	42°33'53.62"N	11°47'37.86"E

La Stazione Elettrica TERNA in progetto, insieme all'area di accumulo e all'area di trasbordo ricade sempre sul territorio comunale di Valentano ed è identificabile alle seguenti coordinate WGS84 : Latitudine 42°32'52.64"N, Longitudine 11°48'41.96"E.

2. Inquadramento Geologico Generale

Intorno alla fine dell'Era Cenozoica ad occidente della catena appenninica, in via di sollevamento, la crosta terrestre subisce profonde trasformazioni, assottigliandosi, lacerandosi e sprofondando lentamente viene invasa dal mare: nasce il Tirreno.

Circa 5-6 milioni di anni fa, nel Pliocene inferiore il margine occidentale della catena appenninica, coinvolto nei movimenti precedentemente descritti, sprofonda verso Ovest disarticolato da lunghi sistemi di fratture parallele (faglie con direzione NW-SE) come una grande gradinata. È lambito dal mare che invade queste zone ribassate posizionandosi molto più ad oriente della posizione attuale.



Figura 2 - Penisola Italiana durante il Pliocene

Questa profonda zona ribassata, definita Graben, era bordata ad est dall'Appennino in modo continuo con i Monti della Sabina, i Monti Tiburtini-Prenestini ed i Monti Lepini, ad ovest in modo discontinuo da due dorsali rimaste emerse durante i movimenti di sprofondamento, costituite dalla Tolfa e dal Circeo. In questo Graben si aveva la deposizione di sedimenti quali ghiaie, sabbie ed argille provenienti dal modellamento dell'Appennino e trasportate dai fiumi.

Intorno ai 3-4 milioni di anni fa, Pliocene medio-superiore, all'interno ed al centro del Graben inizia a sollevarsi una nuova dorsale, il mare si ritira verso ovest e resta solo un lungo e stretto golfo aperto verso sud che oggi costituisce la bassa valle del Fiume Tevere tra Orvieto e Roma. Contemporaneamente a questo sollevamento, inizialmente in Toscana e successivamente nel Lazio settentrionale, si ha una forte attività vulcanica sviluppata in diverse fasi che si susseguono nel tempo da ovest verso est e che segnano il sollevamento di singole aree. I prodotti di questa attività vulcanica caratterizzano la così detta «Provincia Magmatica Toscana», e sono costituiti dalle lave della Tolfa e dell'agro cerite e manziate (da 4,2 a 2,1 milioni di anni) e successivamente i prodotti del Monte Cimino (da 1,4 a 0,9 milioni di anni) che però per età e per le sue caratteristiche sembrerebbero assomigliare di più alla «Provincia Romana».

Nell'ultimo milione di anni, il mare si è ritirato verso ovest lasciando dietro di sé stagni, laghi e paludi, ed i fiumi alimentano la nuova fascia costiera approvvigionandola di grandi volumi di ghiaie, sabbie e

argille. Questa quiete raggiunta è nuovamente turbata dal riattivarsi delle faglie ad andamento appenninico ed antiappenninico che portano alla fratturazione in diversi settori della piana costiera formata ed allo sprofondamento degli stessi. Queste nuove fratture favoriscono nuovamente la risalita del magma che darà vita ad un'altra serie di importanti manifestazioni vulcaniche che perdureranno per diverse centinaia di migliaia di anni.

Si vengono a generare diversi complessi disposti da NW a SE e sono i Vulsini, di Vico, dei Sabatini, dei Colli Albani, della Media Valle Latina (o degli Ernici) e di Roccamonfina. Ancora più a sud i complessi di Ischia e Procida, dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio. Questo vulcanismo, diverso dal precedente, è indicato come alcalino-potassico per la prevalenza di questo elemento ed identifica la «Provincia Magmatica Romana».

Il distretto vulcanico vulsino è il più settentrionale dei distretti vulcanici del Lazio ed è caratterizzato da un'attività di natura principalmente esplosiva, areale con più centri.

L'inizio dell'attività è probabilmente risalente a circa 800.000 anni fa nel settore orientale dove colate di lava e coni di scorie furono emessi da fratture a carattere regionale. Questi prodotti che sono i più antichi sono visibili solo sul fondo di qualche profonda incisione fluviale e ricoprono direttamente le ignimbrite del Monte Cimino (vecchie di 1 milione di anni) e sono a loro volta ricoperte da una colata piroclastica del vicino vulcano di Vico (di 500.000 anni fa).

Intorno ai 600.000 anni l'attività si sposta nell'area occupata ora dalla conca lacustre, ed il centro è denominato Paleovulsino. Da questo centro vengono emessi i prodotti vulcanici più antichi affioranti sia ad Est che a Sud del lago. Nelle vicinanze, circa 370.000 anni fa sorge il centro detto Bolsena-Orvieto, che mette in posto prodotti di ricaduta ed un importante ignimbrite denominata «tufo di Bagnoregio» o ignimbrite di Orvieto che causò il collasso della caldera di Bolsena (localizzata al margine Nordorientale della conca lacustre omonima). Questa area ribassata ospitò presto il lago di Bolsena (definito anticamente Volsiniensis lacus) la cui origine è quindi Vulcano-tettonica.

Contemporaneamente a questo centro, furono attivi tra i 300.000 ed i 150.000 anni fa, il centro di Montefiascone caratterizzato da prodotti ignimbrici, di ricaduta ed idromagmatici, ed il centro di Latera i cui prodotti appartengono alla serie potassica ed ultrapotassica. Il centro di Latera costituisce un grande strato-vulcano i cui prodotti ricoprono tutta l'area occidentale dei Vulsini, tra i Monti Romani ed il lago di Bolsena.

Il vulcano di Latera è caratterizzato da tre momenti: nel primo si hanno l'emissione di grandi effusioni laviche, il secondo è caratterizzato dalla formazione della caldera per lo sprofondamento del cono, ed infine il terzo è segnato da vaste effusioni piroclastiche e laviche.

È nel periodo «sin-calderico» cioè contemporaneo alla formazione della caldera che l'attività vulcanica comprese anche piroclastiti emesse da centri sia interni che esterni alla caldera. Tra i centri esplosivi esterni, che sono ancora morfologicamente ben riconoscibili ricordiamo Valentano; presso l'abitato sono evidenti le manifestazioni di un'attività esplosiva che ha originato diversi centri e soprattutto coni di scorie (M. Starnina, Valentano, Madonna dell'Eschio).

3.Caratteristiche Geolitologiche

Le litologie presenti nell'area di studio sono di seguito elencate:

Tabella 2 – Elenco delle litologie presenti nell'area di studio

3) Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture colluviali ed eluviali_Olocene
4) Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra_Pleistocene - Olocene
40) Scorie e lapilli_Pleistocene
42) Lave sottosature e sature_Pleistocene
43) Tufi prevalentemente litoidi_Pleistocene
44) Tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi_Pleistocene
45) Pozzolane_Pleistocene
46) Facies freatomagmatiche_Pleistocene
55) Ignimbriti tefritico-fonolitiche, fonolitico-tefritiche fino a trachitiche; presentano sia facies incoerenti (pozzolane) sia facies compatte (tufo litoide)_Pleistocene

La numerazione delle litologie è quella utilizzata all'interno della sezione Metadati della Carta Geologica della Regione Lazio, redatta dall'Università degli Studi di Roma Tre.

In dettaglio, per come anche meglio consultabile all'interno della cartografia allegata al presente studio, gli aerogeneratori 1, 2, 4 e 5 sorgono sulla litologia n° 4, gli aerogeneratori 6 e 7 sulla litologia n° 3 e, infine, l'aerogeneratore 3 e la Stazione Elettrica sulla litologia n° 46.

La litologia n° 46 è rappresentata da depositi sabbioso/argillosi o comunque matrice sostenuti di chiara origine vulcanica.

Per meglio comprendere gli spessori delle formazioni presenti nell'area esaminata, sono state prodotte n° 3 sezioni Geo-litologiche, realizzate in modo da abbracciare gran parte degli aerogeneratori in progetto e la Stazione elettrica Terna.

Dalle risultanze delle prove penetrometriche dpm_30 e delle prove simiche di tipo M.A.S.W. risulta evidente di come ci si trovi in presenza di un contesto sedimentario/vulcanico in cui le caratteristiche geotecniche dei terreni sono scandenti per diversi metri di profondità dal piano campagna e successivamente migliorano man mano che si scende in profondità. Le diverse prove penetrometriche effettuate nell'area degli aerogeneratori hanno portato a un rifiuto strumentale a circa 14/15 m di profondità con un aumento del *numero di colpi d'infissione* delle aste graduate a partire da oltre 10 m di profondità; la resistenza all'infissione delle aste a queste profondità è influenzata anche dall'attrito laterale e dalla coesione che il terreno esercita sul "pacco" di aste già immesse nel terreno. La dpm_30 eseguita nei pressi della Stazione Elettrica e dell'Impianto di Accumulo, invece, ha avuto un rifiuto strumentale a circa 6 m di profondità.

Analizzando lo spettro delle prove M.A.S.W. effettuate, è evidente di come ci si trovi in corrispondenza di terreni con velocità Vs decisamente inferiori a 800 m/s, a testimonianza del fatto che il substrato sismico non è rinvenibile nei primi 35 m di profondità dal piano campagna.

In definitiva si può asserire che da un punto di vista geologico, il terreno dell'intera Caldera di Latera, si presenta di scarsa consistenza nei primi 15 m di profondità; nella progettazione delle fondazioni sarà necessario prevedere una palificata con profondità di infissione che dovrà necessariamente essere ricavata a seguito di carotaggi in situ; non si rileva la presenza di substrato sismico per i primi 35 m di profondità al di sotto del piano campagna.

4. Caratteristiche Geomorfologiche

Geomorfologicamente, a livello generale, l'area oggetto di studio si presenta sub pianeggiante (essendo appunto collocata in un'antica caldera) con pendenze massime che arrivano a 4° circa e comunque mai superiori ai 15°, con conseguente classificazione topografica del terreno: **T1**.

Le caratteristiche geomorfologiche di dettaglio dei singoli aerogeneratori sono le seguenti:

- **Aerogeneratore 1**

L'area dell'aerogeneratore n.1 è posta ad una quota di circa 412 m s.l.m., su un terreno che degrada dolcemente verso ovest. Il terreno su cui sorgerà l'aerogeneratore è caratterizzato da una pendenza media di circa 4° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle vicinanze o di altri elementi degni di nota. L'aerogeneratore si trova a circa 140 m di distanza dalla base di un ripido versante che rappresenta il margine orientale della Caldera di Latera.

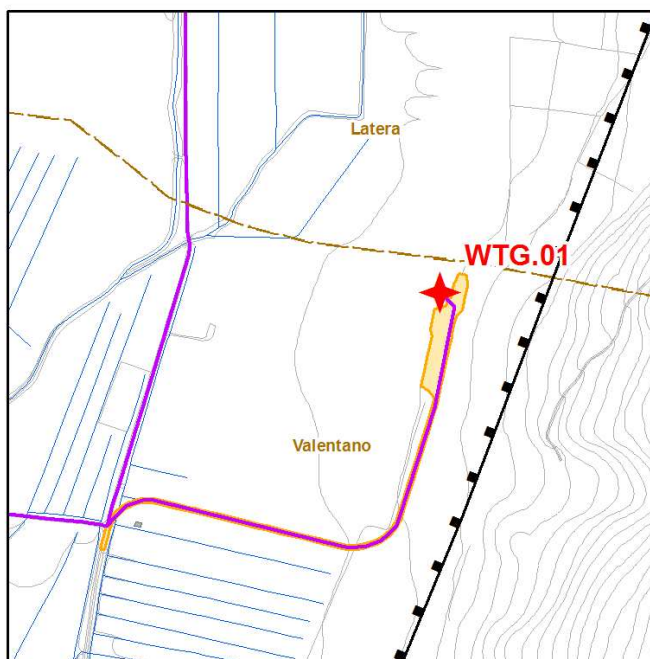


Figura 3 - Posizione dell'Aerogeneratore 1 su Mappa Geomorfologica

- **Aerogeneratore 2**

L'area dell'aerogeneratore n.2 è posta ad una quota di circa 401 m s.l.m., su un terreno praticamente pianeggiante e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle vicinanze o di altri elementi degni di nota.

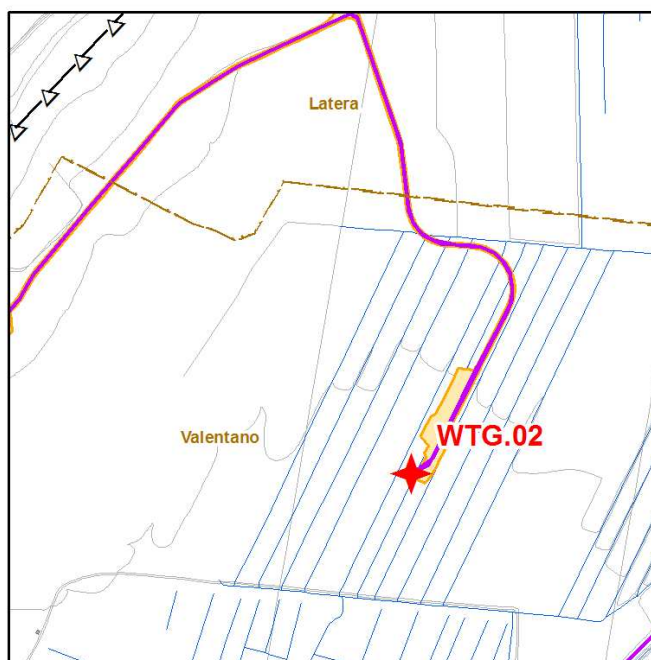


Figura 4 - Posizione dell'Aerogeneratore 2 su Mappa Geomorfologica

- **Aerogeneratore 3**

L'area dell'aerogeneratore n.3 è posta ad una quota di circa 410 m s.l.m., ai piedi di una piccola cresta, su un terreno che degrada dolcemente verso SUD/EST. Il terreno su cui sorgerà l'aerogeneratore è caratterizzato da una pendenza media di circa 3° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle vicinanze o di altri elementi degni di nota.

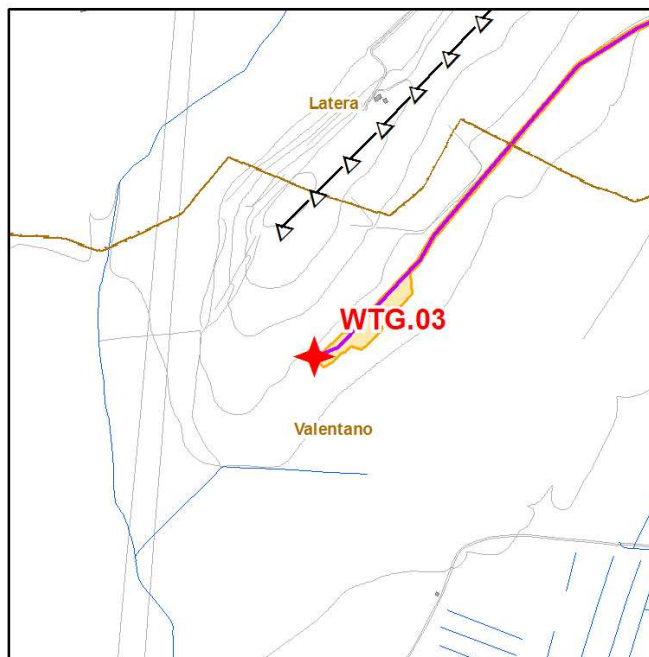


Figura 5 - Posizione dell'Aerogeneratore 3 su Mappa Geomorfologica

- **Aerogeneratore 4**

L'area dell'aerogeneratore n.4 è posta ad una quota di circa 394 m s.l.m., su un terreno praticamente pianeggiante e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota.

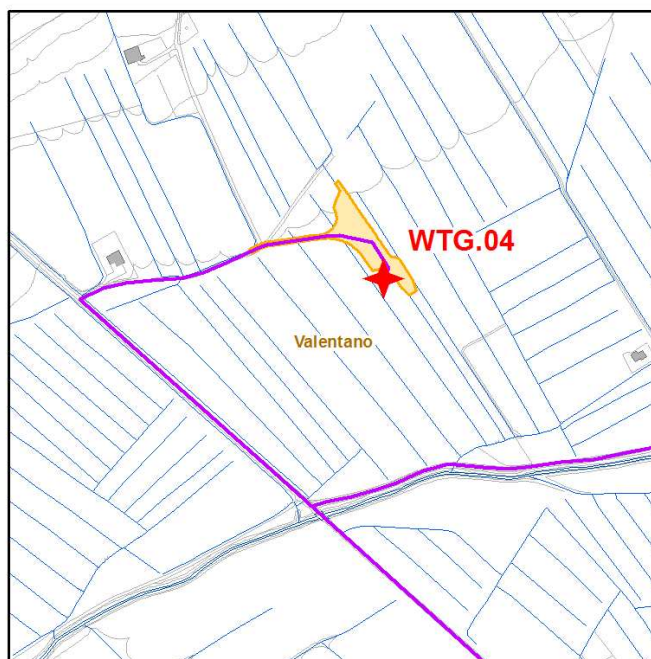


Figura 6 - Posizione dell'Aerogeneratore 4 su Mappa Geomorfologica

- **Aerogeneratore 5**

L'area dell'aerogeneratore n.5 è posta ad una quota di circa 391 m s.l.m., su un terreno praticamente pianeggiante e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota.

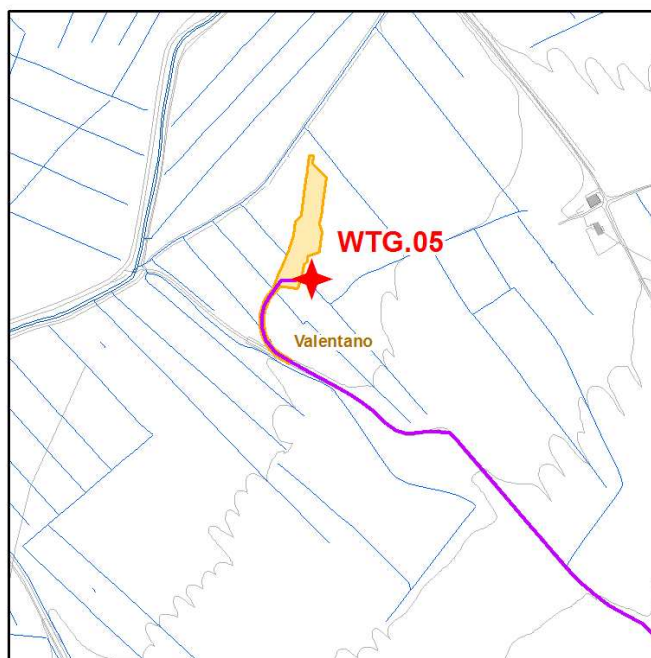


Figura 7 - Posizione dell'Aerogeneratore 5 su Mappa Geomorfologica

- **Aerogeneratore 6**

L'area dell'aerogeneratore n.6 è posta ad una quota di circa 403 m s.l.m., su un terreno che degrada dolcemente verso NORD. Il terreno su cui sorgerà l'aerogeneratore è caratterizzato da una pendenza media di circa 2° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota. L'aerogeneratore si trova a circa 150 m di distanza dal margine meridionale della Caldera di Latera.

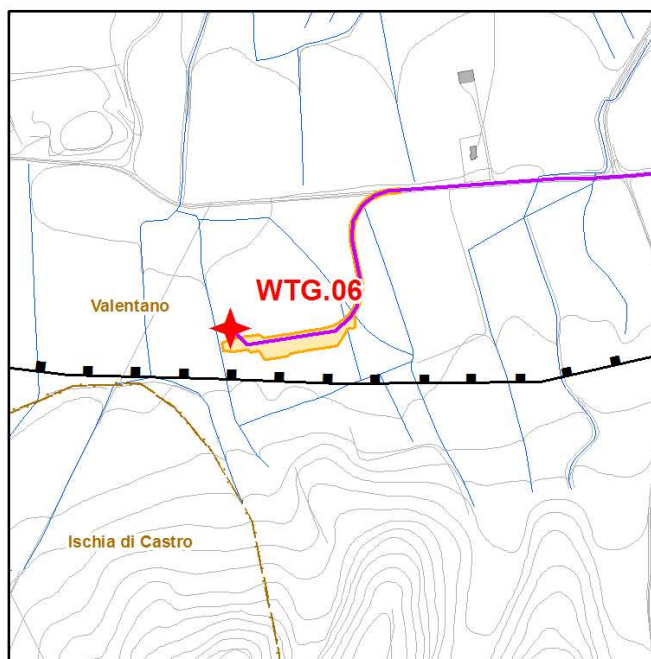


Figura 8 - Posizione dell'Aerogeneratore 6 su Mappa Geomorfologica

- **Aerogeneratore 7**

L'area dell'aerogeneratore n.7 è posta ad una quota di circa 402 m s.l.m., su un terreno che degrada dolcemente verso NORD. Il terreno su cui sorgerà l'aerogeneratore è caratterizzato da una pendenza media di circa 1° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota. L'aerogeneratore si trova a circa 80 m di distanza dalla base di un ripido versante che rappresenta il margine meridionale della Caldera di Latera.

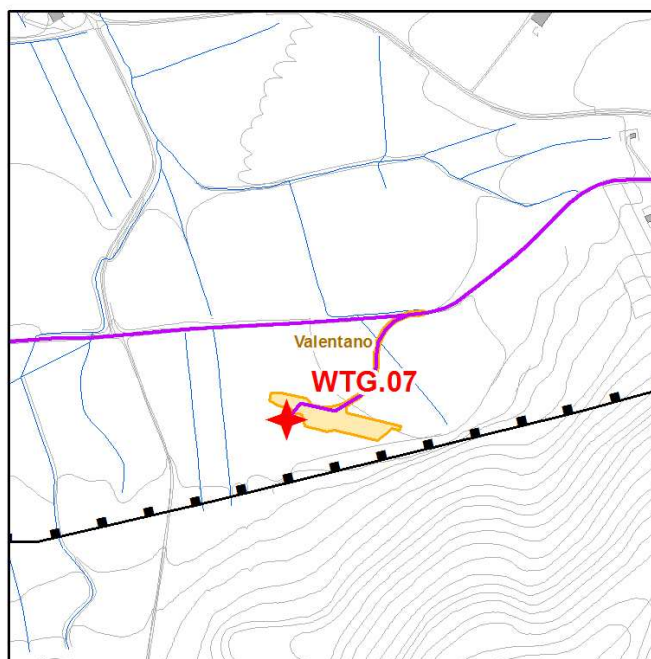


Figura 9 - Posizione dell'Aerogeneratore 7 su Mappa Geomorfologica

- **Stazione elettrica TERNA e Impianto di Accumulo**

L'area della Stazione elettrica TERNA e dell'Impianto di Accumulo è posta ad una quota di circa 486 m s.l.m., su un terreno che degrada dolcemente verso EST. Il terreno è caratterizzato da una pendenza media di circa 2° e quindi catalogabile come Categoria topografica T1. Non si segnala la presenza di movimenti franosi nelle immediate vicinanze o di altri elementi degni di nota.

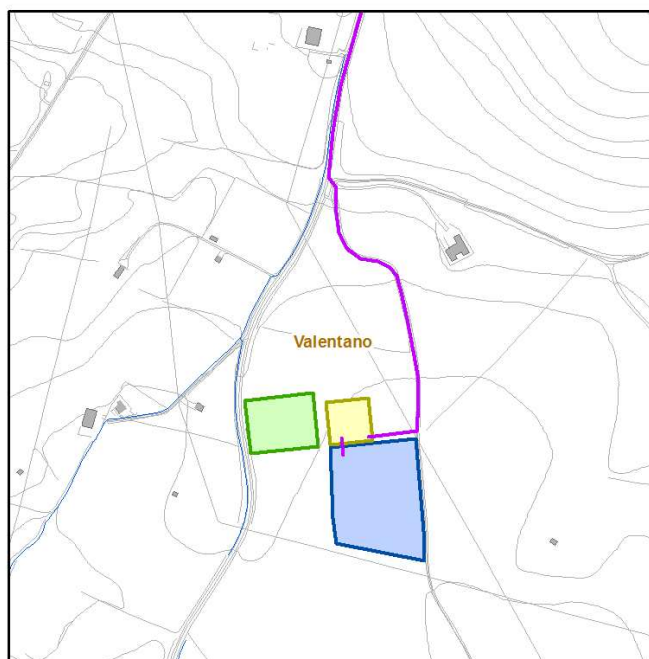


Figura 10 – Posizione della Stazione elettrica TERNA (in blu), dell’Impianto di Accumulo (in giallo) e dell’ Area di Trasbordo (in verde) su Mappa Geomorfologica

- **Cavidotto**

Il cavidotto si sviluppa per diversi km, dai singoli aerogeneratori fino alla Stazione Elettrica Terna; per gran parte del suo tragitto segue le arterie stradali esistenti; esaminando il percorso del cavidotto, si può notare di come in corrispondenza del margine occidentale del centro abitato di Valentano, siano presenti 2 movimenti franosi (rilevati a seguito della consultazione dell’Inventario dei fenomeni franosi in Italia, ISPRA - Servizio di cartografia online del Progetto **IFFI**) che lambiscono la sede stradale al di sotto della quale sarà interrato il cavidotto, per come meglio apprezzabile dalla figura successiva.

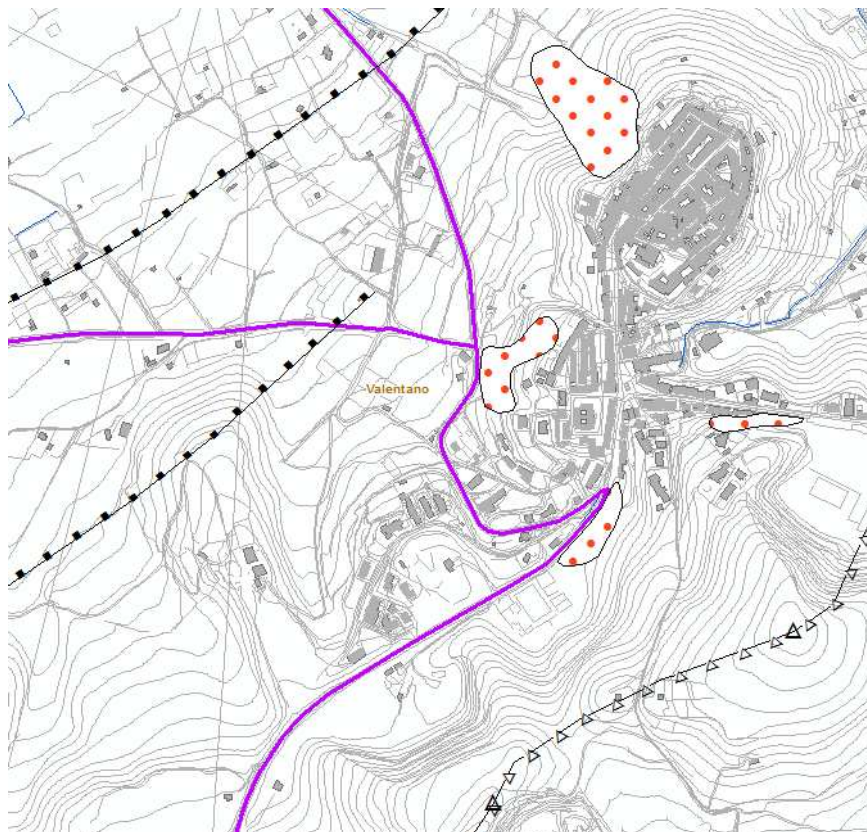


Figura 11 - Ubicazione dei movimenti franosi in corrispondenza del passaggio del cavidotto interrato

I sette aerogeneratori del parco eolico sono ubicati all'interno della Caldera di Latera, nel territorio comunale di Valentano (VT); il cavidotto, nel suo percorso, sconfina per poche centinaia di metri all'interno del territorio comunale di Latera.

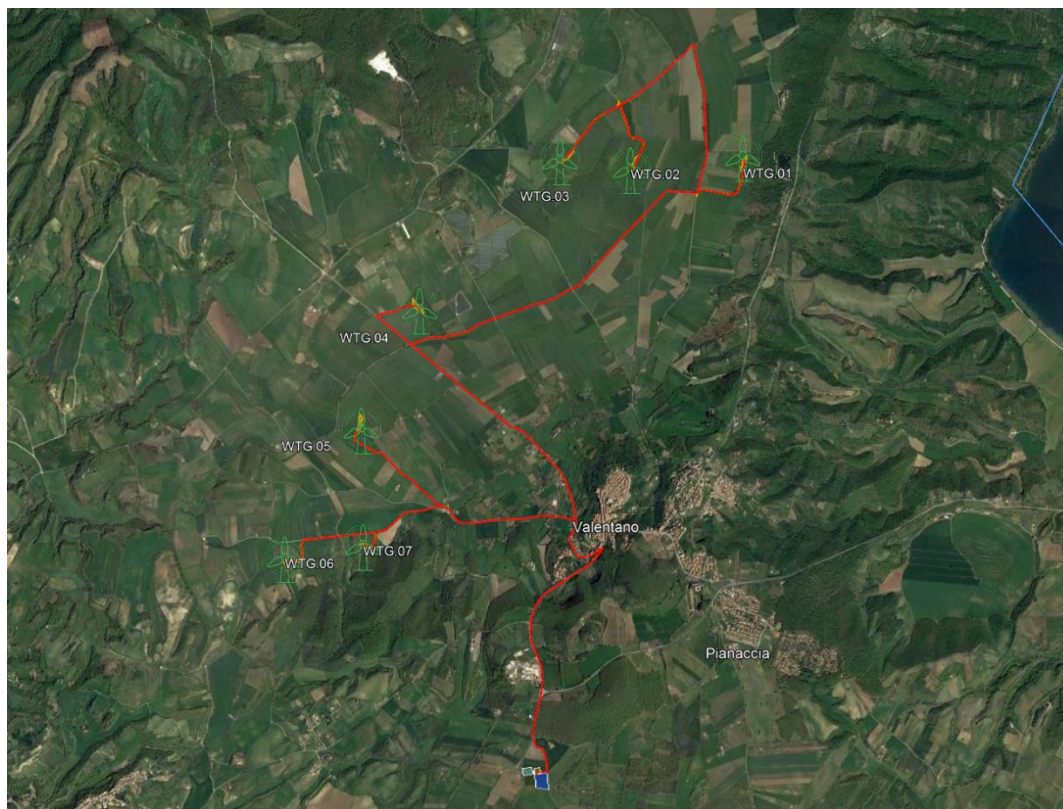


Figura 12 - Ubicazione dei vari Aerogeneratori, della Stazione elettrica TERNA, dell’Impianto di Accumulo, dell’ Area di Trasbordo e del cavidotto su base ortofoto (google)

In generale, da un punto di vista geomorfologico, il sito risente inesorabilmente della grande attività vulcanica che lo ha caratterizzato; gli aerogeneratori sorgono su una grande depressione sub pianeggiante che rappresenta la Caldera di Latera.

Il limite della caldera è ben visibile nella porzione Orientale in cui una cresta morfologica si eleva per circa 100 m, con una pendenza compresa fra i 15 e i 20° a formare un arco facilmente visibile anche da foto aeree.

Tra gli elementi geomorfologici degni di nota si segnalano alcune scarpate fluviali all’interno della Caldera, formatesi a seguito dell’azione erosiva di alcuni piccoli torrenti che la solcano.

Tra gli elementi morfologici presenti nell’area degli Aerogeneratori e della Stazione Elettrica, per come anche riportato nella cartografia geomorfologica di riferimento, si segnalano solo piccoli movimenti franosi che si innescano laddove i versanti localmente assumono pendenze significative, orli di caldera, picchi isolati e creste morfologiche.

L’immagini seguente, estratta dalla “carta geomorfologica” allegata alla presente relazione, rende l’idea dell’ubicazione degli aerogeneratori in relazione alle forme geomorfologiche dell’area.

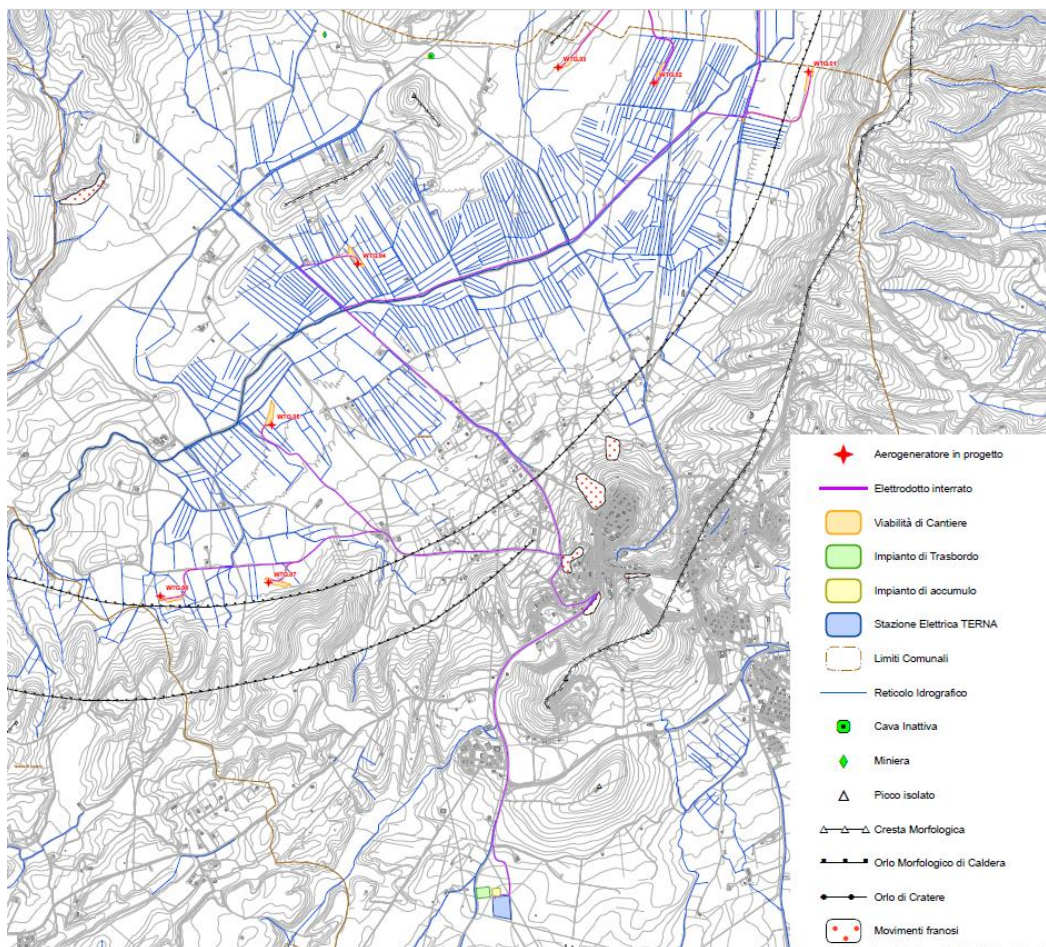


Figura 13 - Forme geomorfologiche nell'intorno degli aerogeneratori

5. Caratteristiche Idrologiche e Idrogeologiche

Il sistema idrografico della Caldera di Latera è costituito essenzialmente da numerose piccole aste idriche che convogliano le acque meteoriche dalle pendici marginali della stessa verso l'interno, fino a convogliare nel **Torrente Olpeta** che solca la Caldera con andamento N/S – S/O.

Il **Torrente Olpeta**, nel corso dei millenni ha solcato la piana della caldera; attualmente il suo letto si trova a una profondità di circa 3 m rispetto ai terreni limitrofi; il torrente presenta una portata limitata.



Figura 14 - Il Torrente Olpeta che ha solcato la piana della Caldera di Laterna

L'intera area è caratterizzata dalla presenza di numerosi canali idrici artificiali realizzati ai fini irrigui e ben rappresentati nella carta Idrogeologica allegata al presente studio.

In allegato al presente studio, è stata prodotta la **Carta Idrogeologica** in scala 1: 8.000 in cui le unità litologiche presenti sono state classificate in base ai loro gradienti di permeabilità; si ricorda che generalmente i suoli permeabili sono ricchi di ciottoli o granuli sabbiosi, mentre i suoli impermeabili sono ricchi di particelle argillose e limose.

Nell'area in esame sono state riscontrate due unità differenti:

LITOTIPI A PERMEABILITÀ BASSA

Questa classe è identificabile con l'unità presente in sito:

- **Unità n° 4:** *Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra. Età Pleistocene*
- **Unità n° 42:** *Lave sottosature e sature. Età Pleistocene*
- **Unità n° 43:** *Tufi prevalentemente litoidi. Età Pleistocene*
- **Unità n° 44:** *Tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi. Età Pleistocene*

- **Unità n° 45:** *Pozzolane. Età Pleistocene*
- **Unità n° 46:** *Facies freatomagmatiche. Età Pleistocene*
- **Unità n° 55:** *Ignimbriti tefritico-fonolitiche, fonolitico-tefritiche fino a trachitiche; presentanosia facies incoerenti (pozzolane) sia facies compatte (tufo litoide). Età Pleistocene*

Queste formazioni, essendo costituite da depositi principalmente argillosi, o comunque da sedimenti finissimi e/o rocce lapidee poco fratturate, risultano caratterizzate da una scarsa permeabilità, con valori del coefficiente di permeabilità $= K < 10^{-8}$. La caratteristica principale dell'argilla è che la dimensione dei suoi pori è talmente piccola da non consentire il passaggio dell'acqua che viene praticamente trattenuta per ritenzione; ne deriva una circolazione idrica nulla o comunque trascurabile che favorisce il ruscellamento superficiale.

LITOTIPI A PERMEABILITÀ MEDIA

Questa classe è identificabile con l'unità presente in sito:

- **Unità n° 3:** *Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture colluviali. Età Olocene*
- **Unità n° 18:** *Flysch a componente dominante arenaceo o arenaceo-pelitica. Età Miocene superiore*
- **Unità n° 40:** *Scorie e lapilli. Età Pleistocene*

Queste formazioni sono costituite da depositi sabbiosi fini o grossolani ma immersi in una matrice limosa/argillosa o a volte da depositi rocciosi fratturati e si presentano con valori del coefficiente di permeabilità $10^{-5} < k \leq 10^{-8}$. Si tratta, appunto, di una classe intermedia tra le unità molto permeabili e quelle poco permeabili.

Dalle indagini effettuate è stata rilevata la presenza della falda freatica superficiale; per avere, invece, informazioni sulla circolazione idrica profonda è stato consultato il sito dell'ISPRA in cui sono riportati i dati di vari pozzi eseguiti su territorio nazionale:

http://sgi2.isprambiente.it/viewersgi2/?resource=wms%3Ahttp%3A//sgi2.isprambiente.it/arcgis/services/servizi/indagini464/MapServer/WMSserver%3Frequest%3DGetCapabilities%26service%3DWMS&title=ITA_Indagini_sottosuolo464#

Nell'area della Caldera di Laterna sono presenti diversi pozzi censiti che forniscono utili informazioni sia sull'eventuale presenza di un substrato lapideo o simil-lapideo a profondità superiori a quelle raggiunte dalle indagini penetrometriche che sulla presenza o meno di una circolazione idrica sotterranea rilevante.

All'interno della carta idrogeologica sono stati riportati tutti i 6 pozzi presenti nella Caldera di Latera con indicato di fianco il codice Ispra del Pozzo e la quota piezometrica assoluta (s.l.m.). La quota

piezometrica si attesta tra i 333 e i 388 m s.l.m che tradotto in termini di profondità dal piano campagna ci indica una falda presente intorno ai 10 m nel punto più depresso della pianura in esame e a una profondità di circa 60 m ai margini della stessa.

In cartografia è stato creato un buffer di 200 m di raggio, partendo dai pozzi censiti, per valutare un'eventuale presenza di Aerogeneratori in progetto nelle vicinanze; solo la Stazione Elettrica lambisce una fascia di rispetto di un pozzo esistente, mentre tutti gli aerogeneratori si trovano a debita distanza. Non si segnala la presenza di sorgenti nei pressi degli aerogeneratori e più in generale nell'area esaminata.

Per quanto riguarda la piovosità, possiamo far riferimento ai dati del capoluogo di provincia VITERBO; gli apporti maggiori derivano da correnti orientali e occidentali. La piovosità media annuale è di 750 mm di pioggia con una temperatura del mese più freddo (gennaio) di 6,3 °C E del mese più caldo (agosto) di 24,4 °C.

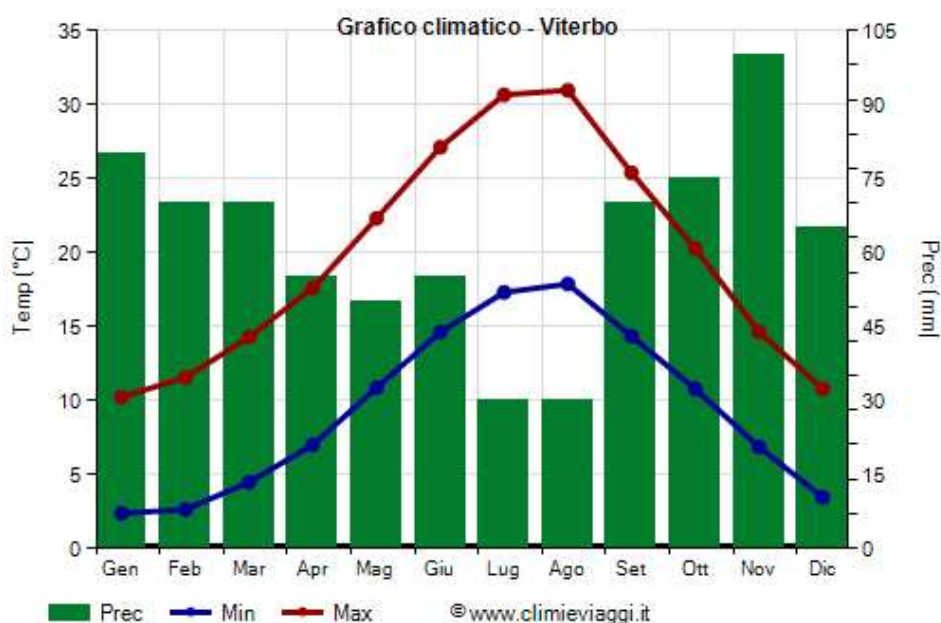


Figura 15 - La figura indica i principali parametri climatici medi mensili (temperatura e mm di pioggia) di Viterbo.

6. Vincoli Territoriali

I vincoli territoriali che insistono su una determinata area, posso essere sia di natura idrogeologica (aree vincolate a causa di dissesti potenziali, quali frane o inondazioni) oppure di natura paesaggistica o archeologici. Generalmente quando si parla di vincoli idrogeologici entra in gioco il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico P.A.I. redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio.

Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- La funzione conoscitiva, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- La funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- La funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

Per il sito in esame, si fa riferimento al PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) – BACINI REGIONALI DEL LAZIO con cartografia aggiornata a Novembre 2021.

Per quanto riguarda, invece, i vincoli paesaggistici e archeologici, è stato consultato il Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (P.T.P.R.) adottato ai sensi degli artt. 21- 22- 23 della L.R. 24/1998, con deliberazioni G.R. n. 556 del 25/7/2007 e G.R. n. 1025 del 21/12/2007, pubblicate sul BURL n. 6, S.O. n. 11 dell'14/2/2008.

A supporto della presente relazione è stata prodotta la cartografia dei Vincoli, composta dalla "Carta dei vincoli PAI" e dalla "Carta dei vincoli P.T.P.R." entrambe in scala 1:8000 in cui sono facilmente individuabili le aree vincolate per ciascuna categoria.

Per quanto riguarda il rischio frane, da sopralluogo effettuato non si segnalano criticità o situazioni di precaria stabilità nell'area in cui sorgeranno gli Aerogeneratori e la Stazione Elettrica Terna.

All'interno dell'area della Caldera, il P.T.P.R. assegna ai piccoli Torrenti presenti in loco, una fascia di rispetto delle acque pubbliche di 150 m; tuttavia, sia gli aerogeneratori che la Stazione Elettrica Terna ne sono a debita distanza.

7. Modello Geologico

Per la definizione del modello geologico dell'area, sono state eseguite n°4 prove sismiche di tipo MASW e n° 5 prove penetrometriche DPM30 all'interno del sito in esame. La figura seguente indica l'ubicazione delle prove effettuate.

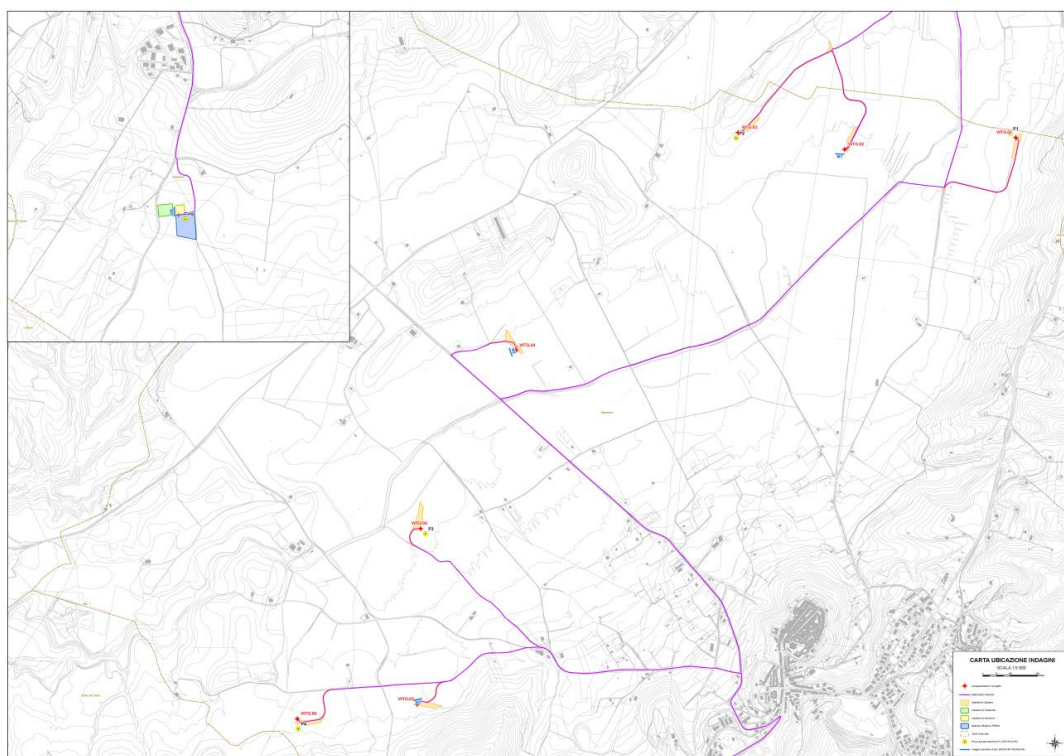


Figura 16 - Ubicazione prove in situ, su base C.T.R. (non in scala).

Tutte le informazioni sulle risultanze delle prove penetrometriche e sismiche effettuate in sito, è consultabile il **Report sulle indagini** allegato alla presente relazione.

In generale, si segnala in affioramento un terreno di copertura con spessore considerevole, spesso superiore ai 15 m. Si tratta principalmente di limi e depositi fini o comunque di depositi grossolani ma sempre "matrice sostenuti" di chiara origine vulcanica che presentano scarse caratteristiche geotecniche e bassa permeabilità.

Sulla base delle indagini effettuate, dalla consultazione di carte tematiche e di referti bibliografici sui litotipi affioranti, è stato possibile produrre il seguente **Modello Geologico** del sito in esame:

Area in cui saranno ubicati gli aerogeneratori

- **Terreno di copertura olocenico** poco consistente, con spessore di circa 10/12 m;
- **Depositi di origine vulcanica** da poco consistenti a mediamente consistenti, con spessori di circa 10 m;
- **Depositi/tufi vulcanici** da mediamente consistenti a consistenti, rinvenibili da circa 20/22 m di profondità dal piano campagna con spessori superiori a 15 m.

Area in cui sarà ubicata la Stazione elettrica TERNA e l'Impianto di Accumulo

- **Terreno di copertura vegetale** poco consistente con spessore di circa 1,2 m;
- **Depositi di origine vulcanica** mediamente consistenti, con spessori di circa 10 m;
- **Depositi/tufi vulcanici** da mediamente consistenti a consistenti, rinvenibili da circa 11/12 m di profondità dal piano campagna con spessori superiori a 20 m.

Area in cui si svilupperà il percorso del cavidotto

Dai vari aerogeneratori, fino alla stazione elettrica TERNA, il cavidotto attraversa le seguenti litologie:

- **Unità n° 4:** *Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra;*
- **Unità n° 3:** *Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture colluviali;*
- **Unità n° 40:** *Scorie e lapilli;*
- **Unità n° 42:** *Lave sottosature e sature (in una parte molto limitata);*
- **Unità n° 46:** *Facies freatomagmatiche.*

Essendo il cavidotto interrato a basse profondità rispetto al piano campagna e constatato che gran parte del suo percorso combacia con la viabilità stradale già presente nell'area, ne risulta in parte trascurabile il suo modello geologico di riferimento.

8. Caratterizzazione Geotecnica

Il modello geotecnico che qui si propone è un compendio di tutte le prove e le indagini storiche esaminate oltre che delle risultanze di quelle eseguite ex novo in situ. Nella tabella sono riportati i parametri geotecnici che meglio caratterizzano i terreni in loco ridotti cautelativamente del 10% rispetto alle risultanze delle prove penetrometriche dpm_30 effettuate.

I parametri del terzo strato non derivano dalle risultanze delle prove penetrometriche in quanto il rifiuto strumentale non ha consentito di investigare gli stessi a mezzo dpm_30.

AREA DEGLI AEROGENERATORI (PIANA DELLA CALDERA DI LATERA)

Tabella 3 - Parametri geotecnici Aree degli Aerogeneratori (Piana della Caldera di Latera)

Strato	ϕ (°) Picco	Cu (Kg/cm ²) Picco	γ (t/m ³)
Depositi fini olocenici di origine vulcanica poco consistente	18 – 20	0,05 – 0,10	1,50 - 1,60
Depositi vulcanici matrice sostenuti Da poco consistenti a mediamente consistenti	21 – 23	0,20 – 0,25	1,75 - 1,85
Depositi/Tufi vulcanici Da mediamente consistenti a consistenti	25 – 27	0,30 – 0,40	1,80 - 2,00

AREA DELLA STAZIONE ELETTRICA TERNA E DELL'IMPIANTO DI ACCUMULO

Tabella 4 - Parametri geotecnici Area della Stazione Elettrica Terna e dell'Impianto di Accumulo

Strato	ϕ (°) Picco	Cu (Kg/cm ²) Picco	γ (t/m ³)
Terreno di copertura vegetale poco consistente	20	0,05	1,45
Depositi vulcanici matrice sostenuti mediamente consistenti	23	0,25	1,70 – 1,80
Depositi/Tufi vulcanici Da mediamente consistenti a consistenti	25 – 27	0,30 – 0,40	1,80 - 2,00

Per l'area degli aerogeneratori, i parametri dell'ultimo strato (*Depositi/tufi vulcanici*) dovranno necessariamente essere ricavati in una fase successiva di progettazione mediante esecuzione di carotaggi con prelievo di campioni e analisi di laboratorio; quelli forniti nelle tabelle di cui sopra rappresentano una stima in base a correlazioni empiriche su indagini effettuate su litotipi simili; con le prove penetrometriche non è possibile fornire parametri geotecnici per strati presenti a profondità elevate (>15 m), il numero dei colpi di infissione delle aste graduate, infatti, risulta notevolmente influenzato dall'attrito e dalla coesione che il terreno esercita sul "pacco" di aste già infisso.

Per l'area della Stazione Elettrica TERNA e dell'Impianto di Accumulo, si può fondare utilizzando i parametri del secondo strato, previo uno sbancamento di almeno 1,3 m necessario per escludere la prima fascia di terreno che presenta caratteristiche geotecniche decisamente scadenti.

N.B. Altri parametri geotecnici derivanti dall'elaborazione delle varie prove effettuate in situ, sono reperibili all'interno del Report sulle indagini allegato alla presente relazione geologica.

9. Sismicità dell'Area

La caratterizzazione sismica del sito è un elemento necessario ai fini della modellazione geologica e della progettazione geotecnica degli interventi.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), ha dato conto dei principali terremoti registrati dalle diverse fonti di carattere storiografico, letterario e naturalistico nella pubblicazione del **DBMI15** - Database Macrosismico Italiano 2015, di cui a seguire si riporta, un estratto degli eventi sismici più significativi per l'area, negli ultimi anni.

Tabella 5 - Numero eventi sismici Comune di Valentano (VT)

Valentano

PlaceID	IT_52962
Coordinate (lat, lon)	42.566, 11.822
Comune (ISTAT 2015)	Valentano
Provincia	Viterbo
Regione	Lazio
Numero di eventi riportati	23

Tabella 6 – Eventi sismici più significativi dal 1947 al 2005

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1647	05	17				Viterbese	4	5-6	4.82
6-7	1695	06	11	02	30		Lazio settentrionale	50	8-9	5.80
5-6	1889	07	21	12	30		Ischia di Castro	4	5-6	4.40
NF	1892	01	22				Colli Albani	81	7	5.14
NF	1899	07	19	13	18	5	Colli Albani	122	7	5.10
2	1905	02	12	08	28		Monte Amiata	61	6	4.55
3-4	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
5	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
NF	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.38
5	1919	09	10	16	57		Val di Paglia	67	7-8	5.36
4	1940	10	16	13	17		Val di Paglia	106	7-8	5.29
4	1957	12	06	04	54		Orvietano	63	7	4.97
2	1969	07	02	07	55		Monti della Tolfa	72	7	4.77
6	1971	02	06	18	09		Tuscania	89	7-8	4.83
4	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
3	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
NF	1992	02	07	23	17	5	Monti Volsini	34	5	3.76
4	1994	02	09	21	49	1	Val di Paglia	27	4-5	3.55
5	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
4	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
2-3	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
3-4	2000	04	01	18	08	0	Monte Amiata	68	6	4.52
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14

Int. Intensità macrosismica, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg

NMDP Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto

Io Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg

Mw Magnitudo momento

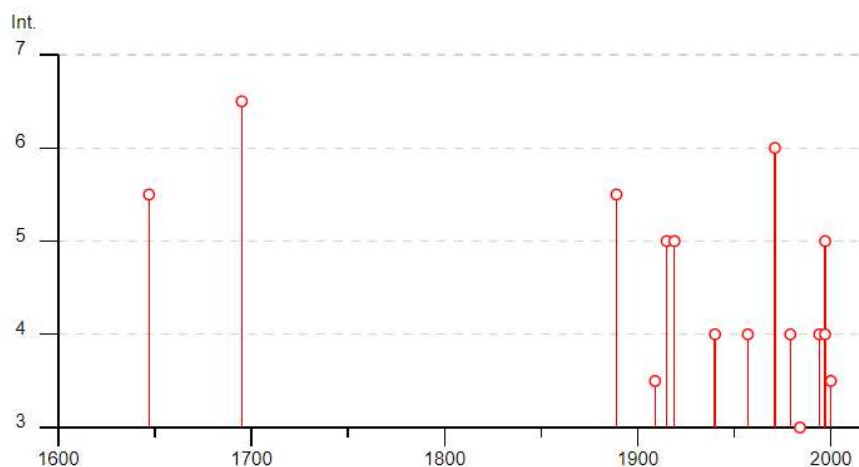


Figura 17 - Rappresentazione grafica della storia sismica del Comune di Valentano

NORMATIVA SISMICA

Per quanto attiene alla caratterizzazione sismica dell'area oggetto d'intervento, si fa riferimento al DM 17/01/2018, che riprende l'O.P.C.M. 3274/2003, che prevede la definizione di una pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima prevista su substrato di riferimento, su cui è stata creata una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche. *L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia* ha promosso nel luglio del 2003 la redazione della mappa; in particolare è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 (Meletti et al., 2008), a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000) alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. La ZS9 è corredata, per ogni Zona Sismogenetica, da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità media dei terremoti, determinati nella prospettiva di un loro utilizzo con le relazioni di attenuazione.

La zonazione sismogenetica ZS9 è il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone sismogenetiche della ZS4 e dell'introduzione di nuove zone.

Riassumendo, nella ZS9 le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche s'innestano sul quadro di evoluzione cinematica plio-quaternaria su cui si basava la ZS4. Tuttavia, l'elaborazione della ZS9 si fonda su una base informativa decisamente più ricca e affidabile di quella disponibile all'epoca della prima realizzazione della ZS4.

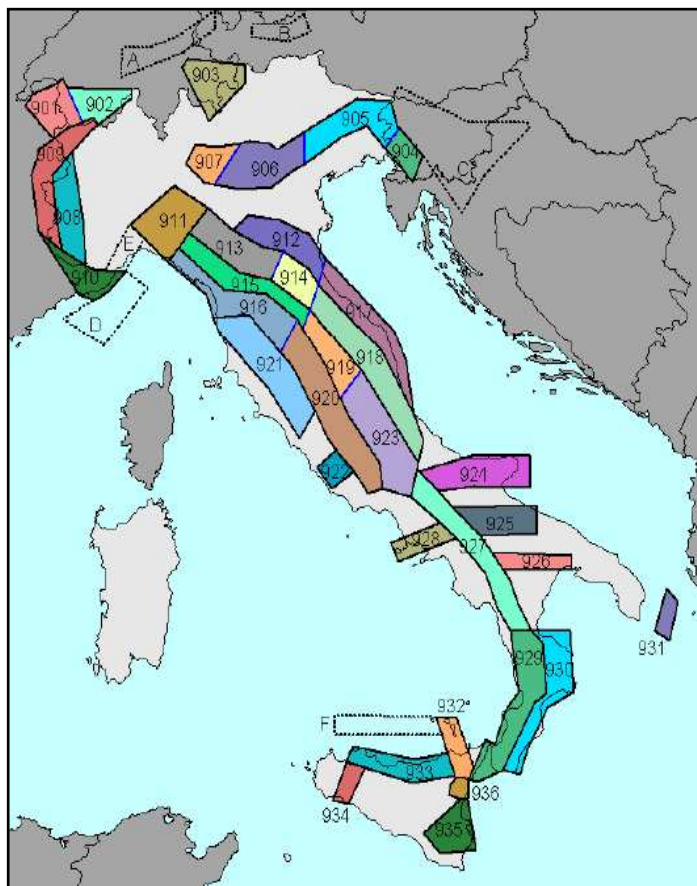


Figura 18 - Zonazione Sismogenetica ZS9

La zonazione è costituita da 36 zone–sorgente, cui vanno aggiunte 6 zone–sorgente per le quali non è valutata però la pericolosità sismica.

Il territorio in oggetto ricade all’interno della zona 921 della zonazione sismogenetica ZS9.

L’O.P.C.M. 3274/2003 prevede anche una pericolosità dipendente dalle caratteristiche geologiche del sito, espressa secondo il concetto di categoria di suolo di fondazione, che a sua volta si basa sul concetto di $V_{s,30}$, ovvero di velocità equivalente delle onde S nei primi 30 m di spessore. Tale parametro è determinato tramite indagini geofisiche oppure tramite indagini geotecniche che forniscono il valore di N_{spt} .

In base alle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018, emesse ai sensi delle leggi 05/11/1971 n. 1086, 02/02/1974 n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l’Edilizia di cui al D.P.R. 06/06/2001 n. 380, e all’art. 5 del decreto-legge 28/05/2004 n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall’art. 1 della legge 27/07/2004 n. 186 e ss. mm. ii, si definiscono i principi per il progetto, l’esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso d’incendio, e di durabilità. Esse forniscono, quindi, i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere

utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La definizione di “pericolosità sismica di base” è espressa in termini di accelerazione orizzontale massima prevista su substrato di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (bedrock, suolo A), nonché in ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione in essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_vR , nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini della suddetta normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_vR , a partire dai seguenti valori dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Sulla base della normativa vigente (nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio, entrata in vigore con la D.G.R. del Lazio n° 387 del 22.05.2009 ed integrata dalla rettifica riportata con D.G.R. n.835 del 3.11.2009; Normativa Tecnica vigente D.M. 14.01.2008 e s.m. e i.), il territorio del Comune di Valentano è classificato all’interno della **Zona Sismica 2 - Sottozona B.**

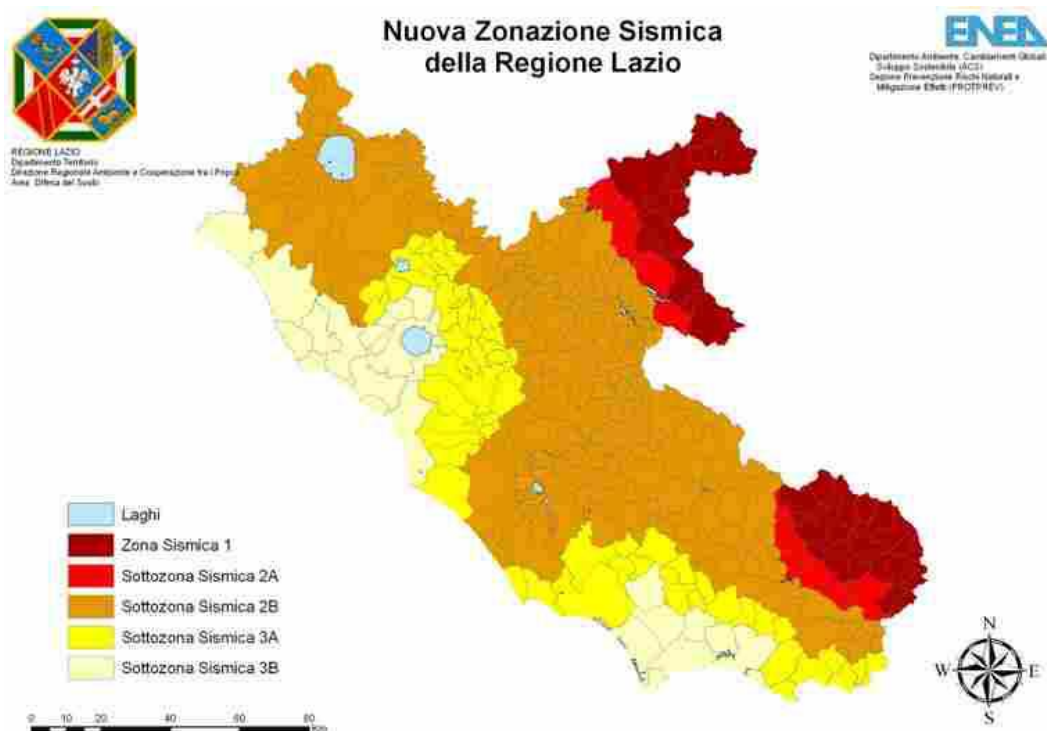


Figura 19 - Individuazione del Comune di Latina nella nuova zonazione sismica della Regione Lazio

Sulla base della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, il territorio in questione si colloca in un'area in cui si possono verificare valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni, compresi tra 0.15 e 0.20 g .

Si riporta il risultato della consultazione tramite il seguente link: <https://esse1-gis.mi.ingv.it/>, della mappa probabilistica della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa su una griglia regolare a passo 0.02°, relativamente al parametro dello scuotimento rappresentato da a_g (accelerazione orizzontale massima del suolo).

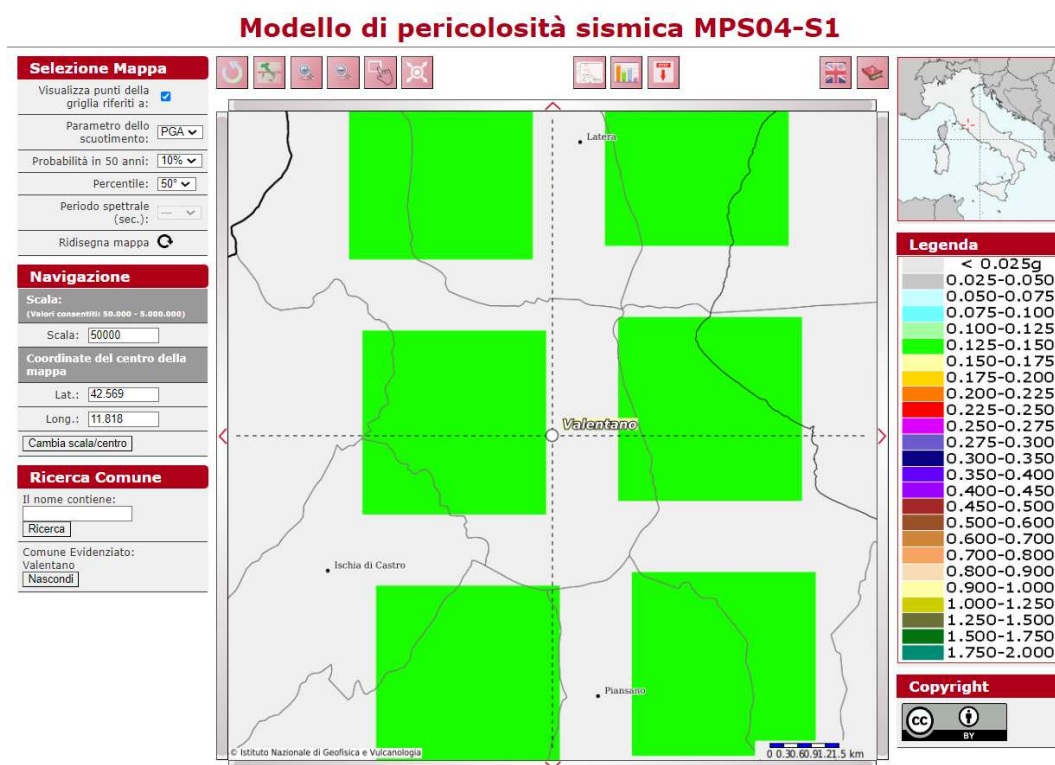


Figura 20 - Stralcio della mappa interattiva di pericolosità sismica del territorio. I punti visualizzati si riferiscono a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ED EFFETTI DI SITO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi; in assenza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, attraverso la misura delle Vs. In particolare, si valuta:

- **Effetti Stratigrafici** legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;

- **Effetti Topografici** legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

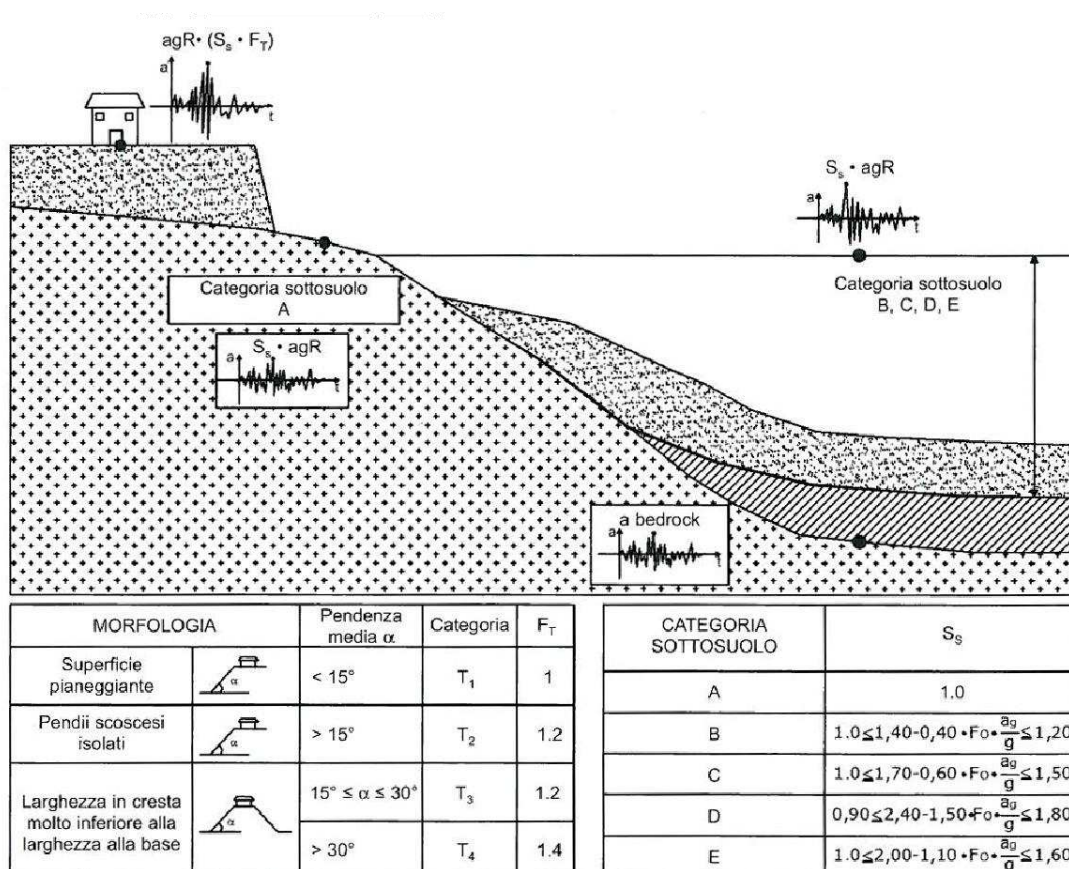


Figura 21 - Rappresentazione schematica del significato delle accelerazioni, delle classi di categoria di suolo e del fattore topografico (da Microsism - procedure automatiche di microzonazione sismica, Giulio Riga)

Effetti stratigrafici

L'amplificazione stratigrafica è attesa su suoli di categoria diversa da A, caratterizzati da $V_s < 800$ m/s e spessori > 3 metri. Qualsiasi tipologia di suolo (roccia o deposito quaternario) che possiede $V_s > 800$ m/s rientra, invece, nella categoria A ed è considerata bedrock sismico, quindi non in grado di generare amplificazione stratigrafica. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si individuano le seguenti categorie di sottosuolo:

Tabella 7 - Categorie di Sottosuolo

Categorie	Descrizione
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.

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s può essere calcolato in funzione dei valori di F_0 e a_g/g , mediante le seguenti espressioni:

Tabella 8 – Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica

Categoria	S_s
A	1
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_g/g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g/g \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_g/g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_g/g \leq 1,60$

nelle quali:

F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale; ha valore minimo pari a 2.2.

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno su sito di riferimento rigido orizzontale;

g = accelerazione di gravità.

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

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

Dove:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

In base alle prospezioni sismiche effettuate, è scaturito un valore di V_{Seq} sempre compreso tra 180 e 360 m/s (con $H=30.00$ m), pertanto, il terreno può essere classificato come di **Categoria C** per quanto riguarda i siti che ospiteranno gli aerogeneratori.

Effetti topografici

La focalizzazione (o concentrazione) delle onde sismiche in corrispondenza di creste, cime o cigli di scarpata è il fenomeno che sta alla base della cosiddetta "amplificazione topografica". L'amplificazione topografica è massima in corrispondenza di linee di cresta/cigli di scarpata e poi decresce con modelli complessi allontanandoci da esse.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tabella 9 - Categorie Topografiche

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

a cui corrispondono i seguenti valori del coefficiente topografico:

Tabella 10 – Valori del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Geomorfologicamente l'area oggetto di studio si presenta collinare con pendenze massime che arrivano a 4° circa e comunque mai superiori ai 15°, con conseguente classificazione topografica del terreno **T1**: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Ai fini della pericolosità sismica, il territorio su cui ricade il parco eolico è stato suddiviso in 4 aree che presentano simili caratteristiche; la prima area comprende gli aerogeneratori WTG01 - WTG02 - WTG03, la seconda area comprende il WTG04, la terza area i WTG05 - WTG06 - WTG07, mentre l'ultima area comprende la Stazione Elettrica TERNA, l'Impianto di Accumulo e l'Area di Trasbordo. I valori dei parametri spettrali ai vari stati limiti sono stati determinati con GeoStru PS - <http://www.geostru.com/geoapp>.

AREA 1 (WTG01 - WTG02 - WTG03)

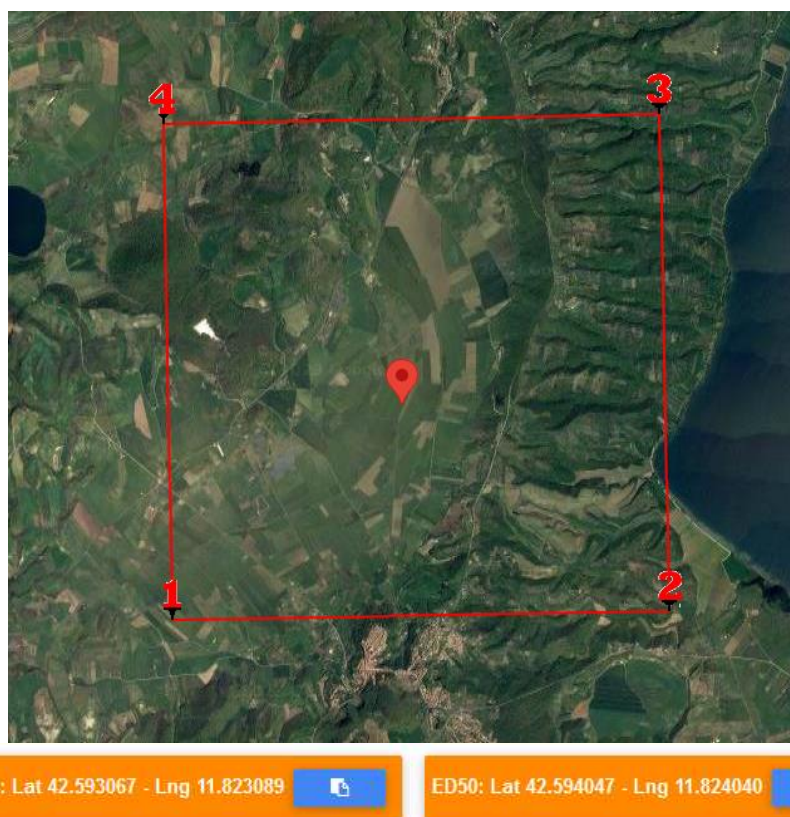


Figura 22 - AREA 1 Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru)

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Tabella 11 - AREA 1 Siti di Riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	25394	42,572350	11,792590	3528,5
Sito 2	25395	42,573330	11,860470	3768,6
Sito 3	25173	42,623320	11,859230	4346,1
Sito 4	25172	42,622340	11,791280	4133,5

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

Tabella 12 – AREA 1 Parametri Sismici

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,057	2,502	0,254
Danno (SLD)	63	75	0,071	2,480	0,263
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,159	2,511	0,284
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,196	2,546	0,290

Tabella 13 – AREA 1 Coefficienti Sismici - Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,650	1,000	0,017	0,008	0,832	0,200
SLD	1,500	1,630	1,000	0,021	0,011	1,042	0,200
SLV	1,460	1,590	1,000	0,056	0,028	2,277	0,240
SLC	1,400	1,580	1,000	0,066	0,033	2,686	0,240

AREA 2 (WTG04)

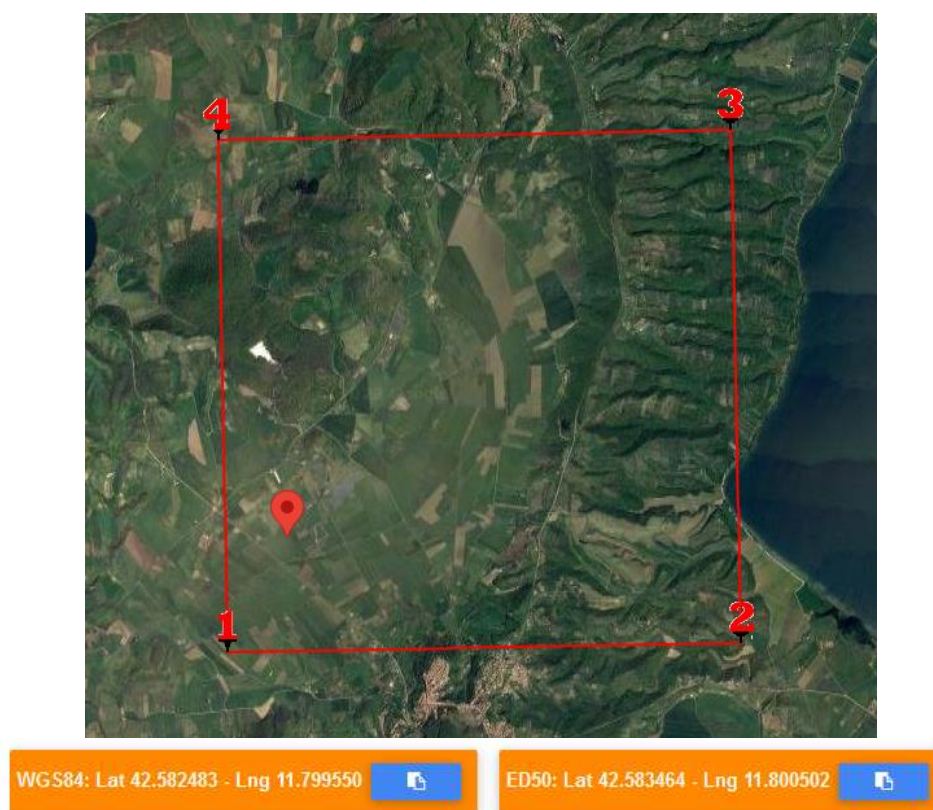


Figura 23 – AREA 2 Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru)

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Tabella 14 - AREA 2 Siti di Riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	25394	42,572350	11,792590	1395,3
Sito 2	25395	42,573330	11,860470	5037,7
Sito 3	25173	42,623320	11,859230	6537,9
Sito 4	25172	42,622340	11,791280	4388,2

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

Tabella 15 - AREA 2 Parametri Sismici

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,056	2,495	0,253
Danno (SLD)	63	75	0,070	2,473	0,262
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,159	2,507	0,283
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,196	2,544	0,289

Tabella 16 - AREA 2 Coefficienti Sismici - Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,650	1,000	0,017	0,008	0,825	0,200
SLD	1,500	1,630	1,000	0,021	0,011	1,035	0,200
SLV	1,460	1,590	1,000	0,056	0,028	2,274	0,240
SLC	1,400	1,580	1,000	0,066	0,033	2,685	0,240

AREA 3 (WTG05 - WTG06 - WTG07)

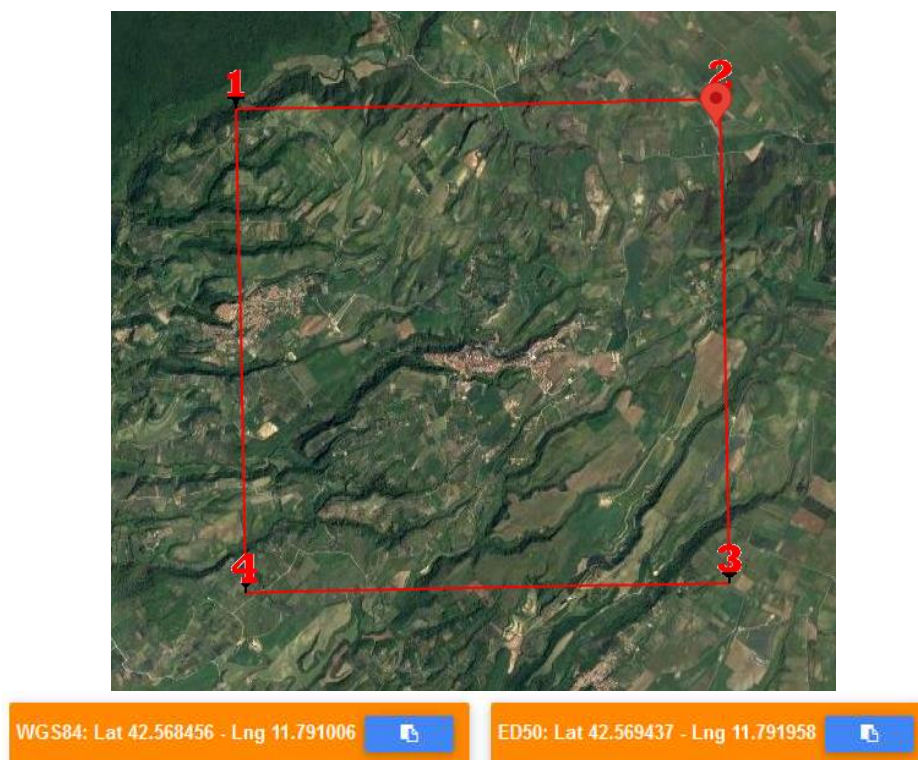


Figura 24 – AREA 3 Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru)

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Tabella 17 – AREA3 Siti di Riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	25393	42,571330	11,724740	5508,4
Sito 2	25394	42,572350	11,792590	328,0
Sito 3	25616	42,522360	11,793980	5237,3
Sito 4	25615	42,521340	11,726180	7592,1

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente c_u : 1,5

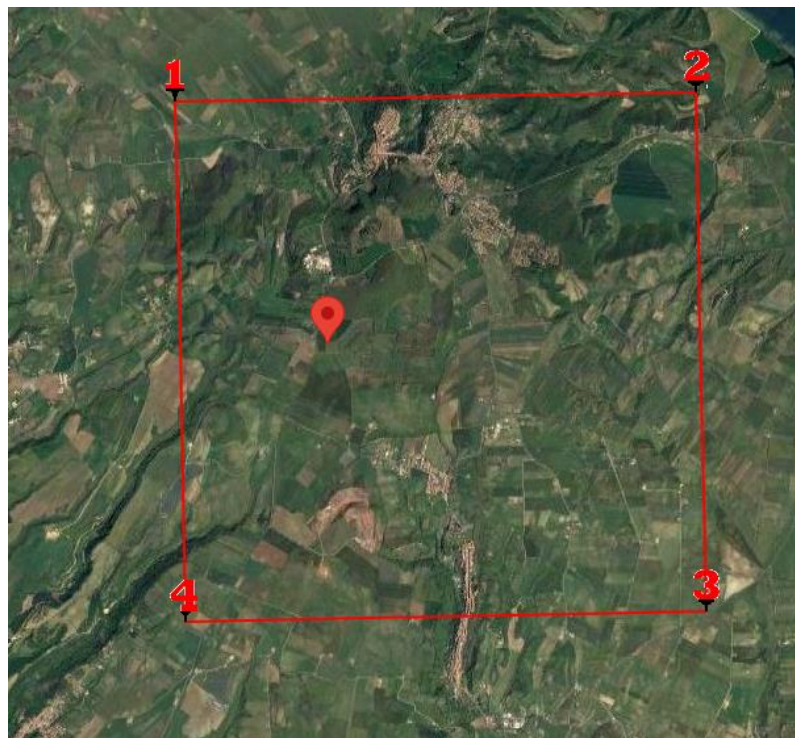
Tabella 18 - AREA 3 Parametri Sismici

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	a_g [g]	Fo [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,056	2,491	0,252
Danno (SLD)	63	75	0,070	2,470	0,262
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,159	2,504	0,283
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,195	2,542	0,289

Tabella 19 - AREA 3 Coefficienti Sismici - Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,660	1,000	0,017	0,008	0,820	0,200
SLD	1,500	1,630	1,000	0,021	0,011	1,030	0,200
SLV	1,460	1,590	1,000	0,056	0,028	2,272	0,240
SLC	1,400	1,580	1,000	0,066	0,033	2,684	0,240

AREA 4 (Stazione Elettrica TERNA, Impianto di Accumulo e Area di Trasbordo)



WGS84: Lat 42.548000 - Lng 11.811508



ED50: Lat 42.548981 - Lng 11.812459



Figura 25 - Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru)

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Tabella 20 - AREA 4 Siti di Riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	25394	42,572350	11,792590	3066,0
Sito 2	25395	42,573330	11,860470	4774,1
Sito 3	25617	42,523340	11,861820	4948,3
Sito 4	25616	42,522360	11,793980	3324,9

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

Tabella 21 - AREA 4 Parametri Sismici

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,056	2,492	0,252
Danno (SLD)	63	75	0,070	2,471	0,262
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,159	2,503	0,283
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,195	2,541	0,289

Tabella 22 - AREA 4 Coefficienti Sismici - Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,650	1,000	0,017	0,008	0,817	0,200
SLD	1,500	1,630	1,000	0,021	0,010	1,027	0,200
SLV	1,460	1,590	1,000	0,056	0,028	2,271	0,240
SLC	1,400	1,580	1,000	0,066	0,033	2,682	0,240

10. Verifica Di Stabilità Del Pendio

Ricordando quanto detto nel paragrafo caratteristiche geomorfologiche al quale si rimanda esplicitamente, essendo i versanti in esame assoggettati alla categoria topografica T1 con pendenze medie decisamente inferiori ai 15° e generalmente favorevoli alla stabilità, non si è ritenuto necessario eseguire specifiche verifiche di stabilità dei pendii in quanto queste avrebbero fatto registrare valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla normativa vigente per tutti i punti in cui sorgeranno gli aerogeneratori e la stazione elettrica TERNA.

Anche analizzando l'ubicazione di ogni singolo aerogeneratore e l'ubicazione della Stazione, non si segnalano situazioni di pendenze elevate o di potenziali instabilità di versante che rendano necessarie verifiche di stabilità di versante mirate in contesi geomorfologici più ristretti.

11. Potenziale di Liquefazione

Le "Norme tecniche per le costruzioni" del 2018 (D.M. 17.01.2018), al § 7.11.3.4, "stabilità nei confronti della liquefazione", forniscono la seguente definizione nei riguardi di tale possibile manifestazione: "fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate".

Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero. In questo contesto, il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie, ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine lino-argillosa. In riferimento al § 7.11.3.4.2, "Esclusione della verifica a liquefazione", della sopracitata normativa, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche

- dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura successiva a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

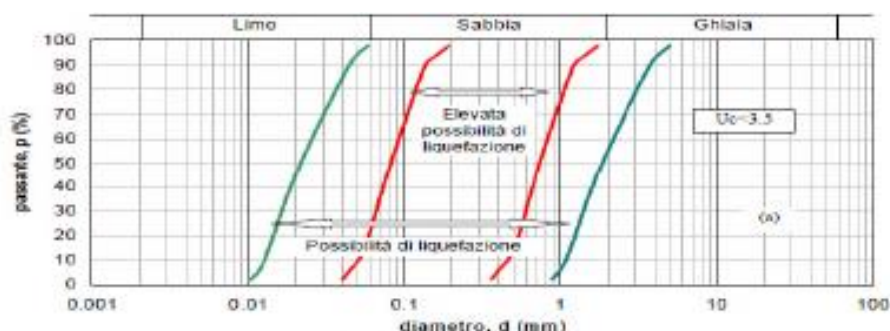


Figura 26 - a. Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ (da AGI, 2005).

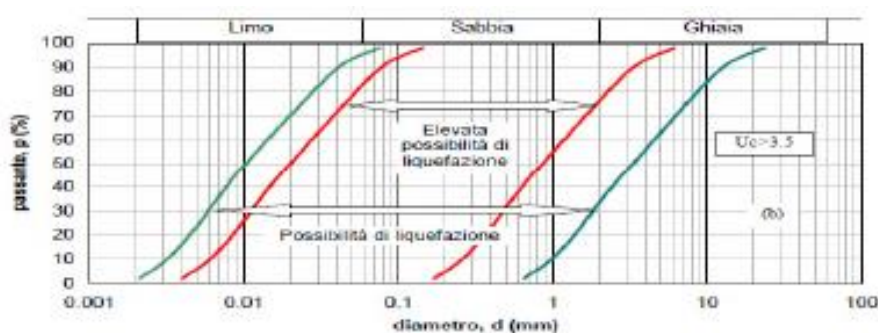


Figura 27 - b. Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ (da AGI, 2005).

Nel caso dell'area in esame non si ritiene possano sussistere le condizioni per il verificarsi del fenomeno di liquefazione per la natura prettamente limosa/argillosa dei terreni affioranti presenti in loco.

Conclusioni

Il presente studio geologico è stato redatto, su incarico della società **New Developments s.r.l.**, al fine di definire le condizioni geolitologiche, geomorfologiche, idrologiche, geomeccaniche e sismologiche di un'area interessata dal **“Progetto definitivo impianto eolico denominato “Poggio del Mulino”** nel territorio del comune di Valentano, appartenente alla provincia di Viterbo.

In considerazione delle finalità di progetto, si possono effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- Dal punto di vista geologico è possibile definire il seguente modello:

Per l'area in cui sorgono gli aerogeneratori:

- **Terreno di copertura olocenico** poco consistente, con spessore di circa 10/12 m;
- **Depositi di origine vulcanica** da poco consistenti a mediamente consistenti, con spessori di circa 10 m;
- **Depositi/tufi vulcanici**, da mediamente consistenti a consistenti, rinvenibili da circa 20/22 m di profondità dal piano campagna con spessori superiori a 15 m.

Per l'area in cui sorge la Stazione Elettrica Terna e l'Impianto di Accumulo:

- **Terreno di copertura vegetale** poco consistente con spessore di circa 1,2 m;
 - **Depositi di origine vulcanica** mediamente consistenti, con spessori di circa 10 m;
 - **Depositi/tufi vulcanici**, da mediamente consistenti a consistenti, rinvenibili da circa 11/12 m di profondità dal piano campagna con spessori superiori a 20 m.
- Dal punto di vista geomorfologico, l'area in cui sorgeranno gli aerogeneratori è posta all'interno di una vecchia caldera (Caldera di Latera) sub pianeggiante con pendenze massime di circa 4° (Categoria Topografica T1), mentre l'area in cui sorgerà la Stazione Elettrica Terna e l'Impianto di Accumulo è leggermente più dislocata ma sempre caratterizzata da dolcissime pendenze.
 - La cartografia P.A.I. BACINI REGIONALI DEL LAZIO non annovera i siti che ospiteranno gli aerogeneratori del parco e la Stazione e l'Impianto di Accumulo fra quelli a rischio idrogeologico-geomorfologico.
 - Dal punto di vista idrogeologico il sistema idrografico è costituito principalmente da piccole aste di bassissimo grado gerarchico che convogliano nel Torrente Olpeta che solca la Caldera di Latera con andamento N/E – S/O. L'area in cui sorgeranno gli aerogeneratori è caratterizzata dalla presenza di numerosi canali artificiali, spesso ravvicinati e paralleli fra loro, a servizio delle attività agricole del luogo.
 - Dal punto di vista geotecnico i parametri geotecnici utili ai fini della progettazione degli interventi in oggetto vengono elencati nel capitolo “caratterizzazione geotecnica”; tuttavia i terreni di

fondazione nei pressi degli aerogeneratori presentano scarse caratteristiche geotecniche per i primi 15 m circa e, di conseguenza, per ricavare i parametri geotecnici degli orizzonti stratigrafici più profondi, si rende necessario integrare in una fase successiva di progettazione, le indagini eseguite, con carotaggi e prelievi di campione da poter analizzare in laboratorio.

- Dal punto di vista sismico, il territorio in esame ricade in una zona con accelerazione sismica su substrato di riferimento (bedrock, suolo A) pari a $0.15 a_g/g$, collocando il territorio comunale in “Zona Sismica 2B”. Dalle risultanze delle prove M.A.S.W effettuate, la categoria del sottosuolo è riconducibile alla Classe C (V_{seq} compresi tra 180 e 360 m/s) sia per i siti che ospiteranno gli aerogeneratori che per il sito della Stazione Elettrica TERNA e l’Impianto di Accumulo.

In definitiva, si può asserire che il rischio per l’area interessata dall’intervento è sostanzialmente rappresentato dalla scarsa consistenza del terreno di fondazione che potrebbe dar luogo a cedimenti differenziali. Lo scrivente reputa opportuno, per ciascun aerogeneratore, la messa in opera di una fondazione su pali; profondità di infissione e parametri geotecnici degli orizzonti stratigrafici più profondi, dovranno essere valutate a seguito di carotaggi ed analisi di laboratorio su campioni prelevati.

Per le opere edili inerenti alla costruzione della Stazione Elettrica Terna, dell’area di accumulo e dell’area di trasbordo, si dovrà predisporre uno sbancamento di almeno 1,3 m in modo da escludere la prima fascia di terreno che presenta caratteristiche geotecniche piuttosto scadenti.

Essendo la natura dei terreni in loco, poco permeabile, il piano campagna è spesso caratterizzato dalla presenza di pozze di acqua piovana e, di conseguenza, i primi metri di terreno giungono facilmente a saturazione; si raccomanda, a tal riguardo, di rendere efficace il controllo, la regimazione e il disciplinamento delle acque di ruscellamento superficiale e d’infiltrazione, nell’intorno delle singole pale eoliche e alla SE TERNA, mediante specifiche opere di presidio idraulico (vespai, canalizzazioni, ecc) da estendere adeguatamente attorno all’area d’interesse, con il loro recapito fino agli elementi naturali e/o artificiali più vicini e sicuri.

Elaborati Cartografici

- ✓ Carta Geologica - scala 1:8.000
- ✓ Sezioni Geologiche – scala 1:5.500
- ✓ Carta Geomorfologica - scala 1:8.000
- ✓ Carta Idrogeologica - scala 1:8.000

Allegati

- ✓ CARTA DEI VINCOLI - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)
Bacini Regionali del Lazio - scala 1:8.000;
- ✓ CARTA DEI VINCOLI - Piano Territoriale Paesistico Regionale (P.T.P.R.) - scala 1:8.000;
- ✓ Report sulle indagini.

GIUGNO 2023

Il geologo

Dott. Eugenio Martire



Studio Geologico di **MARTIRE Eugenio**

Via UMBRIA 7

87046 MONTALTO UFFUGO (CS)

Tel. 3895566768 - geologomartire84@pec.it

OGGETTO

Progetto definitivo impianto eolico denominato "Poggio del Mulino"

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI

COMMITTENTE:

New Developments S.r.l.

LOCALITA' ESECUZIONE INDAGINI:

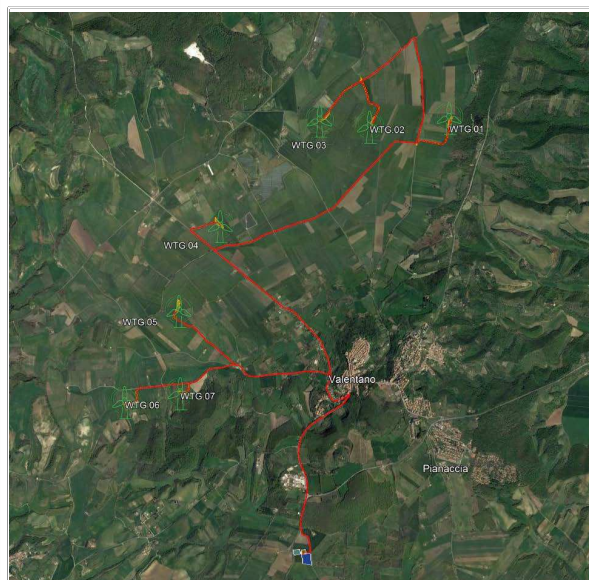
Valentano (VT)

DATA ESECUZIONE INDAGINI:

31 Maggio 2023

IL TECNICO:

Dott. Geol. Eugenio MARTIRE



INDICE

PREMESSA	2
DESCRIZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA	3
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_1 (P1)	9
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_2 (P2)	14
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_3 (P3)	20
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_4 (P4)	26
ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DPM_5 (P5)	32
DESCRIZIONE INDAGINE GEOFISICA MASW	37
ELABORAZIONE INDAGINE MASW_1 (M1)	39
ELABORAZIONE INDAGINE MASW_2 (M2)	45
ELABORAZIONE INDAGINE MASW_3 (M3)	51
ELABORAZIONE INDAGINE MASW_4 (M4)	57

ALLEGATI

- Carta ubicazione indagini in scala 1:5.000

Premessa

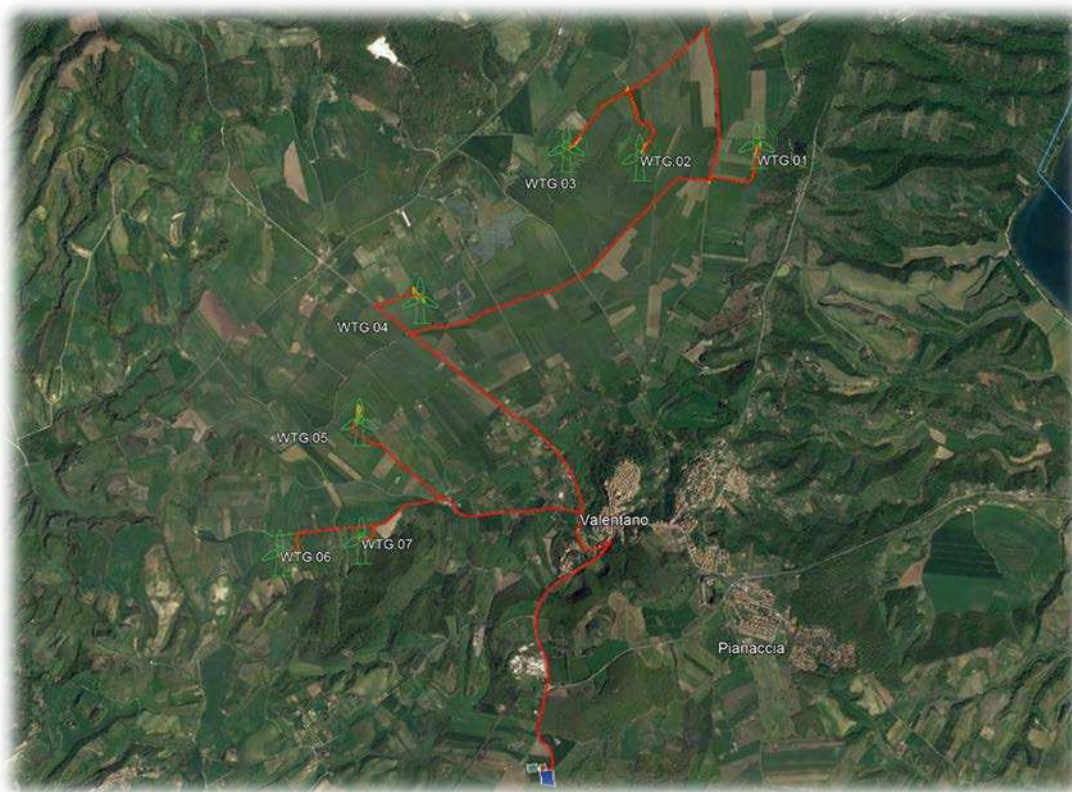
Su incarico della società **New Developments S.r.l.**, in riferimento al: **Progetto definitivo impianto eolico denominato "Poggio del Mulino"**, il sottoscritto Geologo Eugenio MARTIRE, ha eseguito in data 31/05/2023, una campagna di indagini geognostiche costituita da:

- n° 5 prove penetrometriche dinamiche DPM30 (P1÷P5);
- n° 3 prospezione sismica di tipo MASW (M1÷M4).

Le prove penetrometriche hanno consentito la determinazione della stratigrafia dei litotipi e la determinazione indiretta dei parametri geotecnici del sottosuolo.

La prospezione sismica di tipo MASW ha consentito di definire la velocità media delle onde S nei primi metri di profondità. La misura delle Vs è di fondamentale importanza per la caratterizzazione del sottosuolo di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche (O.P.C.M. 3274/03; O.P.C.M. 3431/05; D.M. 17 gennaio 2018).

Le coordinate degli aerogeneratori, espresse nel sistema di riferimento WGS 84, sono le seguenti:



WTG	COORDINATE PIANE SISTEMA	
	WGS 84 - FUSO 33 NORD	
	LATITUDINE	LONGITUDINE
WTG 01	42°35'37.98"N	11°49'56.30"E
WTG 02	42°35'34.74"N	11°49'15.36"E
WTG 03	42°35'37.02"N	11°48'49.68"E
WTG 04	42°34'56.94"N	11°47'58.38"E
WTG 05	42°34'24.78"N	11°47'37.14"E
WTG 06	42°33'50.25"N	11°47'9.31"E
WTG 07	42°33'53.62"N	11°47'37.86"E
Area Sottostazione	42°32'52.64"N	11°48'41.96"E

Tutte le informazioni di natura tecnica relative alle indagini eseguite unitamente all'interpretazione litologica e stratigrafica non sono commentate nella presente relazione di sintesi.

Descrizione prova penetrometrica dinamica

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$),
diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;
 M' = peso aste;
 H = altezza di caduta;
 A = area base punta conica;
 δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);
 e = infissione media per colpo (δ/N);
 M = peso massa battente (altezza caduta H);
 P = peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{v0})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_T \times C_d$$

$ER/60$: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
 C_s : Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
 C_d : Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
 C_T : Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento $d = 1$ mt.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni $< 8-10$ t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo $< 5\%$ a profondità < 5 mt. e con % di limo $> 5\%$ a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck 1948-1967

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u min-max.
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensibilità > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.
- Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago). Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982, valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenzov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cm²)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt}=6-12$).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.761
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

Classificazione ISSMFE (1988) delle sonde Penetrometriche dinamiche

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa battente in Kg
Leggero	DPL (Light)	M<10
Medio	DPM (Medium)	10<M<40
Pesante	DPH (Heavy)	40<M<60
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M>60

Elaborazione Prova Penetrometrica DPM_1 (P1)

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Profondità prova 15,60 mt
 Falda rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	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)
0,10	6	0	0,857	17,16	20,04	0,86	1,00
0,20	6	0	0,855	17,12	20,04	0,86	1,00
0,30	4	0	0,853	11,39	13,36	0,57	0,67
0,40	5	0	0,851	14,21	16,70	0,71	0,83
0,50	4	0	0,849	11,34	13,36	0,57	0,67
0,60	5	0	0,847	14,14	16,70	0,71	0,83
0,70	4	0	0,845	11,29	13,36	0,56	0,67
0,80	3	0	0,843	8,45	10,02	0,42	0,50
0,90	3	0	0,842	8,00	9,51	0,40	0,48
1,00	4	0	0,840	10,64	12,68	0,53	0,63
1,10	5	0	0,838	13,28	15,85	0,66	0,79
1,20	4	0	0,836	10,60	12,68	0,53	0,63
1,30	5	0	0,835	13,22	15,85	0,66	0,79
1,40	4	0	0,833	10,56	12,68	0,53	0,63
1,50	3	0	0,831	7,90	9,51	0,40	0,48
1,60	3	0	0,830	7,89	9,51	0,39	0,48
1,70	2	0	0,828	5,25	6,34	0,26	0,32
1,80	1	0	0,826	2,62	3,17	0,13	0,16
1,90	1	0	0,825	2,49	3,02	0,12	0,15
2,00	3	0	0,823	7,45	9,05	0,37	0,45
2,10	3	0	0,822	7,43	9,05	0,37	0,45
2,20	3	0	0,820	7,42	9,05	0,37	0,45
2,30	2	0	0,819	4,94	6,03	0,25	0,30
2,40	4	0	0,817	9,86	12,06	0,49	0,60
2,50	5	0	0,816	12,30	15,08	0,61	0,75
2,60	7	0	0,814	17,19	21,11	0,86	1,06
2,70	5	0	0,813	12,25	15,08	0,61	0,75
2,80	3	0	0,811	7,34	9,05	0,37	0,45
2,90	5	0	0,810	11,65	14,38	0,58	0,72
3,00	6	0	0,809	13,95	17,25	0,70	0,86
3,10	5	0	0,807	11,61	14,38	0,58	0,72
3,20	4	0	0,806	9,27	11,50	0,46	0,58
3,30	5	0	0,805	11,57	14,38	0,58	0,72
3,40	3	0	0,803	6,93	8,63	0,35	0,43
3,50	2	0	0,802	4,61	5,75	0,23	0,29
3,60	4	0	0,801	9,21	11,50	0,46	0,58
3,70	5	0	0,800	11,50	14,38	0,57	0,72
3,80	5	0	0,798	11,48	14,38	0,57	0,72
3,90	8	0	0,797	17,53	21,98	0,88	1,10
4,00	5	0	0,796	10,94	13,74	0,55	0,69
4,10	6	0	0,795	13,11	16,49	0,66	0,82
4,20	5	0	0,794	10,91	13,74	0,55	0,69
4,30	4	0	0,793	8,71	10,99	0,44	0,55
4,40	7	0	0,791	15,22	19,24	0,76	0,96
4,50	4	0	0,790	8,69	10,99	0,43	0,55
4,60	5	0	0,789	10,84	13,74	0,54	0,69
4,70	6	0	0,788	13,00	16,49	0,65	0,82
4,80	5	0	0,787	10,82	13,74	0,54	0,69
4,90	4	0	0,786	8,27	10,53	0,41	0,53
5,00	6	0	0,785	12,40	15,79	0,62	0,79
5,10	5	0	0,784	10,32	13,16	0,52	0,66
5,20	7	0	0,783	14,42	18,42	0,72	0,92
5,30	5	0	0,782	10,29	13,16	0,51	0,66

**Progetto definitivo impianto eolico denominato “Poggio del Mulino”
Comune di Valentano (VT)**

5,40	4	0	0,781	8,22	10,53	0,41	0,53
5,50	5	0	0,780	10,26	13,16	0,51	0,66
5,60	4	0	0,779	8,20	10,53	0,41	0,53
5,70	5	0	0,778	10,24	13,16	0,51	0,66
5,80	6	0	0,777	12,27	15,79	0,61	0,79
5,90	5	0	0,776	9,80	12,62	0,49	0,63
6,00	4	0	0,775	7,83	10,10	0,39	0,50
6,10	5	0	0,775	9,78	12,62	0,49	0,63
6,20	6	0	0,774	11,72	15,15	0,59	0,76
6,30	3	0	0,773	5,85	7,57	0,29	0,38
6,40	6	0	0,772	11,69	15,15	0,58	0,76
6,50	3	0	0,771	5,84	7,57	0,29	0,38
6,60	6	0	0,770	11,67	15,15	0,58	0,76
6,70	5	0	0,770	9,71	12,62	0,49	0,63
6,80	4	0	0,769	7,76	10,10	0,39	0,50
6,90	5	0	0,768	9,31	12,13	0,47	0,61
7,00	6	0	0,767	11,17	14,56	0,56	0,73
7,10	7	0	0,766	13,01	16,98	0,65	0,85
7,20	8	0	0,766	14,86	19,41	0,74	0,97
7,30	6	0	0,765	11,13	14,56	0,56	0,73
7,40	5	0	0,764	9,27	12,13	0,46	0,61
7,50	6	0	0,763	11,11	14,56	0,56	0,73
7,60	4	0	0,763	7,40	9,70	0,37	0,49
7,70	7	0	0,762	12,94	16,98	0,65	0,85
7,80	6	0	0,761	11,08	14,56	0,55	0,73
7,90	6	0	0,761	10,65	14,01	0,53	0,70
8,00	6	0	0,760	10,64	14,01	0,53	0,70
8,10	7	0	0,759	12,41	16,34	0,62	0,82
8,20	7	0	0,759	12,40	16,34	0,62	0,82
8,30	6	0	0,758	10,62	14,01	0,53	0,70
8,40	4	0	0,757	7,07	9,34	0,35	0,47
8,50	7	0	0,757	12,36	16,34	0,62	0,82
8,60	5	0	0,756	8,82	11,67	0,44	0,58
8,70	5	0	0,755	8,82	11,67	0,44	0,58
8,80	4	0	0,755	7,05	9,34	0,35	0,47
8,90	3	0	0,754	5,09	6,75	0,25	0,34
9,00	4	0	0,753	6,78	9,00	0,34	0,45
9,10	5	0	0,753	8,47	11,25	0,42	0,56
9,20	3	0	0,752	5,08	6,75	0,25	0,34
9,30	4	0	0,752	6,77	9,00	0,34	0,45
9,40	5	0	0,751	8,45	11,25	0,42	0,56
9,50	3	0	0,751	5,07	6,75	0,25	0,34
9,60	4	0	0,750	6,75	9,00	0,34	0,45
9,70	5	0	0,749	8,43	11,25	0,42	0,56
9,80	6	0	0,749	10,11	13,50	0,51	0,68
9,90	6	0	0,748	9,75	13,03	0,49	0,65
10,00	6	0	0,748	9,74	13,03	0,49	0,65
10,10	4	0	0,747	6,49	8,69	0,32	0,43
10,20	11	0	0,747	17,83	23,88	0,89	1,19
10,30	12	0	0,746	19,44	26,06	0,97	1,30
10,40	10	0	0,746	16,19	21,71	0,81	1,09
10,50	9	0	0,745	14,56	19,54	0,73	0,98
10,60	12	0	0,744	19,40	26,06	0,97	1,30
10,70	11	0	0,744	17,77	23,88	0,89	1,19
10,80	11	0	0,743	17,76	23,88	0,89	1,19
10,90	14	0	0,693	20,35	29,37	1,02	1,47
11,00	12	0	0,742	18,69	25,17	0,93	1,26
11,10	15	0	0,692	21,77	31,47	1,09	1,57
11,20	14	0	0,691	20,30	29,37	1,02	1,47
11,30	12	0	0,741	18,65	25,17	0,93	1,26
11,40	9	0	0,740	13,98	18,88	0,70	0,94
11,50	14	0	0,690	20,26	29,37	1,01	1,47
11,60	12	0	0,739	18,61	25,17	0,93	1,26
11,70	10	0	0,739	15,50	20,98	0,77	1,05
11,80	10	0	0,738	15,49	20,98	0,77	1,05
11,90	10	0	0,738	14,97	20,29	0,75	1,01
12,00	10	0	0,737	14,96	20,29	0,75	1,01

12,10	12	0	0,737	17,94	24,35	0,90	1,22
12,20	14	0	0,686	19,49	28,41	0,97	1,42
12,30	15	0	0,686	20,87	30,44	1,04	1,52
12,40	13	0	0,685	18,08	26,38	0,90	1,32
12,50	14	0	0,685	19,45	28,41	0,97	1,42
12,60	13	0	0,684	18,05	26,38	0,90	1,32
12,70	12	0	0,734	17,87	24,35	0,89	1,22
12,80	10	0	0,733	14,88	20,29	0,74	1,01
12,90	10	0	0,733	14,40	19,65	0,72	0,98
13,00	10	0	0,732	14,39	19,65	0,72	0,98
13,10	10	0	0,732	14,38	19,65	0,72	0,98
13,20	13	0	0,681	17,40	25,55	0,87	1,28
13,30	15	0	0,681	20,06	29,48	1,00	1,47
13,40	14	0	0,680	18,71	27,51	0,94	1,38
13,50	12	0	0,729	17,20	23,58	0,86	1,18
13,60	12	0	0,729	17,19	23,58	0,86	1,18
13,70	10	0	0,728	14,31	19,65	0,72	0,98
13,80	12	0	0,728	17,16	23,58	0,86	1,18
13,90	13	0	0,677	16,77	24,76	0,84	1,24
14,00	10	0	0,727	13,84	19,05	0,69	0,95
14,10	12	0	0,726	16,60	22,86	0,83	1,14
14,20	12	0	0,726	16,59	22,86	0,83	1,14
14,30	12	0	0,725	16,58	22,86	0,83	1,14
14,40	11	0	0,725	15,18	20,95	0,76	1,05
14,50	14	0	0,674	17,97	26,67	0,90	1,33
14,60	15	0	0,673	19,24	28,57	0,96	1,43
14,70	14	0	0,673	17,94	26,67	0,90	1,33
14,80	16	0	0,672	20,49	30,48	1,02	1,52
14,90	14	0	0,672	17,38	25,87	0,87	1,29
15,00	19	0	0,671	23,57	35,11	1,18	1,76
15,10	25	0	0,621	28,67	46,20	1,43	2,31
15,20	26	0	0,620	29,79	48,05	1,49	2,40
15,30	28	0	0,619	32,05	51,75	1,60	2,59
15,40	33	0	0,569	34,68	60,99	1,73	3,05
15,50	34	0	0,568	35,70	62,83	1,78	3,14
15,60	51	0	0,517	48,77	94,25	2,44	4,71

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
10,1	4,74	12,66	Incoerente - coesivo	0	1,68	1,87	0,52	0,76	3,61	STRATO 1
15,6	12,27	24,68	Incoerente - coesivo	0	2,0	2,2	1,29	0,76	9,34	STRATO 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	Shioi - Fukui (1982)	0,09
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	Shioi - Fukui (1982)	0,23

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	Meyerhof ed altri	1,68
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	Meyerhof ed altri	1,95

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	Meyerhof ed altri	1,87

[2] - STRATO 2	9,34	15,60	Meyerhof ed altri	2,14
----------------	------	-------	-------------------	------

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	3,61	Gibbs & Holtz 1957	12,59
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	9,34	Gibbs & Holtz 1957	20,73

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	3,61	Meyerhof (1956)	21,03
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	9,34	Meyerhof (1956)	22,67

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	3,61	Schmertmann (1978) Limi	20,91
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	9,34	Schmertmann (1978) Limi	57,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	3,61	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,88
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	9,34	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	46,65

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	3,61	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	9,34	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	3,61	Ohsaki (Sabbie pulite)	217,26
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	9,34	Ohsaki (Sabbie pulite)	530,93

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	3,61	Navfac 1971-1982	0,66
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	9,34	Navfac 1971-1982	1,96

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

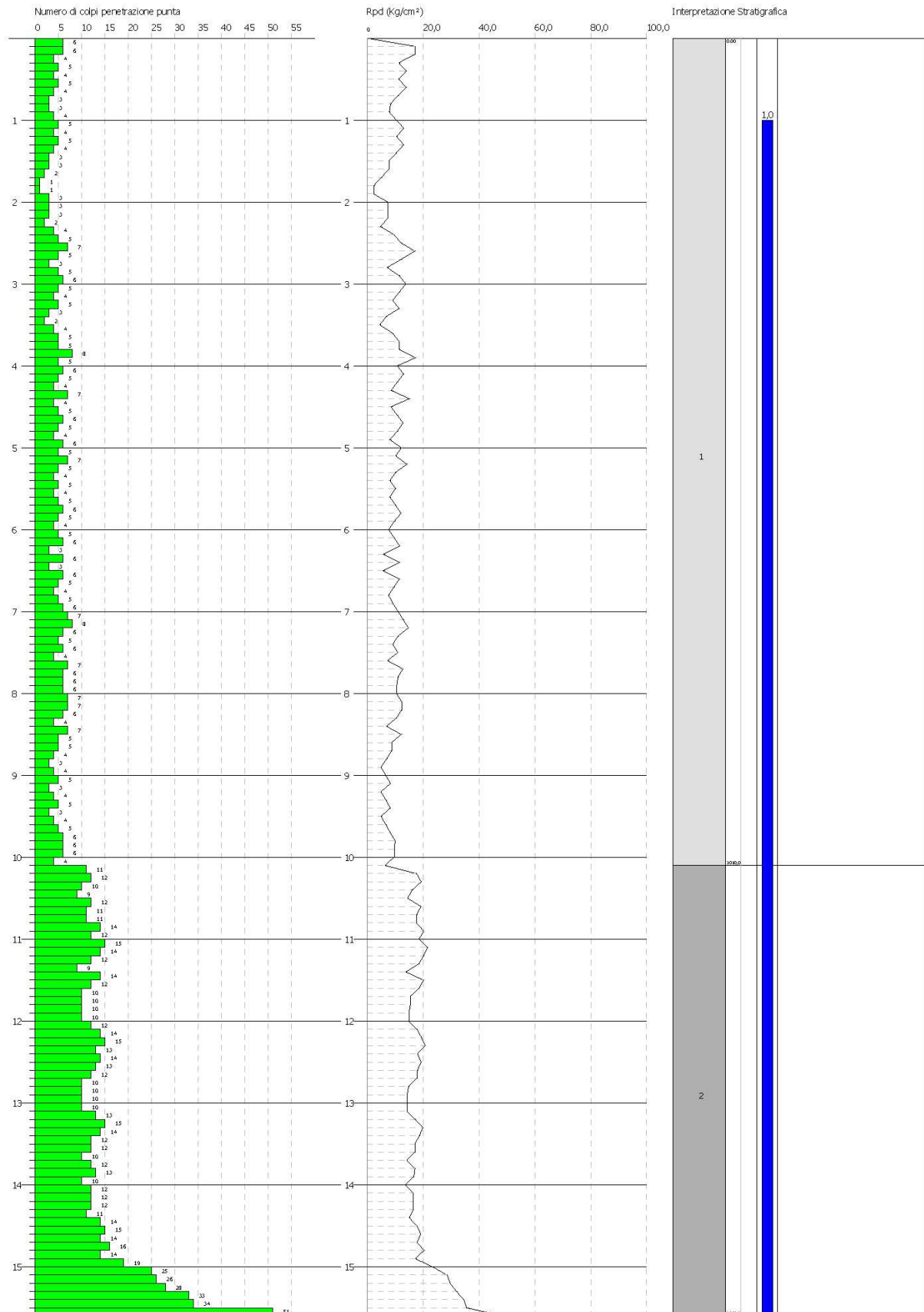
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	3,61	10,10	3,61	Robertson 1983	7,22
[2] - STRATO 2	9,34	15,60	9,34	Robertson 1983	18,68

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: New Developments
Cantier: Parco Eolico "Poggio del Mulino"
Località: Valentano

Data:

Scala 1:64



Elaborazione Prova Penetrometrica DPM_2 (P2)

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Profondità prova 14,70 mt
Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	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)
0,10	2	0	0,857	5,72	6,68	0,29	0,33
0,20	1	0	0,855	2,85	3,34	0,14	0,17
0,30	1	0	0,853	2,85	3,34	0,14	0,17
0,40	1	0	0,851	2,84	3,34	0,14	0,17
0,50	1	0	0,849	2,83	3,34	0,14	0,17
0,60	2	0	0,847	5,66	6,68	0,28	0,33
0,70	2	0	0,845	5,64	6,68	0,28	0,33
0,80	2	0	0,843	5,63	6,68	0,28	0,33
0,90	1	0	0,842	2,67	3,17	0,13	0,16
1,00	2	0	0,840	5,32	6,34	0,27	0,32
1,10	3	0	0,838	7,97	9,51	0,40	0,48
1,20	1	0	0,836	2,65	3,17	0,13	0,16
1,30	2	0	0,835	5,29	6,34	0,26	0,32
1,40	2	0	0,833	5,28	6,34	0,26	0,32
1,50	1	0	0,831	2,63	3,17	0,13	0,16
1,60	4	0	0,830	10,52	12,68	0,53	0,63
1,70	2	0	0,828	5,25	6,34	0,26	0,32
1,80	4	0	0,826	10,47	12,68	0,52	0,63
1,90	5	0	0,825	12,43	15,08	0,62	0,75
2,00	5	0	0,823	12,41	15,08	0,62	0,75
2,10	4	0	0,822	9,91	12,06	0,50	0,60
2,20	2	0	0,820	4,95	6,03	0,25	0,30
2,30	3	0	0,819	7,40	9,05	0,37	0,45
2,40	3	0	0,817	7,39	9,05	0,37	0,45
2,50	4	0	0,816	9,84	12,06	0,49	0,60
2,60	5	0	0,814	12,28	15,08	0,61	0,75
2,70	3	0	0,813	7,35	9,05	0,37	0,45
2,80	6	0	0,811	14,68	18,09	0,73	0,90
2,90	2	0	0,810	4,66	5,75	0,23	0,29
3,00	3	0	0,809	6,98	8,63	0,35	0,43
3,10	6	0	0,807	13,93	17,25	0,70	0,86
3,20	5	0	0,806	11,59	14,38	0,58	0,72
3,30	6	0	0,805	13,88	17,25	0,69	0,86
3,40	3	0	0,803	6,93	8,63	0,35	0,43
3,50	5	0	0,802	11,53	14,38	0,58	0,72
3,60	4	0	0,801	9,21	11,50	0,46	0,58
3,70	3	0	0,800	6,90	8,63	0,34	0,43
3,80	6	0	0,798	13,77	17,25	0,69	0,86
3,90	5	0	0,797	10,95	13,74	0,55	0,69
4,00	4	0	0,796	8,75	10,99	0,44	0,55
4,10	2	0	0,795	4,37	5,50	0,22	0,27
4,20	3	0	0,794	6,54	8,24	0,33	0,41
4,30	6	0	0,793	13,07	16,49	0,65	0,82
4,40	5	0	0,791	10,87	13,74	0,54	0,69
4,50	4	0	0,790	8,69	10,99	0,43	0,55

*Progetto definitivo impianto eolico denominato “Poggio del Mulino”
Comune di Valentano (VT)*

4,60	2	0	0,789	4,34	5,50	0,22	0,27
4,70	3	0	0,788	6,50	8,24	0,32	0,41
4,80	6	0	0,787	12,98	16,49	0,65	0,82
4,90	5	0	0,786	10,34	13,16	0,52	0,66
5,00	5	0	0,785	10,33	13,16	0,52	0,66
5,10	5	0	0,784	10,32	13,16	0,52	0,66
5,20	5	0	0,783	10,30	13,16	0,52	0,66
5,30	6	0	0,782	12,35	15,79	0,62	0,79
5,40	3	0	0,781	6,17	7,89	0,31	0,39
5,50	3	0	0,780	6,16	7,89	0,31	0,39
5,60	3	0	0,779	6,15	7,89	0,31	0,39
5,70	3	0	0,778	6,14	7,89	0,31	0,39
5,80	5	0	0,777	10,23	13,16	0,51	0,66
5,90	5	0	0,776	9,80	12,62	0,49	0,63
6,00	5	0	0,775	9,79	12,62	0,49	0,63
6,10	4	0	0,775	7,82	10,10	0,39	0,50
6,20	7	0	0,774	13,67	17,67	0,68	0,88
6,30	6	0	0,773	11,71	15,15	0,59	0,76
6,40	3	0	0,772	5,85	7,57	0,29	0,38
6,50	7	0	0,771	13,63	17,67	0,68	0,88
6,60	3	0	0,770	5,83	7,57	0,29	0,38
6,70	5	0	0,770	9,71	12,62	0,49	0,63
6,80	4	0	0,769	7,76	10,10	0,39	0,50
6,90	4	0	0,768	7,45	9,70	0,37	0,49
7,00	6	0	0,767	11,17	14,56	0,56	0,73
7,10	5	0	0,766	9,30	12,13	0,46	0,61
7,20	3	0	0,766	5,57	7,28	0,28	0,36
7,30	5	0	0,765	9,28	12,13	0,46	0,61
7,40	4	0	0,764	7,41	9,70	0,37	0,49
7,50	5	0	0,763	9,26	12,13	0,46	0,61
7,60	3	0	0,763	5,55	7,28	0,28	0,36
7,70	4	0	0,762	7,39	9,70	0,37	0,49
7,80	5	0	0,761	9,23	12,13	0,46	0,61
7,90	7	0	0,761	12,43	16,34	0,62	0,82
8,00	6	0	0,760	10,64	14,01	0,53	0,70
8,10	3	0	0,759	5,32	7,00	0,27	0,35
8,20	6	0	0,759	10,63	14,01	0,53	0,70
8,30	3	0	0,758	5,31	7,00	0,27	0,35
8,40	6	0	0,757	10,61	14,01	0,53	0,70
8,50	3	0	0,757	5,30	7,00	0,26	0,35
8,60	4	0	0,756	7,06	9,34	0,35	0,47
8,70	5	0	0,755	8,82	11,67	0,44	0,58
8,80	4	0	0,755	7,05	9,34	0,35	0,47
8,90	5	0	0,754	8,48	11,25	0,42	0,56
9,00	5	0	0,753	8,48	11,25	0,42	0,56
9,10	6	0	0,753	10,16	13,50	0,51	0,68
9,20	5	0	0,752	8,46	11,25	0,42	0,56
9,30	2	0	0,752	3,38	4,50	0,17	0,23
9,40	2	0	0,751	3,38	4,50	0,17	0,23
9,50	5	0	0,751	8,44	11,25	0,42	0,56
9,60	6	0	0,750	10,12	13,50	0,51	0,68
9,70	3	0	0,749	5,06	6,75	0,25	0,34
9,80	6	0	0,749	10,11	13,50	0,51	0,68
9,90	6	0	0,748	9,75	13,03	0,49	0,65
10,00	6	0	0,748	9,74	13,03	0,49	0,65
10,10	6	0	0,747	9,73	13,03	0,49	0,65
10,20	6	0	0,747	9,73	13,03	0,49	0,65
10,30	4	0	0,746	6,48	8,69	0,32	0,43
10,40	8	0	0,746	12,95	17,37	0,65	0,87
10,50	7	0	0,745	11,32	15,20	0,57	0,76

Progetto definitivo impianto eolico denominato "Poggio del Mulino"
Comune di Valentano (VT)

10,60	6	0	0,744	9,70	13,03	0,48	0,65
10,70	6	0	0,744	9,69	13,03	0,48	0,65
10,80	4	0	0,743	6,46	8,69	0,32	0,43
10,90	6	0	0,743	9,35	12,59	0,47	0,63
11,00	5	0	0,742	7,79	10,49	0,39	0,52
11,10	6	0	0,742	9,34	12,59	0,47	0,63
11,20	7	0	0,741	10,89	14,69	0,54	0,73
11,30	6	0	0,741	9,32	12,59	0,47	0,63
11,40	4	0	0,740	6,21	8,39	0,31	0,42
11,50	5	0	0,740	7,76	10,49	0,39	0,52
11,60	4	0	0,739	6,20	8,39	0,31	0,42
11,70	6	0	0,739	9,30	12,59	0,46	0,63
11,80	4	0	0,738	6,19	8,39	0,31	0,42
11,90	6	0	0,738	8,98	12,18	0,45	0,61
12,00	5	0	0,737	7,48	10,15	0,37	0,51
12,10	5	0	0,737	7,47	10,15	0,37	0,51
12,20	14	0	0,686	19,49	28,41	0,97	1,42
12,30	12	0	0,736	17,92	24,35	0,90	1,22
12,40	10	0	0,735	14,92	20,29	0,75	1,01
12,50	10	0	0,735	14,91	20,29	0,75	1,01
12,60	9	0	0,734	13,41	18,26	0,67	0,91
12,70	10	0	0,734	14,89	20,29	0,74	1,01
12,80	9	0	0,733	13,39	18,26	0,67	0,91
12,90	10	0	0,733	14,40	19,65	0,72	0,98
13,00	13	0	0,682	17,42	25,55	0,87	1,28
13,10	12	0	0,732	17,25	23,58	0,86	1,18
13,20	12	0	0,731	17,24	23,58	0,86	1,18
13,30	14	0	0,681	18,72	27,51	0,94	1,38
13,40	17	0	0,680	22,72	33,41	1,14	1,67
13,50	18	0	0,679	24,03	35,37	1,20	1,77
13,60	19	0	0,679	25,35	37,34	1,27	1,87
13,70	17	0	0,678	22,66	33,41	1,13	1,67
13,80	12	0	0,728	17,16	23,58	0,86	1,18
13,90	12	0	0,727	16,63	22,86	0,83	1,14
14,00	18	0	0,677	23,20	34,29	1,16	1,71
14,10	20	0	0,676	25,76	38,10	1,29	1,90
14,20	21	0	0,626	25,03	40,00	1,25	2,00
14,30	23	0	0,625	27,39	43,81	1,37	2,19
14,40	30	0	0,625	35,69	57,14	1,78	2,86
14,50	32	0	0,574	34,99	60,95	1,75	3,05
14,60	32	0	0,573	34,95	60,95	1,75	3,05
14,70	55	0	0,523	54,78	104,76	2,74	5,24

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
12,2	4,32	10,81	Incoerente - coesivo	0	1,65	1,86	0,64	0,76	3,29	STRATO 1
14,7	13,37	26,31	Incoerente - coesivo	0	2,05	2,25	1,32	0,76	10,17	STRATO 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	Shioi - Fukui (1982)	0,08
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	Shioi - Fukui (1982)	0,25

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	Meyerhof ed altri	1,65
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	Meyerhof ed altri	1,97

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	Meyerhof ed altri	2,17

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	3,29	Gibbs & Holtz 1957	9,79
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	10,17	Gibbs & Holtz 1957	22,03

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	3,29	Meyerhof (1956)	20,94
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	10,17	Meyerhof (1956)	22,91

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	3,29	Schmertmann (1978) Limi	18,90
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	10,17	Schmertmann (1978) Limi	62,23

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	3,29	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	34,22
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	10,17	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	48,35

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	3,29	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	10,17	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	3,29	Ohsaki (Sabbie pulite)	199,10
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	10,17	Ohsaki (Sabbie pulite)	575,17

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	3,29	Navfac 1971-1982	0,58
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	10,17	Navfac 1971-1982	2,14

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

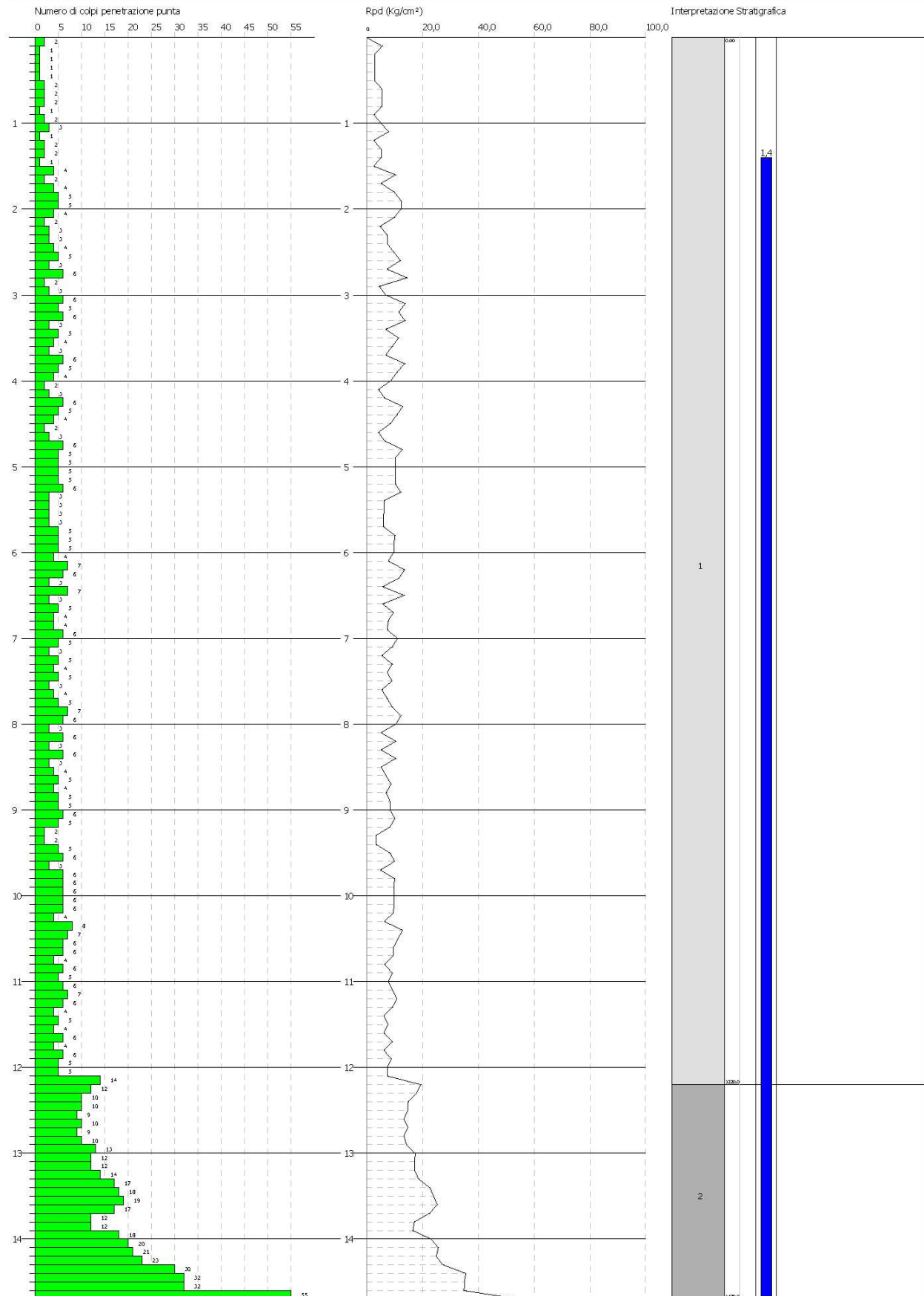
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,29	12,20	3,29	Robertson 1983	6,58
[2] - STRATO 2	10,17	14,70	10,17	Robertson 1983	20,34

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: New Developments
 Cantiere: Parco Eolico "Poggio del Mulino"
 Località: Valentano

Data:

Scala 1:51



Elaborazione Prova Penetrometrica DPM_3 (P3)

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Profondità prova 15,20 mt
Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	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)
0,10	2	0	0,857	5,72	6,68	0,29	0,33
0,20	3	0	0,855	8,56	10,02	0,43	0,50
0,30	2	0	0,853	5,70	6,68	0,28	0,33
0,40	4	0	0,851	11,36	13,36	0,57	0,67
0,50	2	0	0,849	5,67	6,68	0,28	0,33
0,60	6	0	0,847	16,97	20,04	0,85	1,00
0,70	5	0	0,845	14,11	16,70	0,71	0,83
0,80	4	0	0,843	11,27	13,36	0,56	0,67
0,90	6	0	0,842	16,00	19,01	0,80	0,95
1,00	7	0	0,840	18,63	22,18	0,93	1,11
1,10	5	0	0,838	13,28	15,85	0,66	0,79
1,20	6	0	0,836	15,90	19,01	0,80	0,95
1,30	1	0	0,835	2,64	3,17	0,13	0,16
1,40	1	0	0,833	2,64	3,17	0,13	0,16
1,50	1	0	0,831	2,63	3,17	0,13	0,16
1,60	2	0	0,830	5,26	6,34	0,26	0,32
1,70	3	0	0,828	7,87	9,51	0,39	0,48
1,80	6	0	0,826	15,71	19,01	0,79	0,95
1,90	4	0	0,825	9,95	12,06	0,50	0,60
2,00	6	0	0,823	14,89	18,09	0,74	0,90
2,10	8	0	0,822	19,82	24,12	0,99	1,21
2,20	7	0	0,820	17,31	21,11	0,87	1,06
2,30	4	0	0,819	9,87	12,06	0,49	0,60
2,40	6	0	0,817	14,78	18,09	0,74	0,90
2,50	6	0	0,816	14,76	18,09	0,74	0,90
2,60	6	0	0,814	14,73	18,09	0,74	0,90
2,70	4	0	0,813	9,80	12,06	0,49	0,60
2,80	7	0	0,811	17,13	21,11	0,86	1,06
2,90	8	0	0,810	18,63	23,00	0,93	1,15
3,00	5	0	0,809	11,63	14,38	0,58	0,72
3,10	4	0	0,807	9,29	11,50	0,46	0,58
3,20	6	0	0,806	13,91	17,25	0,70	0,86
3,30	2	0	0,805	4,63	5,75	0,23	0,29
3,40	3	0	0,803	6,93	8,63	0,35	0,43
3,50	7	0	0,802	16,15	20,13	0,81	1,01
3,60	8	0	0,801	18,42	23,00	0,92	1,15
3,70	4	0	0,800	9,20	11,50	0,46	0,58
3,80	6	0	0,798	13,77	17,25	0,69	0,86
3,90	5	0	0,797	10,95	13,74	0,55	0,69
4,00	2	0	0,796	4,38	5,50	0,22	0,27
4,10	3	0	0,795	6,55	8,24	0,33	0,41
4,20	3	0	0,794	6,54	8,24	0,33	0,41
4,30	3	0	0,793	6,53	8,24	0,33	0,41
4,40	3	0	0,791	6,52	8,24	0,33	0,41
4,50	4	0	0,790	8,69	10,99	0,43	0,55

Progetto definitivo impianto eolico denominato "Poggio del Mulino"
Comune di Valentano (VT)

4,60	4	0	0,789	8,68	10,99	0,43	0,55
4,70	4	0	0,788	8,66	10,99	0,43	0,55
4,80	6	0	0,787	12,98	16,49	0,65	0,82
4,90	7	0	0,786	14,48	18,42	0,72	0,92
5,00	4	0	0,785	8,26	10,53	0,41	0,53
5,10	5	0	0,784	10,32	13,16	0,52	0,66
5,20	6	0	0,783	12,36	15,79	0,62	0,79
5,30	6	0	0,782	12,35	15,79	0,62	0,79
5,40	4	0	0,781	8,22	10,53	0,41	0,53
5,50	5	0	0,780	10,26	13,16	0,51	0,66
5,60	4	0	0,779	8,20	10,53	0,41	0,53
5,70	6	0	0,778	12,29	15,79	0,61	0,79
5,80	6	0	0,777	12,27	15,79	0,61	0,79
5,90	4	0	0,776	7,84	10,10	0,39	0,50
6,00	7	0	0,775	13,70	17,67	0,69	0,88
6,10	8	0	0,775	15,64	20,20	0,78	1,01
6,20	7	0	0,774	13,67	17,67	0,68	0,88
6,30	6	0	0,773	11,71	15,15	0,59	0,76
6,40	6	0	0,772	11,69	15,15	0,58	0,76
6,50	6	0	0,771	11,68	15,15	0,58	0,76
6,60	5	0	0,770	9,72	12,62	0,49	0,63
6,70	4	0	0,770	7,77	10,10	0,39	0,50
6,80	6	0	0,769	11,64	15,15	0,58	0,76
6,90	7	0	0,768	13,04	16,98	0,65	0,85
7,00	5	0	0,767	9,31	12,13	0,47	0,61
7,10	4	0	0,766	7,44	9,70	0,37	0,49
7,20	4	0	0,766	7,43	9,70	0,37	0,49
7,30	4	0	0,765	7,42	9,70	0,37	0,49
7,40	4	0	0,764	7,41	9,70	0,37	0,49
7,50	6	0	0,763	11,11	14,56	0,56	0,73
7,60	7	0	0,763	12,95	16,98	0,65	0,85
7,70	6	0	0,762	11,09	14,56	0,55	0,73
7,80	7	0	0,761	12,93	16,98	0,65	0,85
7,90	6	0	0,761	10,65	14,01	0,53	0,70
8,00	6	0	0,760	10,64	14,01	0,53	0,70
8,10	6	0	0,759	10,64	14,01	0,53	0,70
8,20	4	0	0,759	7,08	9,34	0,35	0,47
8,30	6	0	0,758	10,62	14,01	0,53	0,70
8,40	7	0	0,757	12,38	16,34	0,62	0,82
8,50	8	0	0,757	14,13	18,68	0,71	0,93
8,60	7	0	0,756	12,35	16,34	0,62	0,82
8,70	4	0	0,755	7,05	9,34	0,35	0,47
8,80	5	0	0,755	8,81	11,67	0,44	0,58
8,90	4	0	0,754	6,79	9,00	0,34	0,45
9,00	4	0	0,753	6,78	9,00	0,34	0,45
9,10	4	0	0,753	6,78	9,00	0,34	0,45
9,20	6	0	0,752	10,16	13,50	0,51	0,68
9,30	5	0	0,752	8,46	11,25	0,42	0,56
9,40	4	0	0,751	6,76	9,00	0,34	0,45
9,50	4	0	0,751	6,75	9,00	0,34	0,45
9,60	4	0	0,750	6,75	9,00	0,34	0,45
9,70	7	0	0,749	11,80	15,75	0,59	0,79
9,80	14	0	0,699	22,01	31,50	1,10	1,58
9,90	12	0	0,748	19,50	26,06	0,97	1,30
10,00	12	0	0,748	19,48	26,06	0,97	1,30
10,10	13	0	0,697	19,68	28,23	0,98	1,41
10,20	12	0	0,747	19,45	26,06	0,97	1,30
10,30	14	0	0,696	21,16	30,40	1,06	1,52
10,40	11	0	0,746	17,81	23,88	0,89	1,19
10,50	14	0	0,695	21,13	30,40	1,06	1,52

Progetto definitivo impianto eolico denominato "Poggio del Mulino"
Comune di Valentano (VT)

10,60	9	0	0,744	14,55	19,54	0,73	0,98
10,70	10	0	0,744	16,15	21,71	0,81	1,09
10,80	10	0	0,743	16,14	21,71	0,81	1,09
10,90	11	0	0,743	17,14	23,08	0,86	1,15
11,00	11	0	0,742	17,13	23,08	0,86	1,15
11,10	11	0	0,742	17,12	23,08	0,86	1,15
11,20	12	0	0,741	18,66	25,17	0,93	1,26
11,30	13	0	0,691	18,84	27,27	0,94	1,36
11,40	14	0	0,690	20,27	29,37	1,01	1,47
11,50	13	0	0,690	18,81	27,27	0,94	1,36
11,60	11	0	0,739	17,06	23,08	0,85	1,15
11,70	12	0	0,739	18,60	25,17	0,93	1,26
11,80	12	0	0,738	18,58	25,17	0,93	1,26
11,90	10	0	0,738	14,97	20,29	0,75	1,01
12,00	10	0	0,737	14,96	20,29	0,75	1,01
12,10	9	0	0,737	13,45	18,26	0,67	0,91
12,20	9	0	0,736	13,45	18,26	0,67	0,91
12,30	9	0	0,736	13,44	18,26	0,67	0,91
12,40	9	0	0,735	13,43	18,26	0,67	0,91
12,50	12	0	0,735	17,89	24,35	0,89	1,22
12,60	10	0	0,734	14,90	20,29	0,74	1,01
12,70	12	0	0,734	17,87	24,35	0,89	1,22
12,80	11	0	0,733	16,37	22,32	0,82	1,12
12,90	10	0	0,733	14,40	19,65	0,72	0,98
13,00	14	0	0,682	18,77	27,51	0,94	1,38
13,10	15	0	0,682	20,09	29,48	1,00	1,47
13,20	10	0	0,731	14,37	19,65	0,72	0,98
13,30	10	0	0,731	14,36	19,65	0,72	0,98
13,40	10	0	0,730	14,35	19,65	0,72	0,98
13,50	12	0	0,729	17,20	23,58	0,86	1,18
13,60	13	0	0,679	17,34	25,55	0,87	1,28
13,70	13	0	0,678	17,33	25,55	0,87	1,28
13,80	14	0	0,678	18,65	27,51	0,93	1,38
13,90	12	0	0,727	16,63	22,86	0,83	1,14
14,00	12	0	0,727	16,61	22,86	0,83	1,14
14,10	14	0	0,676	18,03	26,67	0,90	1,33
14,20	12	0	0,726	16,59	22,86	0,83	1,14
14,30	10	0	0,725	13,81	19,05	0,69	0,95
14,40	10	0	0,725	13,80	19,05	0,69	0,95
14,50	19	0	0,674	24,39	36,19	1,22	1,81
14,60	25	0	0,623	29,69	47,62	1,48	2,38
14,70	26	0	0,623	30,85	49,52	1,54	2,48
14,80	21	0	0,622	24,89	40,00	1,24	2,00
14,90	33	0	0,572	34,87	60,99	1,74	3,05
15,00	34	0	0,571	35,89	62,83	1,79	3,14
15,10	44	0	0,521	42,33	81,31	2,12	4,07
15,20	52	0	0,520	49,96	96,10	2,50	4,80

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
9,7	4,96	13,35	Incoerente - coesivo	0	1,69	1,87	0,51	0,76	3,77	STRATO 1
15,2	11,9	24,28	Incoerente - coesivo	0	2,0	2,2	1,26	0,76	9,06	STRATO 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	Shioi - Fukui (1982)	0,09
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	Shioi - Fukui (1982)	0,23

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	Meyerhof ed altri	1,69
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	Meyerhof ed altri	1,94

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	Meyerhof ed altri	2,13

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	3,77	Gibbs & Holtz 1957	13,4
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	9,06	Gibbs & Holtz 1957	20,42

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	3,77	Meyerhof (1956)	21,08
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	9,06	Meyerhof (1956)	22,59

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	3,77	Schmertmann (1978) Limi	21,92
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	9,06	Schmertmann (1978) Limi	55,23

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	3,77	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,21
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	9,06	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	46,07

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	3,77	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	9,06	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	3,77	Ohsaki (Sabbie pulite)	226,29
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	9,06	Ohsaki (Sabbie pulite)	515,96

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	3,77	Navfac 1971-1982	0,70
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	9,06	Navfac 1971-1982	1,90

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	3,77	9,70	3,77	Robertson 1983	7,54
[2] - STRATO 2	9,06	15,20	9,06	Robertson 1983	18,12

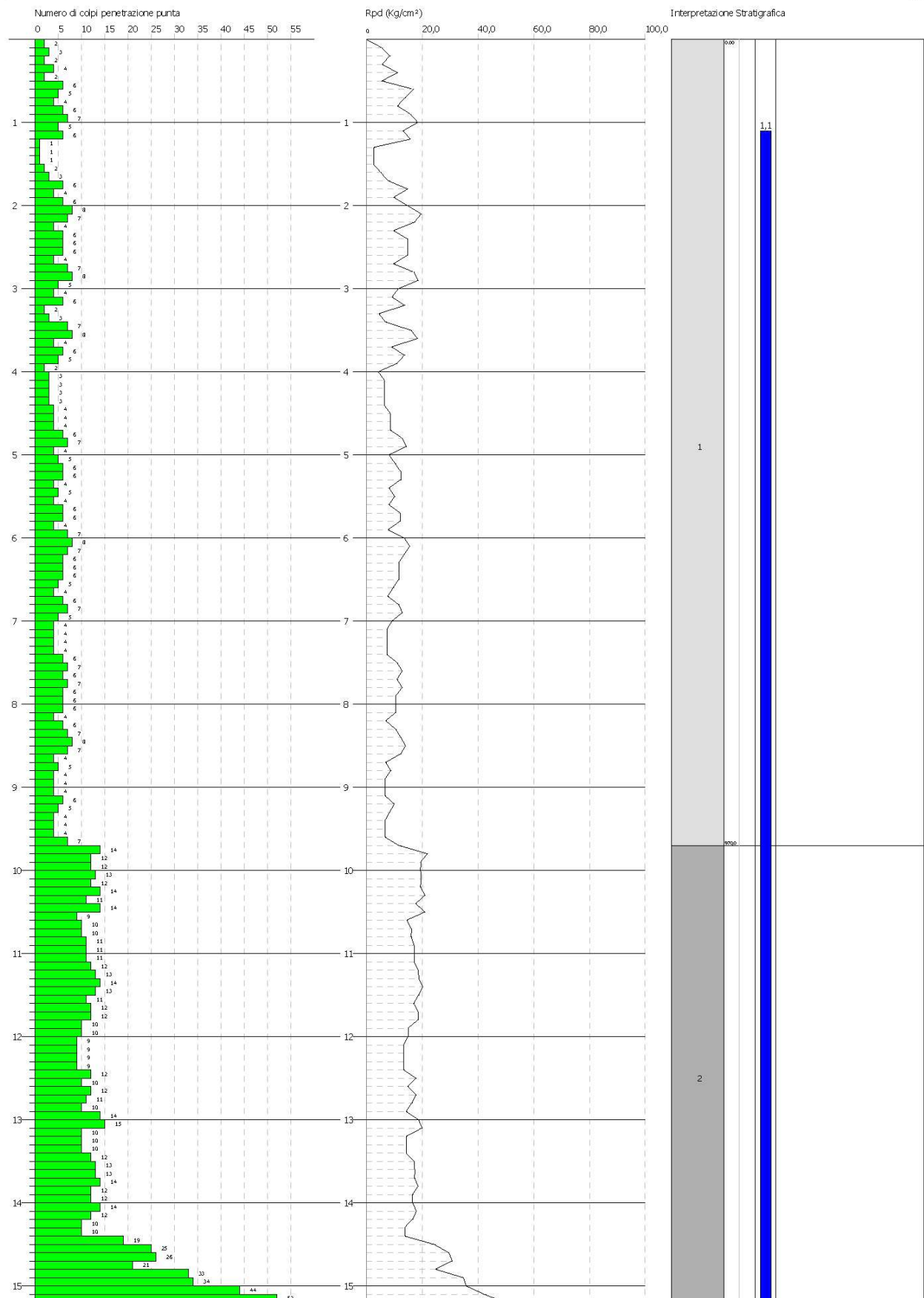
Progetto definitivo impianto eolico denominato "Poggio del Mulino"
Comune di Valentano (VT)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: New Developments
Cantiere: Parco Eolico "Poggio del Mulino"
Località: Valentano

Data:

Scala 1:63



Elaborazione Prova Penetrometrica DPM_4 (P4)

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Profondità prova 15,70 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	4	0	0,857	11,44	13,36	0,57	0,67
0,20	4	0	0,855	11,42	13,36	0,57	0,67
0,30	4	0	0,853	11,39	13,36	0,57	0,67
0,40	5	0	0,851	14,21	16,70	0,71	0,83
0,50	4	0	0,849	11,34	13,36	0,57	0,67
0,60	2	0	0,847	5,66	6,68	0,28	0,33
0,70	2	0	0,845	5,64	6,68	0,28	0,33
0,80	2	0	0,843	5,63	6,68	0,28	0,33
0,90	4	0	0,842	10,67	12,68	0,53	0,63
1,00	1	0	0,840	2,66	3,17	0,13	0,16
1,10	2	0	0,838	5,31	6,34	0,27	0,32
1,20	4	0	0,836	10,60	12,68	0,53	0,63
1,30	2	0	0,835	5,29	6,34	0,26	0,32
1,40	1	0	0,833	2,64	3,17	0,13	0,16
1,50	2	0	0,831	5,27	6,34	0,26	0,32
1,60	4	0	0,830	10,52	12,68	0,53	0,63
1,70	2	0	0,828	5,25	6,34	0,26	0,32
1,80	2	0	0,826	5,24	6,34	0,26	0,32
1,90	3	0	0,825	7,46	9,05	0,37	0,45
2,00	2	0	0,823	4,96	6,03	0,25	0,30
2,10	4	0	0,822	9,91	12,06	0,50	0,60
2,20	2	0	0,820	4,95	6,03	0,25	0,30
2,30	4	0	0,819	9,87	12,06	0,49	0,60
2,40	2	0	0,817	4,93	6,03	0,25	0,30
2,50	5	0	0,816	12,30	15,08	0,61	0,75
2,60	6	0	0,814	14,73	18,09	0,74	0,90
2,70	6	0	0,813	14,70	18,09	0,74	0,90
2,80	6	0	0,811	14,68	18,09	0,73	0,90
2,90	5	0	0,810	11,65	14,38	0,58	0,72
3,00	4	0	0,809	9,30	11,50	0,47	0,58
3,10	2	0	0,807	4,64	5,75	0,23	0,29
3,20	3	0	0,806	6,95	8,63	0,35	0,43
3,30	6	0	0,805	13,88	17,25	0,69	0,86
3,40	5	0	0,803	11,55	14,38	0,58	0,72
3,50	4	0	0,802	9,23	11,50	0,46	0,58
3,60	2	0	0,801	4,61	5,75	0,23	0,29
3,70	5	0	0,800	11,50	14,38	0,57	0,72
3,80	6	0	0,798	13,77	17,25	0,69	0,86
3,90	4	0	0,797	8,76	10,99	0,44	0,55
4,00	6	0	0,796	13,13	16,49	0,66	0,82
4,10	2	0	0,795	4,37	5,50	0,22	0,27
4,20	6	0	0,794	13,09	16,49	0,65	0,82
4,30	4	0	0,793	8,71	10,99	0,44	0,55
4,40	6	0	0,791	13,05	16,49	0,65	0,82
4,50	6	0	0,790	13,03	16,49	0,65	0,82

**Progetto definitivo impianto eolico denominato “Poggio del Mulino”
Comune di Valentano (VT)**

4,60	6	0	0,789	13,01	16,49	0,65	0,82
4,70	6	0	0,788	13,00	16,49	0,65	0,82
4,80	6	0	0,787	12,98	16,49	0,65	0,82
4,90	5	0	0,786	10,34	13,16	0,52	0,66
5,00	7	0	0,785	14,46	18,42	0,72	0,92
5,10	8	0	0,784	16,51	21,05	0,83	1,05
5,20	7	0	0,783	14,42	18,42	0,72	0,92
5,30	6	0	0,782	12,35	15,79	0,62	0,79
5,40	6	0	0,781	12,33	15,79	0,62	0,79
5,50	6	0	0,780	12,32	15,79	0,62	0,79
5,60	5	0	0,779	10,25	13,16	0,51	0,66
5,70	6	0	0,778	12,29	15,79	0,61	0,79
5,80	7	0	0,777	14,32	18,42	0,72	0,92
5,90	6	0	0,776	11,76	15,15	0,59	0,76
6,00	4	0	0,775	7,83	10,10	0,39	0,50
6,10	5	0	0,775	9,78	12,62	0,49	0,63
6,20	6	0	0,774	11,72	15,15	0,59	0,76
6,30	5	0	0,773	9,76	12,62	0,49	0,63
6,40	6	0	0,772	11,69	15,15	0,58	0,76
6,50	5	0	0,771	9,73	12,62	0,49	0,63
6,60	6	0	0,770	11,67	15,15	0,58	0,76
6,70	7	0	0,770	13,60	17,67	0,68	0,88
6,80	6	0	0,769	11,64	15,15	0,58	0,76
6,90	6	0	0,768	11,18	14,56	0,56	0,73
7,00	6	0	0,767	11,17	14,56	0,56	0,73
7,10	5	0	0,766	9,30	12,13	0,46	0,61
7,20	4	0	0,766	7,43	9,70	0,37	0,49
7,30	6	0	0,765	11,13	14,56	0,56	0,73
7,40	4	0	0,764	7,41	9,70	0,37	0,49
7,50	6	0	0,763	11,11	14,56	0,56	0,73
7,60	4	0	0,763	7,40	9,70	0,37	0,49
7,70	7	0	0,762	12,94	16,98	0,65	0,85
7,80	7	0	0,761	12,93	16,98	0,65	0,85
7,90	7	0	0,761	12,43	16,34	0,62	0,82
8,00	5	0	0,760	8,87	11,67	0,44	0,58
8,10	5	0	0,759	8,86	11,67	0,44	0,58
8,20	6	0	0,759	10,63	14,01	0,53	0,70
8,30	4	0	0,758	7,08	9,34	0,35	0,47
8,40	7	0	0,757	12,38	16,34	0,62	0,82
8,50	6	0	0,757	10,60	14,01	0,53	0,70
8,60	6	0	0,756	10,59	14,01	0,53	0,70
8,70	7	0	0,755	12,34	16,34	0,62	0,82
8,80	8	0	0,755	14,10	18,68	0,70	0,93
8,90	6	0	0,754	10,18	13,50	0,51	0,68
9,00	5	0	0,753	8,48	11,25	0,42	0,56
9,10	4	0	0,753	6,78	9,00	0,34	0,45
9,20	6	0	0,752	10,16	13,50	0,51	0,68
9,30	4	0	0,752	6,77	9,00	0,34	0,45
9,40	6	0	0,751	10,14	13,50	0,51	0,68
9,50	6	0	0,751	10,13	13,50	0,51	0,68
9,60	6	0	0,750	10,12	13,50	0,51	0,68
9,70	5	0	0,749	8,43	11,25	0,42	0,56
9,80	4	0	0,749	6,74	9,00	0,34	0,45
9,90	6	0	0,748	9,75	13,03	0,49	0,65
10,00	7	0	0,748	11,36	15,20	0,57	0,76
10,10	6	0	0,747	9,73	13,03	0,49	0,65
10,20	6	0	0,747	9,73	13,03	0,49	0,65
10,30	6	0	0,746	9,72	13,03	0,49	0,65
10,40	8	0	0,746	12,95	17,37	0,65	0,87
10,50	8	0	0,745	12,94	17,37	0,65	0,87

Progetto definitivo impianto eolico denominato "Poggio del Mulino"
Comune di Valentano (VT)

10,60	7	0	0,744	11,31	15,20	0,57	0,76
10,70	6	0	0,744	9,69	13,03	0,48	0,65
10,80	6	0	0,743	9,68	13,03	0,48	0,65
10,90	6	0	0,743	9,35	12,59	0,47	0,63
11,00	4	0	0,742	6,23	8,39	0,31	0,42
11,10	7	0	0,742	10,89	14,69	0,54	0,73
11,20	5	0	0,741	7,78	10,49	0,39	0,52
11,30	6	0	0,741	9,32	12,59	0,47	0,63
11,40	8	0	0,740	12,42	16,78	0,62	0,84
11,50	7	0	0,740	10,86	14,69	0,54	0,73
11,60	6	0	0,739	9,31	12,59	0,47	0,63
11,70	4	0	0,739	6,20	8,39	0,31	0,42
11,80	8	0	0,738	12,39	16,78	0,62	0,84
11,90	7	0	0,738	10,48	14,21	0,52	0,71
12,00	6	0	0,737	8,98	12,18	0,45	0,61
12,10	6	0	0,737	8,97	12,18	0,45	0,61
12,20	5	0	0,736	7,47	10,15	0,37	0,51
12,30	8	0	0,736	11,94	16,23	0,60	0,81
12,40	8	0	0,735	11,94	16,23	0,60	0,81
12,50	7	0	0,735	10,44	14,21	0,52	0,71
12,60	7	0	0,734	10,43	14,21	0,52	0,71
12,70	6	0	0,734	8,93	12,18	0,45	0,61
12,80	7	0	0,733	10,41	14,21	0,52	0,71
12,90	8	0	0,733	11,52	15,72	0,58	0,79
13,00	14	0	0,682	18,77	27,51	0,94	1,38
13,10	12	0	0,732	17,25	23,58	0,86	1,18
13,20	13	0	0,681	17,40	25,55	0,87	1,28
13,30	15	0	0,681	20,06	29,48	1,00	1,47
13,40	14	0	0,680	18,71	27,51	0,94	1,38
13,50	11	0	0,729	15,77	21,62	0,79	1,08
13,60	12	0	0,729	17,19	23,58	0,86	1,18
13,70	17	0	0,678	22,66	33,41	1,13	1,67
13,80	15	0	0,678	19,98	29,48	1,00	1,47
13,90	14	0	0,677	18,06	26,67	0,90	1,33
14,00	12	0	0,727	16,61	22,86	0,83	1,14
14,10	13	0	0,676	16,75	24,76	0,84	1,24
14,20	14	0	0,676	18,02	26,67	0,90	1,33
14,30	12	0	0,725	16,58	22,86	0,83	1,14
14,40	16	0	0,675	20,56	30,48	1,03	1,52
14,50	10	0	0,724	13,79	19,05	0,69	0,95
14,60	10	0	0,723	13,78	19,05	0,69	0,95
14,70	12	0	0,723	16,52	22,86	0,83	1,14
14,80	14	0	0,672	17,93	26,67	0,90	1,33
14,90	12	0	0,722	16,01	22,18	0,80	1,11
15,00	14	0	0,671	17,36	25,87	0,87	1,29
15,10	15	0	0,671	18,59	27,72	0,93	1,39
15,20	14	0	0,670	17,33	25,87	0,87	1,29
15,30	20	0	0,669	24,74	36,96	1,24	1,85
15,40	22	0	0,619	25,15	40,66	1,26	2,03
15,50	33	0	0,568	34,65	60,99	1,73	3,05
15,60	45	0	0,517	43,03	83,16	2,15	4,16
15,70	56	0	0,517	53,49	103,49	2,67	5,17

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
13	5,29	13,09	Incoerente - coesivo	0	1,7	1,87	0,64	0,76	4,03	STRATO 1
15,7	13,23	25,35	Incoerente - coesivo	0	2,04	2,24	1,37	0,76	10,07	STRATO 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	Shioi - Fukui (1982)	0,10
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	Shioi - Fukui (1982)	0,25

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	Meyerhof ed altri	1,70
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	Meyerhof ed altri	1,97

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	Meyerhof ed altri	2,17

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	4,03	Gibbs & Holtz 1957	12,95
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	10,07	Gibbs & Holtz 1957	21,34

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	4,03	Meyerhof (1956)	21,15
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	10,07	Meyerhof (1956)	22,88

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	4,03	Schmertmann (1978) Limi	23,56
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	10,07	Schmertmann (1978) Limi	61,60

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	4,03	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,74
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	10,07	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	48,15

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	4,03	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	10,07	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	4,03	Ohsaki (Sabbie pulite)	240,94
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	10,07	Ohsaki (Sabbie pulite)	569,85

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	4,03	Navfac 1971-1982	0,76
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	10,07	Navfac 1971-1982	2,12

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

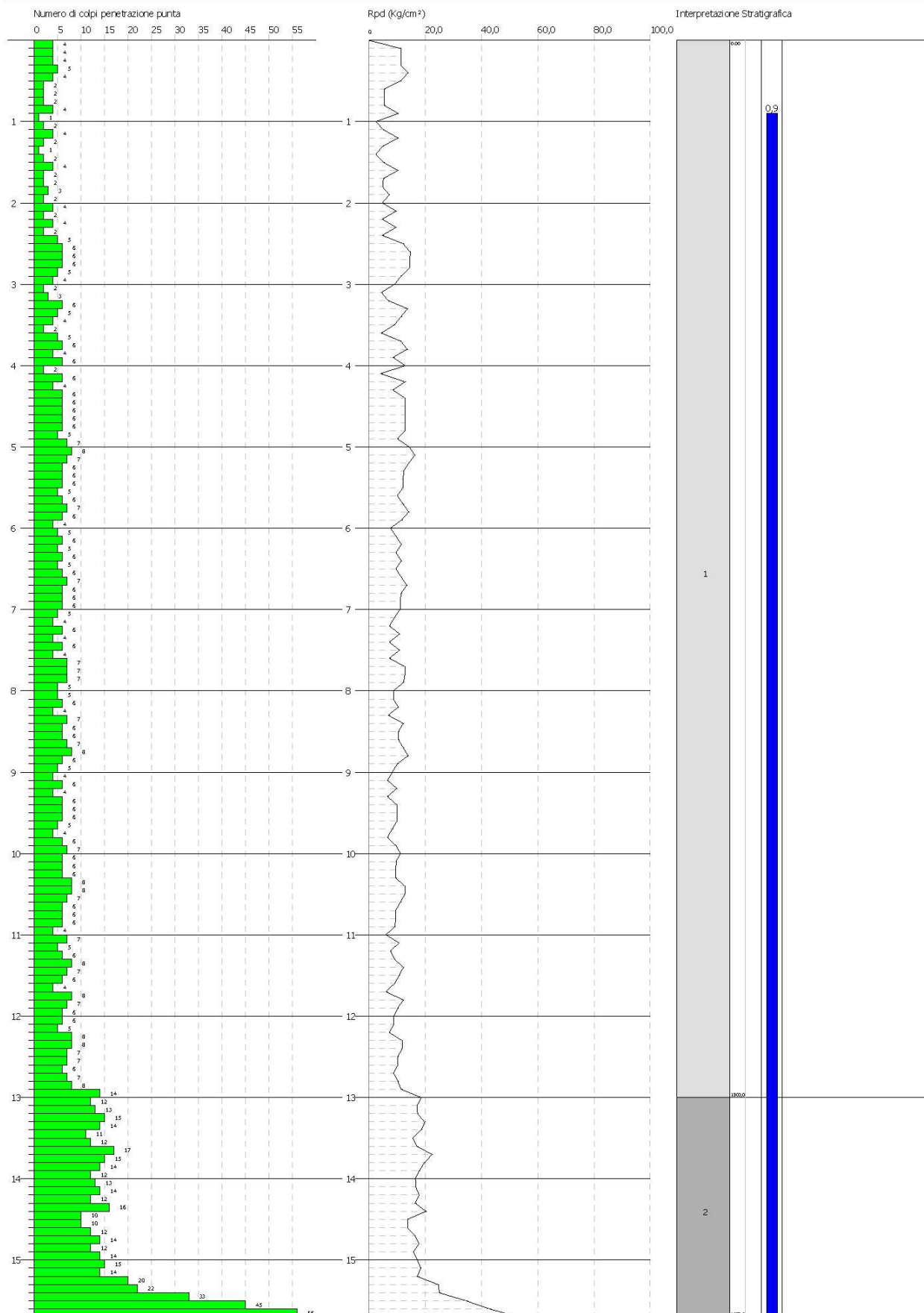
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4,03	13,00	4,03	Robertson 1983	8,06
[2] - STRATO 2	10,07	15,70	10,07	Robertson 1983	20,14

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: New Development
Cantiere: Parco Eolico "Poggio del Mulino"
Località: Valentano

Data:

Scala 1:65



Elaborazione Prova Penetrometrica DPM_5 (P5)

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Profondità prova 8,40 mt
Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	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)
0,10	2	0	0,857	5,72	6,68	0,29	0,33
0,20	1	0	0,855	2,85	3,34	0,14	0,17
0,30	1	0	0,853	2,85	3,34	0,14	0,17
0,40	1	0	0,851	2,84	3,34	0,14	0,17
0,50	1	0	0,849	2,83	3,34	0,14	0,17
0,60	2	0	0,847	5,66	6,68	0,28	0,33
0,70	1	0	0,845	2,82	3,34	0,14	0,17
0,80	2	0	0,843	5,63	6,68	0,28	0,33
0,90	1	0	0,842	2,67	3,17	0,13	0,16
1,00	2	0	0,840	5,32	6,34	0,27	0,32
1,10	5	0	0,838	13,28	15,85	0,66	0,79
1,20	11	0	0,836	29,15	34,86	1,46	1,74
1,30	12	0	0,835	31,74	38,03	1,59	1,90
1,40	10	0	0,833	26,39	31,69	1,32	1,58
1,50	9	0	0,831	23,71	28,52	1,19	1,43
1,60	14	0	0,780	34,59	44,37	1,73	2,22
1,70	12	0	0,828	31,48	38,03	1,57	1,90
1,80	15	0	0,776	36,90	47,54	1,85	2,38
1,90	16	0	0,775	37,37	48,24	1,87	2,41
2,00	14	0	0,773	32,64	42,21	1,63	2,11
2,10	12	0	0,822	29,73	36,18	1,49	1,81
2,20	12	0	0,820	29,67	36,18	1,48	1,81
2,30	14	0	0,769	32,44	42,21	1,62	2,11
2,40	12	0	0,817	29,57	36,18	1,48	1,81
2,50	14	0	0,766	32,32	42,21	1,62	2,11
2,60	12	0	0,814	29,46	36,18	1,47	1,81
2,70	10	0	0,813	24,51	30,15	1,23	1,51
2,80	10	0	0,811	24,46	30,15	1,22	1,51
2,90	16	0	0,760	34,97	46,01	1,75	2,30
3,00	14	0	0,759	30,54	40,26	1,53	2,01
3,10	15	0	0,757	32,66	43,13	1,63	2,16
3,20	15	0	0,756	32,61	43,13	1,63	2,16
3,30	14	0	0,755	30,38	40,26	1,52	2,01
3,40	15	0	0,753	32,49	43,13	1,62	2,16
3,50	16	0	0,752	34,60	46,01	1,73	2,30
3,60	14	0	0,751	30,23	40,26	1,51	2,01
3,70	12	0	0,800	27,59	34,50	1,38	1,73
3,80	14	0	0,748	30,13	40,26	1,51	2,01
3,90	12	0	0,797	26,29	32,98	1,31	1,65
4,00	14	0	0,746	28,70	38,47	1,44	1,92
4,10	15	0	0,745	30,70	41,22	1,54	2,06
4,20	14	0	0,744	28,61	38,47	1,43	1,92
4,30	12	0	0,793	26,14	32,98	1,31	1,65
4,40	12	0	0,791	26,10	32,98	1,30	1,65
4,50	12	0	0,790	26,06	32,98	1,30	1,65

4,60	13	0	0,739	26,41	35,73	1,32	1,79
4,70	15	0	0,738	30,43	41,22	1,52	2,06
4,80	14	0	0,737	28,36	38,47	1,42	1,92
4,90	14	0	0,736	27,12	36,84	1,36	1,84
5,00	15	0	0,735	29,01	39,47	1,45	1,97
5,10	13	0	0,734	25,11	34,21	1,26	1,71
5,20	12	0	0,783	24,73	31,58	1,24	1,58
5,30	14	0	0,732	26,97	36,84	1,35	1,84
5,40	12	0	0,781	24,66	31,58	1,23	1,58
5,50	14	0	0,730	26,90	36,84	1,34	1,84
5,60	15	0	0,729	28,78	39,47	1,44	1,97
5,70	15	0	0,728	28,74	39,47	1,44	1,97
5,80	15	0	0,727	28,71	39,47	1,44	1,97
5,90	15	0	0,726	27,51	37,87	1,38	1,89
6,00	13	0	0,725	23,81	32,82	1,19	1,64
6,10	14	0	0,725	25,61	35,34	1,28	1,77
6,20	12	0	0,774	23,44	30,29	1,17	1,51
6,30	11	0	0,773	21,46	27,77	1,07	1,39
6,40	10	0	0,772	19,49	25,25	0,97	1,26
6,50	15	0	0,721	27,31	37,87	1,37	1,89
6,60	14	0	0,720	25,46	35,34	1,27	1,77
6,70	12	0	0,770	23,31	30,29	1,17	1,51
6,80	12	0	0,769	23,29	30,29	1,16	1,51
6,90	14	0	0,718	24,38	33,96	1,22	1,70
7,00	17	0	0,717	29,58	41,24	1,48	2,06
7,10	15	0	0,716	26,07	36,39	1,30	1,82
7,20	14	0	0,716	24,30	33,96	1,22	1,70
7,30	12	0	0,765	22,27	29,11	1,11	1,46
7,40	22	0	0,664	35,45	53,37	1,77	2,67
7,50	24	0	0,663	38,63	58,22	1,93	2,91
7,60	26	0	0,663	41,80	63,07	2,09	3,15
7,70	25	0	0,662	40,15	60,65	2,01	3,03
7,80	30	0	0,661	48,13	72,78	2,41	3,64
7,90	32	0	0,611	45,62	74,71	2,28	3,74
8,00	22	0	0,660	33,89	51,36	1,69	2,57
8,10	38	0	0,609	54,05	88,72	2,70	4,44
8,20	41	0	0,559	53,47	95,72	2,67	4,79
8,30	35	0	0,608	49,67	81,71	2,48	4,09
8,40	53	0	0,557	68,95	123,74	3,45	6,19

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,1	1,73	5,65	Incoerente - coesivo	0	1,51	1,85	0,08	0,76	1,32	STRATO 1
8,4	14,1	38,44	Incoerente - coesivo	0	2,02	2,22	0,68	0,76	10,73	STRATO 2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	Shioi - Fukui (1982)	0,03
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	Shioi - Fukui (1982)	0,27

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	Meyerhof ed altri	1,51
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	Meyerhof ed altri	1,99

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	Meyerhof ed altri	2,19

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	1,32	Gibbs & Holtz 1957	3,42
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	10,73	Gibbs & Holtz 1957	30,07

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	1,32	Meyerhof (1956)	20,38
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	10,73	Meyerhof (1956)	23,07

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	1,32	Schmertmann (1978) Limi	6,49
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	10,73	Schmertmann (1978) Limi	65,75

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	1,32	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	30,18
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	10,73	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	49,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	1,32	(A.G.I.)	0,35
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	10,73	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	1,32	Ohsaki (Sabbie pulite)	84,38
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	10,73	Ohsaki (Sabbie pulite)	604,89

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	1,32	Navfac 1971-1982	0,10
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	10,73	Navfac 1971-1982	2,26

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

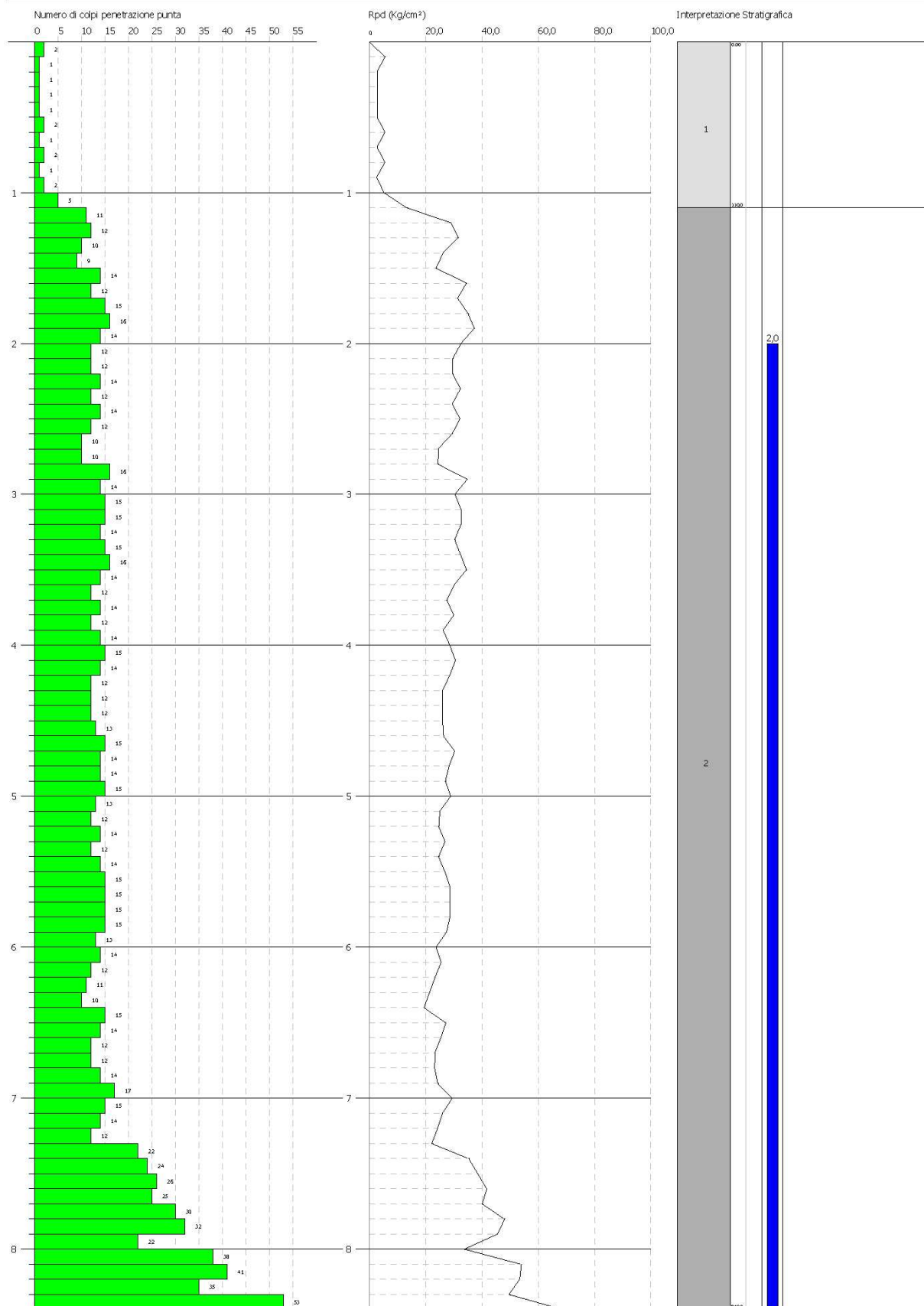
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	1,32	1,10	1,32	Robertson 1983	2,64
[2] - STRATO 2	10,73	8,40	10,73	Robertson 1983	21,46

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: New Developments
Cantiere: Parco Eolico "Poggio del Mulino"
Località: Valentano

Data:

Scala 1:35



Descrizione indagine geofisica MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale**: onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale**: onda profonda di taglio;
- **L-Love**: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh**: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Caratteristiche delle apparecchiature

Per l'esecuzione dell'indagine di sismica, è stato impiegato il seguente sistema di acquisizione:

- Sismografo multicanale Doremi-Sara a 16 bit, rete differenziale RS232 half-duplex multipoint;
- Cavo modulare con 12 canali, 12 geofoni verticali da 4,5Hz, geofono start geospace da 10 Hz;
- Energizzatore costituito da massa battente di 6 Kg e da piastra in polimero;
- Prolunghe e materiale d'uso;
- Misure eseguite da un Geologo “Prospettore Geofisico”, coadiuvato da un “Aiuto Prospettore”;
- Durante i rilievi si è provveduto a controllare costantemente la qualità dei dati.

L'interpretazione dei dati è stata effettuata analiticamente e con calcolo automatico mediante software Easy MASW distribuito della Geostru Software, attraverso una procedura così descritta:

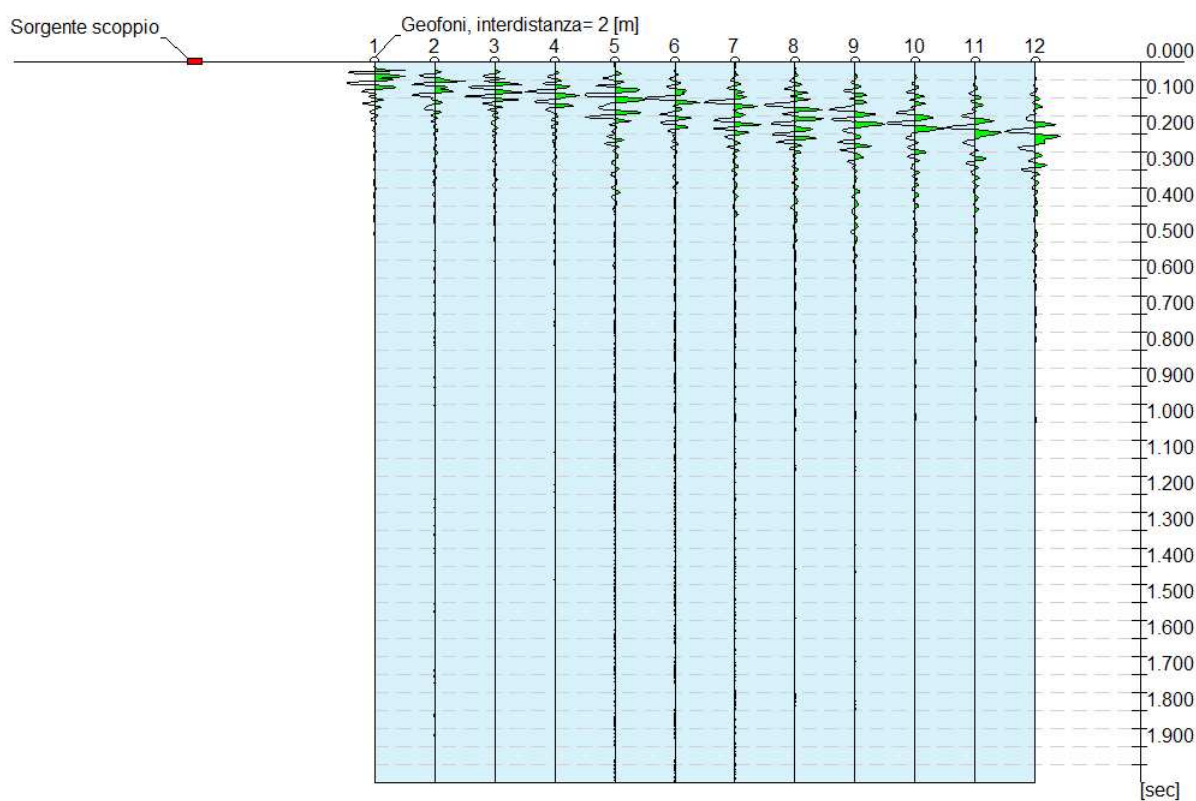
- ✓ Importazione delle tracce
- ✓ Analisi spettrale
- ✓ Inversione e sviluppo del profilo sismo-stratigrafico
- ✓ Calcolo V_{Seq} e categoria del sottosuolo

Elaborazione Indagine MASW_1 (M1)

Dati generali

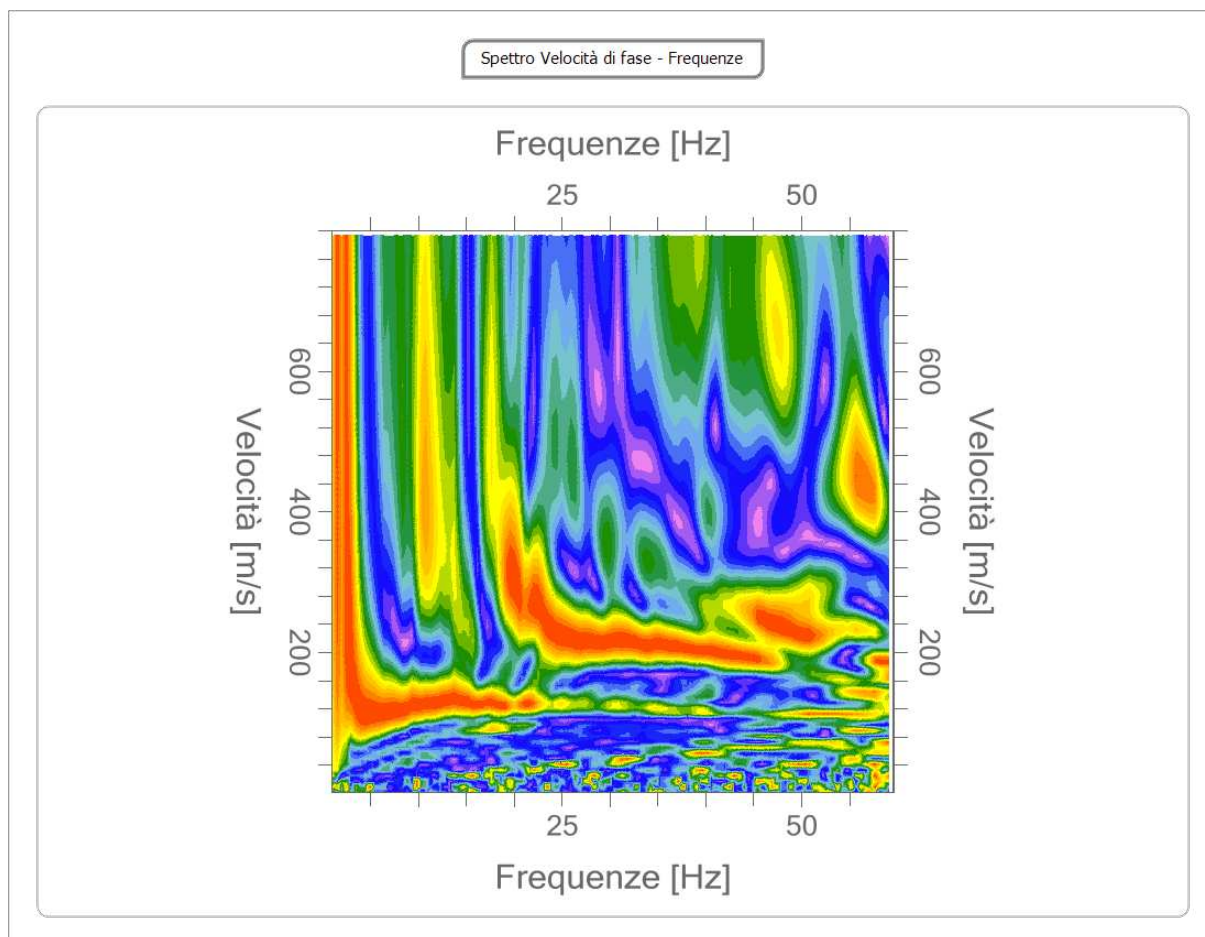
Profilo sismico MASW	
N° canali di registrazione	12
Distanza intergeofonica	2 m
Numero di scoppi	1
Durata	2000 msec
Campionamento	2 msec
Sistema di energizzazione	Massa battente

Interpretazione



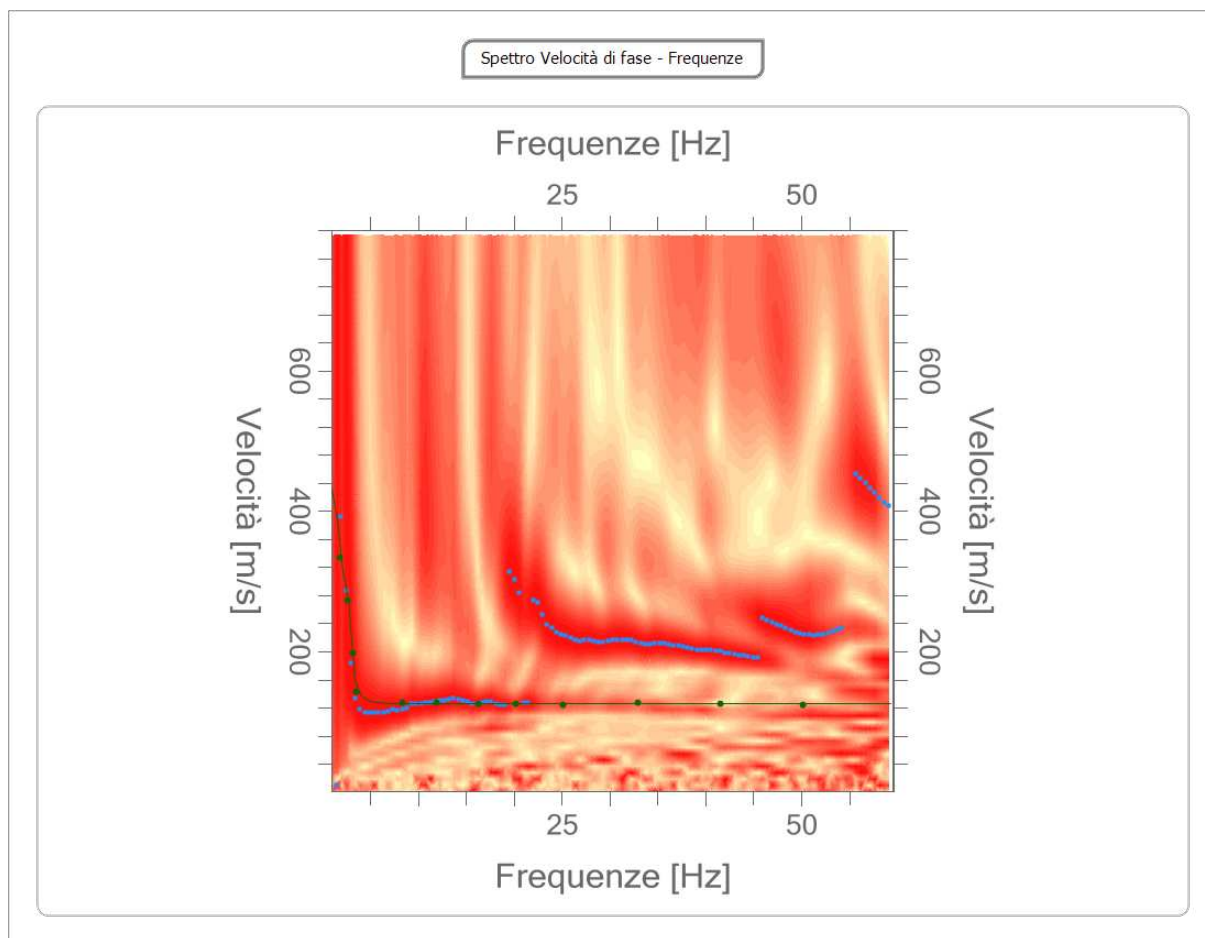
Analisi spettrale

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



Curva di dispersione

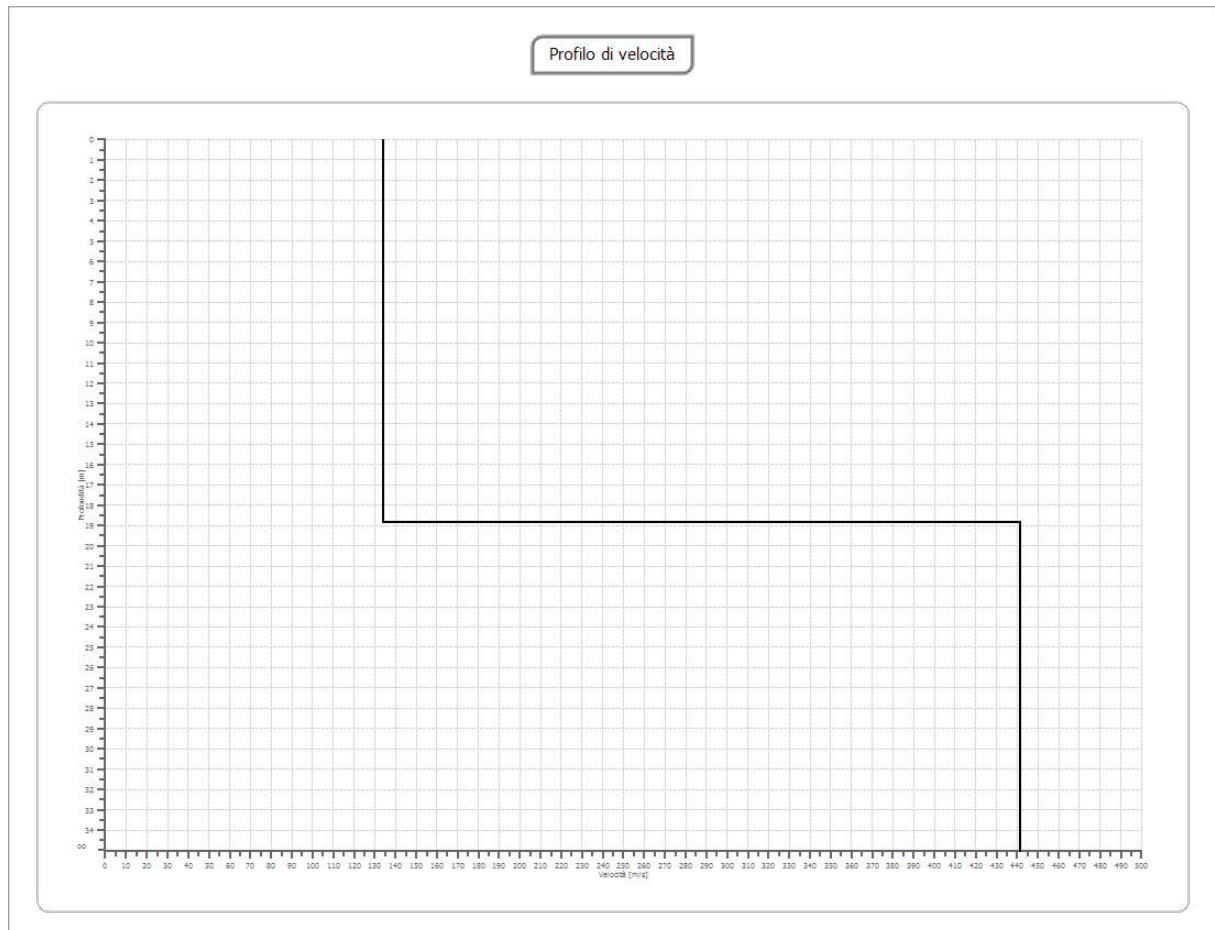
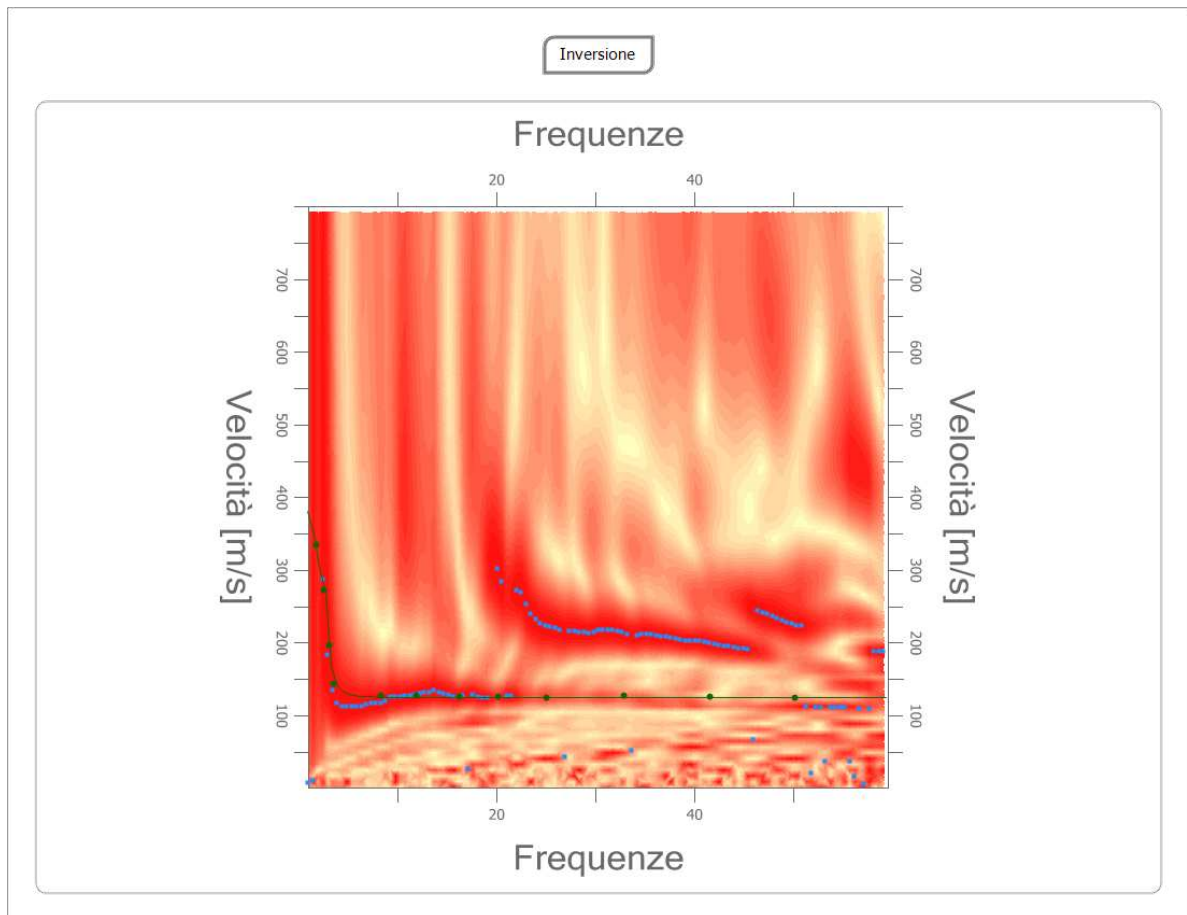
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	1.8	334.3	0
2	2.6	272.2	0
3	3.2	197.1	0
4	3.5	143.2	0
5	8.3	126.8	0
6	11.9	126.8	0
7	16.2	125.2	0
8	20.2	125.2	0
9	25.1	123.5	0
10	32.9	126.8	0
11	41.6	125.2	0
12	50.2	123.5	0

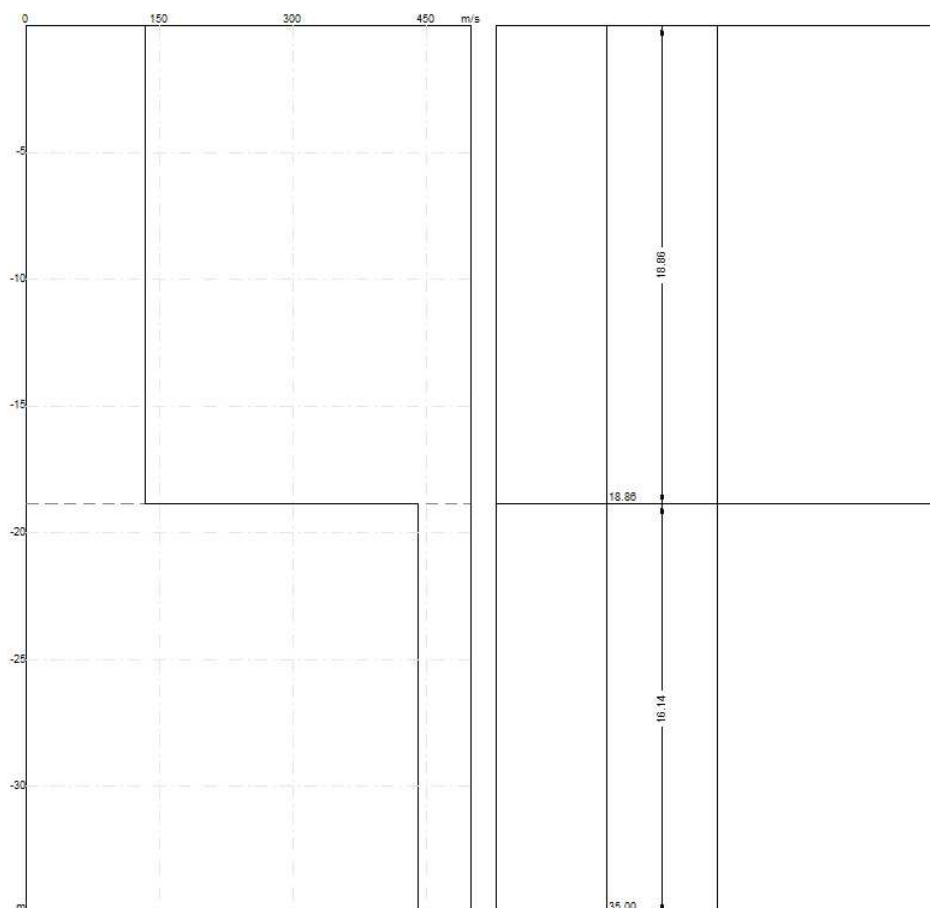


Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	18.86	18.86	250.6	134.0
2	35.00	16.14	825.4	441.2

Percentuale di errore 0.091 %
Fattore di disadattamento della soluzione 0.032





Risultati e Caratterizzazione del sottosuolo

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

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

Dove:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{S,30}$ [m/sec]	180.66
Categoria del suolo	C

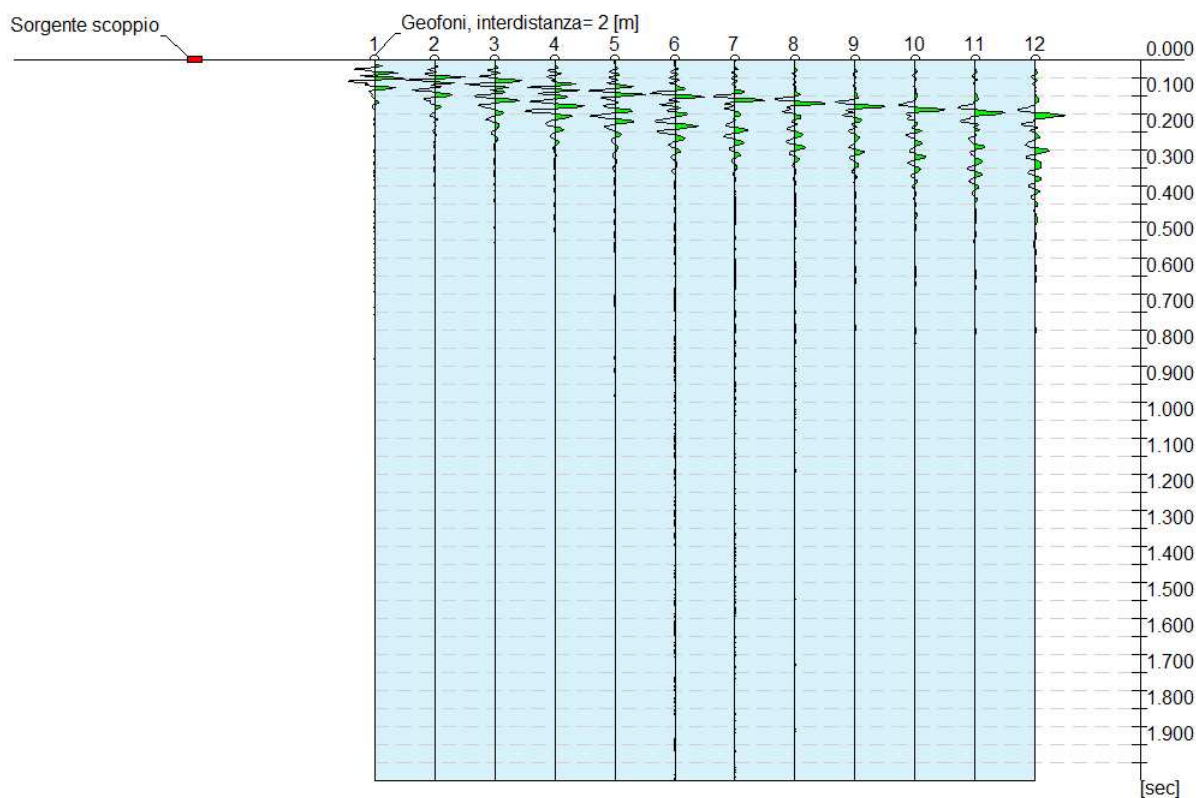
Categorie	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi 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.

Elaborazione Indagine MASW_2 (M2)

Dati generali

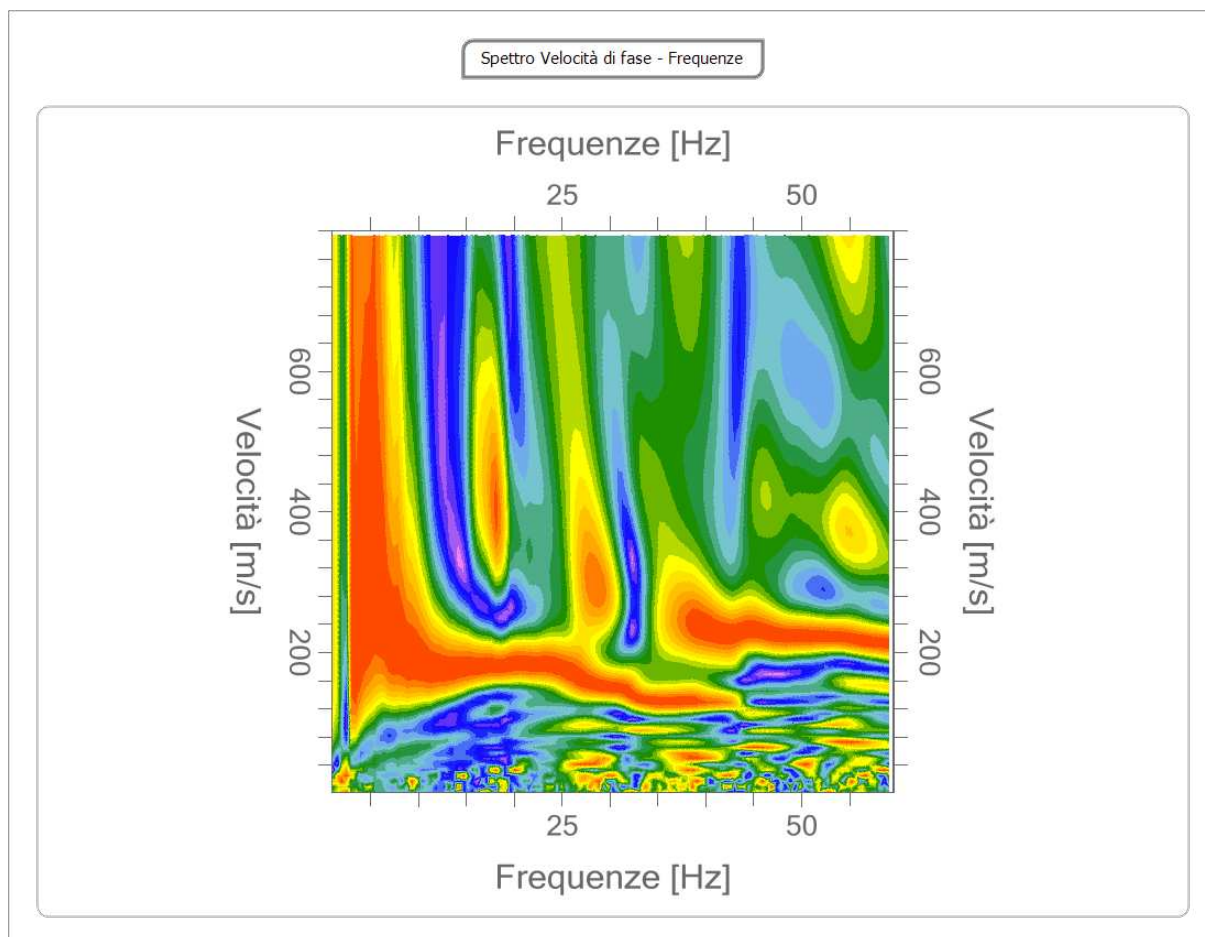
Profilo sismico MASW	
N° canali di registrazione	12
Distanza intergeofonica	2 m
Numero di scoppi	1
Durata	2000 msec
Campionamento	2 msec
Sistema di energizzazione	Massa battente

Interpretazione



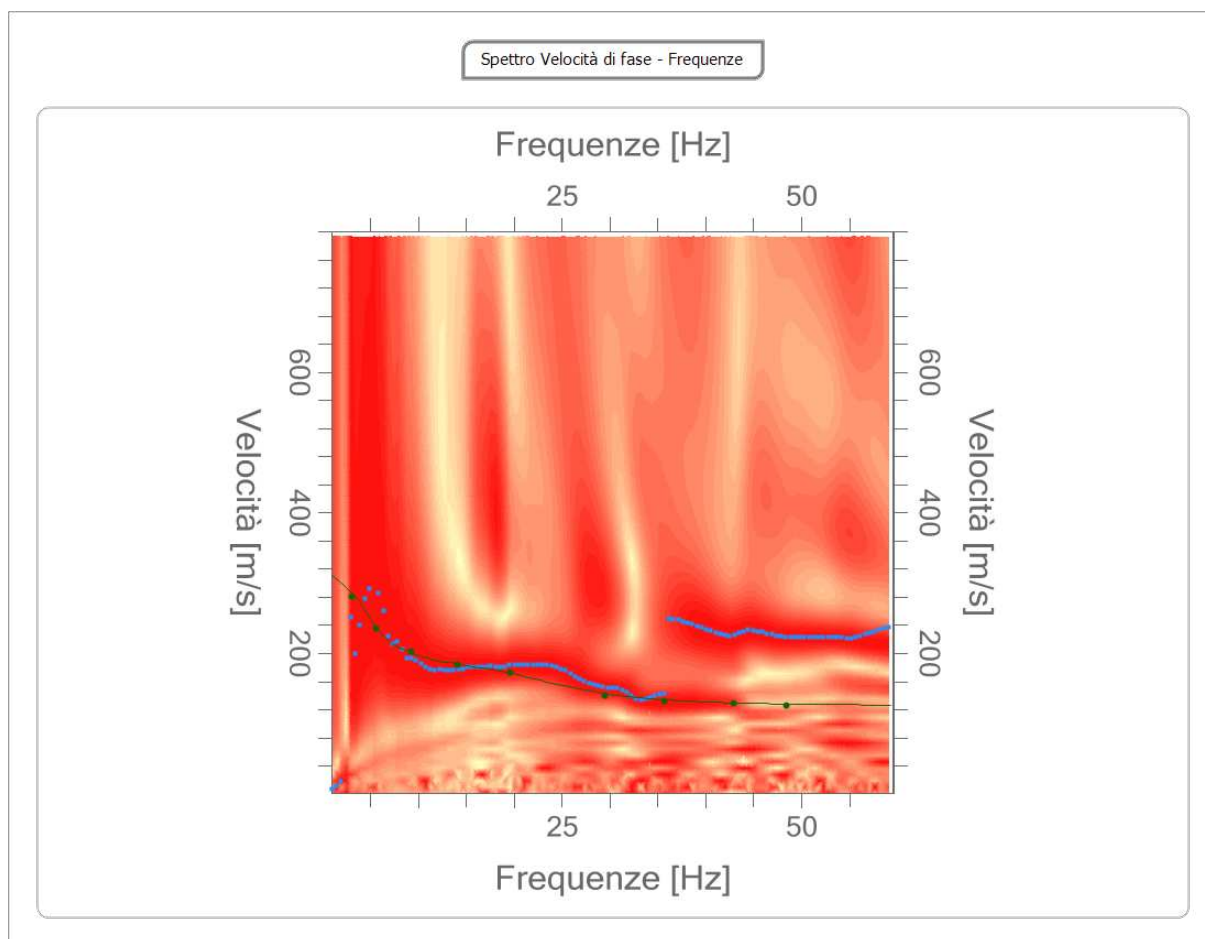
Analisi spettrale

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



Curva di dispersione

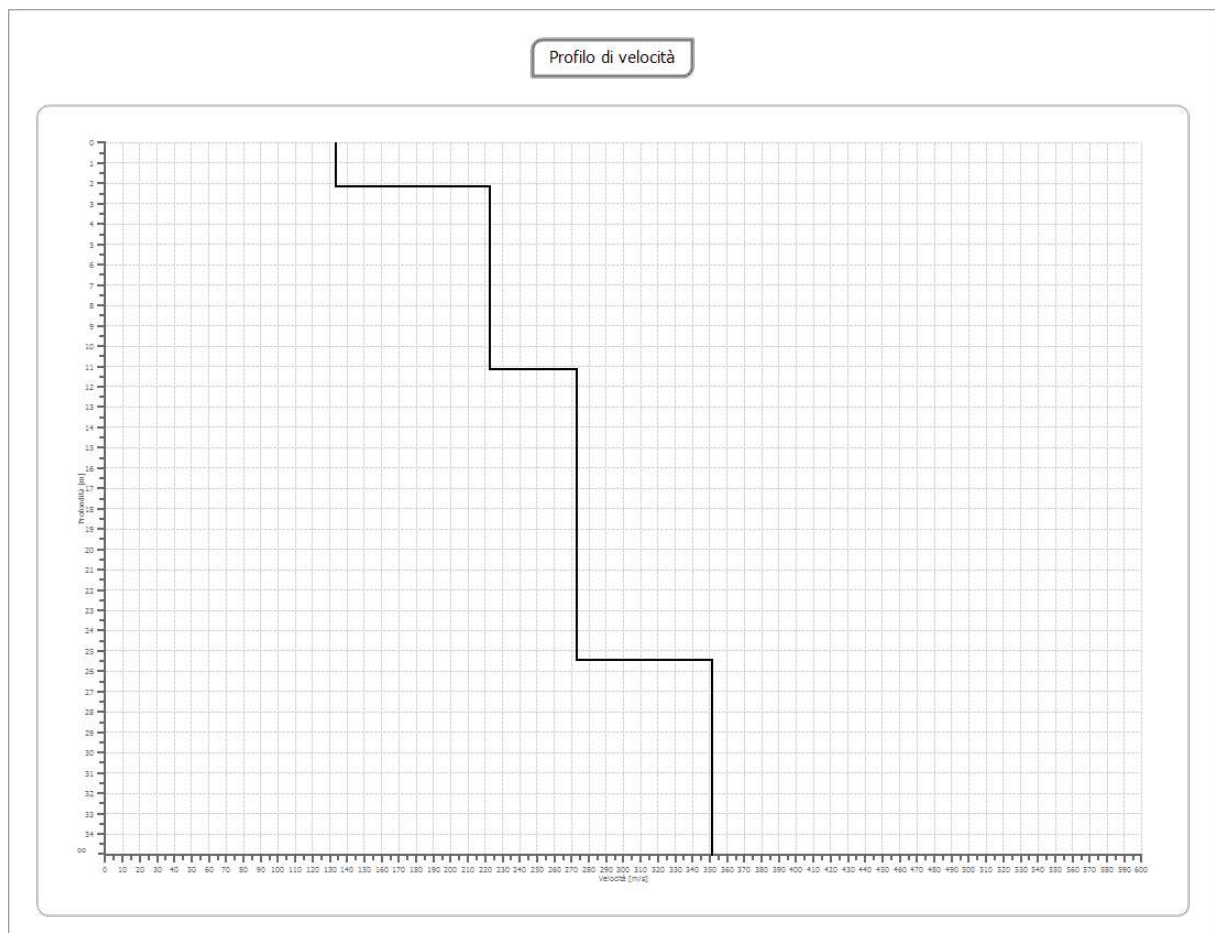
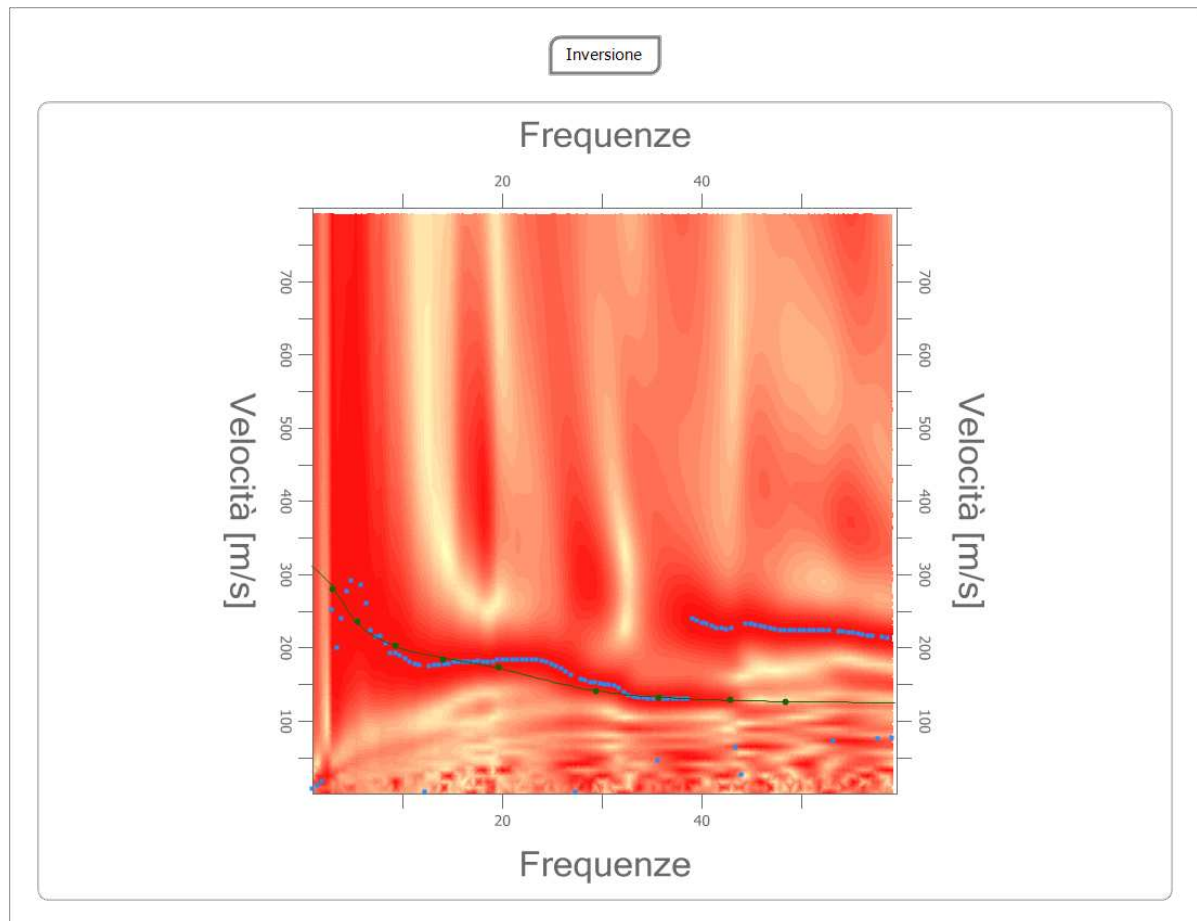
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3.0	280.4	0
2	5.6	234.7	0
3	9.3	202.0	0
4	14.1	184.0	0
5	19.6	172.6	0
6	29.5	139.9	0
7	35.7	131.7	0
8	42.9	128.4	0
9	48.4	125.2	0

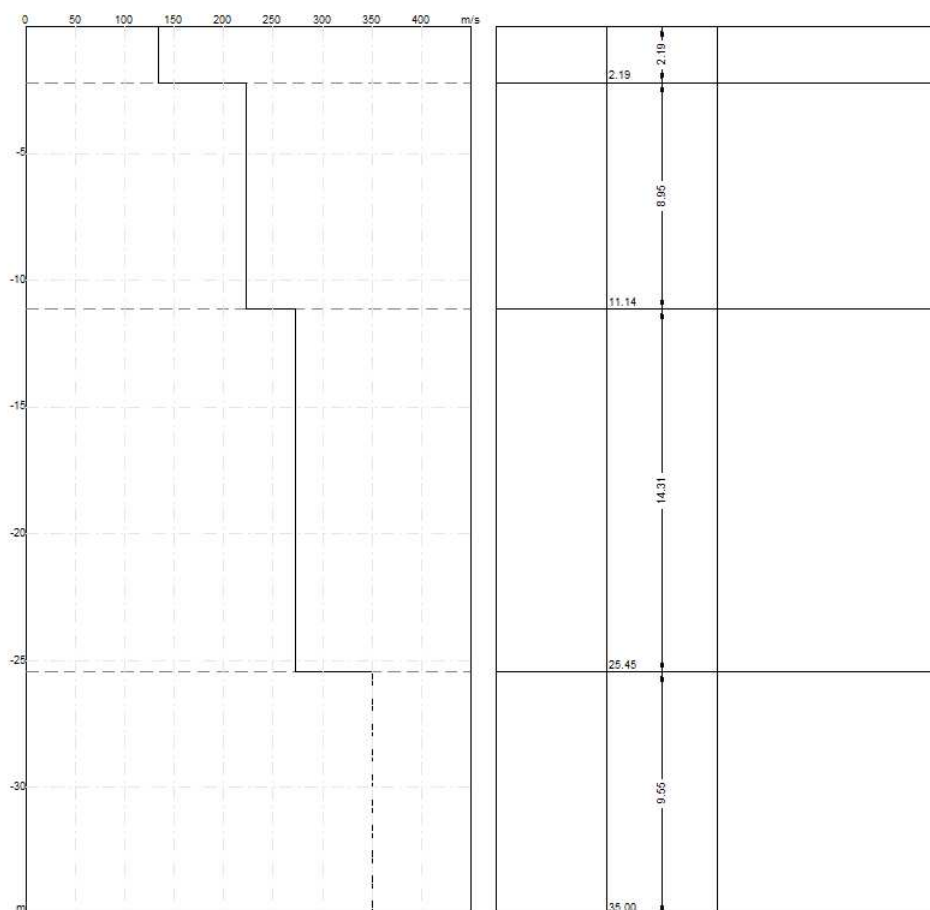


Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.19	2.19	249.5	133.3
2	11.14	8.95	416.5	222.6
3	25.45	14.31	510.8	273.1
4	35.00	9.55	656.8	351.1

Percentuale di errore 0.003 %
Fattore di disadattamento della soluzione 0.006





Risultati e Caratterizzazione del sottosuolo

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

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

Dove:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

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

N numero di strati;

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

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{S,eq}$ [m/sec] ($H=30.00$ m)	245.92
Categoria del suolo	C

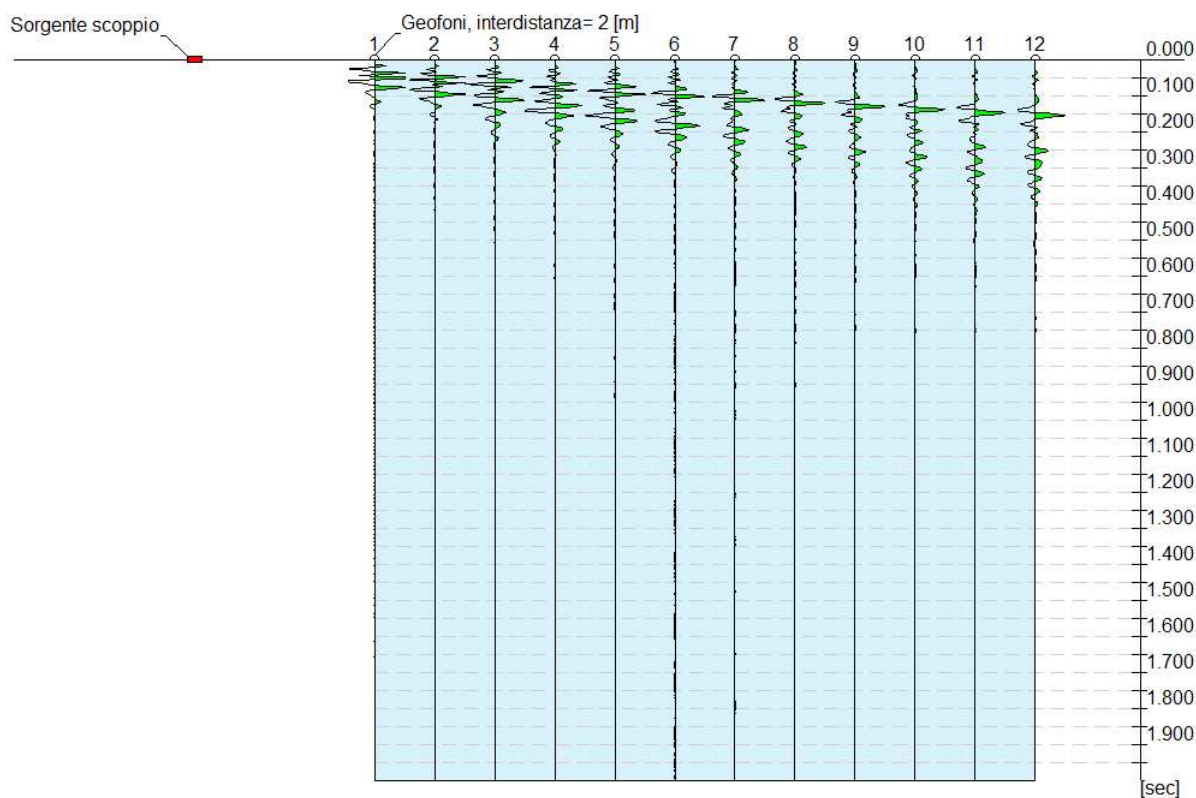
Categorie	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi 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.

Elaborazione Indagine MASW_3 (M3)

Dati generali

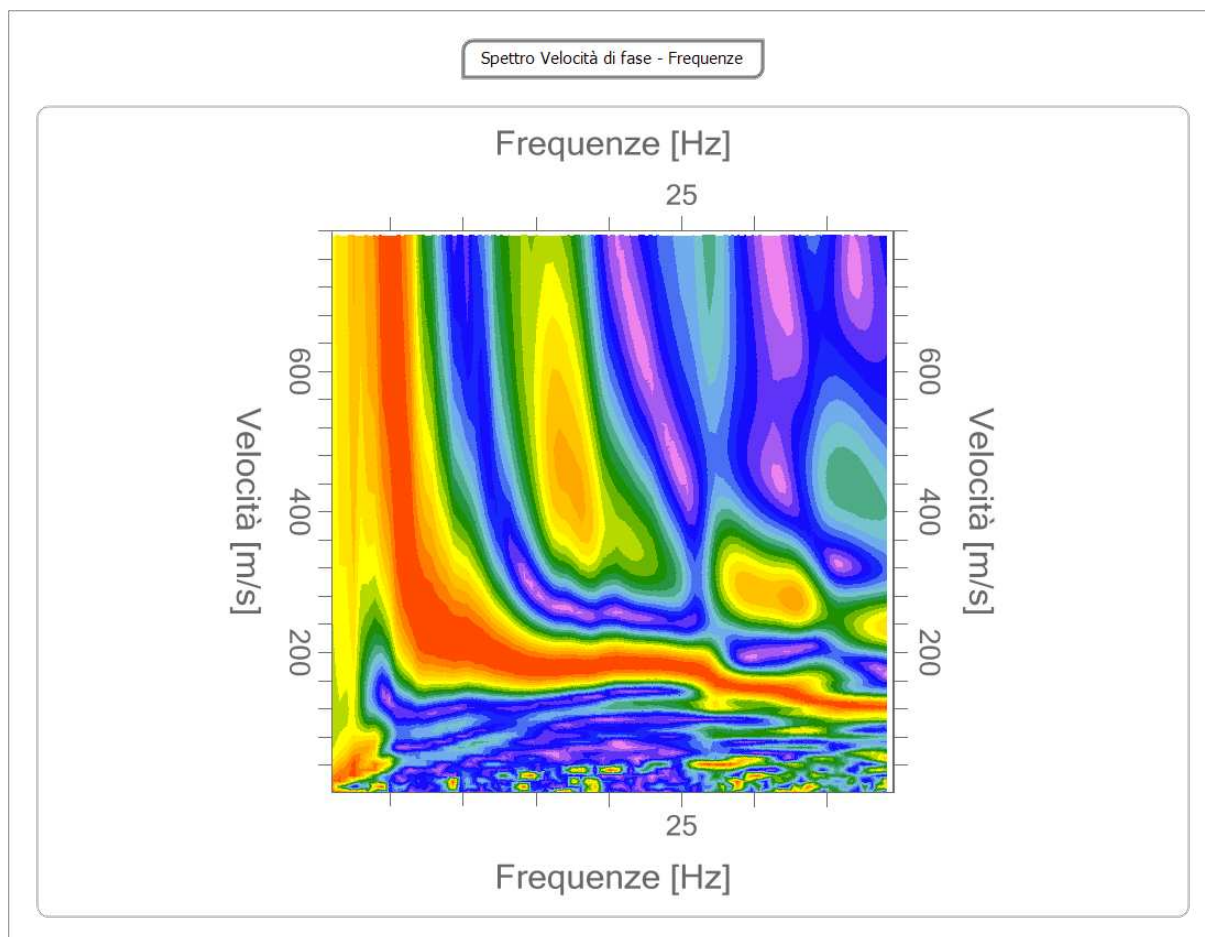
Profilo sismico MASW	
N° canali di registrazione	12
Distanza intergeofonica	2 m
Numero di scoppi	1
Durata	2000 msec
Campionamento	2 msec
Sistema di energizzazione	Massa battente

Interpretazione



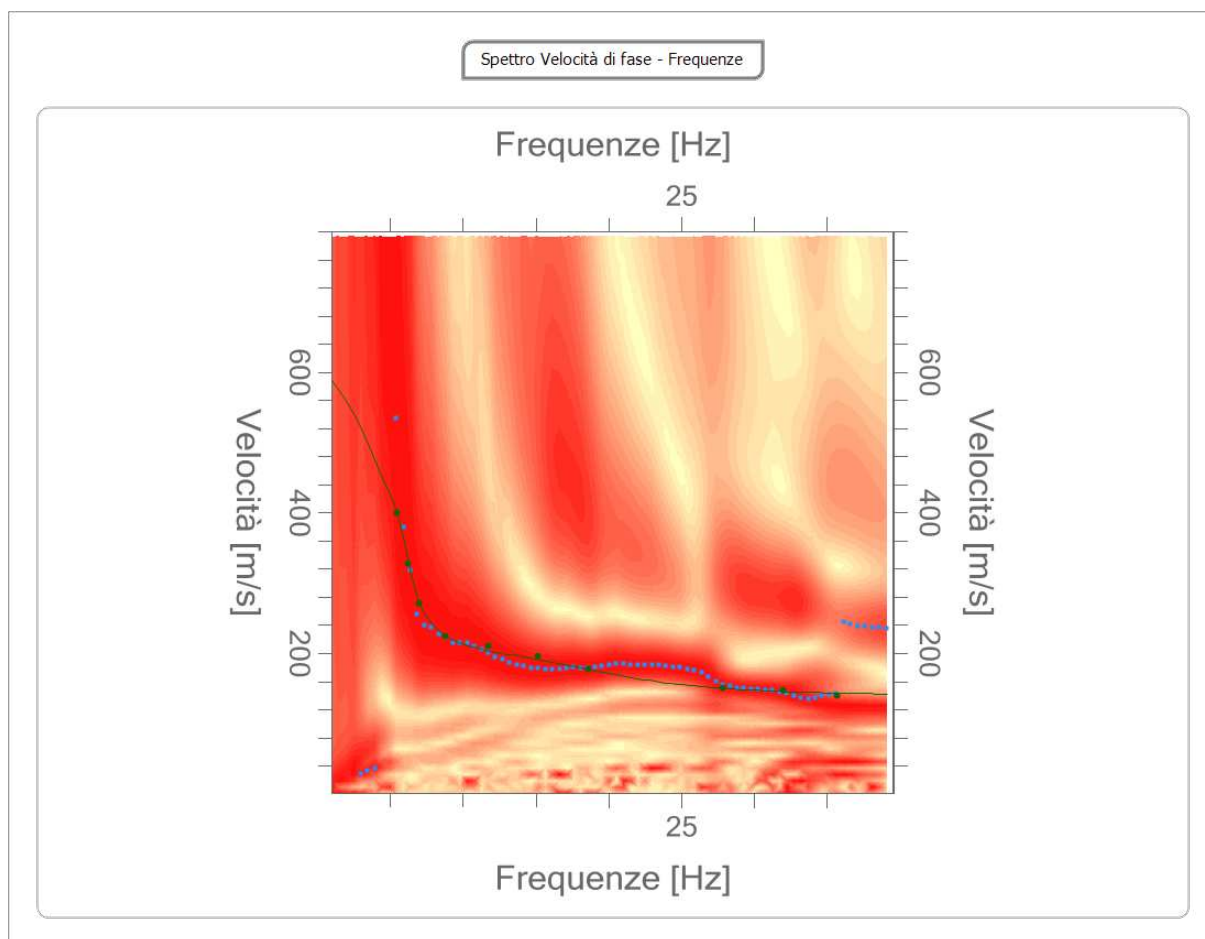
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	40
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

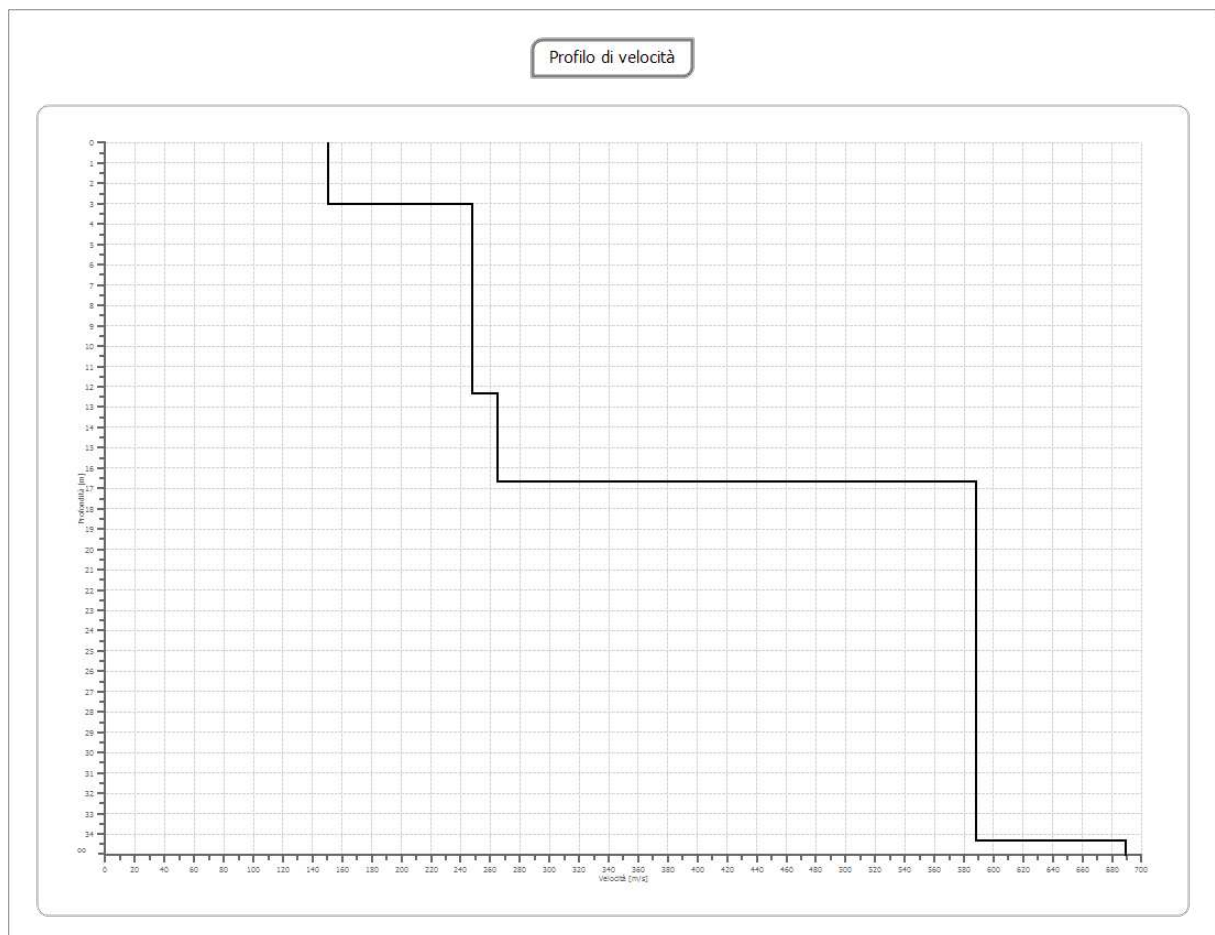
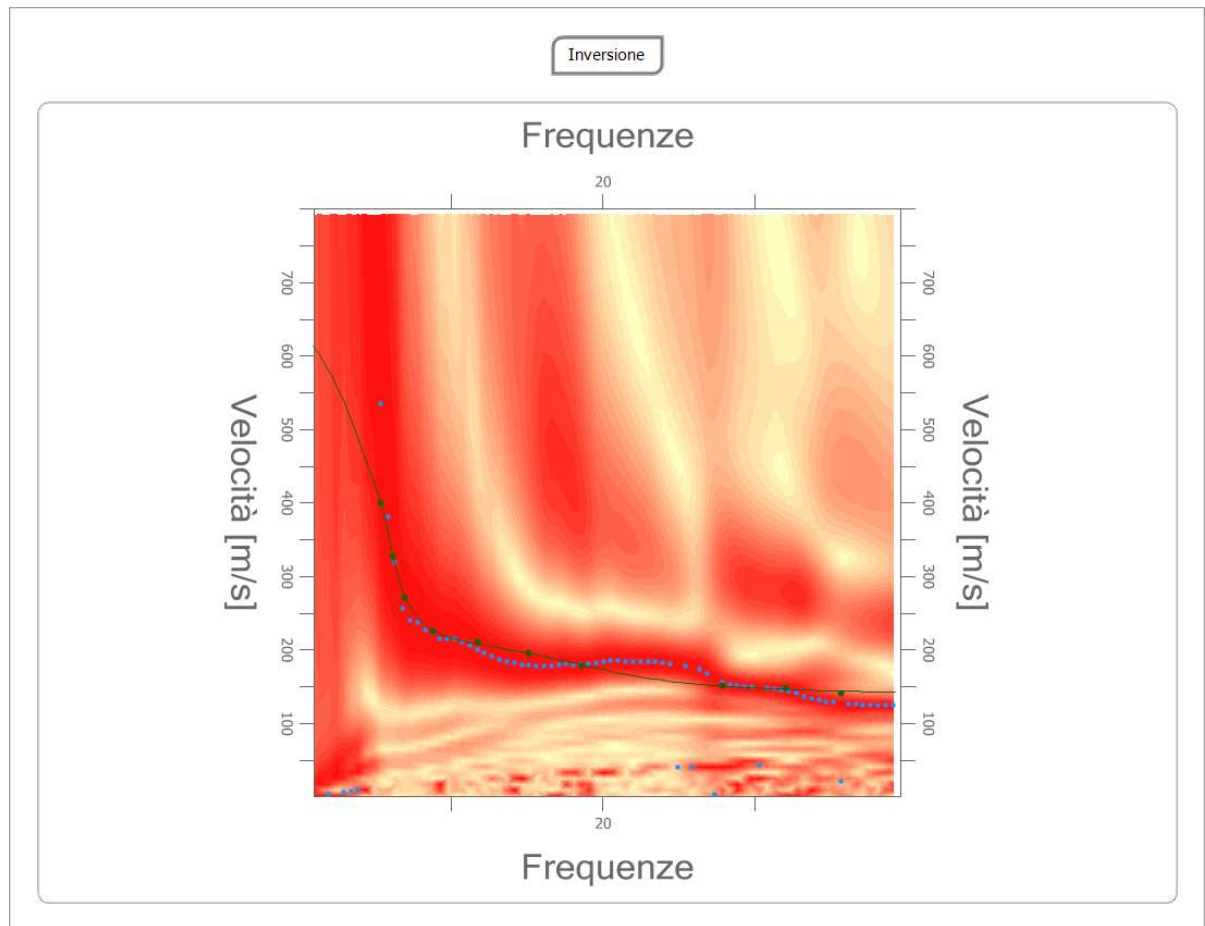
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.4	399.7	0
2	6.2	327.8	0
3	7.0	270.6	0
4	8.8	224.9	0
5	11.8	210.1	0
6	15.1	195.4	0
7	18.6	177.5	0
8	27.9	151.3	0
9	32.0	148.1	0
10	35.7	139.9	0

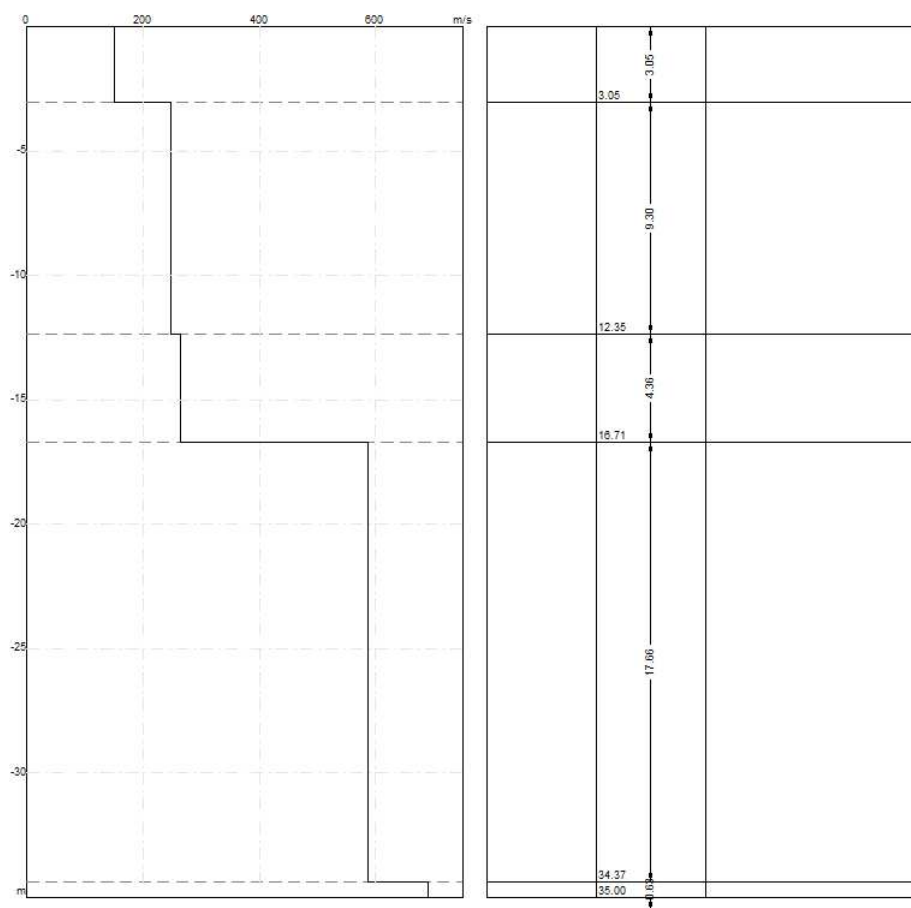


Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.05	3.05	281.4	150.4
2	12.35	9.30	463.4	247.7
3	16.71	4.36	495.1	264.6
4	34.37	17.66	1100.3	588.1
5	35.00	0.63	1290.1	689.6

Percentuale di errore 0.006 %
Fattore di disadattamento della soluzione 0.011





Risultati e Caratterizzazione del sottosuolo

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

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

Dove:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{S,eq}$ [m/sec] ($H=30.00$ m)	309.58
Categoria del suolo	C

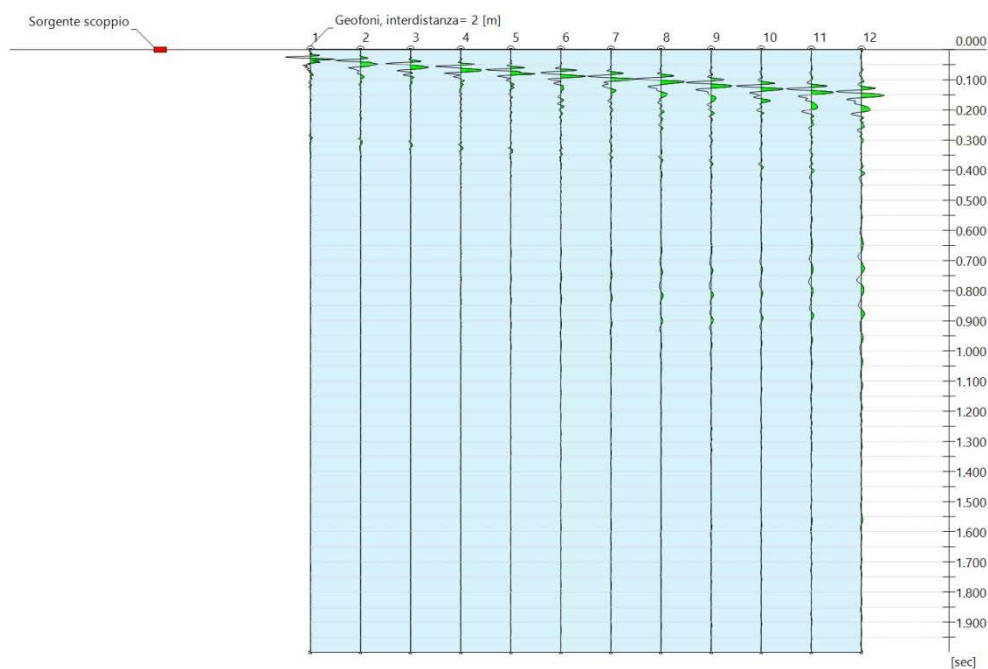
Categorie	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi 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.

Elaborazione Indagine MASW_4 (M4)

Dati generali

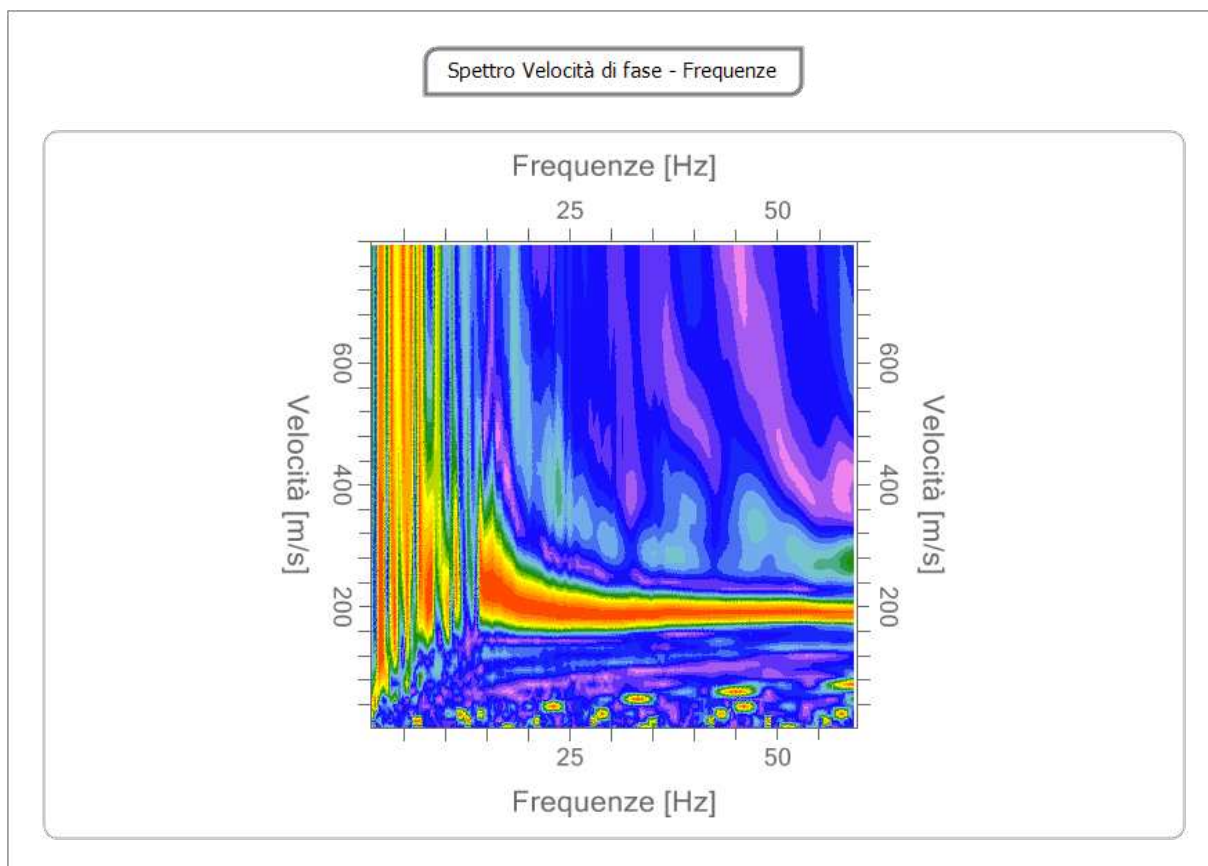
Profilo sismico MASW	
N° canali di registrazione	12
Distanza intergeofonica	2 m
Numero di scoppi	1
Durata	2000 msec
Campionamento	2 msec
Sistema di energizzazione	Massa battente

Interpretazione



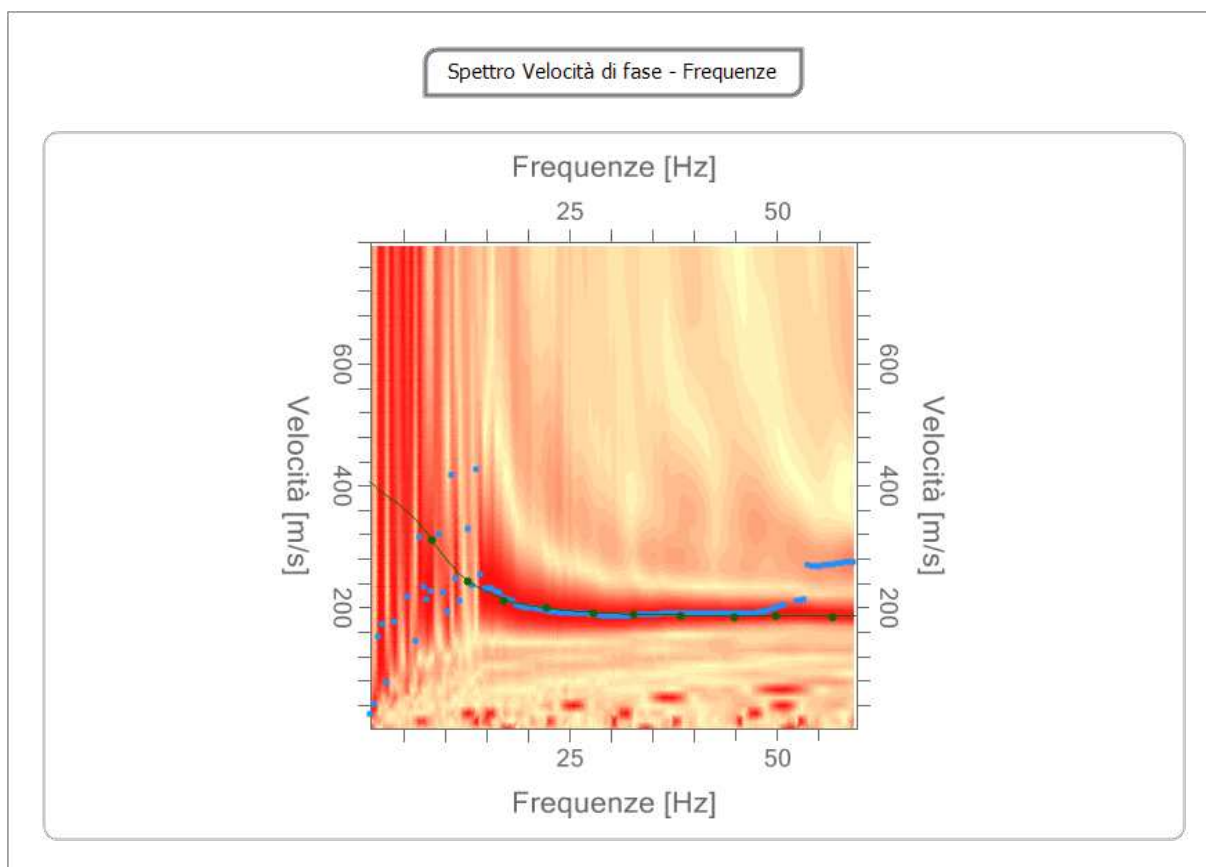
Analisi spettrale

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



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.4	310.0	0
2	12.7	242.4	0
3	17.1	211.0	0
4	22.2	198.9	0
5	27.9	191.7	0
6	32.7	189.3	0
7	38.4	186.9	0
8	44.9	184.5	0
9	49.9	186.9	0
10	56.6	184.5	0



Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.85	3.85	372.5	199.1
2	6.42	2.57	436.0	233.1
3	8.22	1.81	526.7	281.5
4	11.41	3.19	565.1	302.1
5	35.00	23.59	797.4	426.2

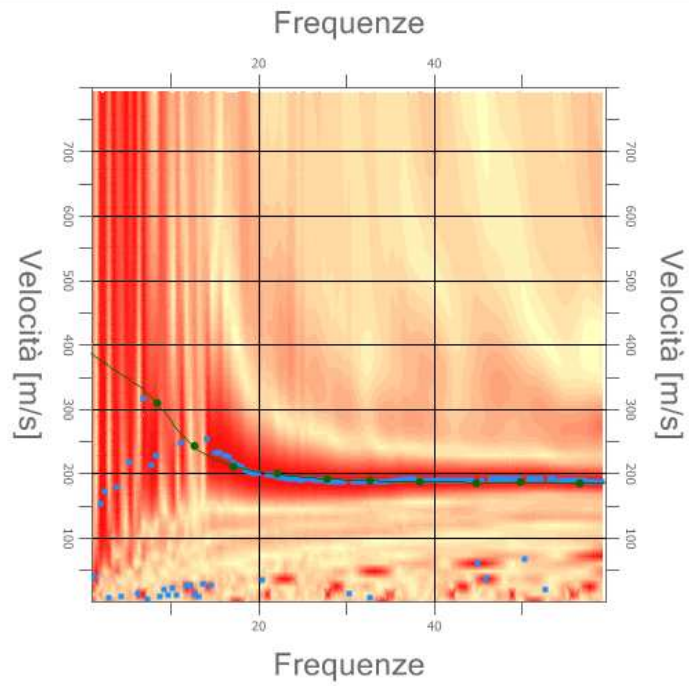
Percentuale di errore

0.001 %

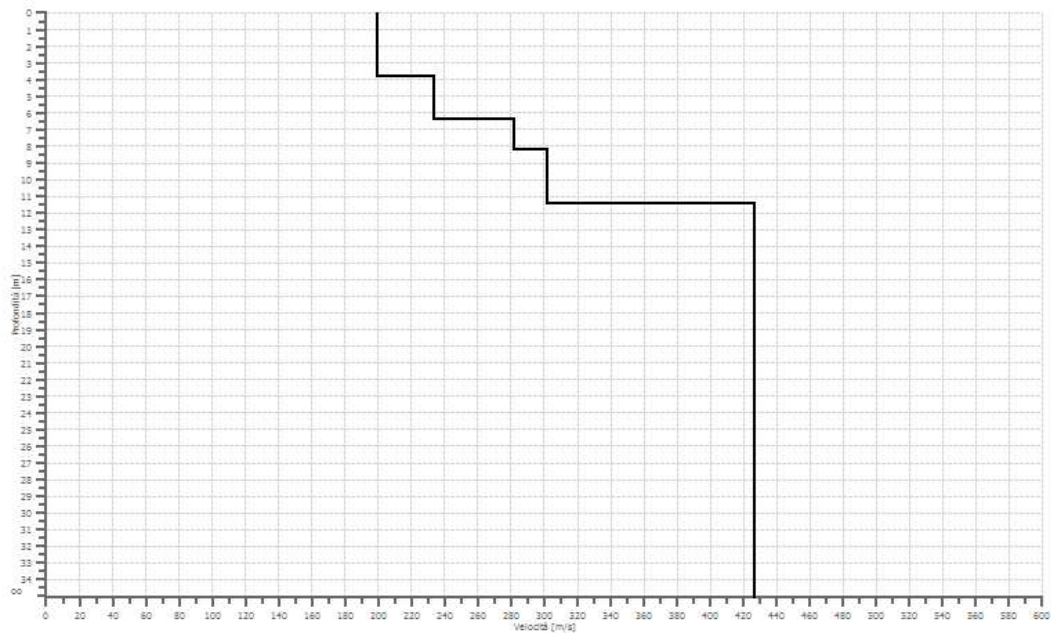
Fattore di disadattamento della soluzione

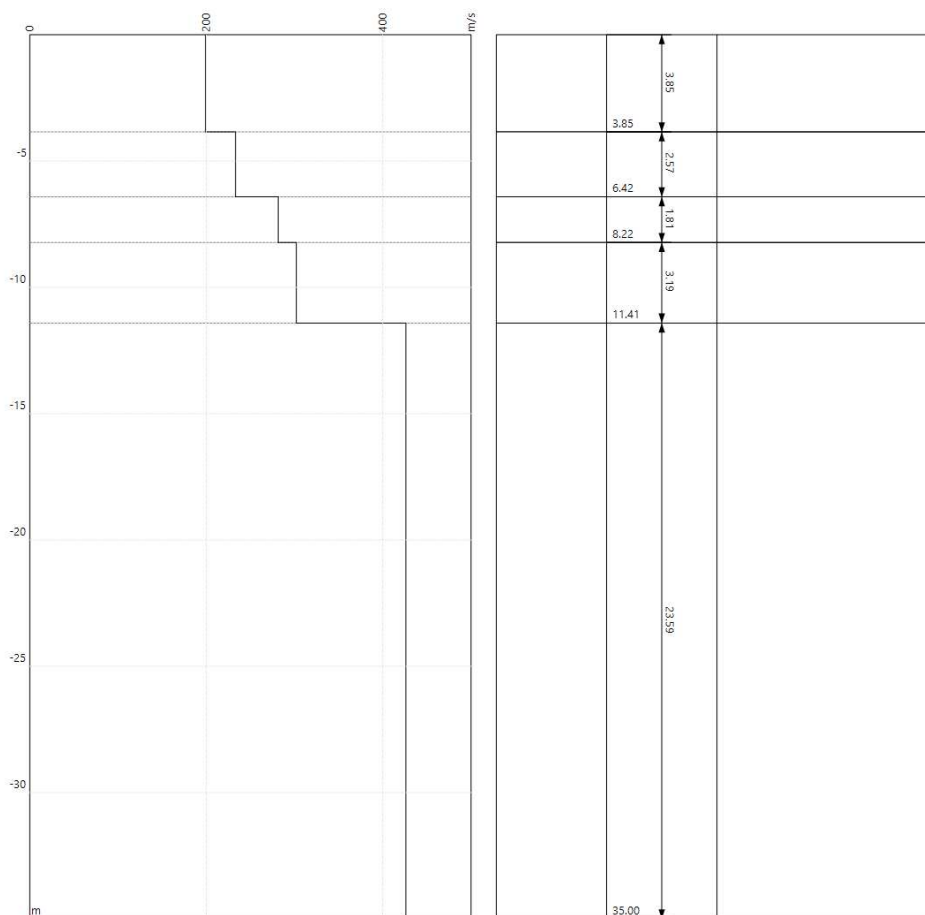
0.004

Inversione



Profilo di velocità





Risultati e Caratterizzazione del sottosuolo

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

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

Dove:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Profondità piano di posa [m]	1.20
$V_{S,eq}$ [m/sec] ($H=30.00$ m)	342.01
Categoria del suolo	C

Categorie	Descrizione
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.

GIUGNO 2023

Il tecnico

