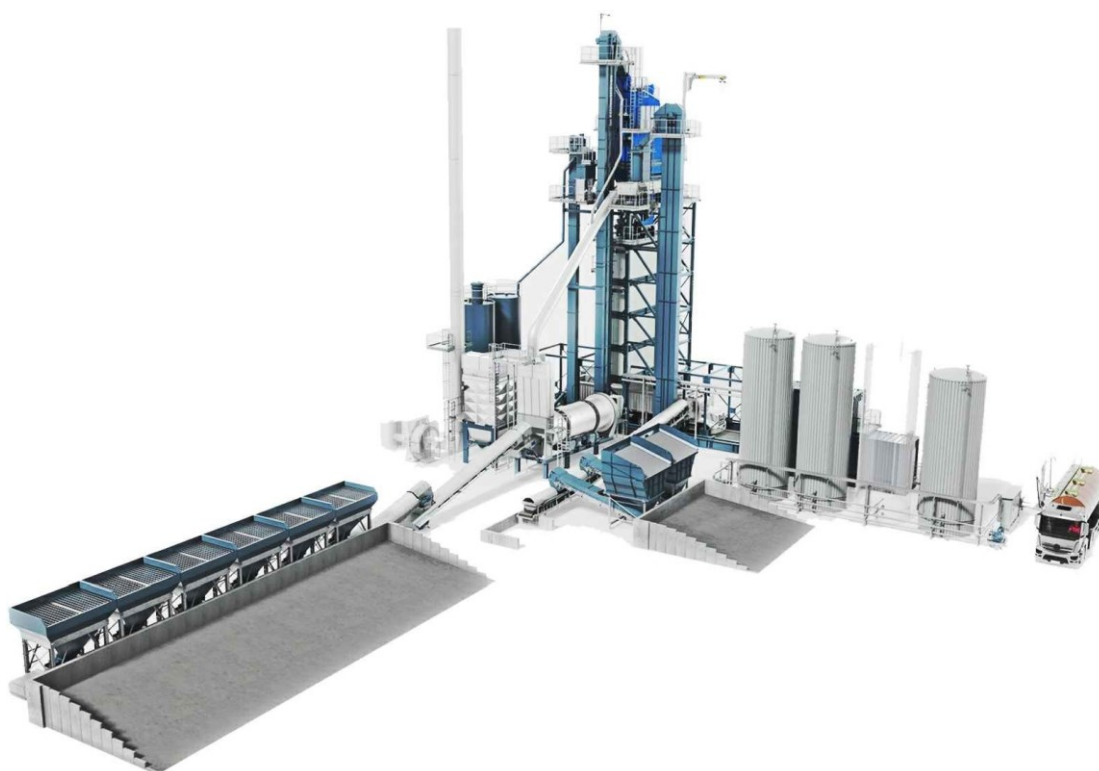




REGIONE ABRUZZO

COMUNE DI CARSOLI (AQ)



Progetto

Impianto di produzione di conglomerato bituminoso e cementizio e di recupero di materiali inerti non pericolosi sottoposti ad attività di recupero (R5) e messa in riserva (R13)

Elaborato

09 – RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA

Committente



Sede legale: Via Troilo il Grande, 3 - 00131 Roma

Ubicazione impianto

Via dei caduti di guerra snc - Zona Industriale - 67061 Carsoli - (AQ)

Tecnico



Dott. Andrea Rovatti
Via di Tor Vergata 440B - Roma (RM)

Riferimenti progetto

Scala	Redatto il	Revisione	Note
Fuori Scala	10/08/2023	N° 00	

COMUNE DI CARSOLI PROVINCIA DI L'AQUILA

PROGETTO DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI CONGLOMERATI BITUMINOSI



Richiedente:

A.R.Ambiente s.r.l.
Via di Tor Vergata 440/B, 00133 Roma

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGICA (ART. 208 DEL D.LGS 152/2006)

Redazione:

dott. geol. Paolo DI MARCANTONIO

Prot. 022D/23

28 luglio 2023

IL PRESENTE ELABORATO È COSTITUITO DA 24 PAGINE + RAPPORTO DI INDAGINE

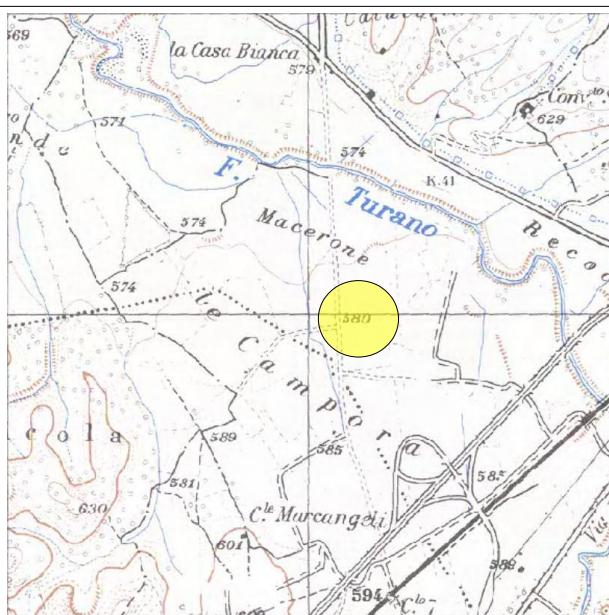
INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO IDROGEOLOGICO E SISMICO.4	
2.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO.....	4
2.2	ELEMENTI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	6
2.2.1	VINCOLO IDROGEOLOGICO (REGIO DECRETO LEGGE 30 DICEMBRE 1923, N. 3267).....	6
2.2.2	INTERAZIONE CON PERIMETRAZIONI DI FRANA DEL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	7
2.2.3	INTERAZIONE CON ELEMENTI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO E INQUADRAMENTO DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA.....	7
2.2.4	ELEMENTI TETTONICI E PRESENZA DI FAGLIE ATTIVE E CAPACI.....	8
2.2.5	POTENZIALE PRESENZA DI CAVITÀ E/O ALTRI ELEMENTI IPOGEI.....	10
2.3	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA - SISMICITÀ STORICA.....	11
2.4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA – MICROZONAZIONE SISMICA.....	12
3	PIANO DELLE INDAGINI.....	13
3.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	14
3.1.1	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH).....	14
3.2	INDAGINI SISMICHE.....	14
3.2.1	INDAGINE SISMICA IN ONDE SUPERFICIALI (MASW).....	14
4	ANALISI DEI RISULTATI.....	14
4.1	CARATTERIZZAZIONE LITO-STRATIGRAFICA E GEOTECNICA.....	14
4.1.1	INTERPRETAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH).....	14
4.1.2	CARATTERIZZAZIONE LITO-STRATIGRAFICA – SINTESI DEI RISULTATI.....	16
4.1.3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA – SINTESI DEI RISULTATI.....	17
4.2	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	17
4.2.1	INTERPRETAZIONE PROVA GEOFISICA DI SUPERFICIE TIPO MASW.....	17
4.2.2	CARATTERIZZAZIONE SISMICA – AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	19
4.2.3	SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	19
5	MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROGEOLOGICO E CONCLUSIONI.....	20
6	ALLEGATI.....	22
6.1	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI.....	22
6.2	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE DPSH.....	22
7	RAPPORTI D'INDAGINE.....	24

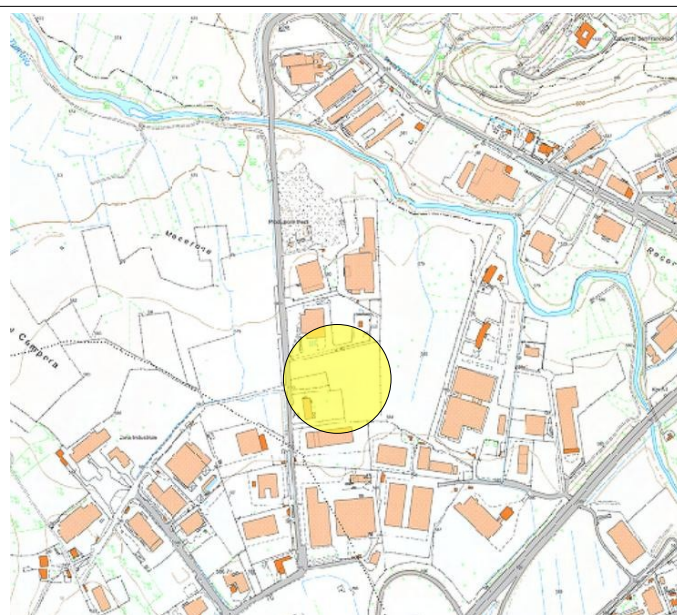
1 PREMESSA

Committente:	A.R.Ambiente s.r.l.
Località:	Via Caduti sul lavoro, comune di Carsoli
Progetto:	Progetto di un impianto per la produzione di conglomerati bituminosi.
Contenuti della relazione	Caratterizzazione e modellazione geologica del sito di progetto, ovvero ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio. Descrizione del piano delle indagini geologiche, geotecniche e sismiche; Definizione dei parametri geotecnici e dell'azione sismica di progetto.
Indagini geognostiche e sismiche	- n.3 Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) - n.1 Indagine geofisica in onde di superficie (MASW)

L'intervento di progetto è ubicato nel Comune di Carsoli in località Via Caduti sul lavoro, a quota di circa 583 metri sul livello del mare; cartograficamente è compreso nel quadrante 367 Ovest della Carta topografica regionale alla scala 1:25.000 e nell'elemento 367091 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000 (figura 1).



a)



b)

Figura 1: Ubicazione area di progetto. a) Carta topografica IGM, tavoletta 367 Ovest, b) Carta tecnica regionale, elemento 367091. Le due carte non sono in scala.

1.1 Normativa di riferimento

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Norme Tecniche per le Costruzioni. Approvate con Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 (Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136,

convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186 (*).) Sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Circolare 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP. (G.U. n.35 del 11 febbraio 2019 – S.O. n.5) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2019.

- Legge Regionale 11 Agosto 2011, n. 28 – Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche. (Bollettino Ufficiale Telematico della Regione Abruzzo Ordinario 26-08-2011, n. 51).

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO IDROGEOLOGICO E SISMICO

In questo capitolo viene definito l'assetto geologico-geomorfologico-idrogeologico generale dell'area di intervento. Lo studio si basa sulla ricerca bibliografica preliminare, sul rilevamento geologico-geomorfologico e sull'analisi di specifiche indagini geognostiche e sismiche illustrate in dettaglio nella seconda parte del presente documento.

2.1 Inquadramento geomorfologico e geologico

L'area sulla quale si inserisce l'intervento è ubicata alla quota di circa 583 metri s.l.m. nel territorio comunale di Carsoli, in località Via Caduti sul lavoro, all'interno di una zona industriale localizzata nell'ampia valle alluvionale del fiume Turano, ad ovest del centro abitato.

Rispetto al fiume il sito è ubicato in sinistra idrografica e dista da questo circa 400 metri.

Il fiume Turano riceve, poco più a monte del sito di progetto, le acque del fosso Cammarano la cui valle, orientata circa Nord-Sud si collega con quella del Turano; nel tratto di nostro interesse la piana alluvionale è confinata a nord dai modesti rilievi di Poggio Cinolfo – Colle Marino mentre a sud prosegue con la valle del Cammarano.

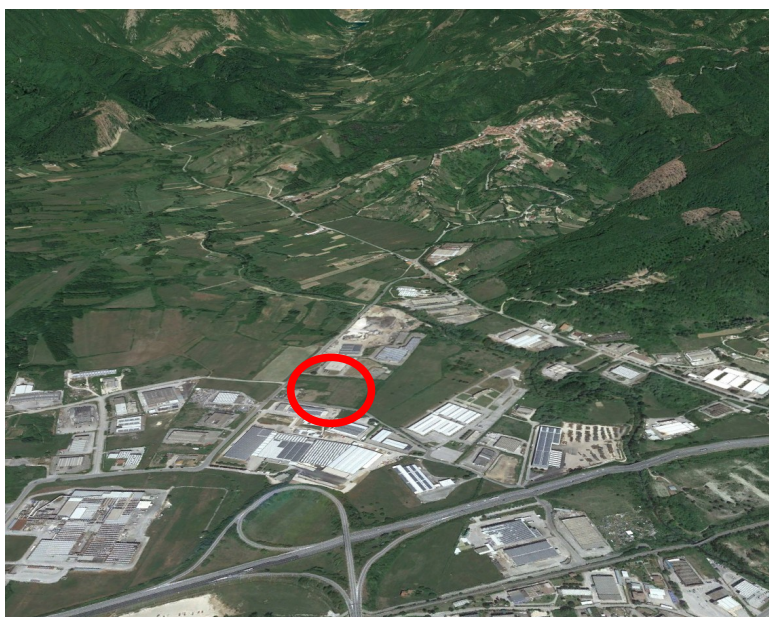


Figura 2: Immagine tridimensionale dell'area di progetto vista da sud.

La morfologia del sito di progetto è pianeggiante pertanto la *categoria topografica*, richiesta per la definizione dell'azione sismica di progetto, risulta essere la **T1**, ossia "**Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$** ".

Il rilevamento effettuato non ha evidenziato elementi di instabilità gravitativa nell'area di progetto e in quelle ad essa limitrofe.

L'area di nostro interesse si colloca in un settore dell'Appennino nel quale vengono a contatto due antichi domini paleogeografici, il bacino pelagico umbro-sabino, ad ovest, e la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, ad est. Il contatto tra i due domini è tettonico e si è realizzato attraverso movimenti compressivi con conseguente accavallamento dei blocchi lungo una direzione circa Nord-Sud.

Più recentemente, a partire dal Pliocene inferiore-medio, la catena di neo-formazione è stata

interessata da un'intensa fase tettonica distensiva, con la conseguente formazione di numerose faglie dirette che ribassando ampi settori della catena stessa hanno dato luogo ad una serie di depressioni morfologiche dove, nel corso del Pliocene superiore-Quaternario, si è avuta sedimentazione di materiali terrigeni (fluviali, lacustri, ecc.), come nel caso della Valle del Turano.

In figura 3 è riportato uno stralcio della carta geologica del progetto CARG alla scala 1:50.000, Foglio 367 - Tagliacozzo; in esso l'area estesa di nostro interesse risulta caratterizzata dalla presenza di depositi continentali quaternari, di origine alluvionale; dai più recenti ai più antichi abbiamo:

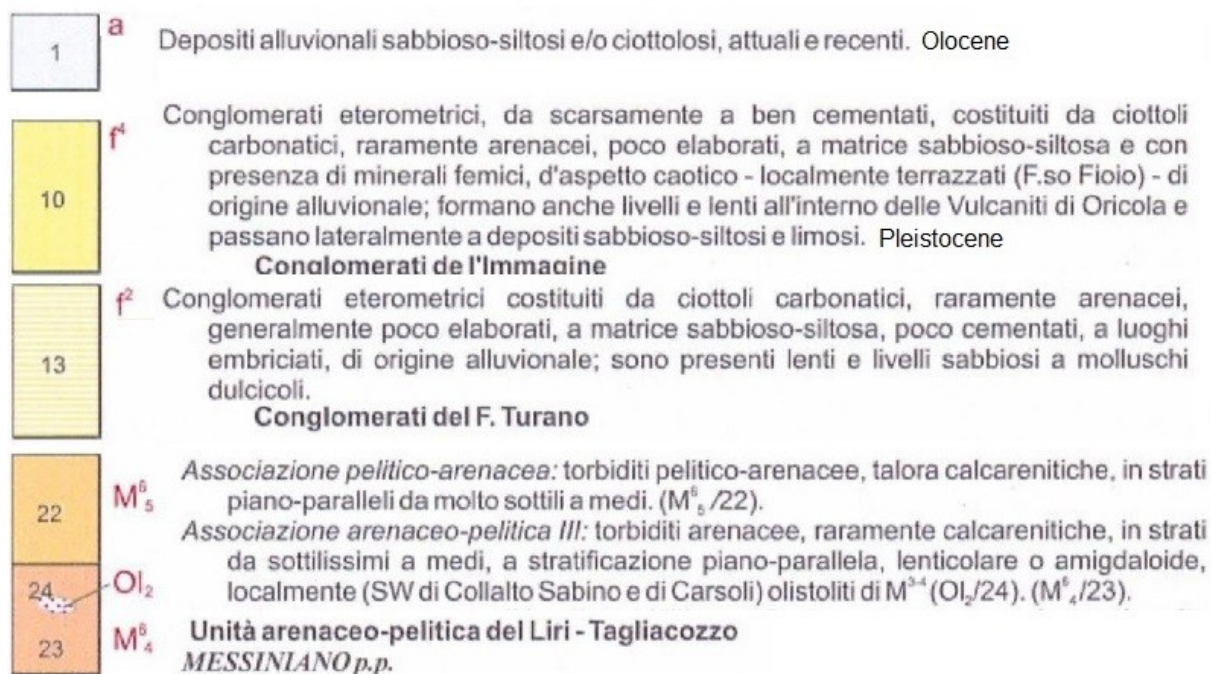
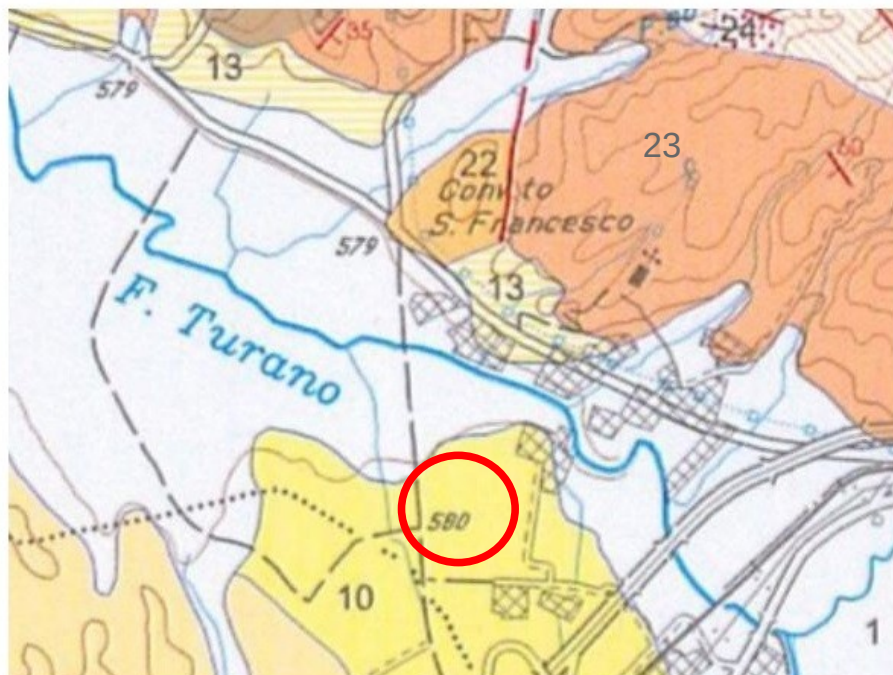


Figura 3: Stralcio della Carta Geologica CARG (Foglio 367 - Tagliacozzo)

Olocene

Depositi alluvionali [1 a] – Sedimenti alluvionali recenti ed attuali; quelli del fiume Turano sono prevalentemente argilloso-siltosi.

Pleistocene

Unità dei Conglomerati l'Immagine [10 f⁴] – conglomerati eterometrici, con ciottoli carbonatici e più raramente arenacei, da scarsamente a ben cementati, in matrice sabbioso-siltosa. Affiorano in destra idrografica del Turano e fungono da raccordo morfologico tra la piana attuale e il fronte collinare.

Unità dei Conglomerati del F. Turano [13 f²] – conglomerati eterometrici, con ciottoli carbonatici e subordinatamente arenacei, poco cementati. La matrice sabbioso-siltosa è spesso abbondante. Affiorano in destra idrografica del Turano e fungono da raccordo morfologico tra la piana attuale e il fronte collinare.

Miocene

I depositi del substrato marino all'interno dei quali è incisa la valle del fiume Turano, sono riferibili all'**Unità arenaceo-pelitica del Liri - Tagliacozzo** datata al Messiniano p.p. (Miocene). Si tratta dei sedimenti torbiditici che hanno colmato i bacini laziali-abruzzesi, costituiti dalle depressioni strette e allungate del Sacco e del Liri – Tagliacozzo, che si saldano a nord formando il bacino del Salto. In affioramento nel primo fronte collinare a nord dell'area di progetto troviamo le seguenti associazioni:

Associazione pelitico-arenacea [22 M⁶₅] – strati piano-paralleli, da molto sottili a medi, arenacei e, più raramente, calcarenitici, a granulometria medio-fine, con a tetto abbondante frazione pelitica che determina un rapporto sabbia/argilla sempre molto inferiore a 1.

Associazione arenaceo-pelitica III [23 M⁶₄] – arenaria a granulometria medio-fine in strati da molto sottili a medi, con prevalenza di quelli sottili.

La carta del CARG riporta in affioramento nel sito di progetto l'unità dei conglomerati de l'Immagine; in realtà, come vedremo in dettaglio nel prosieguo della relazione, le indagini effettuate indicano la presenza nei primi due metri circa di sottosuolo di depositi recenti, plausibilmente da olocenici ad attuali, costituiti da materiali fini interpretabili come depositi alluvionali e di alterazione eluvio-colluviale.

2.2 Elementi di pericolosità geologica

2.2.1 Vincolo Idrogeologico (Regio Decreto Legge 30 dicembre 1923, n. 3267)

La verifica della sussistenza del Vincolo Idrogeologico ai sensi del Regio Decreto Legge n.3267/1923 è stata effettuata attraverso il portale cartografico della Regione Abruzzo¹; da esso risulta che il sito di progetto non è compreso all'interno delle aree a vincolo, così come risulta dalla figura 4.

¹<http://geoportale.regione.abruzzo.it/Cartanet/catalogo/pianificazione-e-vincoli/carta-del-vincolo-idrogeologico>

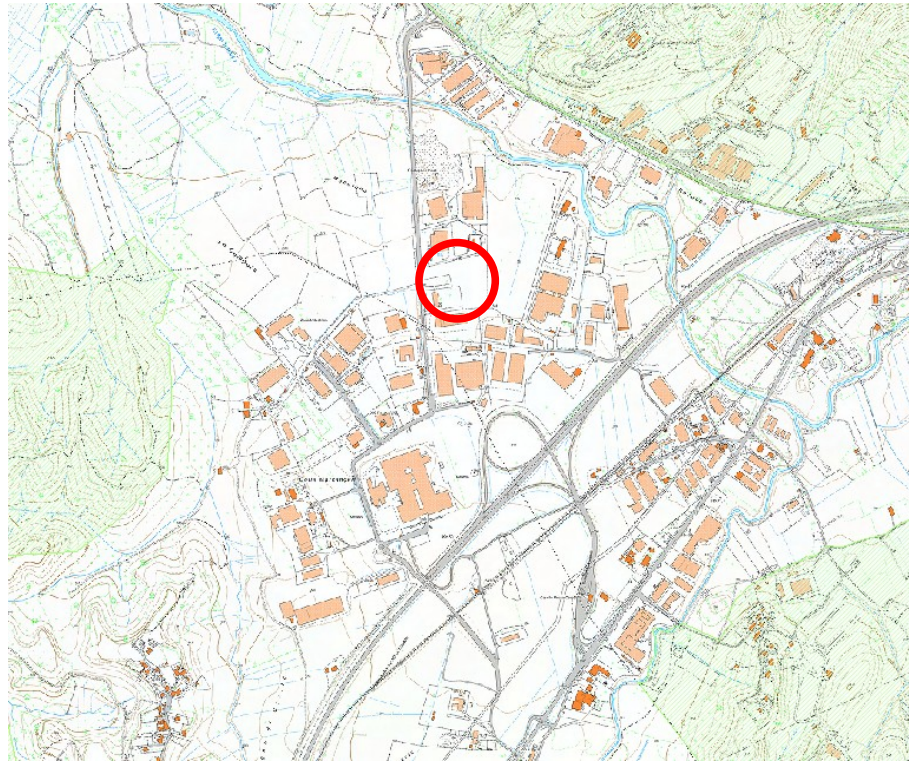


Figura 4: Stralcio della Carta del Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D.L. n.3267 del 30/12/1923. Il cerchio rosso indica l'area in studio

2.2.2 Interazione con perimetrazioni di frana del Piano di Assetto Idrogeologico

La conferma della stabilità generale dell'area deriva dalla consultazione della seguente cartografia tematica del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere:

- Carta Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana, Tavola 67 (figura 5)

La carta, in accordo con la morfologia pianeggiante e la distanza dai versanti, non riporta elementi che possono interagire con il sito di progetto.

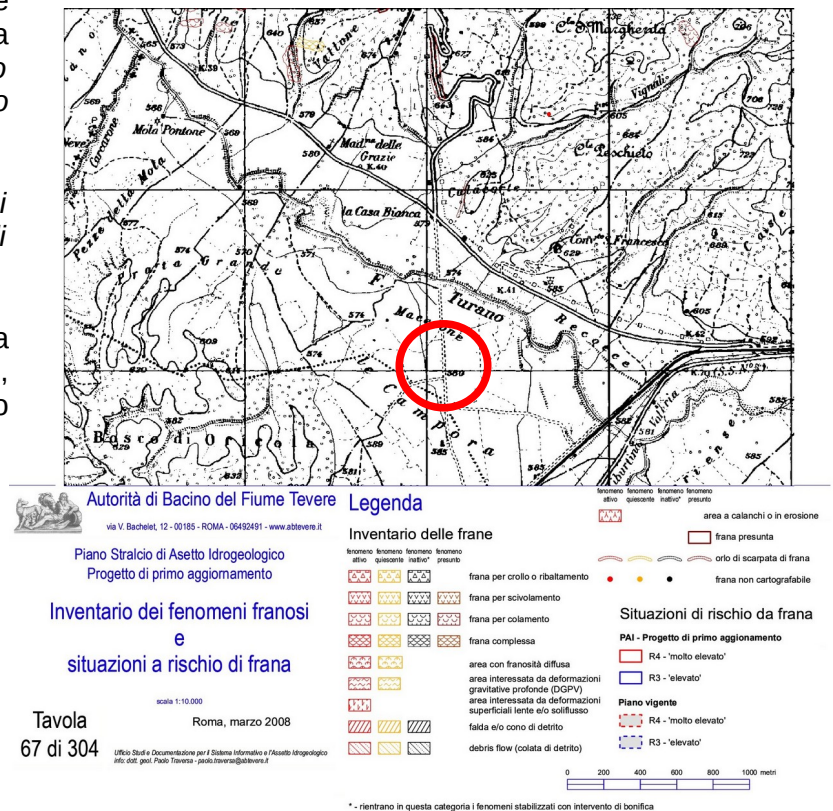


Figura 5: Carta Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana. Tavola 67. Il cerchio rosso indica l'area di progetto.

2.2.3 Interazione con elementi di pericolosità idraulica del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico e inquadramento della circolazione idrica superficiale e sotterranea

Il sito di progetto, pur essendo ubicato nella pianura alluvionale del fiume Turano, non è interessato da perimetrazioni in fasce di pericolosità idraulica come risulta dall'analisi della *Carta delle Fasce idrauliche sul reticolo secondario e minore* dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere, Tavola PB42 (figura 6).

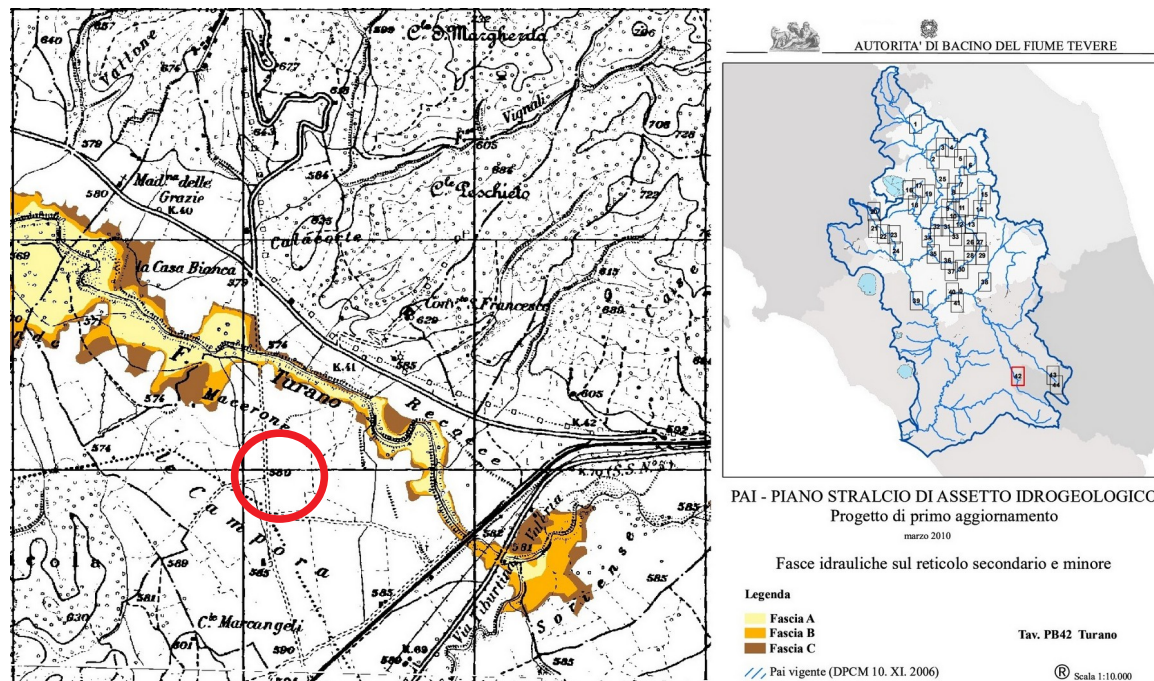


Figura 6: Carta della pericolosità idraulica del Piano di Assetto Idrogeologico

Per quanto attiene alla circolazione idrica superficiale il drenaggio delle acque meteoriche avviene in direzione nord, verso il fiume Turano e in parte vengono intercettate dalla limitrofa strada (Via Caduti sul lavoro).

La circolazione idrica sotterranea si realizza attraverso una falda acquifera freatica all'interno dei depositi alluvionali che interessano l'area. Il livello piezometrico, alla data di indagine, è stato misurato a 1,8 metri di profondità dal piano campagna.

2.2.4 Elementi tettonici e presenza di faglie attive e capaci

Per gli aspetti tettonici e, in particolare, la presenza di elementi sismogenetici, si fa riferimento alla figura 7, estratta dal webgis del DISS², dove sono riportate le sorgenti sismogenetiche che possono risultare di interesse per il territorio comunale di Carsoli; in tabella 1 sono riportate le caratteristiche della sorgente sismogenetica composita **ITCS025** e quelle delle sorgenti sismogenetiche individuali ad essa associate, **ITIS002** e **ITIS028**.

²Database of Individual Seismogenic Sources, versione 3, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>

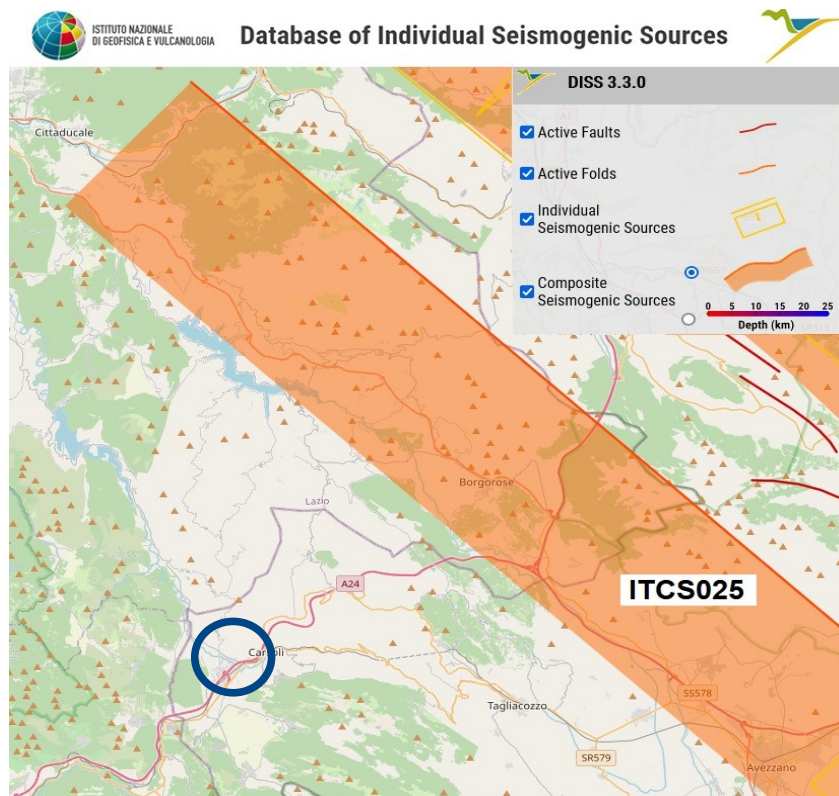


Figura 7: Carta delle sorgenti sismogenetiche censite con il progetto DISS. Il cerchio in blu indica l'area di progetto.

Alla sorgente sismogenetica individuale ITIS002 è attribuito come ultimo evento il sisma del 13 gennaio 1915, magnitudo momento (Mw) di 7.08, e come penultimo un evento del 508 d.C, mentre alla sorgente ITIS028 è attribuito l'evento che ha interessato l'Abruzzo meridionale il 7 maggio 1984 (Mw 5,86).

Per quanto attiene alla presenza di faglie attive e capaci, il geoportale ISPRA³ non riporta elementi in prossimità dell'area di progetto.

³<http://sgi2.isprambiente.it/viewersgi2/>

PARAMETRIC INFORMATION		Length [km]		Length [km]	
Parameter					
Min depth [km]	1.0	Width [km]	15.5	Width [km]	7.5
Max depth [km]	14.5	Min depth [km]	1.5	Min depth [km]	5.0
Strike [deg] min... max	130...150	Max depth [km]	14.9	Max depth [km]	10.7
Dip [deg] min... max	40...65	Strike [deg]	135	Strike [deg]	152
Rake [deg] min... max	260...280	Dip [deg]	60	Dip [deg]	50
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 1.7000	Rake [deg]	270	Rake [deg]	264
Max Magnitude [Mw]	7.1	Slip Per Event [m]	1.06	Slip Per Event [m]	0.27
ITCS025 - LAGO DEL SALTO - OVINDOLI - BARREA		Slip rate [mm/y] min...max	1.2000... 1.7000	Slip rate [mm/y] min...max	0.1000... 1.0000
		Recurrence [y] min... max	1400... 2600	Recurrence [y] min... max	270... 2700
		Magnitude [Mw]	6.7	Magnitude [Mw]	5.8
		ITIS002 - BACINO DEL FUCINO		ITIS028 - BARREA	

Tabella 1: Caratteristiche della sorgente sismogenetica composta e individuali censite dal DISS

2.2.5 Potenziale presenza di cavità e/o altri elementi ipogei

Le caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche del sottosuolo di interesse sono tali da non poter escludere la presenza di cavità e/o altri elementi ipogei; tuttavia la carta dei sinkhole, disponibile sul geoportale ISPRA, non ne segnala la presenza nell'area di interesse, ed anche il rilevamento di campagna e l'analisi delle foto satellitari non ha evidenziato elementi che possano ricondurre a strutture ipogee in grado di interferire con l'intervento in progetto.



Figura 8: Carta delle faglie attive e capaci e dei Sinkholes. Il cerchio rosso indica l'area di progetto

2.3 Caratterizzazione sismica dell'area - Sismicità storica

I dati di sismicità storica riguardanti l'area in esame sono stati reperiti dall'archivio **DBMI15**⁴ prodotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.). L'archivio contiene dati di eventi sismici con magnitudo superiore a 4 e intensità superiore a 5, verificatisi in Italia nel periodo 1000 – 2020

Per il comune di Carsoli gli eventi sismici più significativi sono stati riportati in Tabella 2 e Figura 9. Per ogni terremoto sono riportati anche: la data e l'ora di occorrenza, il sito epicentrale e la magnitudo momento (Mw). Dal catalogo risultano solo eventi a partire dal sisma che ha colpito la Marsica nel 1915, pertanto non può essere ritenuto completo.

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
5	1927	10	11	14	45	0	Marsica	81	7	5.20
5	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69
5	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1917	01	03	01	35		Marsica	57		
4	1922	12	29	12	22	0	Val Roveto	119	6-7	5.24
4	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90
4	1938	08	12	02	28	3	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
4	1957	04	11	16	19		Valle del Salto	46	6	4.94
4	1960	03	14	04	44		Marsica	40	7	4.72
4	1961	04	12	00	44		Alto Aniene	44	6-7	4.62
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
4	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
4	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
4	1997	10	03	08	55	2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
4	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62

Tabella 2: Storia sismica del comune di Carsoli

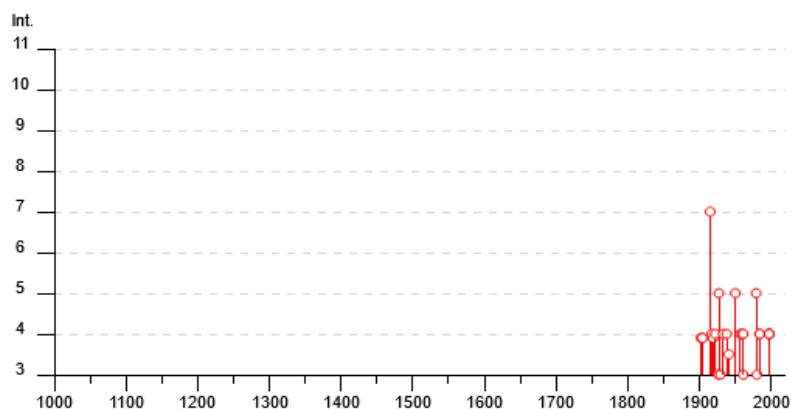


Figura 9: Grafico della storia sismica del comune di Carsoli

La scossa principale del terremoto del 6 Aprile 2009, imputata alla faglia di Paganica, non ha determinato effetti rilevabili nel territorio comunale di Carsoli, mentre il terremoto della Marsica del 1915 ha provocato danni valutati con una intensità macrosismica I_s (MCS)⁵ di 7,0.

Il territorio comunale di Carsoli è classificato in zona sismica 2.

⁴Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>

⁵Sieberg A., 1930. Geologie de Erdbeben, Handbuch der Geophysik, 2, 4, 552-555

2.4 Caratterizzazione sismica dell'area – Microzonazione sismica

L'area in studio è stata oggetto di Microzonazione Sismica di livello 1, realizzata a seguito dell'O.P.C.M. 3907 e successive annualità.

La carta di Microzonazione Sismica di livello 1 (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, MOPS, figura 10) individua il sito di progetto tra le **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, identificata con la sigla **Zona 16**, costituita mediamente da 35 m di *ghiaie in matrice sabbioso-limosa* poggianti su *sabbie limose, limi sabbiosi e limi argillosi*. Non viene indicata la presenza e profondità del substrato geologico e sismico.

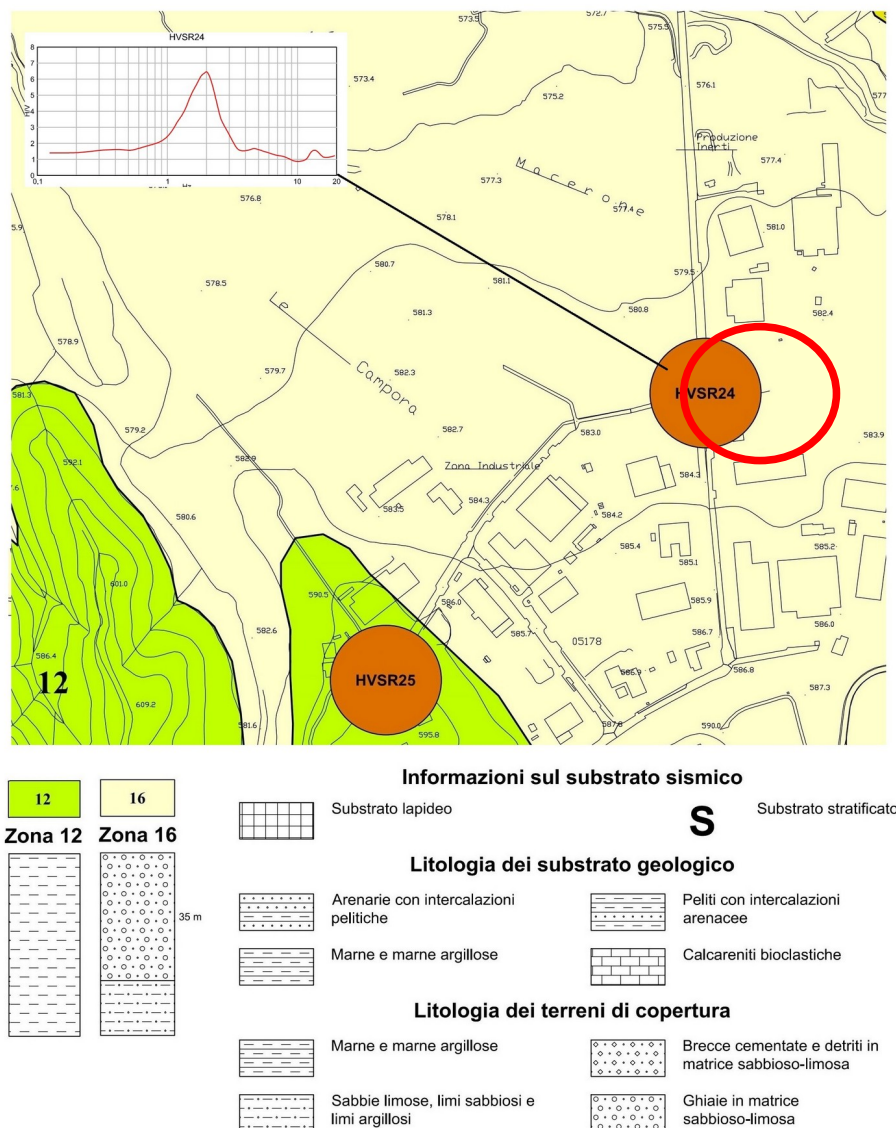


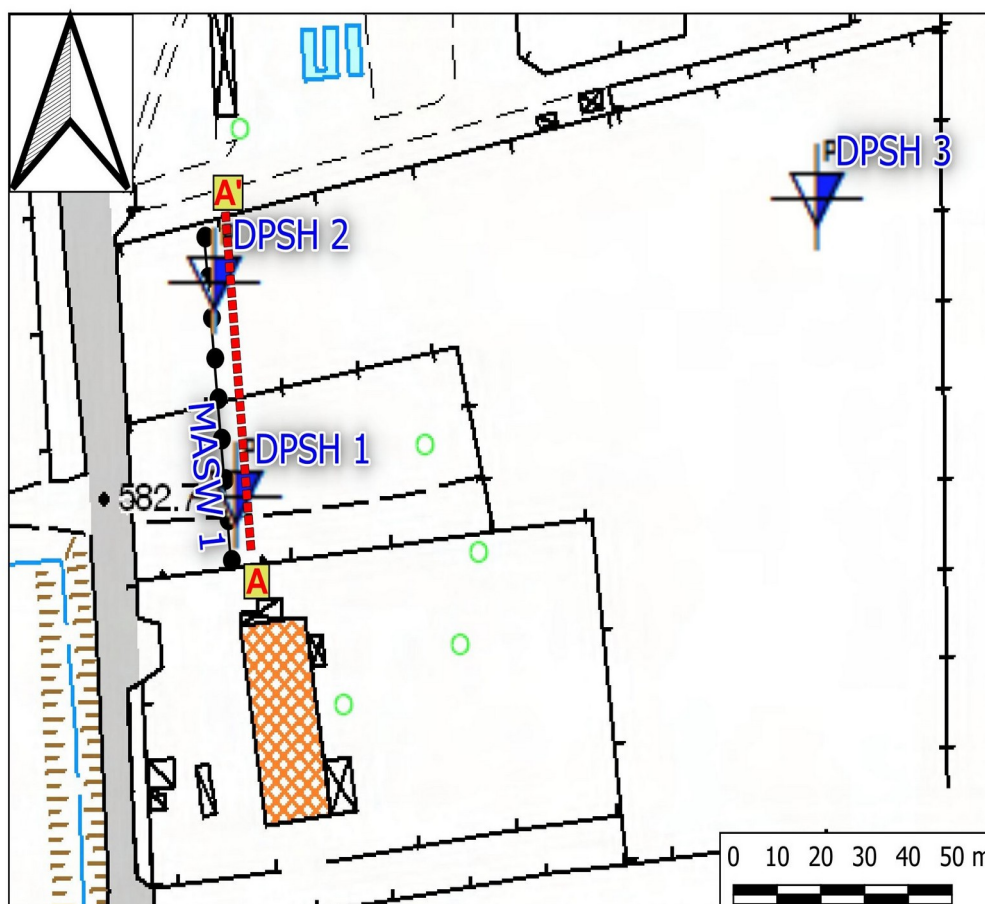
Figura 10: Particolare della Carta di Microzonazione Sismica di livello 1. Il cerchio rosso indica l'area di progetto.

3 PIANO DELLE INDAGINI

Nel sito di progetto è stata condotta una campagna di indagini geognostiche e geofisiche finalizzata alla definizione dei parametri geotecnici e dell'azione sismica di progetto. Sono state eseguite le seguenti prove, secondo l'ubicazione riportata nella figura 11:

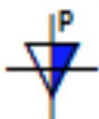
- n.3 Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)
- n.1 Indagine geofisica in onde di superficie (MASW)

Le indagini sono state realizzate dalla ditta GEO-LAND s.a.s.



LEGENDA

Indagini puntuali



Prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH)

Indagini lineari



Indagine geofisica in onde di superficie (MASW)



Traccia di sezione

Figura 11: Ubicazione punti e allineamenti di indagine geognostica e geofisica e traccia di sezione

3.1 Indagini geognostiche

Nel presente capitolo vengono illustrate le indagini geognostiche eseguite e/o reperite e i riferimenti teorici utilizzati per le successive analisi ed interpretazioni.

3.1.1 Prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH)

La prova DPSH consiste nell'infissione di una batteria di aste, con alla base una punta conica, mediante un maglio di battuta, conteggiando il numero di colpi necessario per avanzamenti successivi di 20 cm. I riferimenti teorici per le relative interpretazioni sono riportate nell'allegato 6.2 "Prova penetrometrica dinamica super-pesante DPSH".

3.2 Indagini sismiche

Così come per le indagini geognostiche, anche per le indagini geofisiche vengono illustrati di seguito i principali riferimenti teorici e le modalità esecutive.

3.2.1 Indagine sismica in onde superficiali (MASW)

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è utilizzata per valutare la velocità delle onde di taglio (onde s) nelle prime decine di metri di sottosuolo, così da ottenere il parametro $V_{s,eq}$, richiesto dalle vigenti norme tecniche per la definizione dell'azione sismica di progetto mediante approccio semplificato. La tecnica MASW consiste nel generare una perturbazione impulsiva e rilevarla con un sistema di acquisizione a più ricevitori con bassa frequenza naturale, compresa tra 1 e 5 Hz. Il sistema opera nel dominio delle frequenze attraverso l'analisi delle onde di superficie, generalmente onde di Rayleigh; in sintesi, vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori vengono ricavati attraverso una procedura di inversione numerica.

Maggiori dettagli sono contenuti nella specifica relazione d'indagine riportata in allegato.

4 ANALISI DEI RISULTATI

Nel presente capitolo vengono acquisiti e analizzati i risultati delle indagini geognostiche e geofisiche. In particolare verranno definite:

1. Caratterizzazione lito-stratigrafica e geotecnica.
2. Caratterizzazione sismica.

4.1 Caratterizzazione lito-stratigrafica e geotecnica

4.1.1 Interpretazione Prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH)

Le prove penetrometriche sono state eseguite secondo l'ubicazione di figura 11 e sono state interrotte al raggiungimento del rifiuto strumentale secondo il seguente schema:

N. Prova	DPSH 1	DPSH 2	DPSH 3
Profondità (m)	10,20	10,20	10,20

Nelle tabelle che seguono sono sintetizzati i risultati delle prove, individuando unità litotecniche sufficientemente omogenee in termini di caratterizzazione litologica e geotecnica, mediante le

correlazioni esposte negli allegati a fine testo:

La caratterizzazione meccanica viene effettuata differenziando unità a *comportamento coesivo* da unità a *comportamento granulare*, per dissipazione dei carichi in *condizioni non drenate* e *drenate* di dissipazione dei carichi.

Prof.		Unità	Descrizione litologica	Descrizione genetica	N _{SPT}	γ	Comportamento			
							coesivo		granulare	
Da m.	a m.						C _u	Ed	φ	Mo
0,0	1,8	A	Limi e argille con sabbia	Terreno vegetale/alluvioni	7	1,85	0,40	39	-	--
1,8	3,6	B	Sabbie con ciottoli con livelli limosi	Alluvioni	26	1,90	--	--	39°	120
3,6	6,6				14	1,90	--	--	35°	90
6,6	10,2				25	1,90	--	--	39°	120

N_{SPT} - Numero colpi SPT medio

C_u - Coesione non drenata (kg/cm²) [Coesivi]

Ed - Modulo edometrico (kg/cm²) [Coesivi]

γ - Peso dell'unità di volume (t/m³)

φ - Angolo di attrito interno (°) [Granulari]

Mo - Modulo di deformazione drenato (kg/cm²) [Granulari]

Tabella 3: Caratterizzazione della prova penetrometrica DPSH 1

Prof.		Unità	Descrizione litologica	Descrizione genetica	N _{SPT}	γ	Comportamento			
							coesivo		granulare	
Da m.	a m.						C _u	Ed	φ	Mo
0,0	1,8	A	Limi e argille con sabbia	Terreno vegetale/alluvioni	4	1,85	0,25	36	--	--
1,8	5,0	B	Sabbie e sabbie ghiaiose con livelli limosi	Alluvioni	18	1,90	--	--	36°	110
5,0	5,8				3	1,90	--	--	29°	50
5,8	8,0				16	1,90	--	--	36°	100
8,0	10,2				27	1,90	--	--	39°	130

N_{SPT} - Numero colpi SPT medio

C_u - Coesione non drenata (kg/cm²) [Coesivi]

Ed - Modulo edometrico (kg/cm²) [Coesivi]

γ - Peso dell'unità di volume (t/m³)

φ - Angolo di attrito interno (°) [Granulari]

Mo - Modulo di deformazione drenato (kg/cm²) [Granulari]

Tabella 4: Caratterizzazione della prova penetrometrica DPSH 2

Prof.		Unità	Descrizione litologica	Descrizione genetica	N _{SPT}	γ	Comportamento			
							coesivo		granulare	
Da m.	a m.						C _u	Ed	φ	Mo
0,0	2,2	A	Limi e argille con sabbia	Terreno vegetale/alluvioni	6	1,85	0,38	30	--	--
2,2	10,2	B	Sabbie e sabbie ghiaiose con livelli limosi	Alluvioni	17	1,90	--	--	30°	60

N_{SPT} - Numero colpi SPT medio

C_u - Coesione non drenata (kg/cm²) [Coesivi]

Ed - Modulo edometrico (kg/cm²) [Coesivi]

γ - Peso dell'unità di volume (t/m³)

φ - Angolo di attrito interno (°) [Granulari]

Mo - Modulo di deformazione drenato (kg/cm²) [Granulari]

Tabella 5: Caratterizzazione della prova penetrometrica DPSH 3

La figura 12 mostra graficamente i parametri ricavati dalle prove DPSH. Le linee rosse indicano i valori medi ottenuti dalla discretizzazione in unità litotecniche sufficientemente omogenee.

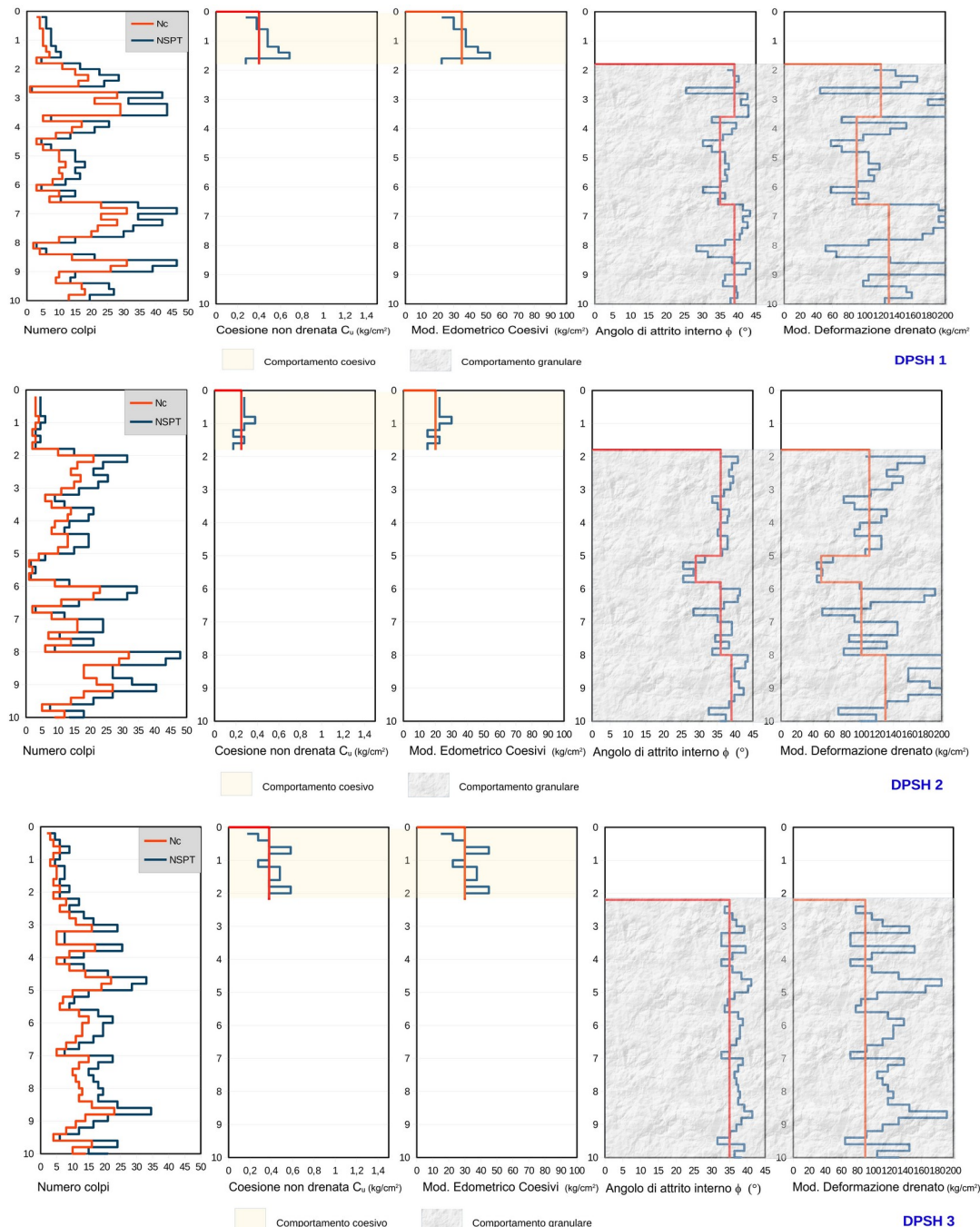


Figura 12: Grafici dei parametri geotecnici, da correlazione con le prove DPSH, e valori medi

4.1.2 Caratterizzazione lito-stratigrafica – Sintesi dei risultati

Dal punto di vista litologico e lito-stratigrafico le indagini hanno evidenziato la presenza di depositi di copertura quaternaria così descritti:

- un primo spessore, dell'ordine dei due metri, di depositi alluvionali pedogenizzati nella porzione superiore (**unità A**), di natura prevalentemente coesiva, dalle scadenti caratteristiche geomeccaniche;
- una seconda unità (**unità B**) presente fino alla profondità indagata, costituita da depositi alluvionali prevalentemente granulari, sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, variamente addensati, con la sporadica presenza di sottili livelli di litotipi coesivi.

Riportando in sezione le interpretazioni litostratigrafiche sopraesposte si ottiene la sezione della figura 13 la cui traccia è mostrata in figura 11 a pagina 13.

4.1.3 Caratterizzazione geotecnica – Sintesi dei risultati

L'analisi delle indagini effettuate, i cui risultati sono stati esposti nei paragrafi precedenti, unitamente all'utilizzo di conoscenze pregresse, consente di definire la caratterizzazione geomeccanica del sottosuolo di progetto; i parametri geotecnici sono esposti in termini di parametri *caratteristici* (tabella 6), per la cui definizione si faccia riferimento all'allegato n.1, "Definizione dei parametri geotecnici caratteristici". La denominazione delle unità è la stessa delle tabelle precedenti e della sezione di figura 13. La caratterizzazione non è stata prevista per i primi 1,2 metri di sottosuolo.

Prof.		Unità	Descrizione litologica	Descrizione genetica	γ	Comportamento			
						coesivo		granulare	
Da m.	a m.					$C_{u\ k}$	Ed_k	φ_k	Mo_k
1,2	2,2	A	Limi e argille con sabbia	Terreno vegetale/alluvioni	1,85	0,20	30	--	--
2,2	10,2	B	Sabbie con ciottoli con livelli limosi	Alluvioni	1,90	--	--	29°	60

γ - Peso dell'unità di volume (t/m³)

C_u - Coesione non drenata (kg/cm²) [Coesivi]

Ed - Modulo edometrico (kg/cm²) [Coesivi]

φ - Angolo di attrito interno (°)

[Granulari]

Mo - Modulo di deformazione drenato (kg/cm²) [Granulari]

Tabella 6: Parametri geotecnici caratteristici. Il pedice *k* indica che si tratta di parametro caratteristico

4.2 Caratterizzazione sismica

4.2.1 Interpretazione prova geofisica di superficie tipo MASW

Dalla prova geofisica di superficie MASW si sono ottenuti due profili delle velocità Vs relativi ai due punti di scoppio, riportati nella specifica relazione delle indagini in allegato, e sintetizzati nelle successive tabelle:

Profondità sismostrato (m)	Spessore sismostrato (m)	Velocità onde di taglio (m/s)
1,7	1,7	210
4,5	2,8	330
10,9	6,4	350
14,2	3,3	410
21,4	7,2	420
31,5	10,1	440

Tabella 7: Profilo di velocità delle onde di taglio da indagine MASW ; SHOT 01.

Profondità sismostrato (m)	Spessore sismostrato (m)	Velocità onde di taglio (m/s)
1,6	1,6	220
5,2	3,6	320
11	5,8	360
15,9	4,9	440
22,8	6,9	450
31,7	8,9	460

Tabella 8: Profilo di velocità delle onde di taglio da indagine MASW ; SHOT 02.

Il parametro V_{seq} , ossia la velocità media equivalente delle onde di taglio, in questo caso pari alla media nei primi 30 metri di sottosuolo, è stato calcolato per i due punti di scoppio da 1,2 metri di profondità dal piano campagna ed è pari, rispettivamente, a **392** e **406** m/s.

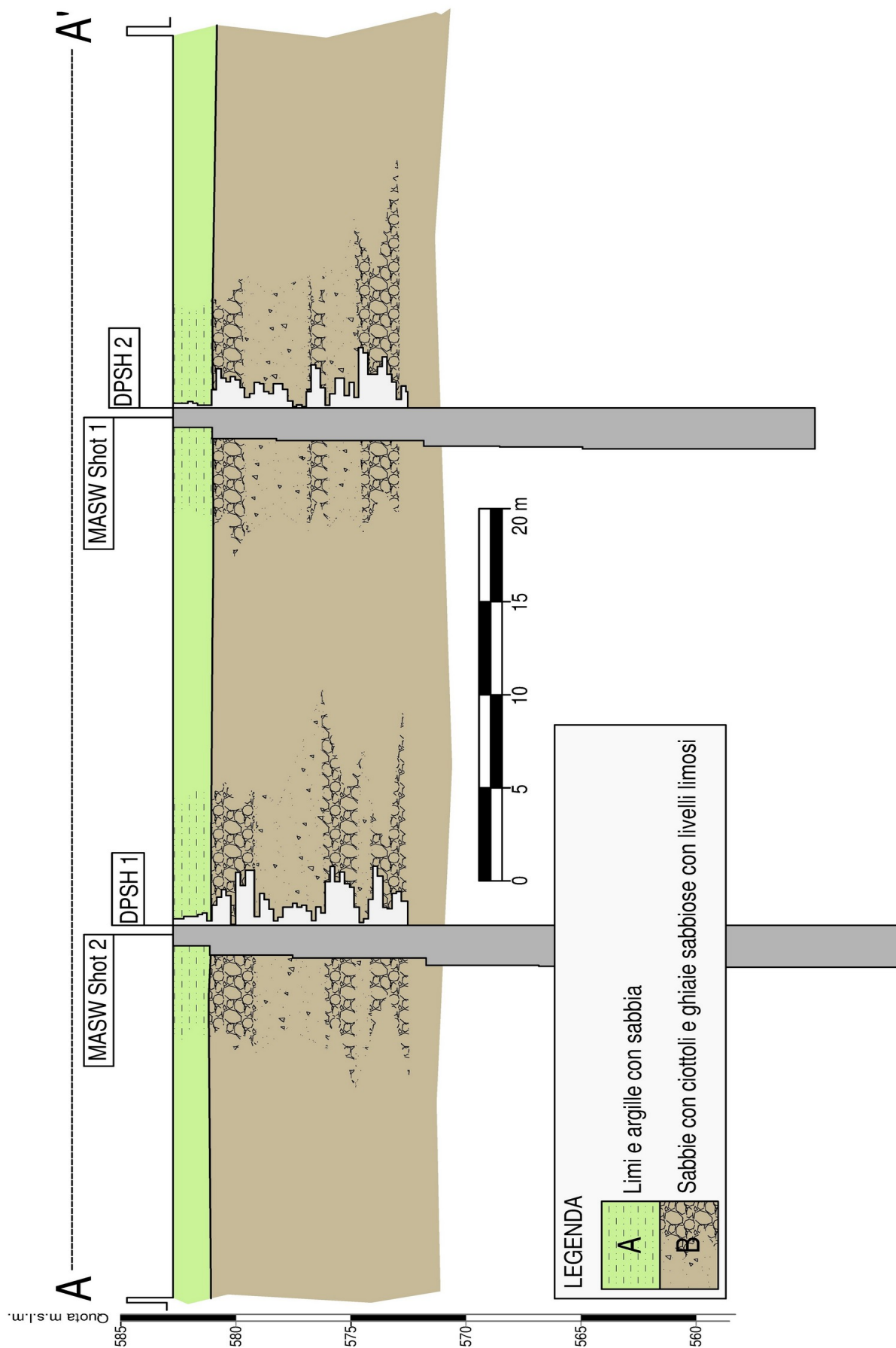


Figura 13: Sezione litotecnica

4.2.2 Caratterizzazione sismica – Azione sismica di progetto

Per la completa definizione delle forme spettrali previste dalle nuove NTC occorrono, oltre alla categoria di sottosuolo già definita, i tre parametri per sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 = 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.

I valori di a_g , F_0 e T_c^* del sito di progetto vengono calcolati ai nodi di un reticolo di riferimento (<http://esse1.mi.ingv.it> e tabella 1 delle NTC). Per un qualunque punto del territorio nazionale italiano non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri (a_g , F_0 , T_c^*) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare contenente il punto in esame. L'area in oggetto ha le seguenti coordinate ED50:

42,092600°N 13,055107°E

Altro parametro necessario per la definizione della forma spettrale di progetto è la categoria topografica che, come risulta dalla relazione geologica, è la **T1**, ossia “superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ”.

Come sintesi finale i parametri di nostro interesse per la definizione delle forme spettrali di progetto previste dall'aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (Decreto 17 gennaio 2018), sono:

PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Coordinate ED50 del punto medio	42,092600° N (latitudine); 13,055107° E (longitudine);
Categoria di sottosuolo	<i>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.</i>
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $\leq 15^\circ$
Frequenza di risonanza di sito	Circa 2 Hz, pari a circa 0,5 s di periodo

Tabella 9: Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

4.2.3 Suscettibilità alla liquefazione

Nel sito di progetto sono presenti le condizioni che possono determinare l'insorgenza di fenomeni di liquefazione (§7.11.3.4.2, NTC 2018), pertanto si è proceduto all'esecuzione della verifica alla liquefazione utilizzando il grafico di figura 14, derivato dagli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*⁶, parte II-pag.109, nel quale la v_s (velocità delle onde di taglio) va normalizzata rispetto alla pressione atmosferica (V_{s1}). Dal grafico si evince che per una percentuale, cautelativa, di fino (FC) minore o uguale al 5% la velocità normalizzata al di sopra della quale non si può avere liquefazione è di circa 210 m/s. Nella figura 15 è riportato il risultato dell'elaborazione, effettuata utilizzando i profili di velocità esposti per i due scoppi (Shot 1 e Shot 2) della prova MASW nelle tabelle 7 e 8. Il sito di progetto risulta **non liquefacibile**.

⁶Gruppo di lavoro MS, 2008. *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd*

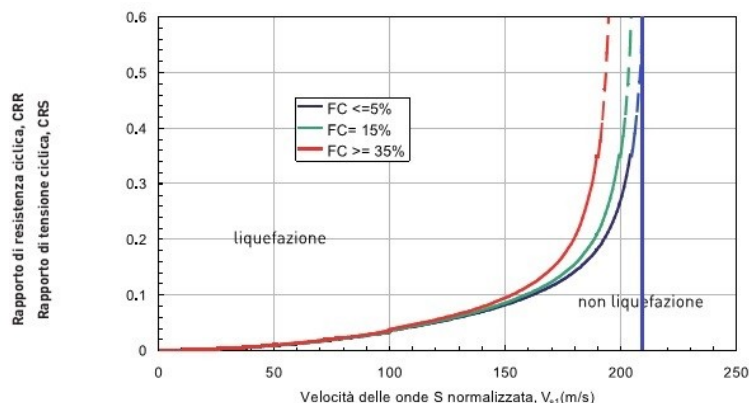


Figura 14: Grafico CRR-CRS/Vs1 con indicazione del valore di Vs normalizzato oltre il quale non si possono avere fenomeni di liquefazione

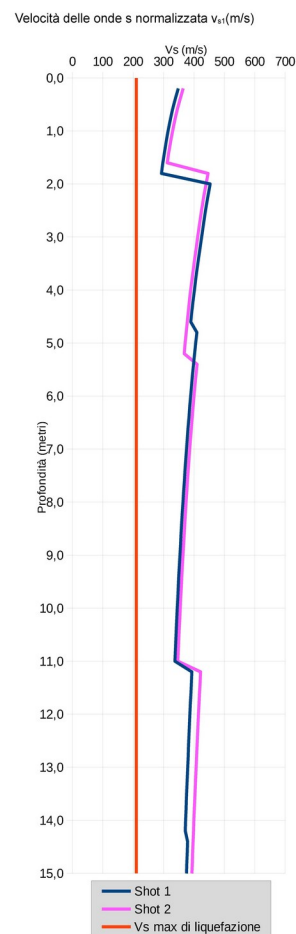


Figura 15: Verifica a liquefazione eseguita utilizzando i valori di Vs

5 MODELLO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROGEOLOGICO E CONCLUSIONI

Il rilevamento geologico-geomorfologico e la consultazione del materiale cartografico disponibile hanno permesso di delineare i caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici generali del sito in studio. Si è potuta così escludere la presenza di elementi di pericolosità connessi alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area vasta nella quale si inserisce; sono state analizzate le cartografie di pericolosità del Piano Assetto Idrogeologico le quali non hanno evidenziato elementi di pericolosità nell'area in studio, così come l'area è risultata esterna alle perimetrazioni del Vincolo Idrogeologico ai sensi del RDL n.3267/1923.

I terreni costituenti il cosiddetto *volume significativo* (ossia la porzione di sottosuolo interessata dalla dissipazione dei carichi di progetto), sono stati indagati dalle seguenti indagini in sito:

- n.3 Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)
- n.1 Indagine geofisica in onde di superficie (MASW)

Dal punto di vista litologico e lito-stratigrafico le indagini hanno evidenziato la presenza di:

- un primo spessore, dell'ordine dei due metri, di depositi alluvionali pedogenizzati nella porzione superiore (**unità A**), di natura prevalentemente coesiva, dalle scadenti caratteristiche geomeccaniche;

- una seconda unità (**unità B**) presente fino alla profondità indagata, costituita da depositi alluvionali prevalentemente granulari, sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, variamente addensati, con la sporadica presenza di sottili livelli di litotipi coesivi.

La falda freatica è stata intercettata alla profondità di 1,8 metri dal piano campagna; è plausibile attendersi un suo innalzamento anche fino ad un metro di profondità.

È stata fornita la caratterizzazione geotecnica in termini di parametri caratteristici, sintetizzata in tabella 6 a pagina 17.

L'azione sismica di progetto è stata ritenuta correttamente descritta dall'approccio semplificato delle vigenti NTC ed è riportata in tabella 9 a pagina 19.

È stata effettuata una verifica alla liquefazione dalla quale il sito è risultato non liquefacibile.

Si rimane a disposizione per ulteriori chiarimenti.

Pescara, 28 luglio 2023

dott. geol. Paolo Di Marcantonio

6 ALLEGATI

6.1 Definizione dei parametri geotecnici caratteristici

I parametri geotecnici dei terreni di fondazione, ai sensi delle vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.17/01/18), non vengono più definiti in termini di valori deterministici ma di variabili aleatorie; le stesse norme impongono di rappresentare la resistenza e le azioni non attraverso la loro densità di probabilità congiunta, ma mediante i valori caratteristici delle resistenze e delle azioni, assumendo i valori caratteristici pari al 5° percentile delle resistenze, o al 95° percentile delle azioni (o sollecitazioni).

Attenendosi alle indicazioni dell'Eurocodice 7 il valore caratteristico è inoltre definito come una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite, ossia di una determinata superficie di rottura; la stima cautelativa consiste quindi nel 5° percentile della distribuzione della media. Il percentile di ordine "u" (o percentile u-esimo) della variabile aleatoria X è quel valore x_u tale che:

$$P(X \leq x_u) = u \quad (1)$$

ossia è il valore al di sotto del quale ritroviamo il u% dei dati. Pertanto il 5° percentile rappresenta il valore di x al disotto del quale troviamo il 5% dei valori e al di sopra del quale troviamo il 95% dei valori. La normativa indica anche il valore dei coefficienti di sicurezza parziali da utilizzare per ottenere dal valore caratteristico il valore di progetto.

Per la determinazione dei valori caratteristici all'interno di uno strato omogeneo e dello spessore di influenza nello stato limite considerato, valgono le seguenti regole:

- se esiste compensazione spaziale (volume dello stato limite, o suo spessore in una dimensione, significativamente maggiore della lunghezza delle fluttuazioni nei parametri di resistenza del terreno), allora il valore caratteristico corrisponde al 5° percentile della distribuzione della media ed è generalmente non molto distante dalla media stessa (valori prossimi ai valori medi);
- se esiste compensazione strutturale (fondazioni sufficientemente rigide tali da distribuire le sollecitazioni omogeneamente sul terreno), allora il valore caratteristico corrisponde, come nel caso precedente, al 5° percentile della distribuzione della media ed è generalmente non molto distante dalla media stessa (valori prossimi ai valori medi);
- se non esiste né compensazione strutturale né compensazione spaziale, allora il valore caratteristico è il 5° percentile della distribuzione statistica del campione, ed è generalmente piuttosto distante dalla media (valori prossimi ai valori minimi).

generalmente viene utilizzato il modello di *distribuzione statistica normale* per la distribuzione di ϕ' (essendo solitamente caratterizzata da basse varianze) ed il modello di *distribuzione statistica log-normale* per la distribuzione di c' , C_u , E_{ed} e degli altri parametri.

6.2 Prova penetrometrica dinamica super-pesante DPSH

Nelle prove penetrometriche dinamiche DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) si conteggia il numero di colpi necessari per far avanzare nel terreno un sistema aste/punta conica di 20 cm.

Il parametro principale che si ottiene è la resistenza dinamica di rottura (R_d), legato al grado di addensamento nei litotipi granulari e alla consistenza in quelli coesivi. La R_d si ricava tramite la formula degli olandesi

$$\text{in cui:} \quad R_d = M^2 h / A e (M + n P) \quad (2)$$

M (peso del maglio) = 63.5 kg;

h (altezza di caduta del maglio) = 75 cm;

A (area della punta conica) = 20 cm²;

e = 20 / N;

N = numero di colpi per avanzamento di 20 cm;

n = numero di aste infisse alla profondità di calcolo;

P (peso della singola asta) = 6.3 kg.

Per correlazione con i risultati delle prove SPT (Standard Penetration Test), da una prova DPSH si possono estrapolare alcuni parametri geotecnici. Nel caso di un penetrometro per prove DPSH viene comunemente accettato un fattore di conversione pari a 1.5, ovvero

$$N_{SPT} = 1,5 N_{DPSH} \quad (3)$$

Una volta ottenuto il valore corrispondente di N_{SPT} si possono ricavare diversi parametri geotecnici con il seguente procedimento:

Correzione del valore misurato utilizzando un fattore di riduzione (Liao e Whitman, 1986) che tiene conto del carico litostatico, un esempio è riportato in tabella 10:

$$\begin{aligned} N_{SPT} &= 9 \\ G &= 2,0 \text{ t/mc} \\ H &= 18 \text{ m} \\ N1 &= 5 \end{aligned}$$

Tabella 10: Calcolo N_{SPT} corretto secondo Liao e Whitman (1986)

Calcolo del valore caratteristico di N_{SPT} corretto, utilizzando i riferimenti teorici illustrati nell'allegato "Definizione dei parametri geotecnici caratteristici" a pagina 22;

Calcolo dei parametri geotecnici *caratteristici* utilizzando il *valore caratteristico* di N_{SPT} ; si possono ricavare:

- l'angolo di attrito interno o la coesione non drenata C_u , per materiali coesivi, secondo lo schema riportato in tabella 11:

Parametri geotecnici dei terreni coerenti			
Stato di consistenza	Numero dei colpi	Indice di consistenza	Coesione non drenata
	N_{SPT}	I_c	C_u
Molto soffice	<2	Circa 0	<0.1
Soffice	2-4	0-0.25	0.1-0.25
Plastico	4-8	0.25-0.5	0.25-0.5
Compatto	8-15	0.5-0.75	0.5-1.0
Molto compatto	15-30	0.75-1.0	1.0-2.0
Estremamente compatto	>30	>1.0	>2.0
Parametri geotecnici dei terreni incoerenti			
Stato di addensamento	Numero dei colpi	Densità relativa	Angolo di attrito
	N_{SPT}	D_r	ϕ'
Molto sciolto	<4	<0.2	<30°
Sciolto	4-10	0.2-0.4	30°-35°
Medio	10-30	0.4-0.6	35°-40°
Denso	30-50	0.6-0.8	40°-45°
Molto denso	>50	>0.8	>45°

Fonte: F.Cestari, 1986

Tabella 11: Parametri geotecnici da prove SPT

Nei materiali coesivi il *modulo Edometrico* (E_d) può essere calcolato utilizzando la formula proposta da Shioi e Fukui valida per argille a media plasticità:

$$E_d = 5 \times N_{SPT} \quad (4)$$

Nei materiali granulari il *modulo Edometrico* viene ricavato dalla formula di *Menzebach e Malcev*, valida per le sabbie in genere. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{SPT} ad una diminuzione di E_d con la profondità.

E_d Kg/cm ²	Litologia
3.54 $N_{spt} + 38$	Sabbia fine
4.46 $N_{spt} + 38$	Sabbia media
10.46 $N_{spt} + 38$	Sabbia + ghiaia
11.84 $N_{spt} + 38$	Sabbia Ghiaiosa

Tabella 12: Formule di Menzebach e Malcev per la determinazione del modulo edometrico in terreni sabbiosi

7 RAPPORTI D'INDAGINE

- GEO-LAND S.A.S.
 - PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)
 - INDAGINE SISMICA IN ONDE DI SUPERFICIE (MASW)

REGIONE
ABRUZZO

PROVINCIA
L'AQUILA

COMUNE
CARSOLI

COMMITTENTE

Di Carlo Franco srl

OGGETTO

Indagini per realizzazione di un nuovo impianto di bitumi

ELABORATO

Report delle indagini geotecniche e geofisiche



Progetto 05_2023
Revisione 0
File G01_R0_Carsoli (AQ)

DATA
Gennaio, 2023

Geo-Land sas
Via Tirino, 82 – 65129 PESCARA
Tel 3395462037 - e-mail paluccidomenico@gmail.com, geolandsas@libero.it



INDICE

1. PREMESSA
2. INDAGINI ESEGUITE
3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA
4. INDAGINE GEOTECNICA
 - 4.1 Prove penetrometriche dinamiche
5. INDAGINE GEOFISICA
 - 5.1 Sismica Masw

ALLEGATI

- Ubicazione indagini
- Prove penetrometriche dinamiche
 - Tabulati
 - Grafici
- Prospezione geofisica Masw
 - Acquisizioni
 - Elaborazioni
 - Profilo sismostratigrafico



1. PREMESSA

Il rapporto di indagine illustra le modalità e metodologia di esecuzione di una indagine geotecnica e geofisica eseguita nel Comune di Carsoli (AQ), nell'ambito degli interventi per la realizzazione di un nuovo impianto di bitumi. Nell'indagine sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche e masw attiva. La presente relazione rappresenta un rapporto tecnico sulle indagini effettuate e costituisce un elaborato specialistico di descrizione delle indagini e dei dati acquisiti.

2. INDAGINI ESEGUITE

In relazione al programma d'indagine concordato direttamente con la Direzione Lavori e alla logistica dei luoghi sono state eseguite le seguenti indagini:

Indagine geotecnica

Prove penetrometriche dinamiche

Codice prova	Profondità m
DPSH 1	10.2
DPSH 2	10.2
DPSH 3	10.2

Indagine geofisica

Masw

Codice prova	Geofoni	Lunghezza m
M 1	24	57.5

3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per le prove penetrometriche dinamiche è stato utilizzato un penetrometro super pesante della società PAGANI di Calendasco (PC), modello TG 63-200 EML.C., con le seguenti caratteristiche:

Attrezzatura per prova penetrometrica

Marca Pagani
Modello TG 63-200
Classificazione ISSMFE
DPSH Super Heavy
Peso massa 63.50 kg
Altezza caduta libera 0.75 m
Diametro punta conica 50.50 mm
Area base punta 20.00 cmq
Angolo di apertura punta 90°



Postazione prova
DPSH1



Postazione prova
DPSH2



Postazione prova
DPSH3



Per l'esecuzione delle misure sismiche sperimentali è stata utilizzata la seguente strumentazione ed attrezzatura:

Strumentazione sismica

Sismografo PASI MODELLO 16SG24

Supporto di memorizzazione: Hard-Disk da 40 Gb

Risoluzione di acquisizione: 24 bit con sovra campionamento e post-processing

Formato dati acquisiti: SEG-2

24 Geofoni verticali con frequenza 4.5 Hz

1 Cavo di collegamento per geofoni

1 Energizzatore costituito da massa battente 10 Kg piastra, traversina legno



Linea sismica
M1

4. INDAGINE GEOTECNICA

4.1 Prove penetrometriche dinamiche

Le prove penetrometriche sono state effettuate seguendo le procedure ISSMFE – UNI ENV 1997-3 2002 per le prove DPSH. Ciascuna prova penetrometrica dinamica è stata condotta con l'infissione di una punta d'acciaio nel terreno mediante aste sollecitate in testa da un maglio di 63,5 Kg, in caduta libera da un'altezza di 0,75 m e con frequenza standard. Nel corso dell'avanzamento si sono registrati il numero di colpi per avanzamento di 20 cm della punta ottenendo un profilo continuo di resistenza.

Dai dati rilevati da ciascuna prova penetrometrica, utilizzando la formula dinamica degli "Olandesi" si è calcolata la resistenza a rottura R_d (chiamata anche R_{pd}) dinamica della punta nelle prove DPSH, mettendo in relazione, energetica della massa del maglio, la sua altezza di caduta, l'area della punta, l'avanzamento e il peso delle aste. La "Formula Olandese" ha permesso di valutare la resistenza dinamica alla punta (R_{pd}), funzione del numero di colpi N , secondo la relazione di seguito riportata:

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

Dove:

R_{pd} = resistenza dinamica punta (Area A)

e = infissione per colpo = δ/N

M = peso massa battente (altezza caduta H)

P = peso totale aste e sistema battuta

In base ai risultati della prova è stata effettuata la suddivisione dell'andamento verticale del terreno investigato, in intervalli caratteristici; ovvero strati con omogenee resistenze geomeccaniche, definiti in base ai corrispondenti intervalli del numero di colpi per avanzamento della punta. I valori della prova, sono stati correlati con le prove SPT (attraverso il coefficiente teorico di energia β_t pari a 1.521) da cui si ricavano, sulla base della ampia produzione bibliografica esistente, i parametri dei terreni.



5. INDAGINE GEOFISICA

5.1 Sismica Masw attiva

Il metodo MASW (*Multichannel Acquisition Surf Wave*) ha come obiettivo quello di ricostruire il profilo sismostratigrafico di un sito, valutando in particolare la distribuzione della velocità delle onde "S" sia per la ricostruzione tomografica del profilo del sottosuolo che per la definizione *in situ* della Vs30. Il metodo MASW prevede, per ogni verticale di indagine, la costruzione di una curva di dispersione per le onde di superficie, attraverso l'elaborazione di un'immagine di dispersione derivata dall'analisi della propagazione delle onde di Rayleigh. La tecnica di prospezione MASW utilizza quindi un'immagine rappresentativa delle frequenze delle onde superficiali, espressa in funzione della velocità di fase delle stesse. Nell'immagine di dispersione (*Over Tone Image*) viene inoltre enfatizzata cromaticamente l'ampiezza delle vibrazioni evidenziando così le aree corrispondenti al miglior rapporto segnale/disturbo. Una volta individuata la sequenza di frequenze e velocità di fase corrispondenti alla più probabile distribuzione della dispersione nel sottosuolo esaminato (analisi della curva di dispersione) si procede alla ricostruzione delle stratigrafia rappresentativa della distribuzione delle velocità delle onde S tramite l'utilizzo di un algoritmo di inversione.

La tecnica di prospezione MASW può essere così schematizzata:

1. acquisizione delle onde superficiali;
2. costruzione delle curve di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Metodologia del rilievo

Il rilievo sismico è consistito nell'acquisizione di un profilo sismico nell'area del progetto. Successivamente al tracciamento dell'allineamento sismico, sono stati ancorati i geofoni al terreno e sono state effettuati gli scoppi; considerate le distanze di energizzazione e la logistica dei luoghi, è stato utilizzato come generatore di onde di compressionali, un martello di 10 kg e una piastra.

Nello specifico le principali dell'array di indagine sono state le seguenti:

Linea sismica	Geofoni		Shot
	n.	spaziatura (m)	
		n.	geometria
M 1	24	2.5	2 esterni ad una distanza di 5.0 m dal 1° e dal 24° geofono

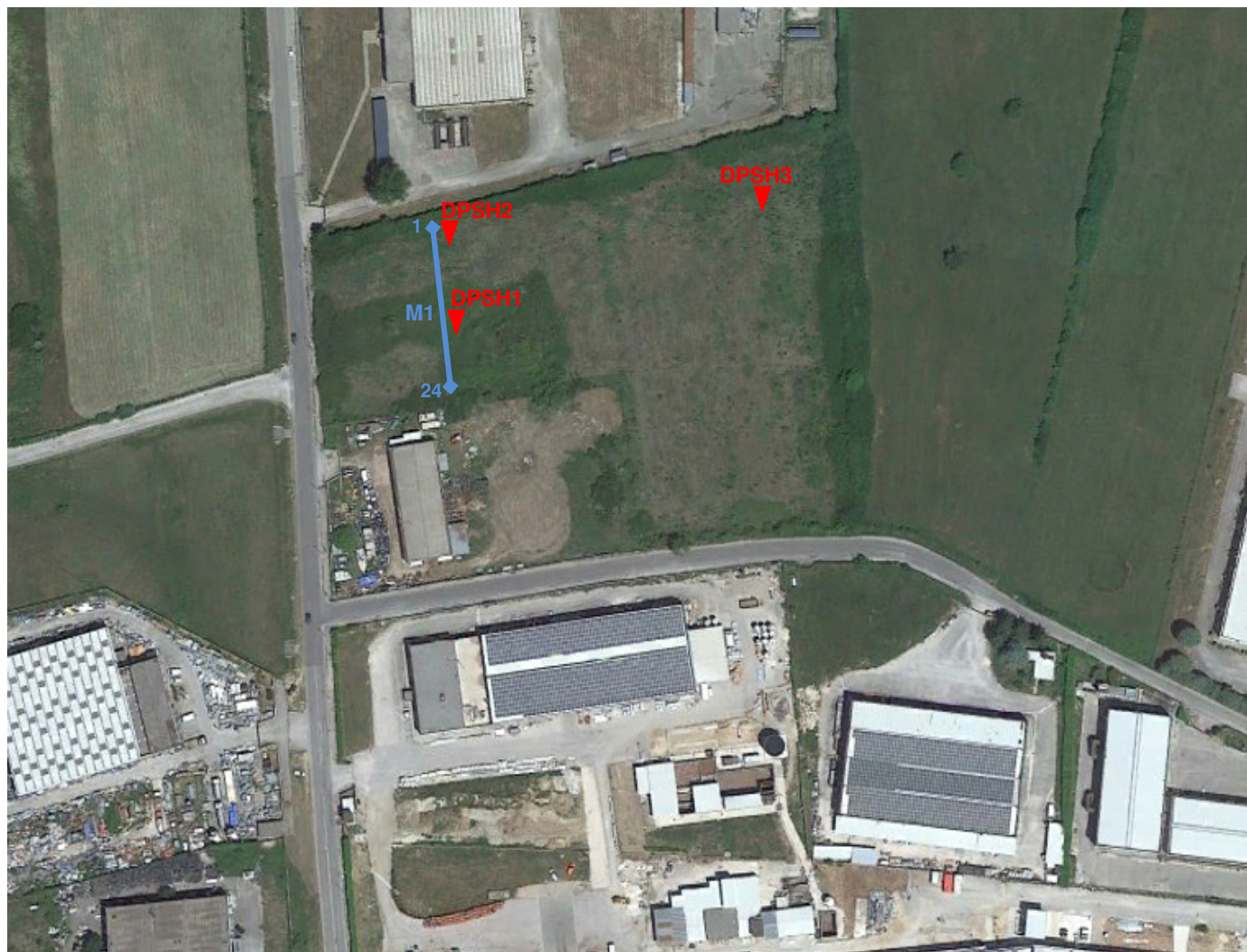
Gli impulsi sismici ricevuti dai geofoni posizionati sulla superficie topografica sono stati acquisiti utilizzando il sismografo con registrazione simultanea, tramite il quale, dopo amplificazione, conversione analogico-digitale e filtraggio, sono stati registrati nell'hard disk di cui il sismografo stesso è dotato. Eseguito il posizionamento dei geofoni sul terreno, collegati questi tramite morsetti bipolari ai cavi elettrici e questi ultimi al sismografo, sono stati realizzati alcuni *shots* di prova allo scopo di tarare i parametri di acquisizione del sismografo in termini di determinazione del livello del rumore di fondo ed impostazione delle amplificazioni dei canali di registrazione. Effettuata la taratura della strumentazione, si è proceduto all'acquisizione sismica effettuando l'energizzazione. L'istante di tempo zero, ovvero il segnale d'inizio registrazione, è inviato allo strumento da uno *shock-sensor (hammer switch)* posto direttamente sul martello (*trigger*).

Pescara, Gennaio 2023



ALLEGATI

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

INDAGINE GEOTECNICA

DPSH ▼ Prova penetrometrica dinamica

INDAGINI GEOFISICHE

M 1 ↔ 24 Linea sismica Masw



GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino, 82 65129 PESCARA
tel/fax 08567589 3395462037
geolandsas@libero.it geo-land@pec.it

foglio 1 di 4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DATI DELLA PROVA

Committente: **Di Carlo Franco srl**

Opera: **Indagini per realizzazione nuovo impianto bitumi**

Località: **Carsoli (AQ)**

Codice prova

DPSH 1

DATI PROVA

NORMATIVA DI RIFERIMENTO :	ISSMFE (1988) - UNI ENV 1997-3 2002
DATA ESECUZIONE :	25/01/2023
QUOTA INIZIO PROVA :	Piano campagna
PREFORO :	0,00 m
PRESENZA ACQUA SOTTERRANEA :	1,80 m
PROFONDITA' PROVA :	10,20 m
OPERATORI :	dott. geol. D. Palucci

PENETROMETRO UTILIZZATO

PENETROMETRO DINAMICO SUPER PESANTE	COSTRUTTORE : Pagani Geotechnical Equipment
CLASSIFICAZIONE ISSMFE (1988) - M >60 kg - DPSH Super Heavy	MODELLO : TG 63/200 N

CARATTERISTICHE TECNICHE

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg	LUNGHEZZA ASTE	La = 1,00 m
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m	PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PESO SISTEMA BATTITURA	Ms = 30,00 kg	PROF. GIUNZIONE 1^ ASTA	P1 = 0,80 m
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm	AVANZAMENTO PUNTA	δ = 0,20 m
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²	NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20)
ANGOLO DI APERTURA PUNTA	α = 90°	RIVESTIMENTO/FANGHI	NO

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO
COEFF. TEORICO DI ENERGIA

$$Q = (MH)/(A\delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2 \text{ (prova SPT : } Q_{spt}=7,83 \text{ kg/cm}^2)$$
$$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521 \quad (N_{spt} = \beta_t N)$$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA

$$R_{pd} \text{ (Formula Olandese)} \quad R_{pd} = M^2 H / (Ae(M+P)) = M^2 H N / A\delta (M+P)$$

A = area
M = peso massa battente (altezza caduta H)
e = infissione per colpo = δ/N
P = peso totale aste e sistema battuta

NOTE



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

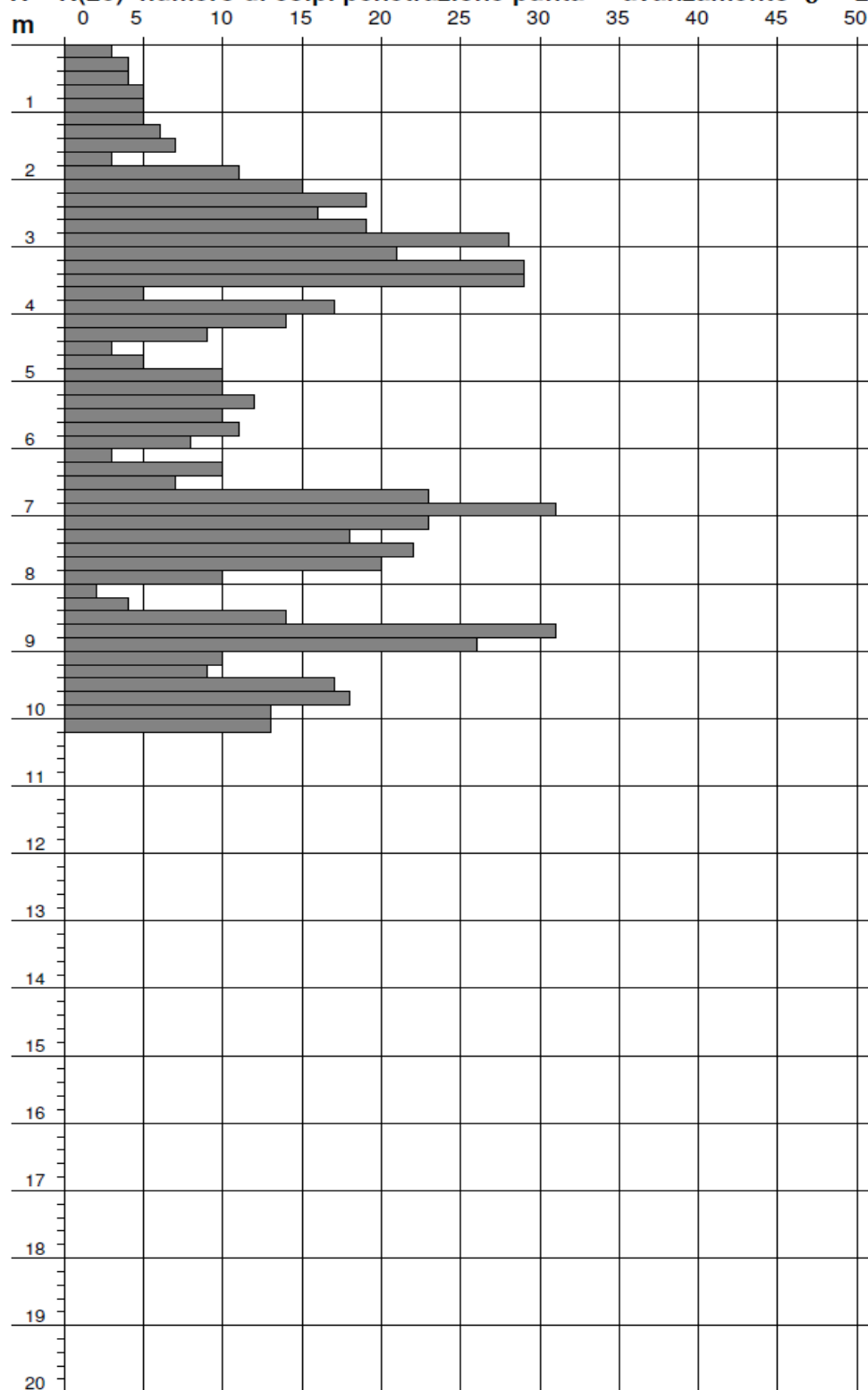
Codice prova **DPSH 1**

Profondità m	N colpi punta	Rpd kg/cm ²	N colpi rivestimento	asta	Profondità m	N colpi punta	Rpd kg/cm ²	N colpi rivestimento	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	---	1	5,20 - 5,40	12	64,1	---	7
0,20 - 0,40	4	29,8	---	2	5,40 - 5,60	10	53,4	---	7
0,40 - 0,60	4	29,8	---	2	5,60 - 5,80	11	58,8	---	7
0,60 - 0,80	5	37,2	---	2	5,80 - 6,00	8	40,5	---	7
0,80 - 1,00	5	34,5	---	2	6,00 - 6,20	3	15,2	---	7
1,00 - 1,20	5	34,5	---	2	6,20 - 6,40	10	50,6	---	8
1,20 - 1,40	6	41,4	---	3	6,40 - 6,60	7	35,4	---	8
1,40 - 1,60	7	48,3	---	3	6,60 - 6,80	23	116,3	---	8
1,60 - 1,80	3	20,7	---	3	6,80 - 7,00	31	148,8	---	8
1,80 - 2,00	11	70,8	---	3	7,00 - 7,20	23	110,4	---	8
2,00 - 2,20	15	96,5	---	3	7,20 - 7,40	28	134,4	---	9
2,20 - 2,40	19	122,3	---	4	7,40 - 7,60	22	105,6	---	9
2,40 - 2,60	16	103,0	---	4	7,60 - 7,80	20	96,0	---	9
2,60 - 2,80	1	6,4	---	4	7,80 - 8,00	10	45,7	---	9
2,80 - 3,00	28	168,7	---	4	8,00 - 8,20	2	9,1	---	9
3,00 - 3,20	21	126,5	---	4	8,20 - 8,40	4	18,3	---	10
3,20 - 3,40	29	174,7	---	5	8,40 - 8,60	14	64,0	---	10
3,40 - 3,60	29	174,7	---	5	8,60 - 8,80	31	141,6	---	10
3,60 - 3,80	5	30,1	---	5	8,80 - 9,00	26	113,3	---	10
3,80 - 4,00	17	96,3	---	5	9,00 - 9,20	10	43,6	---	10
4,00 - 4,20	14	79,3	---	5	9,20 - 9,40	9	39,2	---	11
4,20 - 4,40	9	51,0	---	6	9,40 - 9,60	17	74,1	---	11
4,40 - 4,60	3	17,0	---	6	9,60 - 9,80	18	78,4	---	11
4,60 - 4,80	5	28,3	---	6	9,80 - 10,00	13	54,2	---	11
4,80 - 5,00	10	53,4	---	6	10,00 - 10,20	13	54,2	---	11
5,00 - 5,20	10	53,4	---	6					



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA NUMERO DI COLPI

Codice prova **DPSH 1****N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$** 

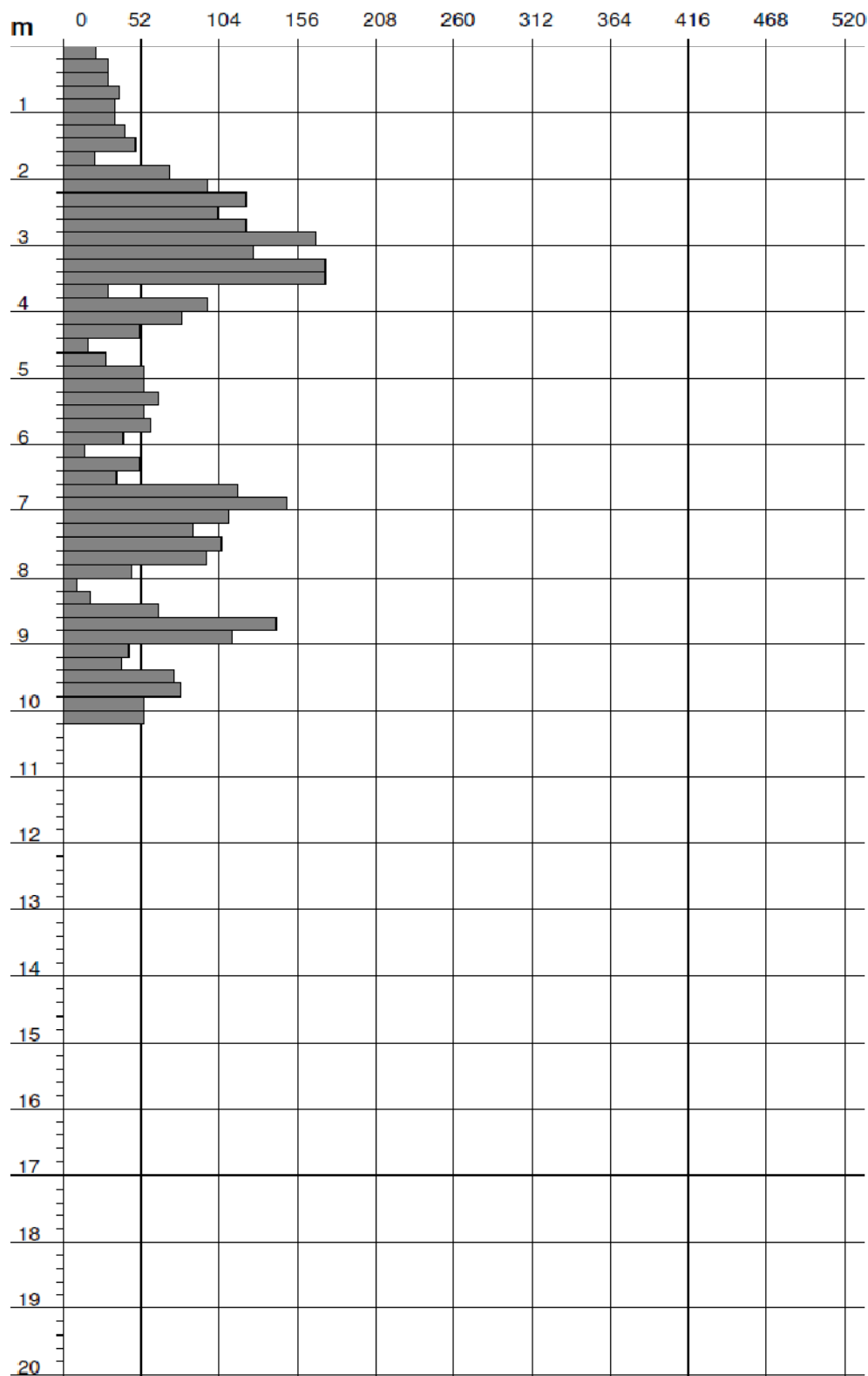


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Codice prova **DPSH 1**

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"





GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino, 82 65129 PESCARA
tel/fax 08567589 3395462037
geolandsas@libero.it geo-land@pec.it

foglio 1 di 4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DATI DELLA PROVA

Committente: **Di Carlo Franco srl**

Opera: **Indagini per realizzazione nuovo impianto bitumi**

Località: **Carsoli (AQ)**

Codice prova

DPSH 2

DATI PROVA

NORMATIVA DI RIFERIMENTO :	ISSMFE (1988) - UNI ENV 1997-3 2002
DATA ESECUZIONE :	25/01/2023
QUOTA INIZIO PROVA :	Piano campagna
PREFORO :	0,00 m
PRESENZA ACQUA SOTTERRANEA :	2,00 m
PROFONDITA' PROVA :	10,20 m
OPERATORI :	dott. geol. D. Palucci

PENETROMETRO UTILIZZATO

PENETROMETRO DINAMICO SUPER PESANTE	COSTRUTTORE : Pagani Geotechnical Equipment
CLASSIFICAZIONE ISSMFE (1988) - M >60 kg - DPSH Super Heavy	MODELLO : TG 63/200 N

CARATTERISTICHE TECNICHE

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg	LUNGHEZZA ASTE	La = 1,00 m
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m	PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PESO SISTEMA BATTITURA	Ms = 30,00 kg	PROF. GIUNZIONE 1^ ASTA	P1 = 0,80 m
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm	AVANZAMENTO PUNTA	δ = 0,20 m
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²	NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20)
ANGOLO DI APERTURA PUNTA	α = 90°	RIVESTIMENTO/FANGHI	NO

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO	$Q = (MH)/(A\delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt}=7,83 \text{ kg/cm}^2$)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ ($N_{spt} = \beta_t N$)

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA	R_{pd} (Formula Olandese) $R_{pd} = M^2H / (Ae(M+P)) = M^2HN / A\delta (M+P)$
A = area	M = peso massa battente (altezza caduta H)
e = infissione per colpo = δ/N	P = peso totale aste e sistema battuta

NOTE

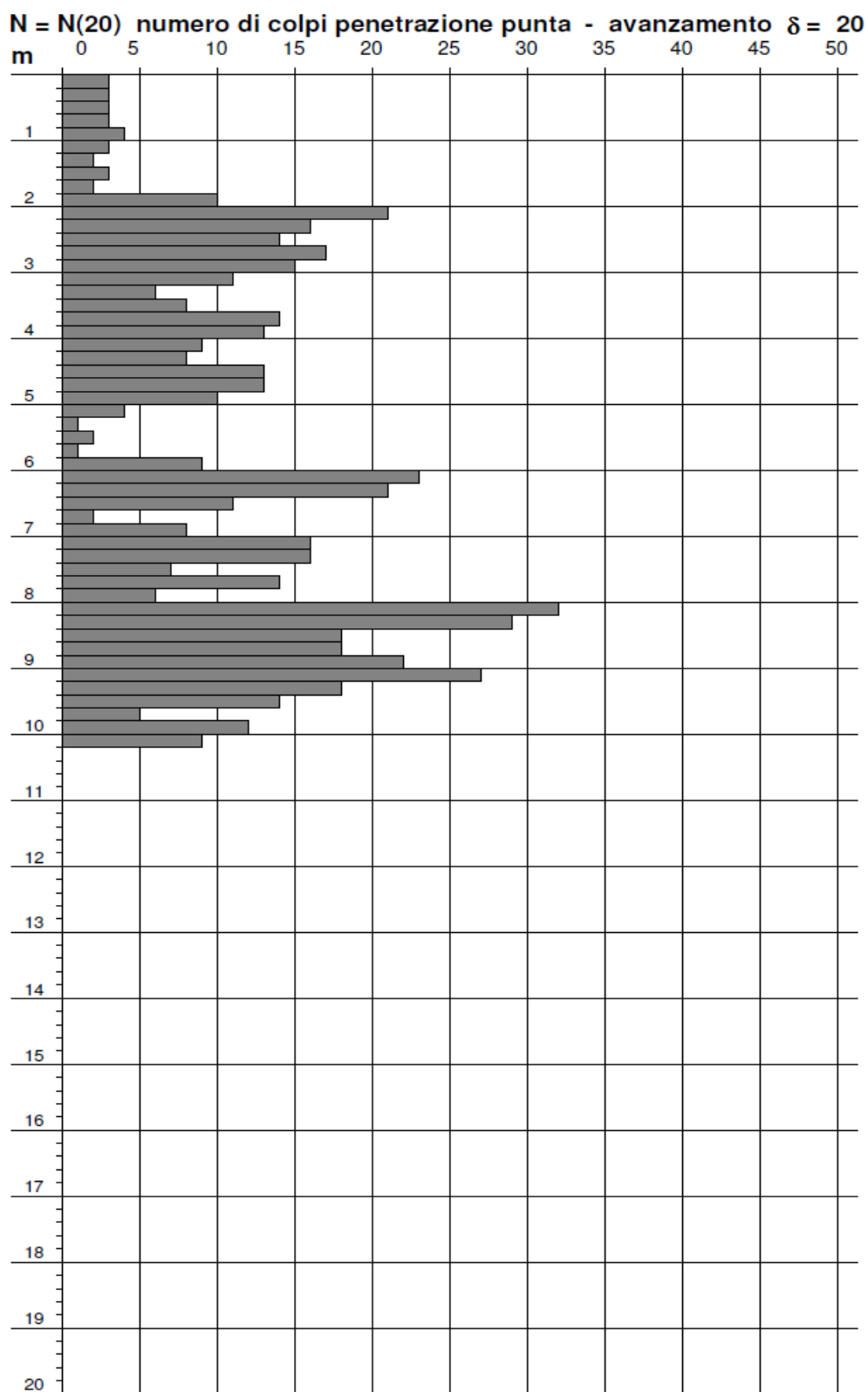
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA****TABELLE VALORI DI RESISTENZA**Codice prova **DPSH 2**

Profondità m	N colpi punta	Rpd kg/cm ²	N colpi rivestimento	asta	Profondità m	N colpi punta	Rpd kg/cm ²	N colpi rivestimento	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	---	1	5,20 - 5,40	1	5,3	---	7
0,20 - 0,40	3	22,3	---	2	5,40 - 5,60	2	10,7	---	7
0,40 - 0,60	3	22,3	---	2	5,60 - 5,80	1	5,3	---	7
0,60 - 0,80	3	22,3	---	2	5,80 - 6,00	9	45,5	---	7
0,80 - 1,00	4	27,6	---	2	6,00 - 6,20	23	116,3	---	7
1,00 - 1,20	3	20,7	---	2	6,20 - 6,40	21	106,2	---	8
1,20 - 1,40	2	13,8	---	3	6,40 - 6,60	11	55,6	---	8
1,40 - 1,60	3	20,7	---	3	6,60 - 6,80	2	10,1	---	8
1,60 - 1,80	2	13,8	---	3	6,80 - 7,00	8	38,4	---	8
1,80 - 2,00	10	64,3	---	3	7,00 - 7,20	16	76,8	---	8
2,00 - 2,20	21	135,1	---	3	7,20 - 7,40	16	76,8	---	9
2,20 - 2,40	16	103,0	---	4	7,40 - 7,60	7	33,6	---	9
2,40 - 2,60	14	90,1	---	4	7,60 - 7,80	14	67,2	---	9
2,60 - 2,80	17	109,4	---	4	7,80 - 8,00	6	27,4	---	9
2,80 - 3,00	15	90,4	---	4	8,00 - 8,20	32	146,2	---	9
3,00 - 3,20	11	66,3	---	4	8,20 - 8,40	29	132,5	---	10
3,20 - 3,40	6	36,1	---	5	8,40 - 8,60	18	82,2	---	10
3,40 - 3,60	8	48,2	---	5	8,60 - 8,80	18	82,2	---	10
3,60 - 3,80	14	84,3	---	5	8,80 - 9,00	22	95,9	---	10
3,80 - 4,00	13	73,6	---	5	9,00 - 9,20	27	117,7	---	10
4,00 - 4,20	9	51,0	---	5	9,20 - 9,40	18	78,4	---	11
4,20 - 4,40	8	45,3	---	6	9,40 - 9,60	14	61,0	---	11
4,40 - 4,60	13	73,6	---	6	9,60 - 9,80	5	21,8	---	11
4,60 - 4,80	13	73,6	---	6	9,80 - 10,00	12	50,0	---	11
4,80 - 5,00	10	53,4	---	6	10,00 - 10,20	9	37,5	---	11
5,00 - 5,20	4	21,4	---	6					



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

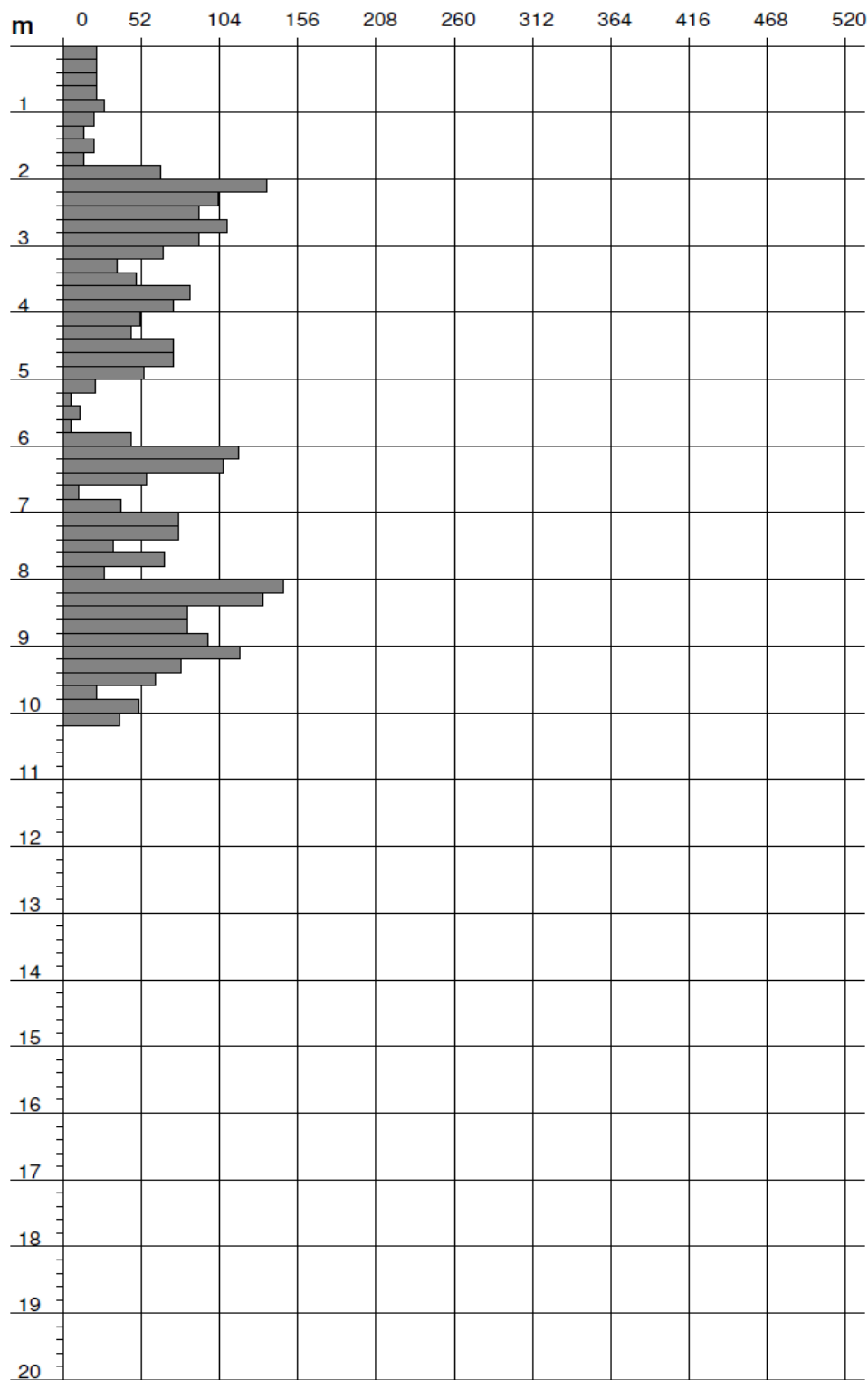
DIAGRAMMA NUMERO DI COLPI

Codice prova **DPSH 2**



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Codice prova **DPSH 2****Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**



GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino, 82 65129 PESCARA
tel/fax 08567589 3395462037
geolandsas@libero.it geo-land@pec.it

foglio 1 di 4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DATI DELLA PROVA

Committente: **Di Carlo Franco srl**

Opera: **Indagini per realizzazione nuovo impianto bitumi**

Località: **Carsoli (AQ)**

Codice prova

DPSH 3

DATI PROVA

NORMATIVA DI RIFERIMENTO :	ISSMFE (1988) - UNI ENV 1997-3 2002
DATA ESECUZIONE :	25/01/2023
QUOTA INIZIO PROVA :	Piano campagna
PREFORO :	0,00 m
PRESENZA ACQUA SOTTERRANEA :	2,80 m
PROFONDITA' PROVA :	10,20 m
OPERATORI :	dott. geol. D. Palucci

PENETROMETRO UTILIZZATO

PENETROMETRO DINAMICO SUPER PESANTE	COSTRUTTORE : Pagani Geotechnical Equipment
CLASSIFICAZIONE ISSMFE (1988) - M >60 kg - DPSH Super Heavy	MODELLO : TG 63/200 N

CARATTERISTICHE TECNICHE

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg	LUNGHEZZA ASTE	La = 1,00 m
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m	PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PESO SISTEMA BATTITURA	Ms = 30,00 kg	PROF. GIUNZIONE 1^ ASTA	P1 = 0,80 m
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm	AVANZAMENTO PUNTA	δ = 0,20 m
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²	NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20)
ANGOLO DI APERTURA PUNTA	α = 90°	RIVESTIMENTO/FANGHI	NO

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO
COEFF. TEORICO DI ENERGIA

$$Q = (MH)/(A\delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2 \text{ (prova SPT : } Q_{spt}=7,83 \text{ kg/cm}^2)$$
$$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521 \quad (N_{spt} = \beta_t N)$$

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA

$$R_{pd} \text{ (Formula Olandese)} \quad R_{pd} = M^2 H / (Ae(M+P)) = M^2 H N / A\delta (M+P)$$

A = area
M = peso massa battente (altezza caduta H)
e = infissione per colpo = δ/N
P = peso totale aste e sistema battuta

NOTE

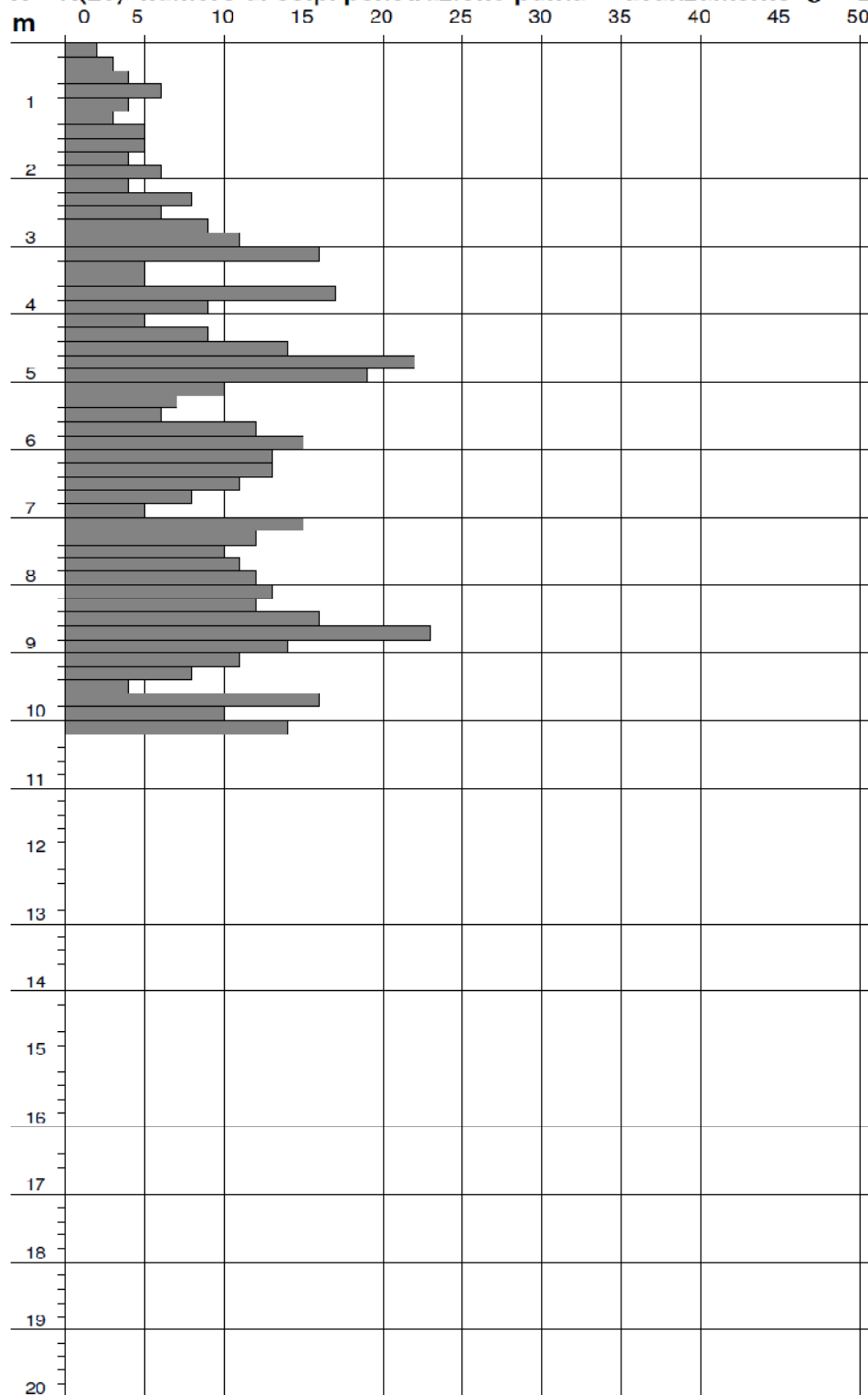
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA****TABELLE VALORI DI RESISTENZA**Codice prova **DPSH 3**

Profondità m	N colpi punta	Rpd kg/cm ²	N colpi rivestimento	asta	Profondità m	N colpi punta	Rpd kg/cm ²	N colpi rivestimento	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	---	1	5,20 - 5,40	7	37,4	---	7
0,20 - 0,40	3	22,3	---	2	5,40 - 5,60	6	32,1	---	7
0,40 - 0,60	4	29,8	---	2	5,60 - 5,80	12	64,1	---	7
0,60 - 0,80	6	44,7	---	2	5,80 - 6,00	15	75,9	---	7
0,80 - 1,00	4	27,6	---	2	6,00 - 6,20	13	65,7	---	7
1,00 - 1,20	3	20,7	---	2	6,20 - 6,40	13	65,7	---	8
1,20 - 1,40	5	34,5	---	3	6,40 - 6,60	11	55,6	---	8
1,40 - 1,60	5	34,5	---	3	6,60 - 6,80	8	40,5	---	8
1,60 - 1,80	4	27,6	---	3	6,80 - 7,00	5	24,0	---	8
1,80 - 2,00	6	38,6	---	3	7,00 - 7,20	15	72,0	---	8
2,00 - 2,20	4	25,7	---	3	7,20 - 7,40	12	57,6	---	9
2,20 - 2,40	8	51,5	---	4	7,40 - 7,60	10	48,0	---	9
2,40 - 2,60	6	38,6	---	4	7,60 - 7,80	11	52,8	---	9
2,60 - 2,80	9	57,9	---	4	7,80 - 8,00	12	54,8	---	9
2,80 - 3,00	11	66,3	---	4	8,00 - 8,20	13	59,4	---	9
3,00 - 3,20	16	96,4	---	4	8,20 - 8,40	12	54,8	---	10
3,20 - 3,40	5	30,1	---	5	8,40 - 8,60	16	73,1	---	10
3,40 - 3,60	5	30,1	---	5	8,60 - 8,80	23	105,1	---	10
3,60 - 3,80	17	102,4	---	5	8,80 - 9,00	14	61,0	---	10
3,80 - 4,00	9	51,0	---	5	9,00 - 9,20	11	47,9	---	10
4,00 - 4,20	5	28,3	---	5	9,20 - 9,40	8	34,9	---	11
4,20 - 4,40	9	51,0	---	6	9,40 - 9,60	4	17,4	---	11
4,40 - 4,60	14	79,3	---	6	9,60 - 9,80	16	69,7	---	11
4,60 - 4,80	22	124,6	---	6	9,80 - 10,00	10	41,7	---	11
4,80 - 5,00	19	101,5	---	6	10,00 - 10,20	14	58,3	---	11
5,00 - 5,20	10	53,4	---	6					



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

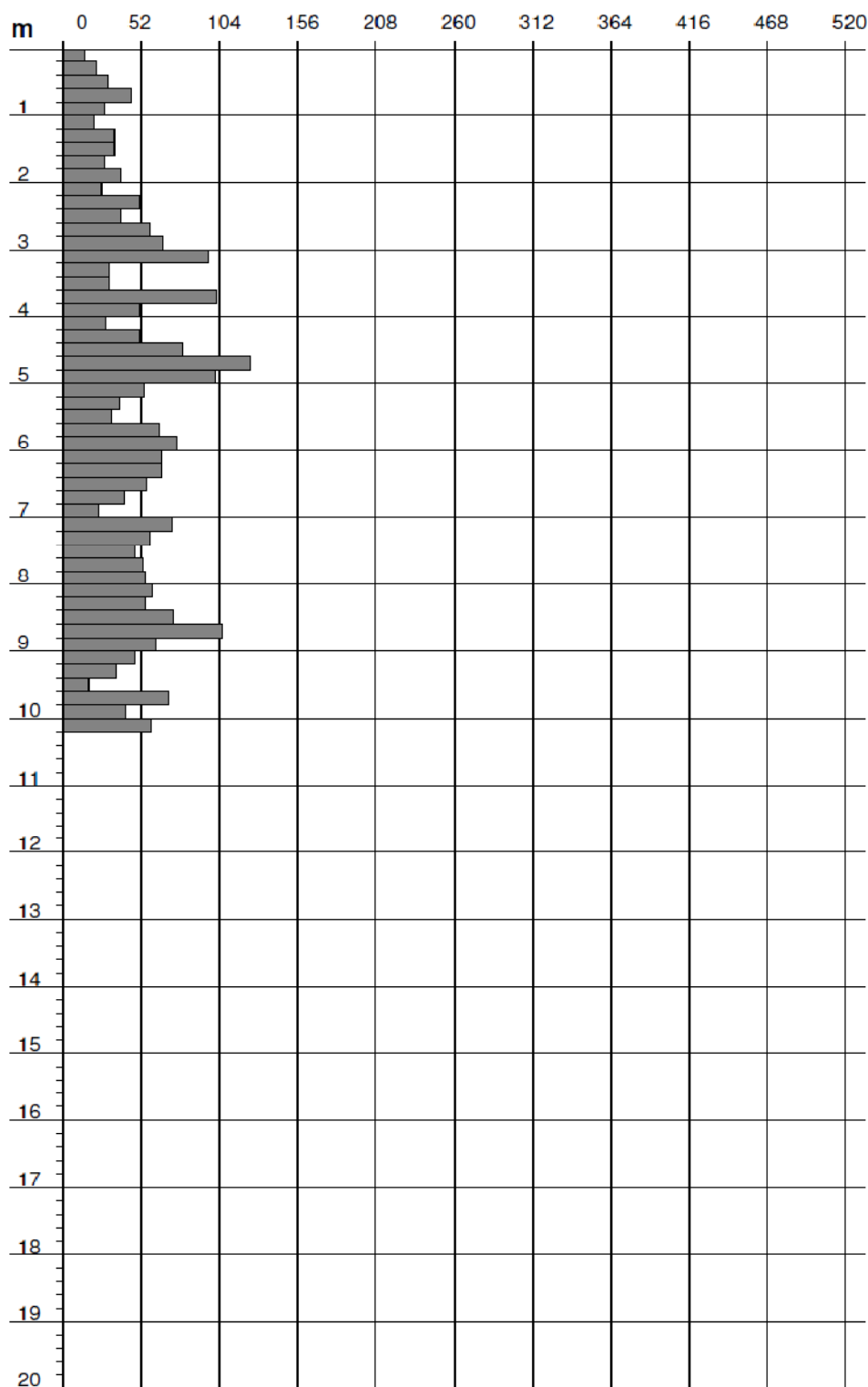
DIAGRAMMA NUMERO DI COLPI

Codice prova **DPSH 3****N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$** 



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Codice prova **DPSH 3****Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**



GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino, 82 65129 PESCARA
tel/fax 08567589 3395462037
geolandsas@libero.it geo-land@pec.it

PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA (MASW)

DATI DELLA PROVA

Committente: **Di Carlo Franco srl**

Opera: **Indagine per realizzazione di un nuovo impianto bitumi**

Località: **Carsoli (AQ)**

Codice prova

M 1

DATI PROVA

DATA ESECUZIONE :	25/01/2023
LUNGHEZZA LINEA :	57,50 m
ENERGIZZAZIONE :	ONDE P
N. GEOFONI :	24 (frequenza 4,5 Hz)
N. SCOPPI :	2
ENERGIZZAZIONE :	Massa battente 10 Kg, piastra
OPERATORI :	dott. G. Smarrelli - dott. geol. V. D'Andrea

SISMOGRAFO UTILIZZATO

SISMOGRAFO PASI

MODELLO : 16SG24

CARATTERISTICHE TECNICHE

SUPPORTO MEMORIZZAZIONE	Hard-Disk da 40 Gb	TRATTAMENTO DATI	Float Point 32 bit
RISOLUZIONE ACQUISIZIONE	24 bit	AMBIENTE OPERATIVO	WindowsXP

NOTE

Il responsabile della sperimentazione
dott. geol. Domenicantonio Palucci



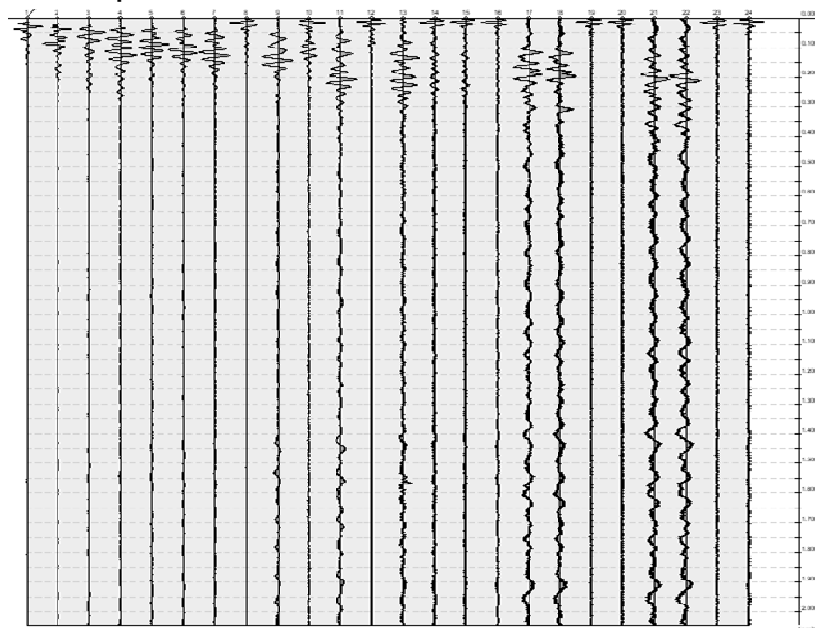
PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA (MASW)

ACQUISIZIONI - INVERSIONE - PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO

Codice prova **M 1**

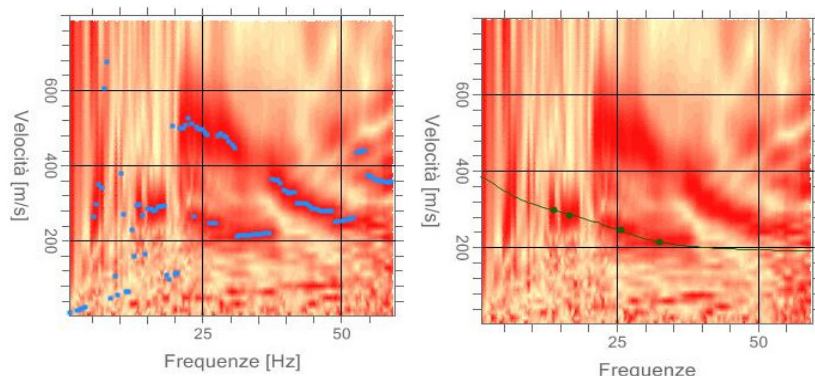
SHOT 1

Tracce acquisizione



Strumento MAE X610-S
Sorgente Martello 10 Kg, piastra alluminio
Frequenza geofoni 4,5 Hz
Spaziatura geofoni 2,50 m
Posizione energizzazione 0,00
Posizione ricevitori 5,00 m
Frequenza campionamento 0,5 msec
Lunghezza registrazione: 2 sec
Stack: n. 2

Spettro velocità inversione

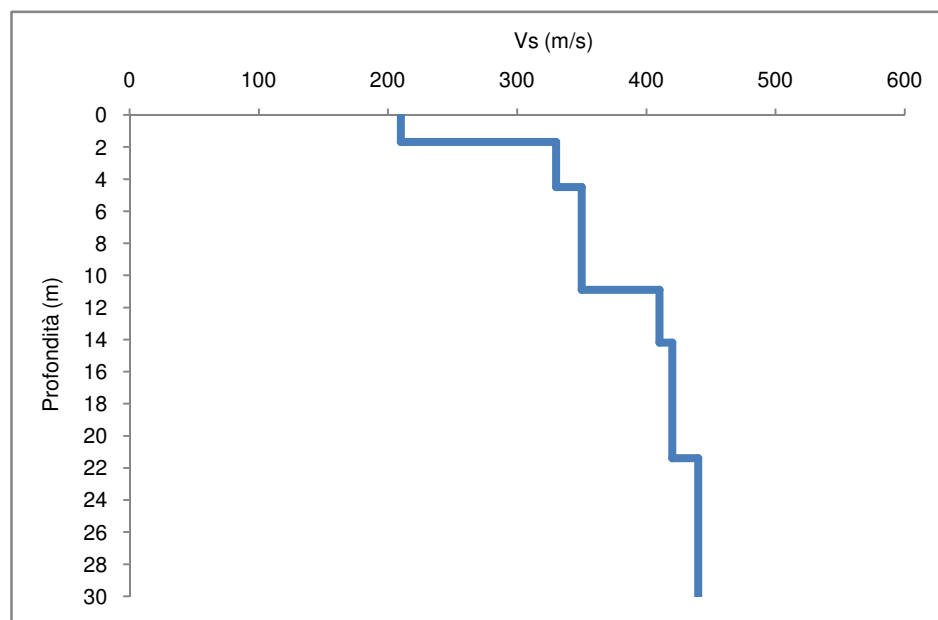


Curva di dispersione

n.	Frequenza	Velocità	Modo
1	13.8	298.8	0
2	16.6	284.0	0
3	25.6	245.7	0
4	32.6	213.3	0

Percentuale di errore 0,005%
Fattore disadattamento soluzione 0,007

Profilo di velocità



Sismostrato	Profondità	Velocità sismica Vs m/s
n	m	
1	1,7	210
2	4,5	330
3	10,9	350
4	14,2	410
5	21,4	420
6	31,5	440



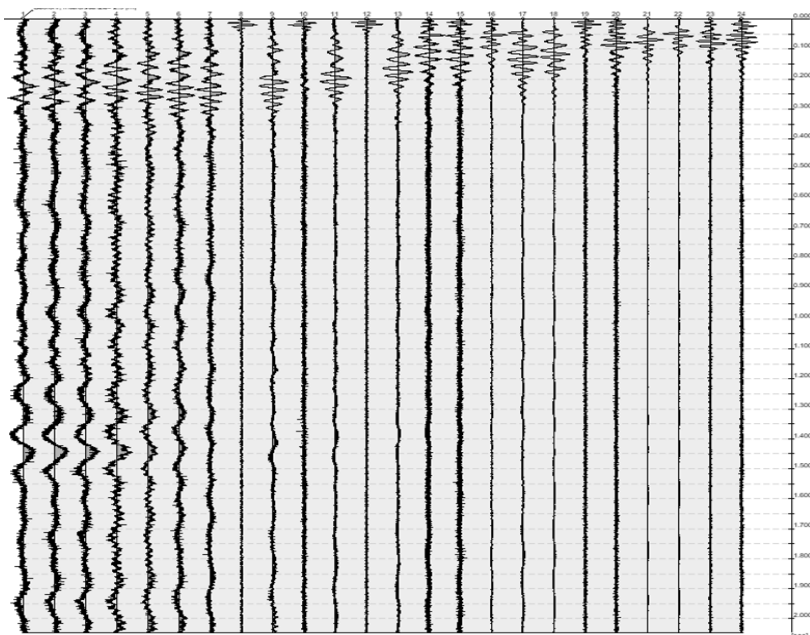
PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA (MASW)

ACQUISIZIONI - INVERSIONE - PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO

Codice prova **M 1**

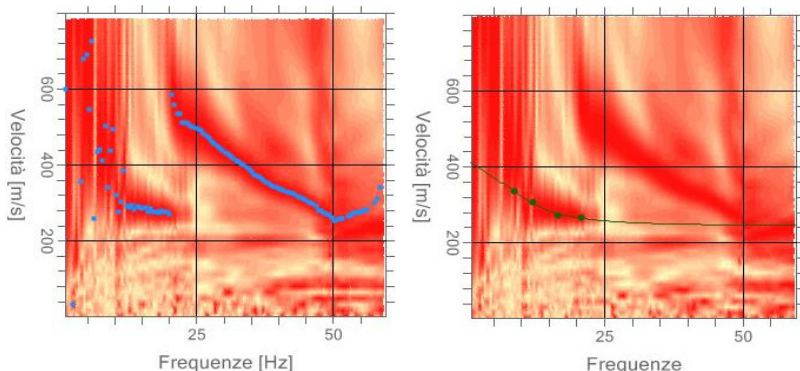
SHOT 2

Tracce acquisizione



Strumento MAE X610-S
Sorgente Martello 10 Kg, piastra alluminio
Frequenza geofoni 4,5 Hz
Spaziatura geofoni 2,50 m
Posizione energizzazione 67,50
Posizione ricevitori 5,00 m
Frequenza campionamento 0,5 msec
Lunghezza registrazione: 2 sec
Stack: n. 2

Spettro velocità inversione

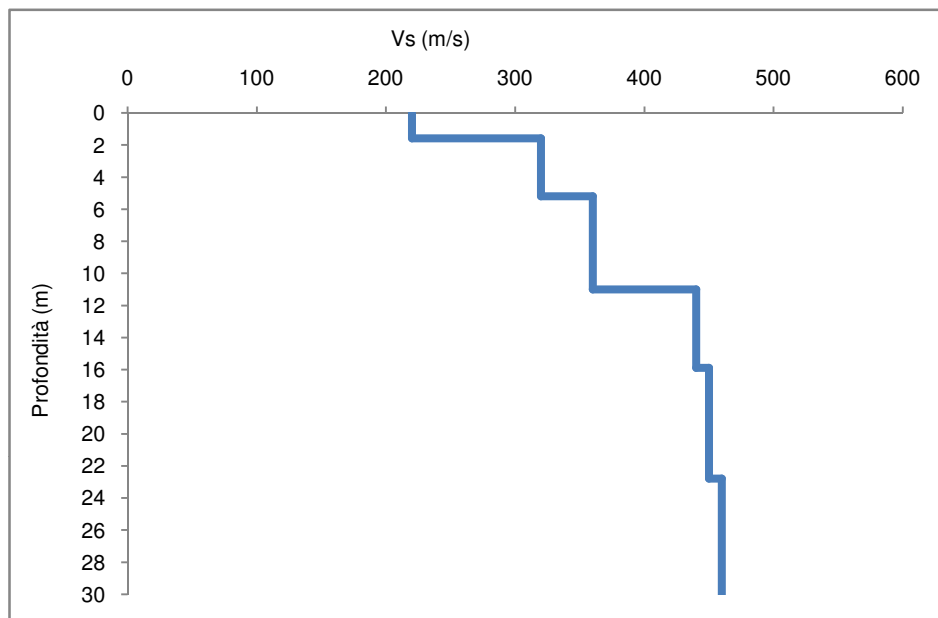


Curva di dispersione

n.	Frequenza	Velocità	Modo
1	8.8	334.2	0
2	12.2	307.6	0
3	16.6	272.2	0
4	20.9	266.4	0

Percentuale di errore 0,016%
Fattore disadattamento soluzione 0,013

Profilo di velocità



Sismostrato	Profondità	Velocità sismica Vs m/s
n	m	
1	1,6	220
2	5,2	320
3	11,0	360
4	15,9	440
5	22,8	450
6	31,7	460

Rapporto di prova n°: **23LA05042**Spettabile :
L.D.Costruzioni s.r.l.
Via Troilo Il Grande, 3
00131 Roma (RM)**Dati del campione**

Identificazione campione: **Terra e rocce da scavo**
Provenienza: **Scavo per movimento terra presso cantiere in Via Dei Caduti sul Lavoro, snc - Foglio 66 particelle 737, 738, 286 e 287 - Zona industriale Località Recocce - Carsoli (AQ)**
Produttore: **L.D.Costruzioni s.r.l.**
Rif.Legge/Autoriz.: **Decreto Legislativo 152/06 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 1 Colonna B**

Dati di campionamento

Punto di prelievo: **Cumulo**
Data prelievo: **18/07/2023**
Data arrivo campione: **18/07/2023**
Data inizio analisi: **18/07/2023** Data fine analisi: **26/07/2023**
Data RdP: **26/07/2023**
Prelevatore: **Committente**

Il campionamento è stato effettuato da Committente pertanto la Ecopoint srl declina ogni responsabilità sulla modalità di campionamento adottata e sulle informazioni fornite in fase di accettazione. Le prove sono eseguite sul campione così come ricevuto.

Risultati prove

Prova Metodo	U.M.	Risultato	L min	L max
COMPOSTI INORGANICI				
Arsenico UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg su s.s.	< 2		50
Cadmio UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg su s.s.	< 0,1		15
Cobalto UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg su s.s.	< 2		250
Cromo UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg su s.s.	7,93		800
(*) Cromo (VI) CNR IRSA 16 Q64 Vol.3 1986	mg/kg su s.s.	< 0,2		15
Nichel UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg su s.s.	< 2		500
Piombo UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg su s.s.	5,48		1000
Rame UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg su s.s.	5,51		600

segue Rapporto di prova n°: **23LA05042**

Prova Metodo	U.M.	Risultato	L min	L max
Zinco <i>UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 11885:2009</i>	mg/kg su s.s.	22,8		1500
(*) Mercurio <i>UNI EN 13656:2021 + UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	mg/kg su s.s.	< 0,1		5
IDROCARBURI				
Idrocarburi pesanti C > 12 <i>UNI CEN ISO/TS 16558-2:2015</i>	mg/kg su s.s.	7,17		750
ALTRE SOSTANZE				
(*) Amianto <i>CNR IRSA App. III Q64 vol. 3 1996</i>	mg/kg su s.s.	< 1000		1000
AROMATICI				
(*) Benzene <i>EPA 5021A:2014 + EPA 8260D:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		2
(*) Toluene <i>EPA 5021A:2014 + EPA 8260D:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		50
(*) Etilbenzene <i>EPA 5021A:2014 + EPA 8260D:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		50
(*) Xileni isomeri <i>EPA 5021A:2014 + EPA 8260D:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		50
POLICICLICI AROMATICI				
(*) Benzo(a)antracene <i>EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Benzo(a)pirene <i>EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Benzo(b)fluorantene <i>EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Benzo(k)fluorantene <i>EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Benzo(g,h,i)perilene <i>EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Crisene <i>EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		50
(*) Dibenzo(a,e)pirene <i>EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018</i>	mg/kg su s.s.	< 0,01		10

segue Rapporto di prova n°: **23LA05042**

Prova Metodo	U.M.	Risultato	L min	L max
(*) Dibenzo(a,i)pirene EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Dibenzo(a,l)pirene EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Dibenzo(a,h)pirene EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Dibenzo(a,h)antracene EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018	mg/kg su s.s.	< 0,01		10
(*) Indeno(1,2,3-cd)pirene EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018	mg/kg su s.s.	< 0,01		5
(*) Pirene EPA 3550C:2007 + EPA 8270E:2018	mg/kg su s.s.	< 0,01		50
(*) Sommatoria (da Benzo(a)antracene a Dibenzo(a,h)pirene) Calcolo	mg/kg su s.s.	< 0,01		100

Legenda:

U.M. (unità di misura);

Note tecniche:

Note tecniche EPA 5021A:2014

Vmetanolo estrazione 10 ml

Peso campione 2.64 g

Note tecniche UNI EN 13656:2021:

- Metodo di separazione: Filtrazione

- Metodo di digestione: Microonde

- Pesata campione: 0.3951 g

- Volume mineralizzato: 100 ml

- Pretrattamento: Essiccazione e frantumazione meccanica

Note tecniche UNI CEN ISO/TS 16558-2:2015:

Residuo Secco 96.4 %

Purificazione Filtrazione su florisil

Estrazione Sonicazione

Note:

(*) = I metodi/prove così contrassegnati, non sono accreditati da Accredia

- I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto ad analisi.

- L'incertezza estesa è calcolata con livello di fiducia al 95% e utilizzando un fattore di copertura k=2.

- Nella dichiarazione di Conformità, il Laboratorio adotta come regola decisionale il confronto diretto del risultato con il limite applicato senza tenere conto dell'incertezza di misura.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

Il campione in esame, relativamente ai parametri determinati secondo il D.P.R. del 13/06/2017 n°120, risulta conforme ai limiti di qualità (C.S.C.) riportati nella Tabella 1, Colonna B, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs 152/06.

segue Rapporto di prova n°: **23LA05042**

Il Responsabile di Laboratorio

Dott. Stefano Gallina
Ordine dei Chimici Lazio Umbria Abruzzo Molise
Iscrizione n° 3517

Il Direttore Tecnico

Ing. Edmondo Metildi
Ordine degli Ingegneri della provincia dell'Aquila
Sezione A - n° 2739

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo l'approvazione scritta del Laboratorio. Il rapporto di prova originale viene fornito digitalmente e firmato con sistema di firma digitale certificata dal responsabile autorizzato (.p7m). Eventuali copie stampate del suddetto documento digitale non hanno validità legale. La data di RdP sopra riportata rappresenta la data di redazione del presente rapporto di prova. La data di emissione del rapporto di prova corrisponde con la data di apposizione della firma digitale.