



Comune di Cerveteri

Città Metropolitana di Roma Capitale

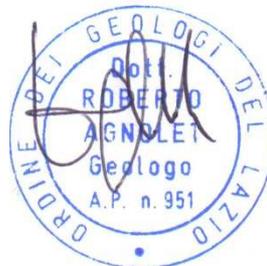
RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Progetto di strutture a servizio di attività di compostaggio e autocompostaggio per la riduzione della frazione organica



Committente: **Comune di Cerveteri**
Area V – Opere Pubbliche Manutenzioni Ambiente
Determina Dirigenziale n.1913 del 13/10/2021

IL GEOLOGO
Dott. Roberto Agnolet



04 Novembre, 2021

INDICE

PREMESSA	pag.	1
1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	pag.	2
2. INDAGINI GEOGNOSTICHE	pag.	3
3. CARATERISTICHE DEL SITO DI PROGETTO	pag.	4
3.1 GEOMORFOLOGIA	pag.	4
3.2 SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA.....	pag.	4
3.3 IDROGEOLOGIA	pag.	4
3.4 ASSETTO GEOLOGICO-TECNICO	pag.	5
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI	pag.	6
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	pag.	13
BIBLIOGRAFIA	pag.	14

CONTENUTI IN RIFERIMENTO ALL. C DEL R. R. 26/2020 E SUCCESSIVE MODIFICHE

- 1) l'indicazione del Livello di Vulnerabilità dell'Opera; **Pag. 1**
- 2) la Carta Geologica **Allegati cartografici**
- 3) le caratteristiche idrogeologiche e l'interazione con la falda idrica; **Pag. 4**
- 4) la categoria di sottosuolo di fondazione e la categoria dell'amplificazione topografica; **Pag. 10-12**
- 5) le sezioni tipo di carattere geologico e sismico (con indicazione dell'opera in progetto); **Allegati cartografici**
- 6) la planimetria ubicativa delle prove, nuove e/o pregresse (Vs30, sondaggi, penetrometriche, ecc.); **Allegati cartografici**
- 7) gli elaborati numerici e grafici di ogni indagine eseguita nuova e/o pregressa chiaramente leggibili a colori; **Allegati cartografici**
- 8) lo stralcio della Cartografia del P.A.I. dell'Autorità di Bacino competente; **Pag. 10**
- 9) lo stralcio del Livello 1 di Microzonazione Sismica validato; **Allegati cartografici**
- 10) la documentazione fotografica, attestante l'esecuzione delle indagini e delle prove; **Allegati cartografici**
- 11) stratigrafia a -30 m e indicazione falda **4-5**
- 12) le conclusioni sulla fattibilità dell'intervento e prescrizioni progettuali. **Pag. 14**

PREMESSA

Il presente documento contiene le risultanze di uno studio geologico-tecnico, supportato da indagini geognostiche e sismiche, finalizzato al **Progetto di strutture a servizio di attività di compostaggio e autocompostaggio per la riduzione della frazione organica - Loc. Aurelia - Cerveteri (RM)**.

Committente: Comune di Cerveteri - Area V – OPERE PUBBLICHE MANUTENZIONI AMBIENTE
Determina Dirigenziale n.1913 del 13/10/2021

Il presente studio, in particolare, riguarda la caratterizzazione geologica dei terreni di fondazione di una tettoia in legno da realizzare per la copertura di compost, di circa 200 mq.

Il sito di progetto ricade nel Comune di Cerveteri – Zona Sismica 3B.

In riferimento alle indicazioni del progettista, la tipologia di progetto ricade in classe d'uso II.

Le indagini eseguite sono ai sensi dell'Allegato C del Regolamento Regionale n° 26 del 26.10.2020 e successive modifiche, considerando la VULNERABILITA' DELL'OPERA BASSA.

INDAGINI ESEGUITE

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH spinte fino alla profondità di 8 m dal piano campagna, ovvero fino ad intercettare il substrato stratigrafico delle argille grigio-azzurre plioceniche, noto avere oltre 50 m di spessore, oltre il volume significativo delle pressioni trasmesse.

Per quanto riguarda l'indagine sismica è stata effettuata n. 1 prospezioni MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che ha consentito di misurare direttamente il parametro VSeq e ricavare la categoria sismica di sottosuolo.

I risultati delle indagini sismiche hanno permesso di ovviare allo studio di RSL in virtù delle evidenti e inconfutabili indicazioni dell'appartenenza del sottosuolo a una delle Categorie di sottosuolo di fondazione indicate in normativa, utilizzando quindi l'approccio semplificato previsto.

Le indagini condotte hanno consentito la ricostruzione stratigrafica del sito di progetto, la definizione della circolazione idrica superficiale e sotterranea; la definizione dei parametri geotecnici caratteristici e dei coefficienti e parametri sismici per la valutazione degli effetti di sito sismoindotti.

Le indagini ed i contenuti sono conformi a quanto indicato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 – D.M. 17.01.2018.

La relazione comprende quanto previsto al § 6.2.1 delle NTC 2018, fornisce il modello geologico-tecnico e sismico dei terreni necessario per le verifiche geotecniche e le considerazioni conclusive relative alla compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare.

Normativa di riferimento:

Norme A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana, 1977).

Norme Tecniche per le Costruzioni - DM 17 gennaio 2018

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame è sita a quota media 12.5 m s.l.m., nella piana che raccorda i rilievi vulcanici ceriti con la fascia costiera e risulta caratterizzata da terreni di origine sedimentaria.

Nel Pliocene inferiore tale settore fu interessato dalla deposizione, in ambiente marino, di una potente serie argillosa, (Formazione delle Argille di Cerveteri).

A partire dal Pleistocene inferiore il graduale ritiro del mare determinò, nelle terre man mano emerse, l'inizio di una sedimentazione di ambiente litorale e fluvio-deltizio, con depositi prevalentemente sabbiosi e conglomeratici soggetti a rapide variazioni laterali.

Contemporaneamente, con l'inizio dell'attività vulcanica del distretto tolfetano si formarono domi di lave a chimismo acido (Monti Ceriti).

Dal Pleistocene medio-superiore, con l'attività vulcanica del distretto sabatino a carattere esplosivo, l'area fu investita da colate piroclastiche (ignimbriti) e da prodotti di ricaduta (pozzolane, pomici, cineriti) che caratterizzano il paesaggio dell'abitato di Cerveteri e delle campagne circostanti.

Successivamente alle fasi vulcaniche la fascia più prossima al mare, fu interessata da una sedimentazione marina litorale e palustre con alternanze deposizionali di materiali limosi e sabbiosi: quest'ultimi, in prossimità dell'area in esame, risultano spesso organogeni e cementati in bancate tipo "panchina" a testimonianza della presenza di una antica riva del mare.

Con la definitiva emersione delle terre si instaura un reticolo idrografico e le formazioni plio-pleistoceniche sono dapprima incise dalle acque dei principali corsi e poi colmate da sedimenti alluvionali e/o eluvio colluviali.

2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Prove Penetrometriche dinamiche continue DPSH

Sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue utilizzando un penetrometro dinamico super pesante (Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici - 1988).

La prova penetrometrica dinamica continua DPSH consiste nel conteggio del numero di colpi necessari per infiggere, mediante un maglio, del peso di 63. 5 kg per un altezza di caduta di 75 cm, la batteria di aste nel terreno, con una successione di energizzazione dinamica per battitura a frequenza costante.

Il terreno oppone una resistenza dinamica alla penetrazione della punta conica funzione diretta delle proprie caratteristiche fisico-meccaniche.

E' possibile quindi valutare in via indiretta, tutti i parametri di resistenza limite specifica dei livelli attraversati, tramite la resistenza opposta alla penetrazione della punta, espressa in numero di colpi della massa battente necessari per ottenere una penetrazione di 20 cm N(20).

La valutazione dei parametri geomeccanici dei terreni attraversati dalle prove risulta correlando i dati delle prove penetrometriche DPSH eseguite con la prova dinamica SPT.

In allegato sono riportati i diagrammi penetrometrici.

3. CARATTERISTICHE DELL'AREA INDAGATA

3.1 GEOMORFOLOGIA

L'area in esame è rappresentata nella carta I.G.M. scala 1:25.000 al F°. n° 149; IV Quadrante; Tavoletta di N.O. ("Furbara"); nella C.T.R. a scala 1:5.000 - sez. 373014.

Da un punto di vista morfologico l'area occupa la zona pianeggiante, lievemente degradante verso la fascia costiera, a quota media 12.5 m s.l.m, nel terrazzo morfologico in sponda destra della piana del Fosso Zambra.

Il territorio in esame ricade nel PAI (Piano Assetto Idrogeologico) - Autorità di Bacino del Distretto idrografico dell'Appennino Centrale (ex Autorità Bacini Regionali).

L'area non rientra all'interno di zone a rischio frana o esondazione, pertanto non si segnalano fenomeni geomorfologici e idrogeologici di dissesto quiescenti, in atto o potenziali tali da compromettere le condizioni di stabilità dell'opera in progetto. Si riporta in allegato lo stralcio della cartografia (Tav. 2.11 Nord)

3.2 SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA

L'assetto geologico-stratigrafico della zona di studio è stata definita in base al rilevamento geologico effettuato e alla consultazione della documentazione bibliografica geologica disponibile per l'area (Foglio n°143-149 della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000).

Nell'area interessata dall'intervento, oggi prevalentemente occupata da pavimentazione in cls. e materiale di sottofondo (per uno spessore complessivo di circa 50 cm) sono presenti Depositi sabbiosi di transizione marina, addensati, color avana-rossastre, all'interno dei quali talora si rinvencono a varie altezze stratigrafiche, frammenti rocciosi arenacei e calcarenitici.

Tali depositi si rinvencono fino a 7 m di profondità e poggiano sopra la successione di argille ed argille marnose consolidate, compatte, di colore grigio-azzurro, che raggiungono spessore superiore a 50 m.

3.3 IDROGEOLOGIA

Per quanto riguarda l'idrogeologia generale, nel comprensorio la formazione argillosa pliocenica costituisce il livello impermeabile. Le argille tamponano la circolazione idrica che si esplica nelle sabbie soprastanti.

In riferimento alle misure eseguite nei fori di sondaggio, il livello statico della falda acquifera è segnalato a 6 m di profondità dal piano campagna. L'escursione stagionale della superficie freatica può essere valutata di circa ± 0.5 m.

La profondità della falda acquifera sotterranea pertanto è tale da non interferire con l'edificio e gli interventi di progetto.

3.4 ASSETTO GEOLOGICO-TECNICO

I parametri geotecnici relativi ai terreni interessati dagli interventi progettuali, sono stati ottenuti dalle prove condotte supportate dai dati di letteratura e dati geotecnici relativi ad indagini eseguite in passato dallo scrivente in medesimi litotipi.

Unità 1. Da -0.5 m a -7.0 m: Depositi sabbiosi, addensati

Nspt = 18

Resistenza punta Penetrometro Statico Qc (Kg/cm²) = 36.0

Peso di volume (γ') KN/m ³	17.5
Angolo di attrito (Φ')	35°
Coesione (C') kPa	0
Modulo Edometrico [kPa]	9000
Modulo di Young [kPpa]	11000
Costante di Winkler Ko [kg/cm ³]	3.0
Modulo di Poisson	0.31

Unità 2. Da -7.0 m a -30.0 m: Depositi argillosi, consistenti.

Nspt = 40

Resistenza punta Penetrometro Statico Qc (Kg/cm²) = 80.0

Peso di volume (γ) KN/m ³	19.5
Angolo di attrito (Φ')	23°
Coesione (C') kPa	25
Coesione non drenata (Cu) kPa	180
Modulo edometrico [Mpa]	16
Modulo Elastico (Young) [Mpa]	35
Ko (Modulo di Winkler) [kg/cm ³]	8.0
Modulo di Poisson	0.32

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

Il D.M. 17.01.2018 e successive circolari esplicative, costituisce la normativa di riferimento per la progettazione di opere. Le nuove norme stabiliscono che le azioni sismiche di progetto derivino da un'analisi della Risposta Sismica Locale, definita come la modificazione del segnale sismico proveniente dal substrato ad opera delle condizioni geologiche locali. La valutazione della risposta sismica locale viene effettuata attraverso l'analisi della componente pericolosità del rischio sismico, che dipende sia dalle caratteristiche sismiche dell'area, cioè dalle sorgenti sismiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti; questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica di base"; sia dalle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio, in quanto alcuni depositi e forme del paesaggio possono modificare le caratteristiche del moto sismico in superficie e rappresentare aspetti predisponenti al verificarsi di effetti locali "effetti di sito" quali fenomeni di amplificazione del segnale sismico o di instabilità dei terreni (cedimenti, frane, fenomeni di liquefazione); questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica locale".

La "pericolosità sismica di base", costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione dell'azione sismica di sito che, in riferimento alle Norme Tecniche, è definita sulla base delle sue coordinate di latitudine e longitudine.

L'azione sismica di base viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle Norme Tecniche, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Gli effetti locali che danno origine alla risposta sismica locale sono da ricondursi alla differenza di rigidità tra terreni e basamento; alla geometria del substrato che può esercitare un controllo sulla generazione e propagazione di onde superficiali; alla geologia di superficie che controlla il fenomeno di risonanza e ai fattori morfologici (irregolarità topografiche, creste e valli) che possono influenzare la propagazione superficiale delle onde sismiche dando luogo a fenomeni di amplificazione dinamica.

Il D.M. 17.01.2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti (stratigrafici e topografici), rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A).

PROVA SISMICA MULTICANALE MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Il metodo MASW è una tecnica di indagine geofisica che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali (V_s), basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di

gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

E' sperimentalmente provata la relazione che lega le leggi del moto delle onde superficiali di *Rayleigh* e quelle delle onde di taglio S. La *velocità di fase* delle prime è influenzata direttamente da alcuni parametri quali la velocità delle onde P, la densità del mezzo ed in particolare modo dalla velocità delle onde S.

Il metodo di indagine **MASW** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), basato su un energizzazione sismica artificiale del suolo e sull'analisi spettrale delle onde di *Rayleigh* presenti nel segnale, consente di ricostruire il modello sismo-stratigrafico del sottosuolo e soddisfare quindi le aspettative della nuova normativa.

In particolare, osservando le caratteristiche dispersive del sito e applicando opportune tecniche di inversione è possibile stimare le principali proprietà fisico-elastiche del sottosuolo in condizioni di sollecitazione sismica.

La propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda che interessano il terreno a diverse profondità e che risultano condizionate dalle caratteristiche elastiche. Questo comportamento viene definito *dispersione* ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

In generale, lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

Lo studio dello spettro delle velocità derivante dall'analisi del sismogramma registrato consente di definire la cosiddetta curva di dispersione che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

La tecnica MASW sottintende quindi un metodo interpretativo indiretto attraverso il quale, a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici (V_{s30}).

La procedura è articolata in tre passi successivi:

- Acquisizione, registrazione e analisi dei dati sismici contenenti le onde di Rayleigh per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze;
- Definizione della curva di dispersione del modello reale del terreno funzione delle caratteristiche dello stesso.
- Inversione, ovvero reiterazioni successive per la definizione di un modello finale le cui caratteristiche (densità e velocità di propagazione delle onde s) meglio approssimano quelle reali.

Questo ultimo processo impone la conoscenza della stratigrafia locale in funzione della quale vengono definiti il Modulo di Poisson, lo spessore degli strati e la velocità delle onde S (V_s); analizzando e confrontando i parametri è possibile trovare la soluzione che meglio rappresenta la realtà geologica del sito.

Le acquisizioni vengono eseguite con stendimenti lineari in cui i geofoni sono collocati su una linea retta ad una distanza reciproca costante determinata dalle condizioni geologiche locali e logistiche. Risulta fondamentale infatti che non vi siano variazioni stratigrafiche laterali nell'ambito della lunghezza dello stendimento e che lo stesso non subisca brusche variazioni di quota.

La sorgente sismica, realizzata con una massa battente (*switch hammer*) è stata posizionata esternamente allo stendimento ad una distanza variabile, (D) di 2, 3 e 4 volte la distanza intergeofonica, (Dx), dal primo geofono, e sempre in asse con esso.

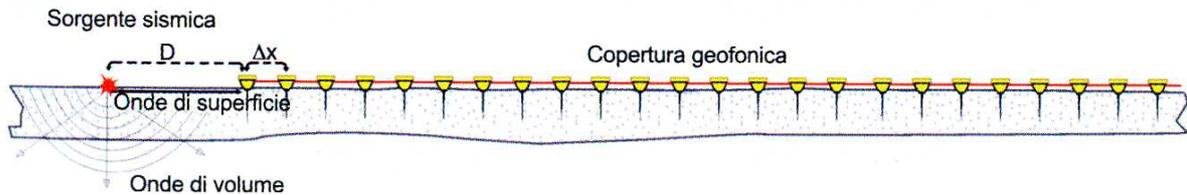


Fig.1 – dispositivo geometrico per la prova MASW.

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale M.A.E. A6000S, con le seguenti caratteristiche tecniche :

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break)
- filtri High Pass e Band Reject
- "Automatic Gain Control"
- convertitore A/D a 24 bit
- 24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
- massa battente pesante di 10 Kg.

Il processing dei dati acquisiti è stato eseguito utilizzando il *software MASW*

Elaborazione della prova

E' stato realizzato n. 1 profilo sismico, utilizzando la configurazione spaziale equivalente ad un dispositivo geometrico punto di scoppio-geofoni "base distante in linea". In particolare è stato utilizzato il seguente set-up:

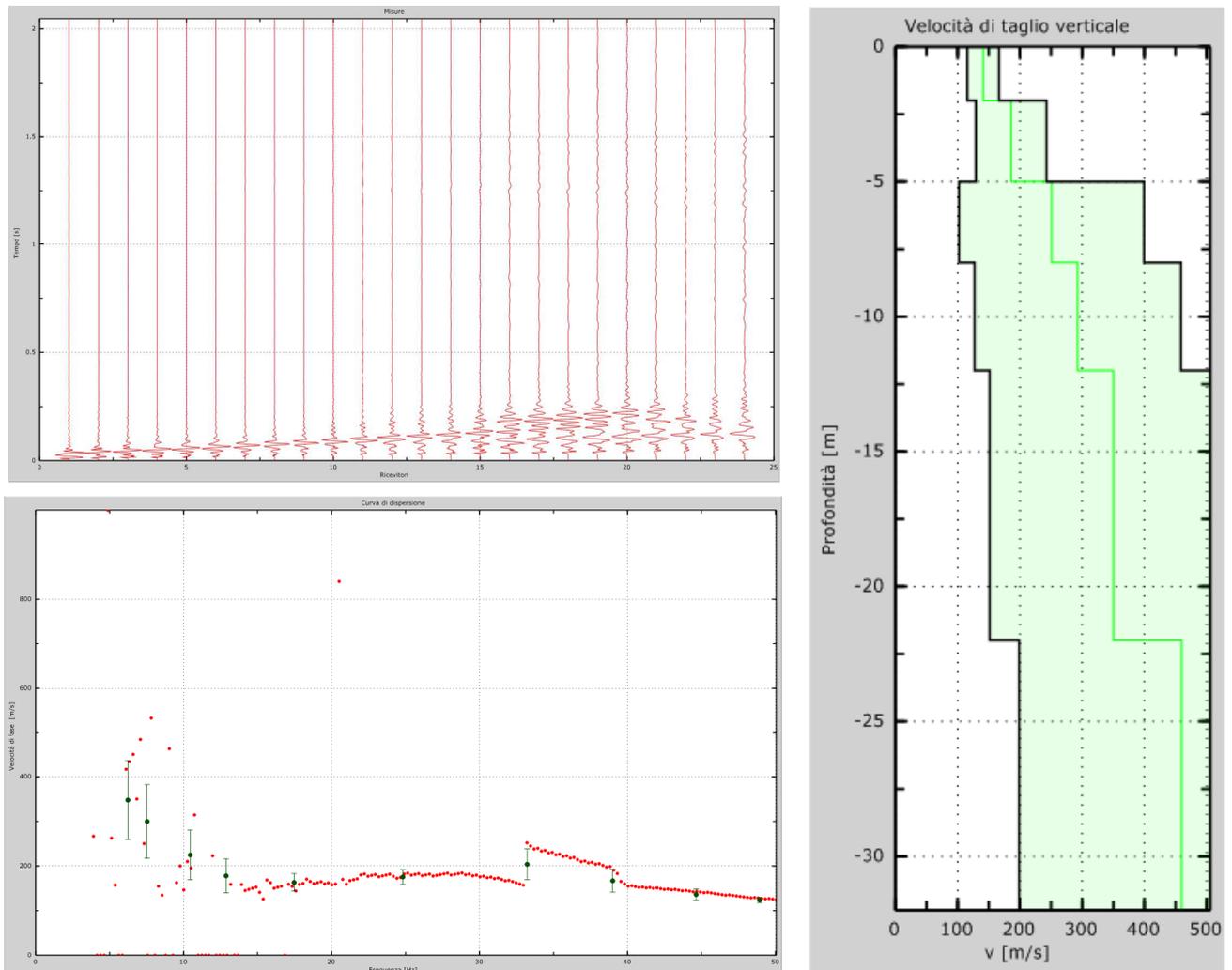
- 24 geofoni con interspazio (Dx) di 0,80 m;
- n. 3 energizzazioni per ciascuna prova ad offset (D) a 2, 3 e 5 volte (Dx);
- passo di campionatura pari a 1.000 Hz ;
- lunghezza delle tracce sismiche pari a 4.094 (ms)
- *I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)*

Le elaborazioni effettuate per le diverse distanze di energizzazione utilizzate sono risultate del tutto simili a conferma della buona attendibilità dei dati raccolti in campagna.

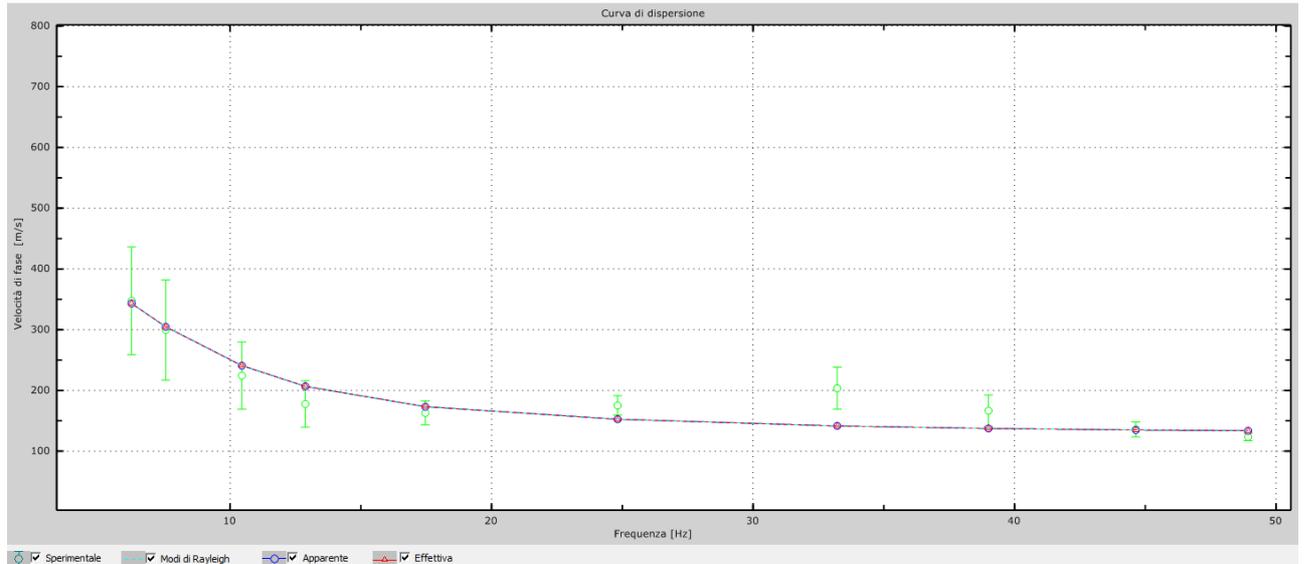
Una volta acquisiti i dati di campagna sotto forma di sismogrammi e verificata la buona attendibilità del dato raccolto la fase successiva consiste nell'analisi spettrale e l'individuazione delle coppie **f-k** cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) che permettono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano velocità di fase (m/s) – Frequenza (Hz).

Il consecutivo passo consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p , la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo. La quarta ed ultima fase consta nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo. Quando l'errore tra la curva effettiva e quella sperimentale risulta essere minore del 10%, il profilo di velocità ottenuto può essere considerato valido e utilizzabile per il successivo calcolo della velocità equivalente V_{s30}

Di seguito si riportano i risultati, sia in forma grafica che numerica, ottenuti dalla prova effettuata.



Sismogramma di acquisizione, curva di dispersione e profilo di velocità relativi alla prova masw 1



Curva di inversione della prova masw 1 - punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

Unità geotecnica	h [m]	z [m]	Densità [kg/m ³]	Poisson	Vs [m/s]	Vp [m/s]
1	2	-2	1700	0.3	141.000	263.79
2	3	-5	1700	0.3	186.000	347.97
3	3	-8	1800	0.45	251.000	832.47
4	4	-12	1800	0.4	293.000	717.70
5	10	-22	1900	0.4	350.000	857.32
6	0	-∞	2000	0.4	460.000	1126.77

Tabella 1 - Principali parametri sismici riferiti agli strati sismo-litologici riconosciuti prova masw 1.

DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO

Ai fini di definire l'azione sismica di progetto, considerando che le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni indagati sono chiaramente riconducibili alle categorie di sottosuolo definite nelle nuove NTC 18, si fa riferimento all'approccio semplificato che si basa sulla classificazione di sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s che si possono calcolare sia mediante prove specifiche o attraverso relazioni empiriche.

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

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

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.

Per i depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente V_{seq} è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Osservando le disposizioni del D.M. 17/01/2018, nel caso in esame, dalle prove geofisiche eseguite, è risultata la presenza del substrato ben OLTRE i 30 m di profondità.

Pertanto la V_s equivalente equivale alla V_{s30} ottenuta dalla prova **Masw (V_{s30}) = 295 m/s**. Ai fini della definizione delle azioni sismiche, il profilo stratigrafico dei terreni indagati e le relative V_{s30} stimate permette di attribuire il sito alla **Categoria di suolo "C"**.

Condizioni topografiche: Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione. 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 $i > 30^\circ$

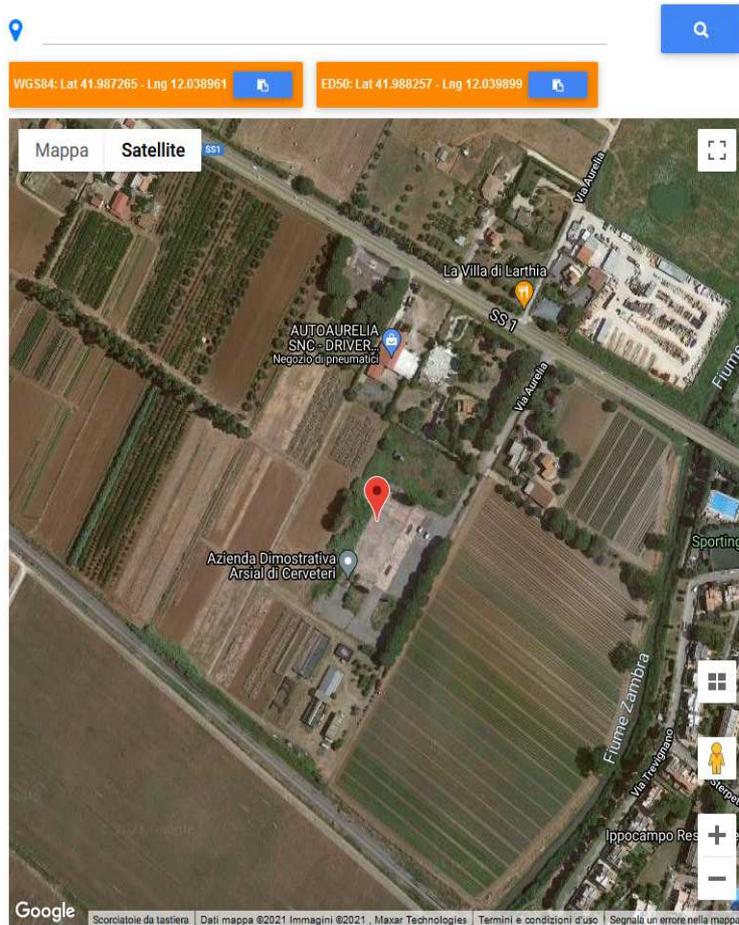
Dall'analisi delle condizioni morfologiche del sito è possibile attribuire l'area di progetto alla categoria di **superficie topografica T1**.

Microzonazione sismica di livello 1

Il Comune di Cerveteri è dotato di carta di Microzonazione Sismica di livello 1 validata ai sensi della D.G.R.Lazio n. 545/2010.

Il sito ricade in "zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale" – zona 12 della Carta MOPS.

Sulla base dei valori sismici forniti è possibile calcolare i parametri sismici di riferimento del sito attraverso il software GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp>



Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.027	2.642	0.200
Danno (SLD)	50	0.032	2.666	0.236
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.056	2.861	0.336
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.066	2.951	0.355
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m): 1 | us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,79	1,69	1,50	1,48
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.010	0.017	0.020
kv	0.004	0.005	0.008	0.010
Amax [m/s²]	0.394	0.466	0.831	0.971
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il sito di progetto ricade nel Comune di Cerveteri – Zona Sismica 3B. In relazione agli studi eseguiti, è possibile escludere le seguenti condizioni geologiche:

- 1) Zona suscettibile a liquefazione (condizioni stratigrafiche; inoltre le accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero sono minori di 0,1g. NTC2018 *Esclusione della verifica a liquefazione*)
- 2) Zona in subsidenza o cedimenti differenziali del terreno
- 3) Zona suscettibile di instabilità definita da studi validati dalla Regione Lazio
- 4) Zona a rischio di frana e/o dissesto
- 5) Zona a rischio R3 o R4 del PAI.

L'area interessata dal progetto è costituita da terreni di copertura di spessore medio 0.5 m, che saranno totalmente superati dalle fondazioni e da un substrato sedimentario prevalentemente sabbioso, addensato, in assetto complessivamente stabile che rappresenta il basamento di fondazione delle opere in progetto.

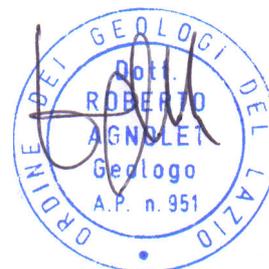
Attraverso l'esame geofisico con il metodo di indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) eseguito sono stati ricavati il valore di velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i 30 metri di profondità (V_{s30}) = 295 m/s. Pertanto ai fini della definizione delle azioni sismiche, si attribuisce il sito alla Categoria di suolo "C" e di profilo topografico T1.

Nel presente documento sono stati riportati i parametri geotecnici e sismici necessari per le verifiche strutturali, ai sensi della normativa vigente.

Non sono state evidenziate situazioni geologiche e geomorfologiche sfavorevoli da precludere la fattibilità dell'intervento di progetto.

Cerveteri, 04.11.2021

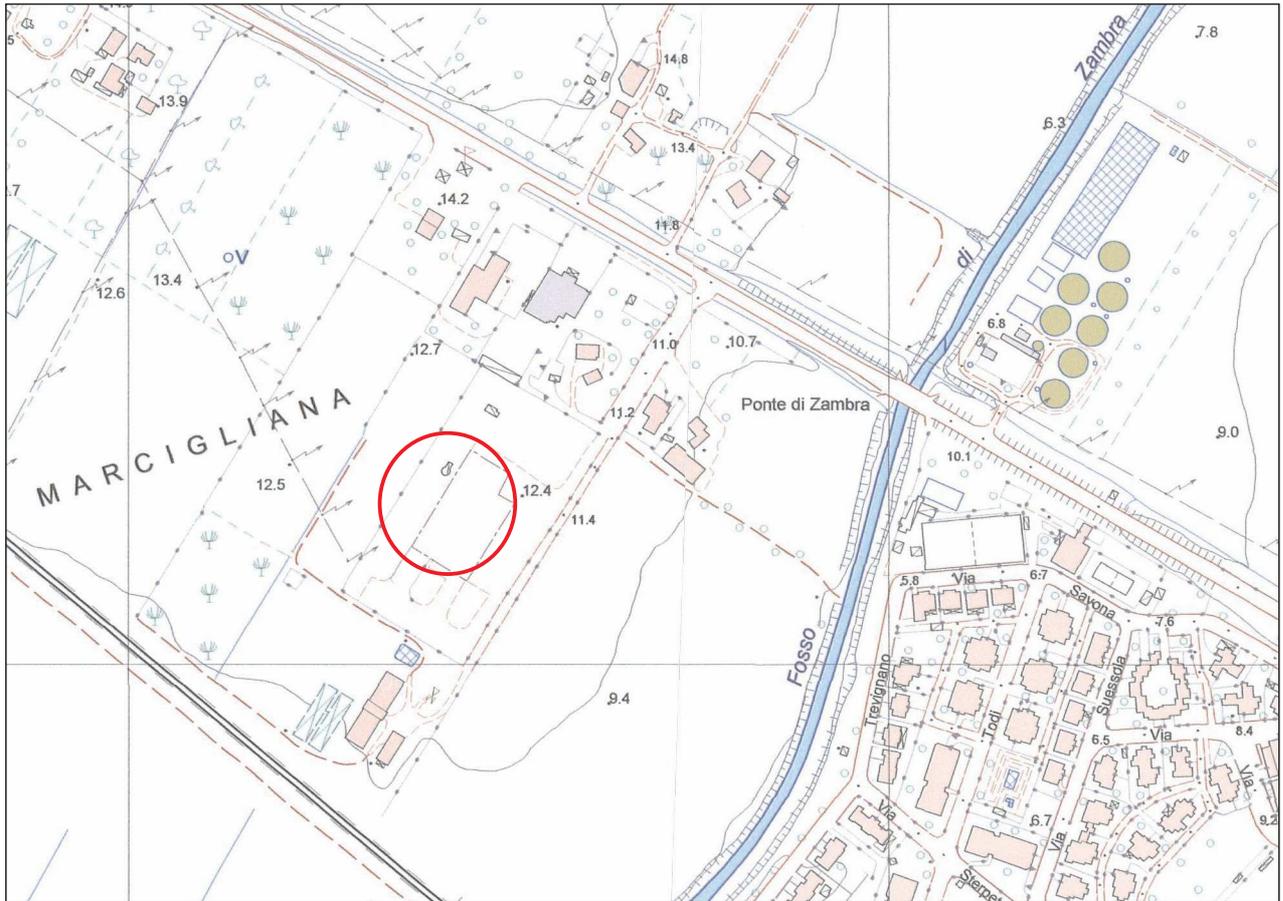
Dott. Geol. Roberto Agnolet



BIBLIOGRAFIA

- 1) ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA (1977) - Raccomandazioni nella programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- 2) ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - Carta d'Italia - scala 1:25000; Foglio n° 143; IV Quadrante; Tavoletta di N.E.
- 3) REGIONE LAZIO - Assessorato Urbanistica-Assetto del territorio-Tutela ambientale. Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000
- 4) SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - Carta geologica d'Italia - scala 1:50.000; Foglio n° 373 "Cerveteri"
- 5) VENTRIGLIA U. (1988) - Idrogeologia della provincia di Roma, Vol. I - "Regione Tolfetana".
- 6) MARSAN / ROMEO (1992) - La relazione geologica e geotecnica "LA NUOVA ITALIA".

UBICAZIONE DELL'AREA



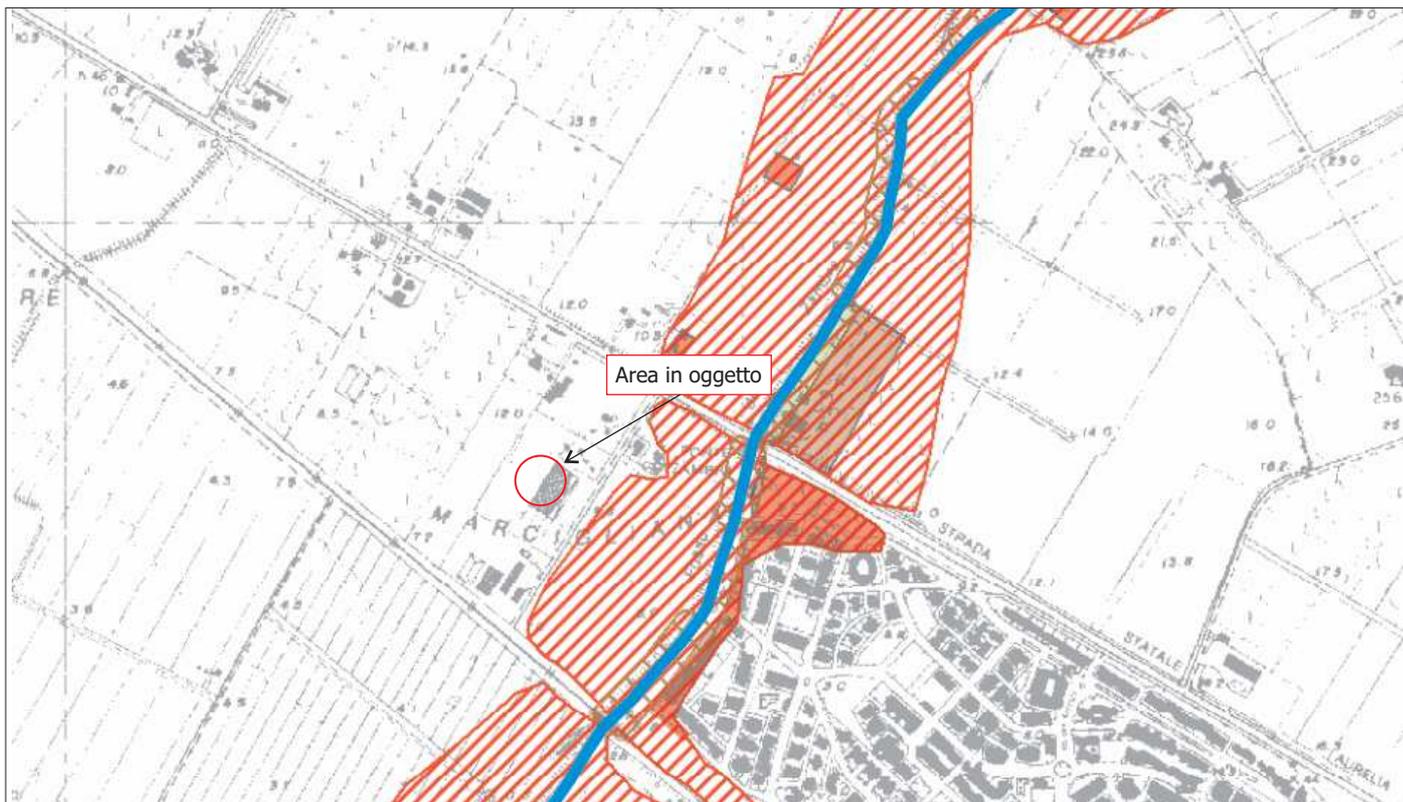
Stralcio C.T.R. sez. 373011-373014 (scala 1:5.000)



Planimetria Catastale : Foglio 45 particelle 39 e 44 (scala 1:2.500)

Dott. Geol. ROBERTO AGNOLET

Via Colle dell'Asino 22/V – 00052 Cerveteri (Roma) Tel. 06/9953109 Cell. 348/8119171
C.fisc. GNLRRT67S08H211M P.Iva 04922241007 agnolet@geoambiente.it



ESTRATTO CARTOGRAFIA PAI (L. 183/89) - SCALA 1:10.000

LEGENDA

AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO DI FRANA (artt. 6 - 16 - 17 - 18)

 Aree a Pericolo A (artt. 6 e 16)

 Aree a Pericolo B (artt. 6 e 17)

 Aree a Pericolo C (artt. 6 e 18)

AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO D'INONDAZIONE (artt. 7 - 23 - 24 - 25 - 26)

 Aree a Pericolo A1 (c. 2 art. 7 e art. 23)

 Aree a Pericolo A2 (c. 2 art. 7 e art. 23 bis)

 Aree a Pericolo B1 (c. 2 art. 7 e art. 24)

 Aree a Pericolo B2 (c. 2 art. 7 e art. 25)

 Aree a Pericolo C (c. 2 art. 7 e art. 26)

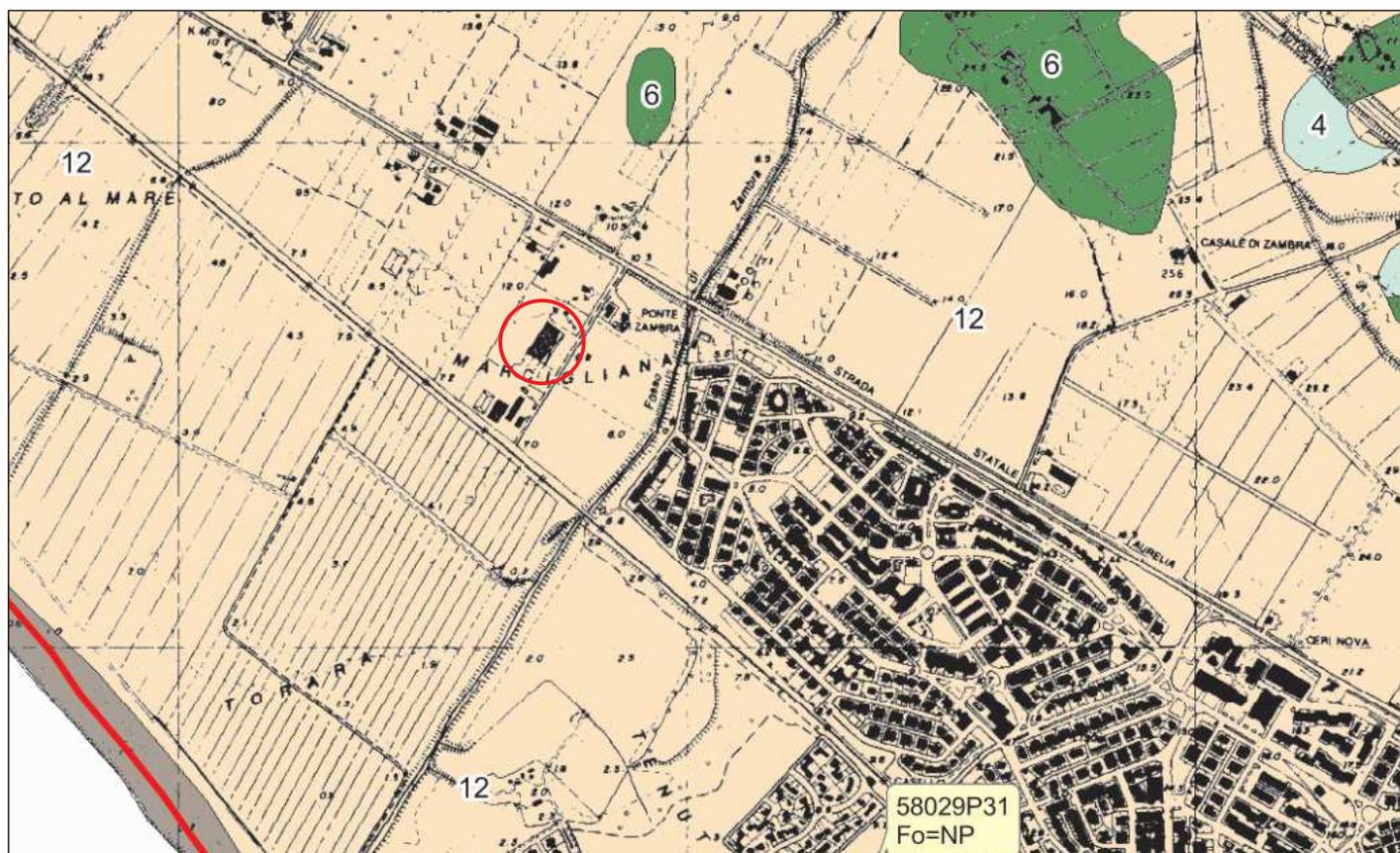
 Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentire la definizione della pericolosità

Dott. Geol. ROBERTO AGNOLET

Via Colle dell'Asino 22/V – 00052 Cerveteri (Roma) Tel. 06/9953109 Cell. 348/8119171
C.fisc. GNLRRT67S08H211M P.Iva 04922241007 agnolet@geoambiente.it

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

Studio di Microzonazione Sismica Livello 1 Comune di Cerveteri (Nov. 2012)

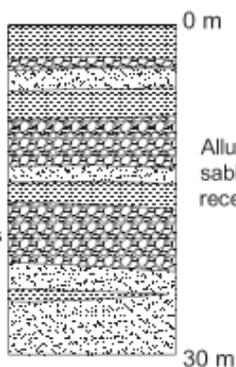


Microzone omogenee in prospettiva sismica

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



Zona 12



0 m

30 m

Alluvioni ghiaiose,
sabbiose, argillose attuali e
recenti.

Dott. Geol. ROBERTO AGNOLET

Via Colle dell'Asino 22/V – 00052 Cerveteri (Roma) Tel. 06/9953109 Cell. 348/8119171
C.fisc. GNLRRT67S08H211M P.Iva 04922241007 agnolet@geoambiente.it

CARTA GEOLOGICA (scala 1:2.000)

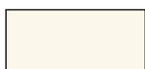


 AREA IN ESAME

LEGENDA

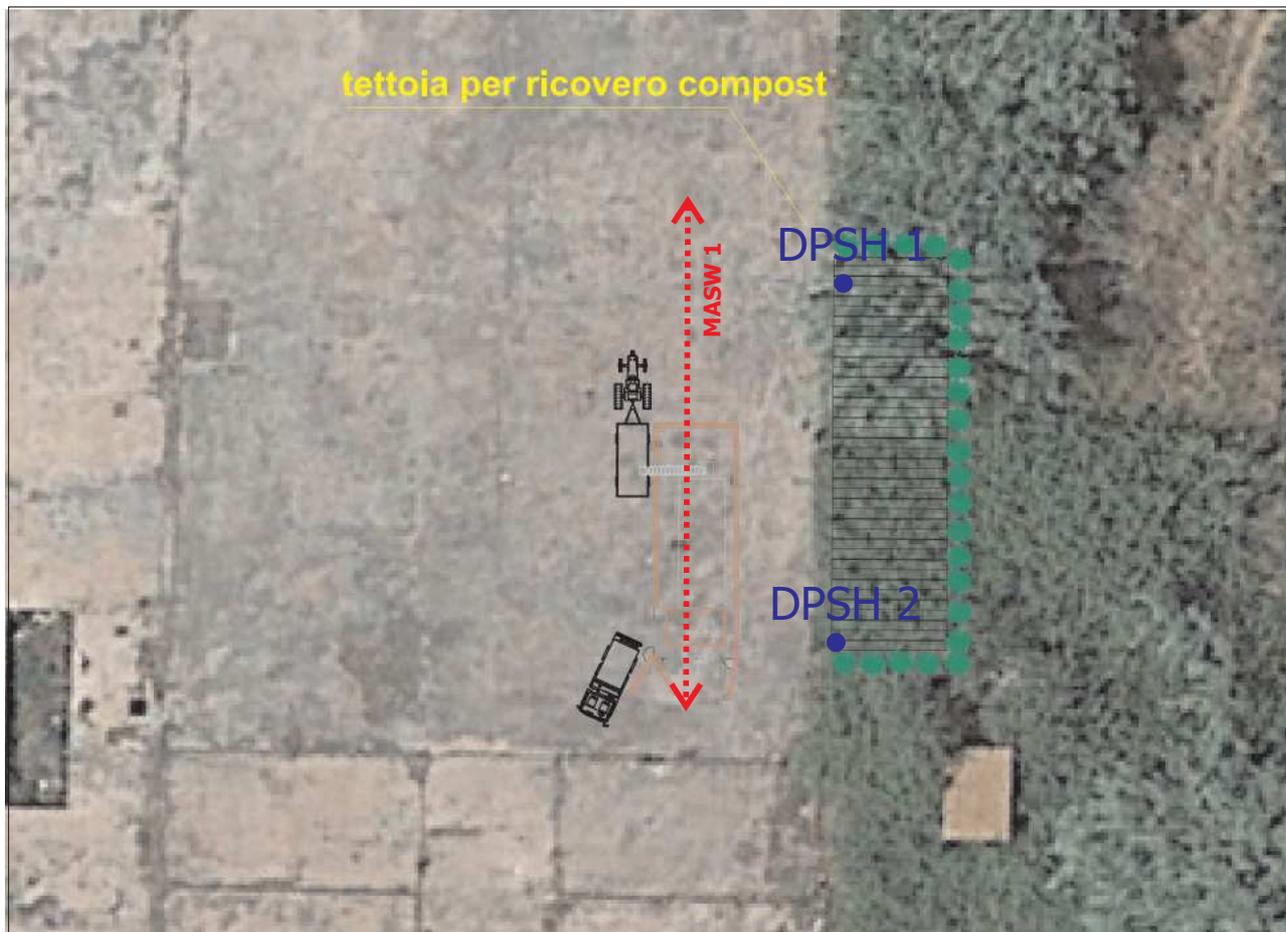


Alluvioni attuali e recenti, miste a terreni colluviali di fondovalle.
Terreni prevalentemente limosi e sabbiosi(Olocene)



Sabbie avana rossastre, di transizione marina, associate a calcareniti tipo "panchina".
(Pleistocene sup.)

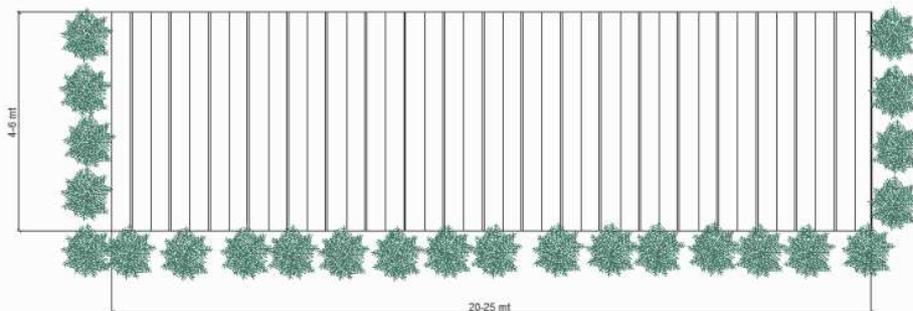
UBICAZIONE DELLE INDAGINI



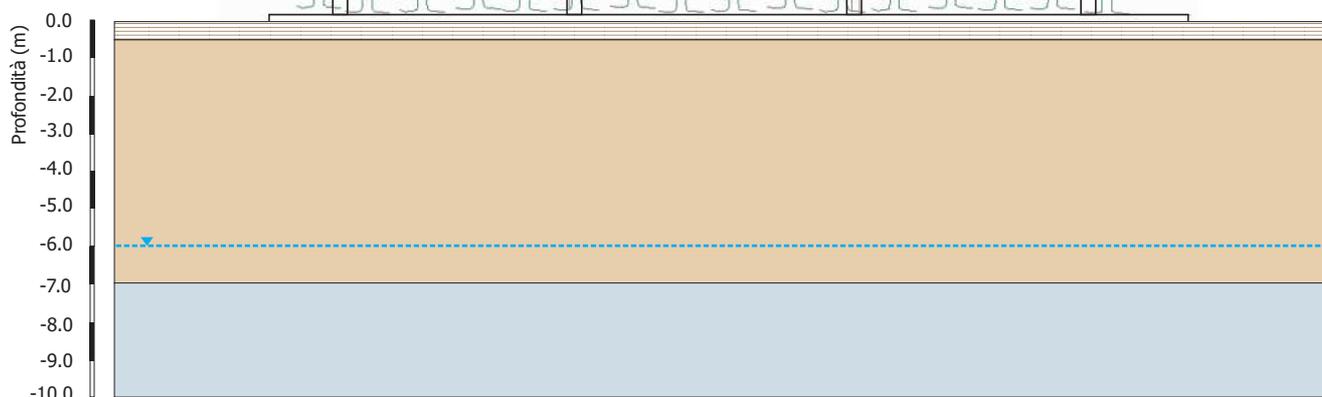
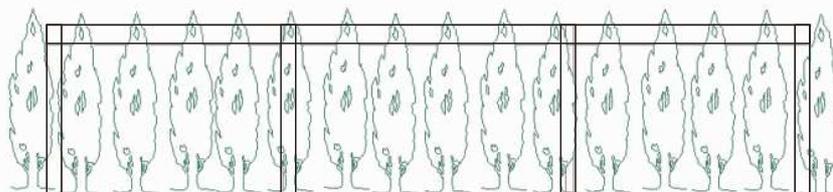
Dott. Geol. ROBERTO AGNOLET

Via Colle dell'Asino 22/V – 00052 Cerveteri (Roma) Tel. 06/9953109 Cell. 348/8119171
C.fisc. GNLRR67S08H211M P.Iva 04922241007 agnolet@geoambiente.it

PIANTA - SCALA 1:200



SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA - SCALA 1:200





 LIVELLO STATICO
 DELLA FALDA ACQUIFERA
 SOTTERRANEA



Unità 1. Da -0.5 m a -7.0 m: Depositi sabbiosi, addensati

Nspt = 18

Resistenza punta Penetrometro Statico Q_c (Kg/cm²) = 36.0

Peso di volume (γ') KN/m ³	17.5
Angolo di attrito (Φ')	35°
Coesione (C') kPa	0
Modulo Edometrico [kPa]	9000
Modulo di Young [kPpa]	11000
Costante di Winkler K_o [kg/cm ³]	3.0
Modulo di Poisson	0.31



Unità 2. Da -7.0 m a -30.0 m: Depositi argillosi, consistenti.

Nspt = 40

Resistenza punta Penetrometro Statico Q_c (Kg/cm²) = 80.0

Peso di volume (γ) KN/m ³	19.5
Angolo di attrito (Φ')	23°
Coesione (C') kPa	25
Coesione non drenata (C_u) kPa	180
Modulo edometrico [Mpa]	16
Modulo Elastico (Young) [Mpa]	35
K_o (Modulo di Winkler) [kg/cm ²]	8.0
Modulo di Poisson	0.32

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: **Comune di Cerveteri**

Progetto: **Progetto di strutture a servizio di attività di compostaggio e autocompostaggio per la riduzione della frazione organica**

Località: **Aurelia**

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: **DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

IL GEOLOGO

Dott. Roberto Agnolet

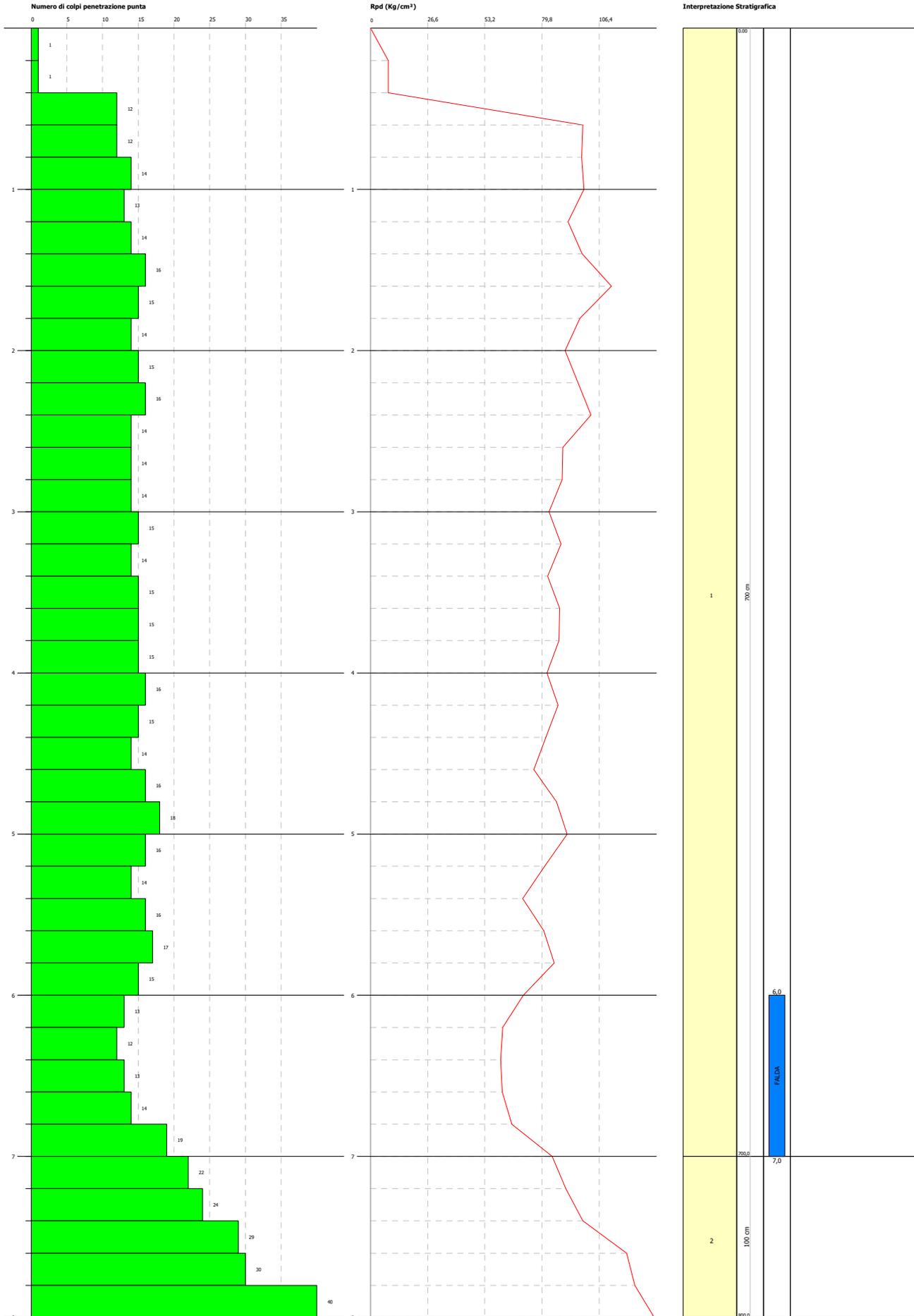


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : COMUNE DI CERVETERI
Cantiere : Progetto di strutture a servizio di attività di compostaggio e autocompostaggio per la riduzione della frazione organica
Località : AURELIA - CERVETERI

Data :03/11/2021

Scala 1:33



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : COMUNE DI CERVETERI
Cantiere : Progetto di strutture a servizio di attività di compostaggio e autocompostaggio per la riduzione della frazione organica
Località : AURELIA - CERVETERI

Data :03/11/2021

Scala 1:33

