



- STUDIO GEOLOGICO -

Dott. GIOVANNI MONTANARI
Via P. Calamandrei n. 9 - 61032 FANO (PU)
Tel e Fax 0721 396586 - Cell 333 8931323
e-mail: geologomontanari@gmail.com

Cod.Fisc. MNTGNN54S28D488R - P. I. 00706490414

COMUNE DI FANO
PROVINCIA DI PESARO-URBINO

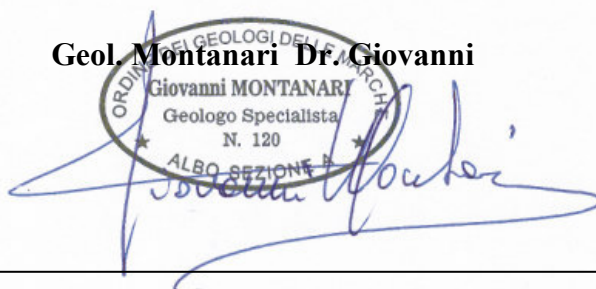


FEDERICA ORCIANI

**STUDIO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO IDRO-
GEOLOGICO E GEOFISICO ESEGUITO PER UN PIANO DI
RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA DI UN FABBRICATO
SITO IN VIA DELLE RIMEMBRANZE A FANO.**

Fano, Marzo 2020

Geol. Montanari Dr. Giovanni



INDICE

1. – PREMESSA	pag. 3
2. – RILEVAMENTO AREA	
2.1 Litologia	pag. 4
2.2 Morfologia	pag. 5
2.3 Idrologia ed idrogeologia	pag. 6
3. – INDAGINI GEOGNOSTICHE	
3.1 Ubicazione	pag. 7
3.2 Tipo di indagini	pag. 8
3.3 Stratigrafie	pag. 9
4. – MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	
4.1 Situazione stratigrafica	pag. 13
4.2 Parametrizzazione unità litologiche	pag. 15
5. – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	
5.1 Categoria di sottosuolo.....	pag. 16
5.2 Categoria topografica del sito	pag. 18
5.3 Microzonazione sismica del sito e verifica liquefazione	pag. 18

1. – PREMESSA

La Sig.ra Federica Orciani intende procedere alla demolizione e ricostruzione di un fabbricato sito in Via delle Rimembranze a Fano, la cui posizione è individuata sulla corografia riportata in tavola n.1 allegata. In relazione a ciò la Sig.ra Orciani ha dato incarico al sottoscritto di eseguire una indagine geologico-tecnica al fine di fornire ai progettisti le necessarie informazioni per una adeguata progettazione dell'intervento. Per adempiere compiutamente a tale incarico è stato eseguito uno studio che si è svolto, in ottemperanza alle vigenti disposizioni di legge ed in particolare alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, secondo le seguenti principali fasi:

- rilevamento geologico, morfologico ed idrogeologico della zona;
- realizzazione di indagini geognostiche sui terreni ed individuazione situazione stratigrafica e situazione sismica;
- modellazione geologica del sito;
- determinazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti;
- caratterizzazione sismica del sito.

2. - RILEVAMENTO AREA

2.1–Litologia

La litologia della zona circostante il sito sul quale è situato il fabbricato da demolire e ricostruire è caratterizzata dalla presenza di un'unica formazione geologica, le alluvioni del Pleistocene Superiore, le quali danno origine alla vasta zona pianeggiante che con direzione SW-NE accompagna il Fiume Metauro, nella sua bassa valle, fino al mare e sulle quali è situata quasi l'intera città di Fano, come mostrato da un estratto dalla carta geologica d'Italia riportato in tavola n. 2 allegata. Queste alluvioni sono costituite prevalentemente da ghiaie, sabbie e limi, più o meno argillosi, depositati dal fiume Metauro e dai suoi affluenti durante il quaternario in periodi di abbondantissimo trasporto di materiali solidi, movimentati parte in sospensione e parte per rotolamento sul fondo. Tali materiali, variamente intercalati fra loro, sono stati depositati in giacitura pianeggiante, lungo i vari alvei fluviali succedutisi nel tempo, sotto forma di terrazzi disposti a varie altezze e corrispondenti a periodi diversi di deposizione.

I terreni sottostanti il fabbricato oggetto di intervento si trovano a Fano in Via delle Rimembranze e sono situati geologicamente sulla coltre di alluvioni quaternarie del terzo ordine di terrazzi che si estende diffusamente per molti chilometri verso l'interno in sinistra orografica del Fiume Metauro. Tutta la coltre alluvionale appoggia, in questa zona, su un bed-rock costituito da una alternanza di arenarie ed argille chiaramente visibili ai lati della valle ove

emergono diffusamente. Lo spessore delle alluvioni in corrispondenza del sito studiato è consistente e si aggira intorno a 35-40 metri.

2.2 – Morfologia

La morfologia delle alluvioni quaternarie della bassa valle del fiume Metauro è in generale di tipo pianeggiante con la sola presenza di modeste scarpate, con leggerissima inclinazione, fra terrazzi alluvionali di ordine diverso. In particolare il sito considerato si trova su una zona pianeggiante, come la maggior parte della coltre alluvionale del terzo ordine di terrazzi sulla quale si trova. Il gradino di separazione fra il terrazzo del terzo ordine ed il terrazzo del quarto ordine, che si trova più vicino all'area, è lontano dal sito ed abbondantemente antropizzato e quindi ininfluente. Anche i primi rilievi collinari, presenti a lato della pianura alluvionale, sono molto distanti dal sito e quindi irrilevanti; non sono quindi presenti fenomeni di instabilità dovuti a movimenti di origine gravitativa. E' pertanto escluso qualsiasi pericolo d'instabilità dei terreni del sito oggetto di intervento e di quelli circostanti, come confermato anche dal relativo studio P.A.I. elaborato dalla Regione Marche, uno stralcio del quale è riportato sulla tavola n. 3 allegata per una più agevole comprensione.

2.3 – Idrologia ed idrogeologia

Il rilevamento dell'**idrologia** (superficiale) della zona circostante l'area d'intervento non ha individuato acque superficiali a pelo libero né fossi di raccolta di acque meteoriche che scorrono nelle vicinanze, eccetto il corso d'acqua artificiale denominato "Canale Albani". Questo canale si trova sul lato ovest del fabbricato, a circa 90 metri di distanza, ed è separato dall'abitazione da una serie di fabbricati e dalla Strada Statale. Il canale ha direzione all'incirca S-N e si presenta all'altezza dei luoghi considerati, rivestito in calcestruzzo con argini ampi e ben conformati. Eventuali teoriche esondazioni di tale canale sono da escludere in quanto la sua captazione dal Fiume Metauro è regolata da apposita chiusa mobile gestita dall'Enel, che ne regola la portata, ed inoltre è dotato di scolmatore di sicurezza per far fronte agli apporti dei fossi in esso confluenti. Oltre a tutto ciò il Canale Albani, appena più a valle del lotto in oggetto, termina nella centrale idroelettrica ENEL la quale, regolando appositamente le proprie paratie scarica eventualmente l'acqua in eccesso direttamente nel sottostante porto canale che defluisce in mare. In relazione a ciò si può escludere il pericolo di esondazione sui terreni ove si trova il fabbricato in oggetto, come peraltro escluso anche dallo studio P.A.I. realizzato dalla Regione Marche, uno stralcio del quale, come già detto, è riportato in allegato.

Per quanto riguarda l'**idrogeologia** (sotterranea), cioè la presenza di acque d'infiltrazione al di sotto della superficie topografica entro la coltre dei terreni costituita dalle alluvioni quaternarie, si può affermare che è presente una

falda freatica che interessa tutta la coltre di materiale alluvionale la quale mostra, nel complesso, una buona permeabilità. Il rilevamento della falda, effettuato in passato dal sottoscritto su aree vicine, attraverso sondaggi diretti, e confermato da una ricerca sui pozzi presenti in zona presso l'Azienda ASET, ha individuato il livello piezometrico della falda intorno a m. 11 di profondità dal piano campagna attuale. Tale livello è soggetto ad una variazione stagionale di alcuni metri ma non potrà mai risalire tanto da causare problemi all'abitazione in oggetto.

3. - INDAGINI GEOGNOSTICHE

3.1- Ubicazione

Considerato il tipo di intervento previsto e la presenza di terreni alluvionali sciolti di natura ghiaiosa si è ritenuto adeguato, in accordo con i tecnici progettisti della nuova struttura, procedere alla esecuzione di indagine dirette sui terreni presenti mediante prove penetrometriche il più possibile vicino all'area di impronta del nuovo fabbricato, compatibilmente con la presenza dell'attuale costruzione. Si sono quindi alternate prove di tipo dinamico, in quanto consentono l'avanzamento della prova anche all'interno di materassi ghiaiosi più compatti, con prove penetrometriche di tipo statico, le quali non attraversano gli strati ghiaiosi ma effettuano una più precisa determinazione dei parametri geomeccanici dei materiali presenti più in superficie. Sono inoltre stati eseguiti carotaggi completi dei terreni attraversati, per la individuazione anche visiva dei materiali presenti, mediante campionamenti continui dei terreni attraverso la

tecnica “Geoprobe”. Per quanto riguarda l’indagine sismica, relativa alla misurazione della velocità delle onde sismiche sul luogo, è stata eseguita un’indagine geofisica M.A.S.W. di tipo attivo, mediante la generazione meccanica di onde sismiche ed il loro rilevamento attraverso geofoni direttamente sui terreni del sito. Questa indagine ha consentito la determinazione diretta della velocità delle onde sismiche dei vari litotipi presenti più in superficie al di sotto dell’abitazione e quindi della $V_{s,eq}$ nei primi 30 metri di sottosuolo.

La esatta ubicazione di tutte le indagini effettuate è riportata sulla tavola n. 4 allegata.

3.2– Tipo di indagini

Le prove penetrometriche sono state eseguite dalla Ditta GECO S.r.l. di Falconara con penetrometro Pagani TG-63 auto-ancorante al terreno da 20 ton. di spinta montato su carrello semovente autonomo (foto n. 1-2-3-4-5). Le prove sono state eseguite in modalità statica/dinamica arrivando fino alla profondità massima di m. 11,80 dal piano campagna in corrispondenza della prova DPSH 1. Sulla base dei risultati ottenuti dalla prima prova, che ha individuato la presenza di un banco di ghiaie compatte da m. 7,80 fino sicuramente a m. 11,80, le prove penetrometriche successive sono state eseguite in modalità statica per indagare con più precisione i terreni presenti più in superficie. Questo tipo di prove, infatti, determina meglio i parametri geomeccanici e la natura dei terreni presenti nel lotto, anche in funzione della realizzazione di strutture accessorie

all'abitazione principale. Sono stati quindi realizzati anche due sondaggi diretti dei terreni mediante carotaggio continuo con tecnica "Geoprobe" (foto n. 6-7) fino a m. 5,00 di profondità.

La prove geofisica MASW eseguita è stata eseguita con un Sismografo Ambrogeo – ECHO 2010 con memoria dinamica a 32 bit dotato di hard-disk in grado di memorizzare i dati acquisiti. Questa prova è stata effettuata sul terreno appena a lato della struttura attualmente presente (foto n. 8) in modo da indagare esattamente il terreno oggetto di nuova costruzione.

3.3– Stratigrafie

La realizzazione delle prove penetrometriche e la successiva elaborazione dei valori di resistenza misurati, effettuata attraverso apposito programma di elaborazione dati direttamente dalla ditta GECO S.r.l. e riportata in allegato, ha permesso di individuare le seguenti situazioni stratigrafiche:

DPSH n. 1

Questa prova penetrometrica ha rilevato una scarsa resistenza alla punta fino a m. 1,00 di profondità attribuibile a terreno vegetale, da m. 1,00 proseguendo in profondità la resistenza aumenta leggermente ma progressivamente indicando la presenza di limi argilloso sabbiosi i quali aumentano la percentuale sabbiosa e la loro resistenza alla punta con la profondità. A m. 7,80 la resistenza aumenta improvvisamente e notevolmente

indicando con certezza la presenza di un banco di ghiaie eterogranulari in matrice sabbiosa. Tale banco ghiaioso è presente, senza soluzione di continuità e con resistenze molto elevate, fino a m. 11,80 dal piano campagna.

CPT n. 1

Questa prova penetrometrica, eseguita in modalità statica, ha rilevato una scarsa resistenza alla punta fino a m. 1,20 di profondità attribuibile alla coltre di terreno vegetale, da m. 1,20 a m. 7,40 la resistenza alla punta e laterale, della punta Begemann, aumentano leggermente ma progressivamente indicando la presenza di limi argilloso sabbiosi con un aumento della percentuale sabbiosa procedendo in profondità. Al di sotto di m. 7,40 la resistenza aumenta improvvisamente e notevolmente indicando la presenza del banco di ghiaie eterogranulari in matrice sabbiosa indagate fino alla profondità di m. 8,00, quota alla quale si è avuto il rifiuto dello strumento all'avanzamento. All'interno dei terreni investigati con questa prova non è stata rilevata la presenza della falda.

CPT n. 2

Questa prova penetrometrica, eseguita in modalità statica, ha rilevato una scarsa resistenza alla punta fino a m. 1,00 di profondità attribuibile alla coltre di terreno vegetale, da m. 1,00 a m. 7,40 la resistenza alla punta e laterale, della punta Begemann, aumentano leggermente ma progressivamente indicando la presenza di limi argilloso sabbiosi con un aumento della percentuale sabbiosa

procedendo in profondità. Al di sotto di m. 7,40 la resistenza aumenta improvvisamente e notevolmente indicando la presenza del banco di ghiaie eterogranulari in matrice sabbiosa, indagate fino alla profondità di m. 7,80 , quota alla quale si è avuto il rifiuto dello strumento all'avanzamento. All'interno dei terreni investigati con questa prova non è stata rilevata la presenza della falda.

CPT n. 3

Questa prova penetrometrica, eseguita in modalità statica, ha rilevato una scarsa resistenza alla punta fino a m. 0,80 di profondità attribuibile alla coltre di terreno vegetale, da m. 0,80 a m. 7,60 la resistenza alla punta e laterale, della punta Begemann, aumentano leggermente ma progressivamente indicando la presenza di limi argilloso sabbiosi con un aumento della percentuale sabbiosa procedendo in profondità. Al di sotto di m. 7,60 la resistenza aumenta improvvisamente e notevolmente indicando la presenza del banco di ghiaie eterogranulari in matrice sabbiosa indagate fino alla profondità di m. 8,00 , quota alla quale si è avuto il rifiuto dello strumento all'avanzamento. All'interno dei terreni investigati con questa prova non è stata rilevata la presenza della falda.

CPT n. 4

Questa prova penetrometrica, eseguita in modalità statica, ha rilevato una scarsa resistenza alla punta fino a m. 1,40 di profondità attribuibile alla coltre di terreno vegetale, da m. 1,40 a m. 7,40 la resistenza alla punta e laterale, della

punta Begemann, aumentano leggermente ma progressivamente indicando la presenza di limi argilloso sabbiosi con un aumento della percentuale sabbiosa procedendo in profondità. Al di sotto di m. 7,40 la resistenza aumenta improvvisamente e notevolmente indicando la presenza del banco di ghiaie eterogranulari in matrice sabbiosa indagate fino alla profondità di m. 8,20 ,quota alla quale si è avuto il rifiuto dello strumento all'avanzamento. All'interno dei terreni investigati con questa prova non è stata rilevata la presenza della falda.

Sond. 1

Al fine di verificare anche visivamente i terreni, indagati attraverso le resistenze ottenute dalle prove penetrometriche, è stato eseguito questo sondaggio a percussione con metodologia "GEOPROBE", con prelievo di nucleo indisturbato a mezzo fustella, fino alla profondità di m. 5. Tale indagine, pertanto, ha consentito di prendere visione anche direttamente, e quindi con molta più accuratezza, dei materiali immediatamente sottostanti il fabbricato da ricostruire. L'estrazione delle carote dalle fustelle ed il loro posizionamento in cassetta catalogatrice ha mostrato terreno vegetale fino a m. 0,80 di profondità, quindi limi argillosi di colore marrone scuro con presenza di materiale organico e frammenti di terracotta fino a m. 2,00 di profondità. Da m. 2,00 a m. 3,00 sono stati rinvenuti limi argilloso sabbiosi marroni con frammenti di terracotta e residui carboniosi, da m. 3,00 a m. 4,00 limi sabbiosi giallastri con concrezioni

carbonatiche di deposito alluvionale e da m. 4,00 a m. 5,00 sabbie leggermente limose giallastre umide di deposito alluvionale (tavola n. 5 e foto n. 9).

Sond. 2

Al fine di verificare anche visivamente i terreni, indagati attraverso le resistenze ottenute dalle prove penetrometriche, è stato eseguito questo secondo sondaggio a percussione con metodologia “GEOPROBE”, con prelievo di nucleo indisturbato a mezzo fustella, fino alla profondità di m. 5. L’ estrazione delle carote dalle fustelle ed il loro posizionamento in cassetta catalogatrice ha mostrato terreno vegetale fino a m. 0,80 di profondità, quindi limi argillosi di colore marrone scuro con presenza di molti frammenti di terracotta fino a m. 2,70 di profondità. Da m. 2,70 a m. 4,40 sono stati rinvenuti limi sabbiosi nocciola con sporadici frammenti di terracotta e da m. 4,40 a m. 5,00 limi sabbiosi e sabbie limose giallastre di deposito alluvionale (tavola n. 6 e foto n. 10).

4. – MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

4.1 – Situazione stratigrafica

L’insieme dei sopralluoghi e rilievi eseguiti in corrispondenza del sito ove andrà realizzato il nuovo fabbricato hanno indicato una situazione morfologica di tipo pianeggiante con solamente modestissime pendenze di raccordo con la strada soprastante presente sul lato sud. Si ribadisce, quindi, che non sono presenti fenomeni di origine gravitativa né dissesti di alcun genere in

atto o potenziali, si consiglia tuttavia, come d'altronde già previsto, di contenere tali piccole pendenze del terreno con apposite opere di contenimento a carattere definitivo. La geologia dell'area è caratterizzata dalla diffusa presenza di una coltre di natura alluvionale spessa oltre trenta metri, posta al di sopra della formazione che funge da bedrock, formazione che emerge diffusamente sul lato ovest del terrazzo alluvionale. Al di sopra di questa coltre, costituita da limi argilloso sabbiosi e ghiaie, è presente una coltre di materiale antropico limoso-argilloso di antica messa in posto a consolidazione variabile, consolidazione che tende ad aumentare con la profondità. La superficie della falda freatica si trova a circa 11 metri di profondità e pertanto è ininfluente sulla nuova costruzione. In particolare la situazione stratigrafica dei terreni più superficiali, interessati dagli interventi in progetto, può essere riassunta nei tre litotipi seguenti:

- a) limi argillosi poco consistenti ed abbastanza plastici, di antica natura antropica, fino a circa m. 3/4 di profondità,
- b) limi sabbiosi e sabbie limose leggermente più consistenti e meno plastici da m. 3/4 fino a m. 7,50 circa di profondità,
- c) ghiaie eterogranulari in matrice sabbiosa al di sotto di m. 7,50, sicuramente fino a m. 12 , come da indagini, ma certamente anche oltre.

La situazione stratigrafica che è emersa dalle indagini eseguite è risultata quindi abbastanza omogenea in corrispondenza del fabbricato, con la presenza tuttavia delle ghiaie solamente da m. 7,50 circa di profondità, come chiaramente mostrato dalla sezione stratigrafica riportata sulla tavola n. 7 allegata. In considerazione del fatto che il nuovo edificio prevede uno sbancamento per ospitare un piano interrato si può suggerire ai tecnici progettisti la realizzazione di fondazioni superficiali (travi rovesce o platea), che tuttavia arrivino almeno intorno a m. 3,00 circa di profondità, superando così la maggior parte dei limi più argillosi di natura antropica, ed arrivando sui limi più sabbiosi, leggermente più compatti e con superiori caratteristiche meccaniche. Anche la realizzazione di pali di medio diametro può essere una valida alternativa fondazionale, in quanto il banco di ghiaie ad ottime caratteristiche meccaniche si trova a profondità modeste e quindi richiederebbe pali di modesta lunghezza.

4.2 – Parametrizzazione unità litologiche

L'elaborazione da parte della Ditta GECO S.r.l. dei valori di resistenza misurati durante le prove penetrometriche e riportati in allegato e la loro rivisitazione in base all'esperienza e prove rapide sui campioni prelevati, hanno consentito di determinare i seguenti valori medi dei parametri geomeccanici delle unità litologiche presenti:

Limi argillosi (mt. 1,00-3,00 circa)
 $\phi' = 15-16^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $C' = \text{----- Kg/cmq}$ coesione drenata
 $C_u = 0,50 \text{ Kg/cmq}$ coesione non drenata
 $\gamma = 1,90 \text{ t/mc}$ peso unità di volume
 $E_{ed} = 40 \text{ Kg/cmq}$modulo edometrico

Limi sabbiosi (mt. 3,00-7,50 circa)
 $\phi' = 18^\circ-20^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $C' = \text{----- Kg/cmq}$ coesione drenata
 $C_u = 0,80 \text{ Kg/cmq}$ coesione non drenata
 $\gamma = 1,90 \text{ t/mc}$ peso unità di volume
 $E_{ed} = 55 \text{ Kg/cmq}$modulo edometrico

Ghiaie sabbiose (oltre mt. 7,50)
 $\phi' = 34^\circ-36^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $C' = \text{----- Kg/cmq}$ coesione drenata
 $C_u = \text{----- Kg/cmq}$ coesione non drenata
 $\gamma = 2,10 \text{ t/mc}$ peso unità di volume
 $E_{ed} = 250 \text{ Kg/cmq}$.. modulo edometrico

L'indicazione di questi valori e di quelli riportati negli elaborati prodotti dalla ditta GECO potrà consentire ai progettisti la individuazione ed adozione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici dei litotipi presenti.

5. – **MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO**

5.1 – **Categoria di sottosuolo**

La nuove NTC 2018, emanate con il Decreto 17 Gennaio 2018, prevedono la classificazione dei sottosuoli di riferimento nelle seguenti cinque categorie:

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

- B**-Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
- C**-Depositì di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m., caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- D**-Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
- E**-Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

In ottemperanza a quanto disposto dalla nuova normativa si è deciso, concordemente con i tecnici progettisti, di effettuare una prova geofisica diretta attiva con tecnica MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) sul sito al fine di individuare la $V_{s, eq}$. Tale indagine consente di individuare la categoria di sottosuolo e potrà permettere ai progettisti, nel caso lo ritengano opportuno, di eseguire la verifica della struttura con approccio semplificato. In questo caso è stato utilizzato un Sismografo Ambrogeo – ECHO 2010 con 24 geofoni e memoria dinamica a 32 bit a cumulabilità di impulsi, generati questi ultimi artificialmente da una massa battente, con registrazione in forma digitale delle onde sismiche generate. Tale caratterizzazione è stata realizzata appena a lato della nuova struttura nella posizione indicata sulla tavola n. 4 allegata. I risultati della prova effettuata, riportati in allegato al presente studio, hanno indicato una

velocità media di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ entro i primi 30 metri in **348 m/sec**. Ciò consente di definire la categoria di sottosuolo dell'area come **“Categoria C”**. Tale categoria quindi potrà venire utilizzata dai progettisti per la definizione del coefficiente di amplificazione stratigrafica **Ss** necessario alle verifiche sismiche delle nuove strutture.

5.2 – Categoria topografica del sito

I rilevamenti e le misurazioni effettuate sul posto indicano una situazione topografica molto semplice con il luogo di ubicazione del nuovo fabbricato posto in una zona pianeggiante. In relazione a ciò il sito è classificabile come **“Categoria Topografica T1”** e quindi il **“Coefficiente di Amplificazione Topografica”** sarà $S_T = 1$.

5.3 – Microzonazione sismica del sito e verifica liquefazione

Il sito oggetto di intervento si trova, come visto, su un ampio terrazzo alluvionale del terzo ordine di terrazzi appoggiato sulla formazione di base. Questa situazione stratigrafica può generare, in caso di evento tellurico, un certo grado di amplificazione delle onde sismiche. Questa possibilità è stata verificata dallo studio di microzonazione sismica di livello 1° effettuata dal Comune di Fano sul suo territorio. Tale studio preliminare individua tre categorie di microzone omogenee in prospettiva sismica **A-Zone** stabili, **B-Zone** stabili suscettibili di amplificazioni locali, **C- Zone** suscettibili di instabilità. Si segnala che l'area

oggetto di intervento è stata classificata in categoria **B-** Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali e gli è stata attribuita la “Successione Stratigrafica Rappresentativa” n. 2001, come mostrato da uno stralcio di tale microzonazione riportato sulla tavola n. 8 allegata.

Il fenomeno della liquefazione dei terreni è invece quel fenomeno fisico che in caso di evento sismico causa un aumento delle pressioni interstiziali fino a provocare la perdita di contatto fra i granuli del terreno così che questo inizia a comportarsi come un fluido. Due dei principali fattori che impediscono il verificarsi di tale fenomeno sono la permeabilità del mezzo che contiene la falda ed il carico litostatico soprastante. In particolare i terreni che contengono la falda, sottostanti il sito oggetto di intervento, sono le ghiaie eterogranulari ad elevata permeabilità, questa permeabilità non consentirà quindi alcun aumento delle pressioni interstiziali in caso di sisma. Considerato inoltre che la superficie della falda è posta intorno a m. 11 di profondità, quindi con un carico litostatico considerevole, si ritiene che non sussistono le condizioni fondamentali perché tale fenomeno avvenga. E' pertanto escluso il fenomeno della liquefazione dei terreni sottostanti le fondazioni del nuovo fabbricato in caso di evento sismico atteso sul sito. Quanto affermato è confermato anche dal sopracitato studio di microzonazione in prospettiva sismica il quale limita a Fano la possibilità di liquefazione solo ad alcune aree prospicienti la costa e con falda superficiale.

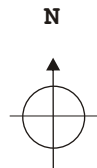
Fano, Marzo 2020



ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Giovanni MONTANARI
Geologo Specialista
ALBO SEZIONE I
Geol. Montanari Dr. Giovanni

ALLEGATI

COROGRAFIA



SCALA 1:25.000

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE
FOGLIO N.110 DELLA CARTA D'ITALIA
TAVOLETTA IV S.O.

LEGENDA



Ubicazione fabbricato di proprietà
Federica Orciani

- CARTA GEOLOGICA -



SCALA 1:50.000

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA D' ITALIA

LEGENDA

- a** Alluvioni recenti -Olocene-
- f4** Alluvioni ghiaioso sabbiose del IV° ordine di terrazzi -Pleistocene medio superiore-
- f3** Alluvioni ghiaioso sabbiose del III° ordine di terrazzi -Pleistocene medio superiore-
- p1s** Argille marnose azzurre, lievemente sabbiose -Pliocene inferiore-
- Faglia presunta
- Ubicazione fabbricato di proprietà Federica Orciani





PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO
P.A.I.




ESTRATTO CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

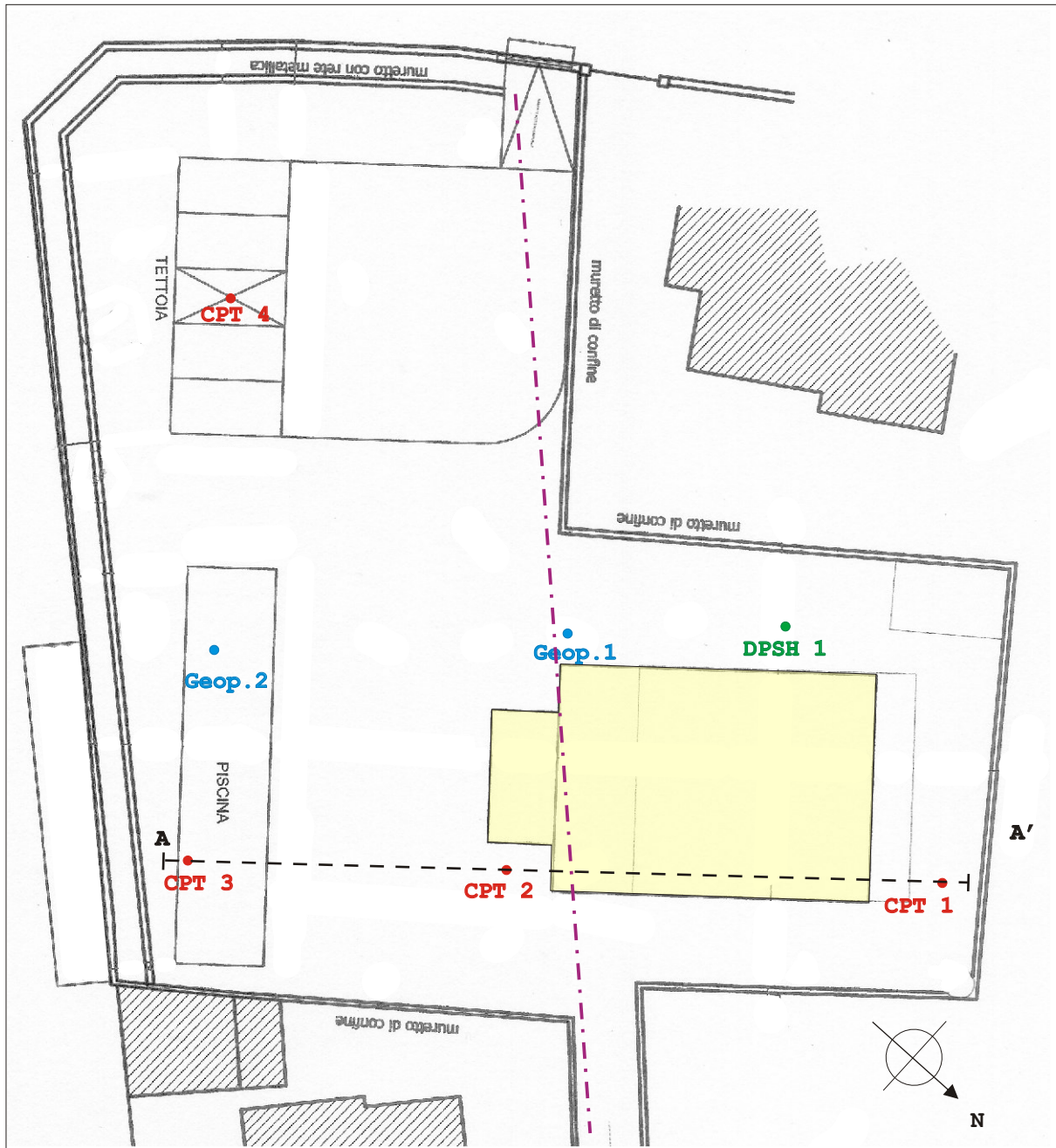
LEGENDA

Aree a rischio esondazione
(Codice E-xx-yyyy)

-  Rischio moderato (R1)
-  Rischio medio (R2)
-  Rischio elevato (R3)
-  Rischio molto elevato (R4)







 Ubicazione fabbricato Orciani

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



SCALA 1:300

LEGENDA

- | | | | |
|---|--|--|----------------------------------|
|  | Fabbricato di proprietà Federica Orciani |  | Prova geofisica MASW |
|  | CPT 1 Prova penetrometrica statica |  | A - - - A' Sezione stratigrafica |
|  | DPSH 1 Prova penetrometrica dinamica | | |
|  | Geop. 1 Carotaggio continuo "Geoprobe" | | |

Ditta **FEDERICA ORCIANI**

Località **VIA DELLE RIMEMBRANZE - FANO**

SONDAGGIO N. 1

	Prof. Mt.	Pocket penet. Kg/cmq	Vane Test Kg/cmq	Recupero campione %	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Livello Piezom.
Mt. 0	0.00	-	-	100%	Terreno vegetale	a s s e n t e
1	0.80	-	-	100%	Limi argillosi marrone scuro con materiale organico e frammenti di terracotta	
2	2.00	-	-	100%	Limi argilloso sabbiosi marrone con frammenti di terracotta e residui carboniosi	
3	3.00	1,8	-	100%	Limi sabbiosi giallastri con concrezioni carbonatiche -deposito alluvionale-	
4	4.00	-	-	100%	Sabbie leggermente limose giallastre molto umide -deposito alluvionale-	
5	5.00					
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Note:

Ditta **FEDERICA ORCIANI**

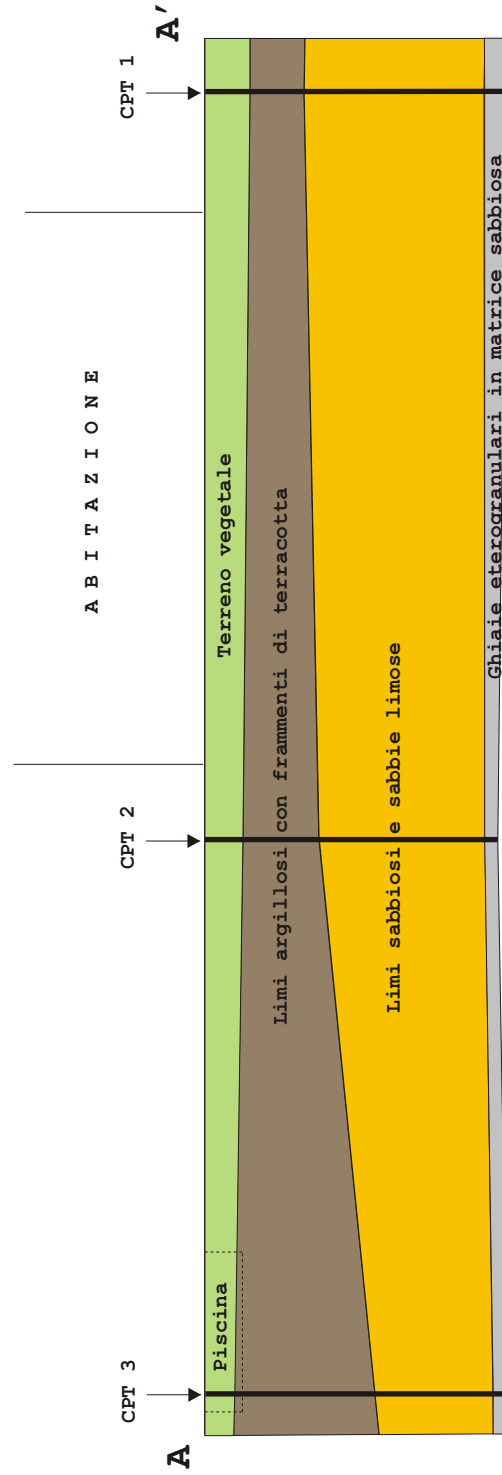
Località **VIA DELLE RIMEMBRANZE - FANO**

SONDAGGIO N. 2

	Prof. Mt.	Pocket penet. Kg/cmq	Vane Test Kg/cmq	Recupero campione %	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Livello Piezom.
Mt. 0	0.00	-	-	100%	Terreno vegetale	a s s e n t e
1	0.70	-	-	100%	Limi argilloso sabbiosi marrone con molti frammenti di terracotta	
2	2.70	-	-	100%	Limi sabbiosi nocciola con sporadici frammenti di cotto	
3	4.40	-	-	100%	Limi sabbiosi e sabbie limose giallastre -deposito alluvionale-	
4	5.00					
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

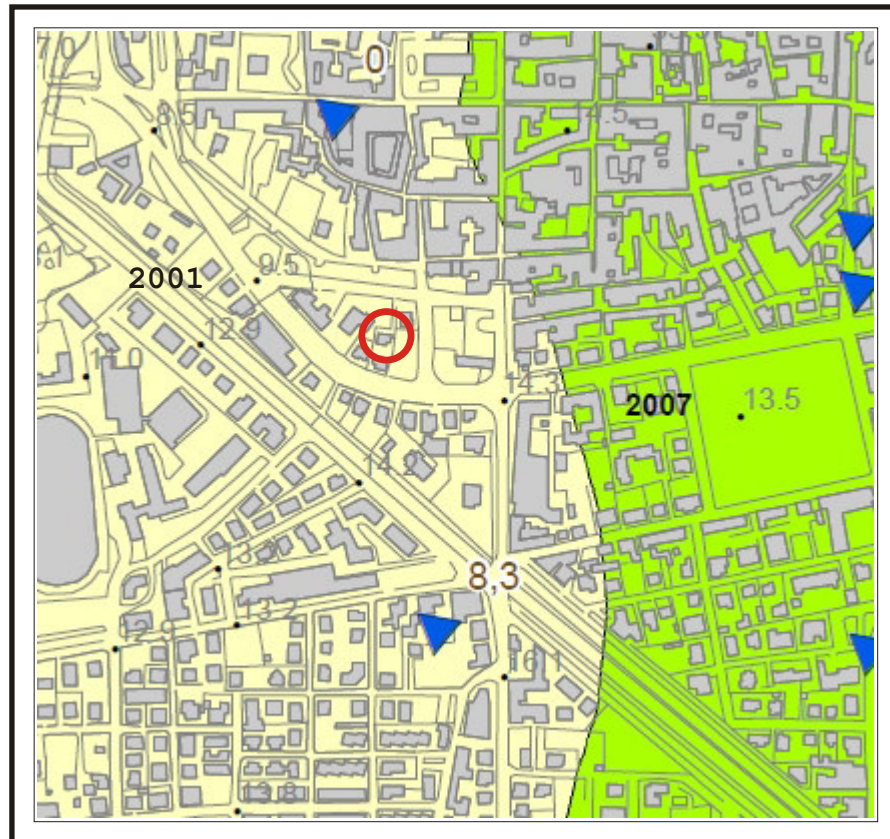
Note:

SEZIONE STRATIGRAFICA A-A'



Scala 1:200

**CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE
IN PROSPETTIVA SISMICA DEL COMUNE DI FANO
- M.O.P.S. -**



LEGENDA



Ubicazione fabbricato di proprietà
Federica Orciani



Microzona omogenea in prospettiva sismica categoria
"B"-"Zona stabile suscettibile di amplificazione locale"
Area con successione Stratigrafica Rappresentativa -2001-



Foto n. 1
DPSH. 1



Foto n. 2
CPT 1



Foto n. 3
CPT 2



Foto n. 4
CPT 3



Foto n. 5
CPT 4



Foto n. 6
GEOPROBE 1



Foto n. 7
GEOPROBE 2



Foto n. 8
MASW



Foto n. 9
Sond. Geoprobe 1



Foto n. 10
Sond. Geoprobe 2



INDAGINE GEOTECNICA MEDIANTE PROVE PENETROMETRICHE
ESEGUITE IN VIA DELLE RIMEMBRANZE NEL COMUNE DI FANO (PU)

Oggetto: Prove penetrometriche

Committente: Sig.ra Orciani Federica

Commessa: 007-20

Data acquisizione: 09/01/2020

Falconara M.ma, 14/10 Gennaio 2020

Il Responsabile
(dott. geol. Angelo Curatolo)

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-(200Kn)

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63,5	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	0,63	Kg
Diametro punta conica	51,00	mm
Area di base punta	20,43	cm ²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	6,3	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40	m
Avanzamento punta	0,20	m
Numero colpi per punta	N(20)	
Coeff. Correlazione	1,47	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90°	

Legenda parametri geotecnici DPSH:

DPSH:	Dinamic Probing Super Heavy
Nr:	Progressiva numero strati
Prof:	Profondità strato (metri)
Tipo:	I: Incoerente C: Coesivo
Nspt:	Correlazione con n. colpi Nspt
Cu :	Coesione non drenata (kg/cm ²) – Terzaghi-Peck
Ey:	Modulo di Young (kg/cm ²) – Coesivi – D' Appollonia – Incoerenti - Schmertmann (1978) sabbie
Mo :	Modulo Edometrico (Kg/cm ²) – Coesivi – Stroud e Butler (1975) – Incoerenti – Menzenbach e Malcev
Classificazione:	A.G.I. (1977)
Puv :	Peso unità di volume (t/m ³) – Coesivi - Meyerhof ed altri – Incoerenti - Meyerhof ed altri
PuvS :	Peso unità di volume saturo (t/m ³) – Coesivi - Meyerhof ed altri – Incoerenti - Terzaghi-Peck 1948-1967
Dr:	Densità relativa (%) – Skempton (1986)
Φ :	Angolo di resistenza al taglio (°) Φ ₁ (*) – Meyerhof (1965) Φ ₂ (**) - Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Φ ₃ (***) - Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY)

(*) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

(* *) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/m².

(* * *) - Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose . Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/m².

PROVA DPSH1 – Via delle Rimembranze – Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova DPSH -11,80 m

Falda non rilevata



TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. Dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.2	1.00	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.4	1.00	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.6	1.00	0.847	8.23	9.72	0.41	0.49
0.8	1.00	0.843	8.20	9.72	0.41	0.49
1.0	1.00	0.840	7.55	8.99	0.38	0.45
1.2	2.00	0.836	15.04	17.98	0.75	0.90
1.4	1.00	0.833	7.49	8.99	0.37	0.45
1.6	1.00	0.830	7.46	8.99	0.37	0.45
1.8	2.00	0.826	14.86	17.98	0.74	0.90
2.0	1.00	0.823	6.88	8.36	0.34	0.42
2.2	3.00	0.820	20.58	25.09	1.03	1.25
2.4	2.00	0.817	13.67	16.73	0.68	0.84
2.6	3.00	0.814	20.43	25.09	1.02	1.25
2.8	2.00	0.811	13.57	16.73	0.68	0.84
3.0	1.00	0.809	6.32	7.82	0.32	0.39
3.2	2.00	0.806	12.60	15.64	0.63	0.78
3.4	3.00	0.803	18.84	23.46	0.94	1.17
3.6	3.00	0.801	18.78	23.46	0.94	1.17
3.8	2.00	0.798	12.48	15.64	0.62	0.78
4.0	2.00	0.796	11.69	14.68	0.58	0.73
4.2	2.00	0.794	11.65	14.68	0.58	0.73
4.4	3.00	0.791	17.43	22.02	0.87	1.10
4.6	3.00	0.789	17.38	22.02	0.87	1.10
4.8	3.00	0.787	17.33	22.02	0.87	1.10
5.0	3.00	0.785	16.29	20.75	0.81	1.04
5.2	3.00	0.783	16.25	20.75	0.81	1.04
5.4	3.00	0.781	16.21	20.75	0.81	1.04
5.6	4.00	0.779	21.56	27.67	1.08	1.38
5.8	4.00	0.777	21.51	27.67	1.08	1.38
6.0	4.00	0.775	20.29	26.16	1.01	1.31
6.2	5.00	0.774	25.30	32.70	1.27	1.64
6.4	4.00	0.772	20.20	26.16	1.01	1.31
6.6	5.00	0.770	25.19	32.70	1.26	1.64
6.8	4.00	0.769	20.11	26.16	1.01	1.31
7.0	4.00	0.767	19.03	24.81	0.95	1.24
7.2	3.00	0.766	14.25	18.61	0.71	0.93
7.4	3.00	0.764	14.22	18.61	0.71	0.93
7.6	5.00	0.763	23.65	31.01	1.18	1.55
7.8	4.00	0.761	18.89	24.81	0.94	1.24
8.0	7.00	0.760	31.37	41.28	1.57	2.06
8.2	13.00	0.709	54.32	76.67	2.72	3.83
8.4	21.00	0.657	81.40	123.85	4.07	6.19
8.6	26.00	0.656	100.58	153.33	5.03	7.67
8.8	26.00	0.655	100.39	153.33	5.02	7.67
9.0	13.00	0.703	51.41	73.08	2.57	3.65
9.2	14.00	0.702	55.27	78.70	2.76	3.93
9.4	17.00	0.701	67.00	95.56	3.35	4.78
9.6	18.00	0.700	70.82	101.18	3.54	5.06
9.8	14.00	0.699	54.99	78.70	2.75	3.93
10.0	17.00	0.698	63.69	91.28	3.18	4.56
10.2	20.00	0.697	74.81	107.39	3.74	5.37
10.4	18.00	0.696	67.22	96.65	3.36	4.83
10.6	23.00	0.644	79.59	123.50	3.98	6.18
10.8	20.00	0.693	74.47	107.39	3.72	5.37
11.0	20.00	0.692	71.17	102.79	3.56	5.14
11.2	17.00	0.691	60.40	87.37	3.02	4.37
11.4	15.00	0.690	53.22	77.10	2.66	3.85
11.6	18.00	0.689	63.77	92.51	3.19	4.63
11.8	20.00	0.688	70.75	102.79	3.54	5.14

PROVA DPSH1 – Via delle Rimembranze – Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020
 Profondità prova DPSH -11,80 m
 Falda non rilevata

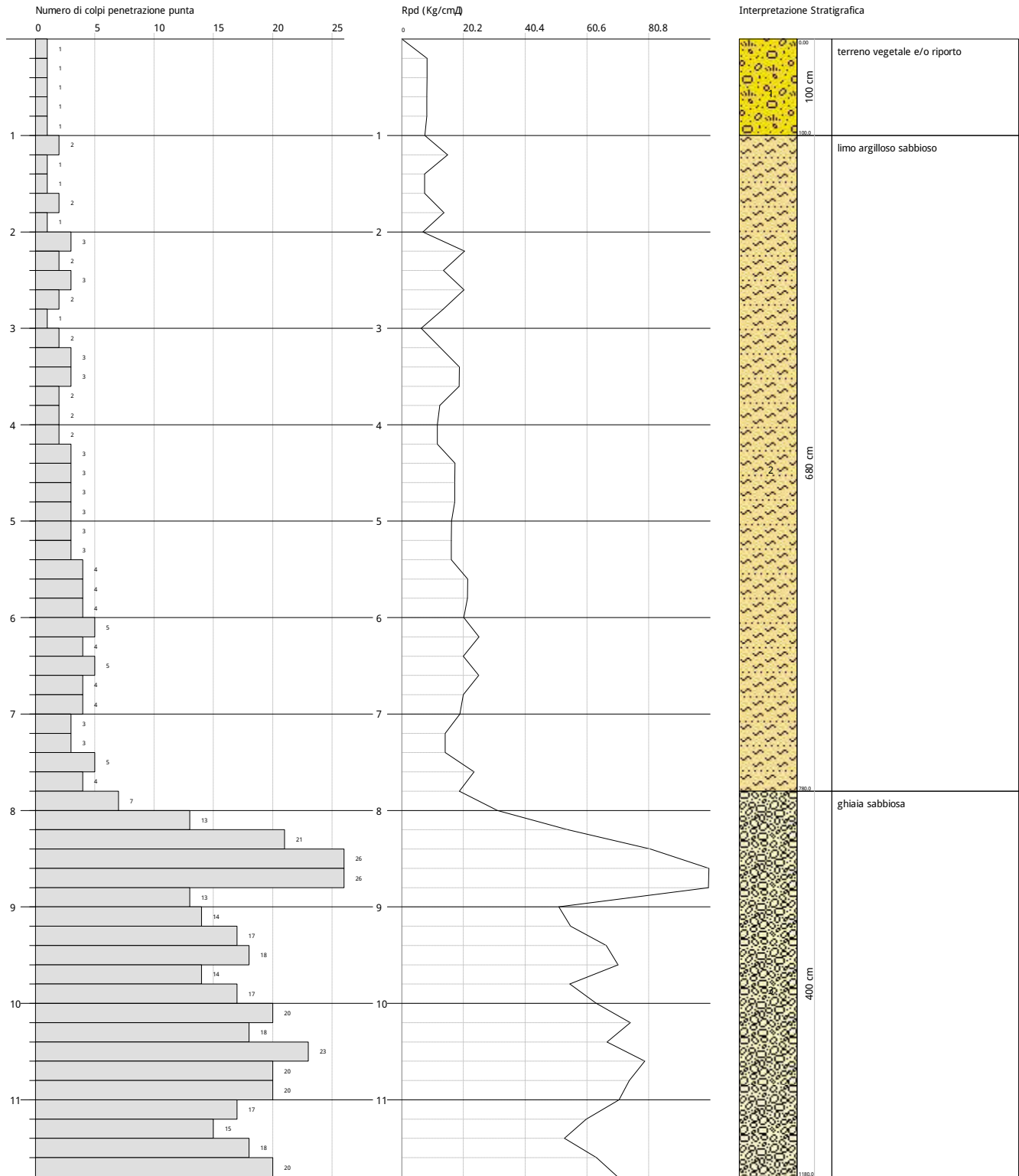


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Nspt	Cu	Ey	Mo	Classificazione	Puv	PuvS	Dr	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃
Nr.	Prof.	Tipo	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		t/m ³	t/m ³	%	(°)	(°)	(°)
1	0.2	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
2	0.4	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
3	0.6	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
4	0.8	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
5	1	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
6	1.2	I-C	3.01	0.19	30.1	37.63	SCIOLTO	1.64	1.86	15.33	30.82	21.72	27.9
7	1.4	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
8	1.6	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
9	1.8	I-C	3.01	0.19	30.1	37.63	SCIOLTO	1.64	1.86	15.33	30.82	21.72	27.9
10	2	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
11	2.2	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
12	2.4	I-C	3.01	0.19	30.1	37.63	SCIOLTO	1.64	1.86	15.33	30.82	21.72	27.9
13	2.6	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
14	2.8	I-C	3.01	0.19	30.1	37.63	SCIOLTO	1.64	1.86	15.33	30.82	21.72	27.9
15	3	I-C	1.5	0.09	15	18.75	SCIOLTO	1.52	1.85	10.89	30.15	19.74	27.45
16	3.2	I-C	3.01	0.19	30.1	37.63	SCIOLTO	1.64	1.86	15.33	30.82	21.72	27.9
17	3.4	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
18	3.6	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
19	3.8	I-C	3.01	0.19	30.1	37.63	SCIOLTO	1.64	1.86	15.33	30.82	21.72	27.9
20	4	I-C	3.01	0.19	30.1	37.63	SCIOLTO	1.64	1.86	15.33	30.82	21.72	27.9
21	4.2	I-C	3.01	0.19	30.1	37.63	SCIOLTO	1.64	1.86	15.33	30.82	21.72	27.9
22	4.4	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
23	4.6	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
24	4.8	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
25	5	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
26	5.2	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
27	5.4	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
28	5.6	I-C	6.02	0.38	60.2	75.25	POCO ADDENSATO	1.81	1.89	23.5	32.09	24.5	28.81
29	5.8	I-C	6.02	0.38	60.2	75.25	POCO ADDENSATO	1.81	1.89	23.5	32.09	24.5	28.81
30	6	I-C	6.02	0.38	60.2	75.25	POCO ADDENSATO	1.81	1.89	23.5	32.09	24.5	28.81
31	6.2	I-C	7.52	0.47	75.2	94	POCO ADDENSATO	1.88	1.9	27.25	32.7	25.62	29.26
32	6.4	I-C	6.02	0.38	60.2	75.25	POCO ADDENSATO	1.81	1.89	23.5	32.09	24.5	28.81
33	6.6	I-C	7.52	0.47	75.2	94	POCO ADDENSATO	1.88	1.9	27.25	32.7	25.62	29.26
34	6.8	I-C	6.02	0.38	60.2	75.25	POCO ADDENSATO	1.81	1.89	23.5	32.09	24.5	28.81
35	7	I-C	6.02	0.38	60.2	75.25	POCO ADDENSATO	1.81	1.89	23.5	32.09	24.5	28.81
36	7.2	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
37	7.4	I-C	4.51	0.28	45.1	56.38	POCO ADDENSATO	1.73	1.87	19.52	31.46	23.22	28.35
38	7.6	I-C	7.52	0.47	75.2	94	POCO ADDENSATO	1.88	1.9	27.25	32.7	25.62	29.26
39	7.8	I-C	6.02	0.38	84.24	125.19	POCO ADDENSATO	1.81	1.89	23.5	32.09	24.5	28.81
40	8	I	10.53	-	156.4	178.85	MODERATAMENTE ADDENSATO	1.98	2.18	34.15	33.87	27.57	30.16
41	8.2	I	19.55	-	252.64	212.39	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.1	2.31	50.56	36.93	32.12	32.86
42	8.4	I	31.58	-	312.8	212.39	ADDENSATO	2.19	2.42	65.07	40.01	36.76	36.47
43	8.6	I	39.1	-	312.8	125.19	ADDENSATO	2.47	2.5	71.64	41.34	39.22	38.73
44	8.8	I	39.1	-	156.4	131.93	ADDENSATO	2.47	2.5	71.64	41.34	39.22	38.73
45	9	I	19.55	-	168.48	152.04	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.1	2.31	50.56	36.93	32.12	32.86
46	9.2	I	21.06	-	204.56	158.73	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.1	2.12	52.77	37.38	32.77	33.32
47	9.4	I	25.57	-	216.56	131.93	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.12	2.24	58.64	38.62	34.58	34.67
48	9.6	I	27.07	-	168.48	152.04	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.13	2.28	60.38	38.99	35.15	35.12
49	9.8	I	21.06	-	204.56	172.16	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.1	2.12	52.77	37.38	32.77	33.32
50	10	I	25.57	-	240.64	158.73	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.12	2.24	58.64	38.62	34.58	34.67
51	10.2	I	30.08	-	216.56	192.27	ADDENSATO	2.16	2.37	63.59	39.69	36.24	36.02
52	10.4	I	27.07	-	276.72	172.16	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.13	2.28	60.38	38.99	35.15	35.12
53	10.6	I	34.59	-	240.64	172.16	ADDENSATO	2.27	2.5	67.84	40.6	37.78	37.38
54	10.8	I	30.08	-	240.64	152.04	ADDENSATO	2.16	2.37	63.59	39.69	36.24	36.02
55	11	I	30.08	-	204.56	138.62	ADDENSATO	2.16	2.37	63.59	39.69	36.24	36.02
56	11.2	I	25.57	-	180.48	158.73	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.12	2.24	58.64	38.62	34.58	34.67
57	11.4	I	22.56	-	216.56	172.16	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.11	2.16	54.84	37.81	33.4	33.77
58	11.6	I	27.07	-	240.64	270.7	MODERATAMENTE ADDENSATO	2.13	2.28	60.38	38.99	35.15	35.12
59	11.8	I	30.08	-	300.8	300.8	ADDENSATO	2.16	2.37	63.59	39.69	36.24	36.02

SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Nspt	Cu	Ey	Mo	Classificazione	Puv	PuvS	Dr	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃
Nr.	Prof.	Tipo	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		t/m ³	t/m ³	%	(°)	(°)	(°)
1	1.0	I-C	1.5	0.1	15.0	18.8	RIPORTO	1.5	1.9	10.9	30.2	19.7	27.5
2	7.8	I-C	4.4	0.3	44.5	56.2	POCO ADDENSATO	1.7	1.9	19.0	31.4	22.9	28.3
3	11.8	I	26.8	-	225.6	175.8	MODER.ADDENSATO	2.2	2.3	59.2	38.8	34.9	35.1



Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-200

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

Legenda parametri geotecnici CPT:

CPT:	Cone Penetration Test
Stratigrafia:	Robertson (1983) consigliato per CPT
Nr:	Progressiva numero strati
Prof:	Profondità strato (metri)
Tipo:	I: Incoerente C: Coesivo
Cu :	Coesione non drenata (kg/cm ²) – Baligh ed altri 1980 Nk= 20
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (kg/cm ²) – Ladd (77) Nk= 100
Mo :	Modulo Edometrico (kg/cm ²) – Coesivi - Buismann Sanglerat
OCR:	Grado di sovra consolidazione – Stress-History
G:	Modulo di deformazione al taglio (kg/cm ²)- Imai & Tomauchi
Puv :	Peso unità di volume (t/m ³) - Meyerhof
PuvS :	Peso unità di volume saturo (t/m ³) - Meyerhof
Dr:	Densità relativa (%) Schmertmann
Φ :	Angolo di resistenza al taglio (°) – De Beer
Ey	Modulo di Young (kg/cm ²) – Incoerenti - Robertson e Campanella
K:	Permeabilità (cm/s) –

PROVA CPT1 – Via delle Rimembranze - Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova CPT -8,00 m

Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm ²)	Lettura Laterale (kg/cm ²)	q _c (kg/cm ²)	f _s (kg/cm ²)	q _c /f _s Begemann (kg/cm ²)	f _s /q _c x100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	8	12	8.1	0.7	11.6	8.6
0.6	13	23	13.1	0.5	26.2	3.8
0.8	10	18	10.1	0.9	11.2	8.9
1.0	10	23	10.1	0.5	20.2	5.0
1.2	10	18	10.3	0.6	17.2	5.8
1.4	15	24	15.3	0.7	21.9	4.6
1.6	15	25	15.3	0.7	21.9	4.6
1.8	12	23	12.3	0.5	24.6	4.1
2.0	15	22	15.3	0.9	17.0	5.9
2.2	17	30	17.4	0.7	24.9	4.0
2.4	20	30	20.4	1.1	18.5	5.4
2.6	23	39	23.4	1.3	18.0	5.6
2.8	24	43	24.4	1.5	16.3	6.1
3.0	23	46	23.4	1.5	15.6	6.4
3.2	28	50	28.6	4.1	7.0	14.3
3.4	28	89	28.6	2.9	9.9	10.1
3.6	22	66	22.6	1.1	20.5	4.9
3.8	21	37	21.6	1.0	21.6	4.6
4.0	32	47	32.6	1.5	21.7	4.6
4.2	41	64	41.7	1.3	32.1	3.1
4.4	35	55	35.7	1.2	29.8	3.4
4.6	46	64	46.7	2.2	21.2	4.7
4.8	31	64	31.7	1.3	24.4	4.1
5.0	26	46	26.7	1.2	22.3	4.5
5.2	27	45	27.8	1.1	25.3	4.0
5.4	22	39	22.8	1.1	20.7	4.8
5.6	29	46	29.8	1.3	22.9	4.4
5.8	32	51	32.8	1.8	18.2	5.5
6.0	31	58	31.8	1.9	16.7	6.0
6.2	32	60	33.0	1.9	17.4	5.8
6.4	32	60	33.0	1.9	17.4	5.8
6.6	36	64	37.0	1.8	20.6	4.9
6.8	29	56	30.0	1.0	30.0	3.3
7.0	26	41	27.0	1.0	27.0	3.7
7.2	25	40	26.1	1.9	13.7	7.3
7.4	19	47	20.1	3.8	5.3	18.9
7.6	181	238	182.1	5.7	31.9	3.1
7.8	225	310	226.1	3.3	68.5	1.5
8.0	300	350	301.1	-	-	-

PROVA CPT1 – Via delle Rimembranze - Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova CPT -8,00 m

Note: Falda non rilevata



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	C	0.40	24.30	41.00	100.50	-	1.82	1.90	-	-	-	-
3	0.6	I-C	0.70	39.30	66.00	134.84	-	1.90	1.98	74.38	31.95	26.2	-
4	0.8	C	0.50	30.30	51.00	115.00	-	1.86	1.94	-	-	-	-
5	1.0	C	0.50	30.30	51.00	115.00	-	1.86	1.94	-	-	-	-
6	1.2	C	0.50	30.90	52.00	116.40	-	1.86	1.94	-	-	-	-
7	1.4	I-C	0.80	45.90	77.00	148.25	-	1.93	2.01	44.41	26.38	30.6	-
8	1.6	I-C	0.80	45.90	77.00	148.25	-	1.93	2.01	39.87	25.58	30.6	-
9	1.8	I-C	0.60	36.90	62.00	129.74	-	1.89	1.97	28.01	23.85	24.6	-
10	2.0	C	0.70	45.90	77.00	148.30	-	1.92	2.00	-	-	-	-
11	2.2	I-C	0.90	52.20	87.00	160.37	-	1.95	2.03	34.3	24.37	34.8	-
12	2.4	C	1.00	61.20	102.00	176.70	-	1.97	2.05	-	-	-	-
13	2.6	C	1.10	70.20	117.00	192.20	-	2.00	2.08	-	-	-	-
14	2.8	C	1.20	73.20	122.00	197.20	-	2.00	2.08	-	-	-	-
15	3.0	C	1.10	70.20	117.00	192.20	-	2.00	2.08	-	-	-	-
16	3.2	C	1.40	85.80	143.00	217.30	-	2.03	2.11	-	-	-	-
17	3.4	C	1.40	85.80	143.00	217.30	-	2.03	2.11	-	-	-	-
18	3.6	I-C	1.10	67.80	113.00	188.16	-	1.99	2.07	28.41	22.88	45.2	-
19	3.8	I-C	1.00	64.80	108.00	183.02	-	1.98	2.06	25.11	22.38	43.2	-
20	4.0	I-C	1.60	97.80	163.00	235.36	-	2.05	2.13	38.6	24.06	65.2	-
21	4.2	I-C	2.00	125.10	209.00	273.57	-	2.09	2.17	46.08	24.96	83.4	-
22	4.4	I-C	1.70	107.10	179.00	248.79	-	2.07	2.15	38.95	23.96	71.4	-
23	4.6	I-C	2.30	70.10	234.00	293.16	-	2.11	2.19	47.41	25	93.4	-
24	4.8	I-C	1.50	95.10	159.00	231.37	-	2.05	2.13	31.96	22.93	63.4	-
25	5.0	I-C	1.30	80.10	134.00	208.33	-	2.02	2.10	24.49	21.9	53.4	-
26	5.2	I-C	1.30	83.40	139.00	213.54	-	2.02	2.10	24.83	21.89	55.6	-
27	5.4	I-C	1.10	68.40	114.00	189.17	-	1.99	2.07	16.48	20.75	45.6	-
28	5.6	I-C	1.40	89.40	149.00	222.79	-	2.03	2.11	25.23	21.84	59.6	-
29	5.8	C	1.60	98.40	164.00	236.20	-	2.05	2.13	-	-	-	-
30	6.0	C	1.50	95.40	159.00	231.80	-	2.04	2.12	-	-	-	-
31	6.2	C	1.60	99.00	165.00	237.10	-	2.05	2.13	-	-	-	-
32	6.4	C	1.60	99.00	165.00	237.10	-	2.05	2.13	-	-	-	-
33	6.6	I-C	1.80	111.00	185.00	254.29	-	2.07	2.15	28.29	22.01	74	-
34	6.8	I-C	1.40	90.00	150.00	223.71	-	2.03	2.11	19.75	20.86	60	-
35	7.0	I-C	1.30	81.00	135.00	209.76	-	2.01	2.09	15.08	20.22	54	-
36	7.2	C	1.20	78.30	131.00	205.50	-	2.01	2.09	-	-	-	-
37	7.4	C	0.90	60.30	101.00	175.20	-	1.96	2.04	-	-	-	-
38	7.6	I	-	273.20	-	673.30	-	2.34	2.42	82.56	28.88	364.2	-
39	7.8	I	-	339.20	-	768.49	-	2.38	2.46	89.63	29.76	452.2	-
40	8.0	I	-	451.70	-	915.48	-	2.43	2.51	99.27	30.98	602.2	-

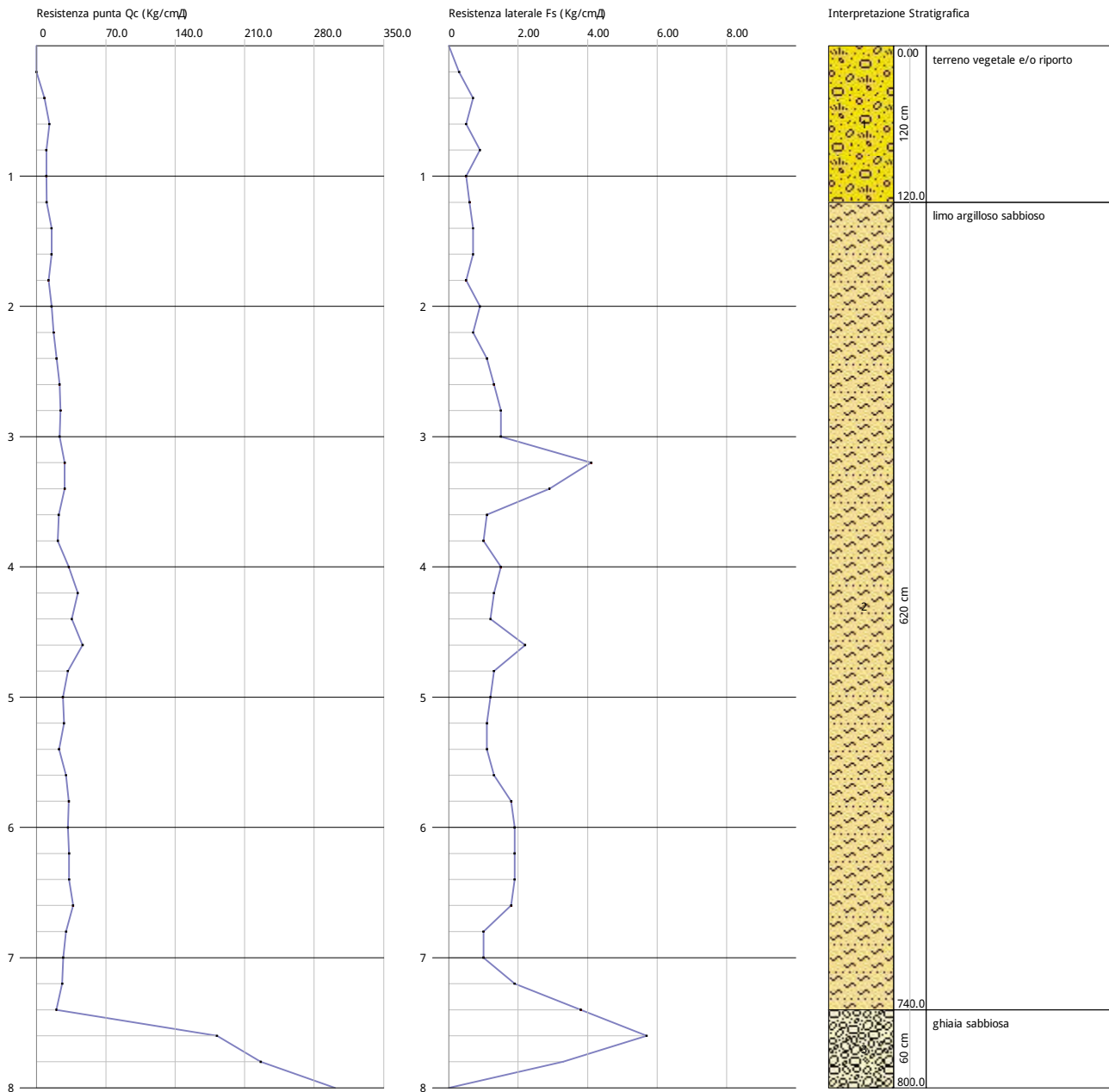
SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	1.2	C	0.52	31.02	52.20	116.35	-	1.86	1.94	74.38	31.95	26.20	-
2	7.4	I-C	1.30	78.54	134.84	207.28	-	2.01	2.09	30.96	23.10	54.89	-
3	8.0	I	-	354.70	-	785.76	-	2.38	2.46	90.49	29.87	472.87	-

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Sig.ra Federica Orciani
 Cantiere: Fano (PU)
 Localit': Via delle Rimembranze

Data: 09/01/2020
 Pag. 1 Scala 1:50



PROVA CPT2 – Via delle Rimembranze - Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova CPT -7,80 m

Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm ²)	Lettura Laterale (kg/cm ²)	q _c (kg/cm ²)	f _s (kg/cm ²)	q _c /f _s Begemann (kg/cm ²)	f _s /q _c x100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	13	27	13.1	0.6	21.8	4.6
0.6	11	20	11.1	0.9	12.3	8.1
0.8	13	26	13.1	0.9	14.6	6.9
1.0	10	23	10.1	0.7	14.4	6.9
1.2	13	24	13.3	0.7	19.0	5.3
1.4	11	22	11.3	0.7	16.1	6.2
1.6	13	23	13.3	0.5	26.6	3.8
1.8	15	23	15.3	0.9	17.0	5.9
2.0	17	31	17.3	0.7	24.7	4.0
2.2	20	30	20.4	0.7	29.1	3.4
2.4	21	31	21.4	1.5	14.3	7.0
2.6	21	43	21.4	1.9	11.3	8.9
2.8	17	46	17.4	1.3	13.4	7.5
3.0	28	48	28.4	1.4	20.3	4.9
3.2	25	46	25.6	1.8	14.2	7.0
3.4	24	51	24.6	1.5	16.4	6.1
3.6	20	42	20.6	1.5	13.7	7.3
3.8	20	42	20.6	1.2	17.2	5.8
4.0	23	41	23.6	0.9	26.2	3.8
4.2	26	40	26.7	1.0	26.7	3.7
4.4	25	40	25.7	1.4	18.4	5.4
4.6	29	50	29.7	1.7	17.5	5.7
4.8	41	66	41.7	1.5	27.8	3.6
5.0	33	55	33.7	1.2	28.1	3.6
5.2	30	48	30.8	1.6	19.3	5.2
5.4	30	54	30.8	1.3	23.7	4.2
5.6	41	61	41.8	2.1	19.9	5.0
5.8	36	67	36.8	2.1	17.5	5.7
6.0	35	67	35.8	1.7	21.1	4.7
6.2	35	61	36.0	1.5	24.0	4.2
6.4	33	56	34.0	1.5	22.7	4.4
6.6	35	57	36.0	1.7	21.2	4.7
6.8	37	62	38.0	1.7	22.4	4.5
7.0	36	61	37.0	1.4	26.4	3.8
7.2	42	63	43.1	2.0	21.6	4.6
7.4	41	71	42.1	7.3	5.8	17.3
7.6	198	307	199.1	1.7	117.1	0.9
7.8	280	305	281.1	-	-	-

PROVA CPT2 – Via delle Rimembranze - Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova CPT -7,80 m

Note: Falda non rilevata

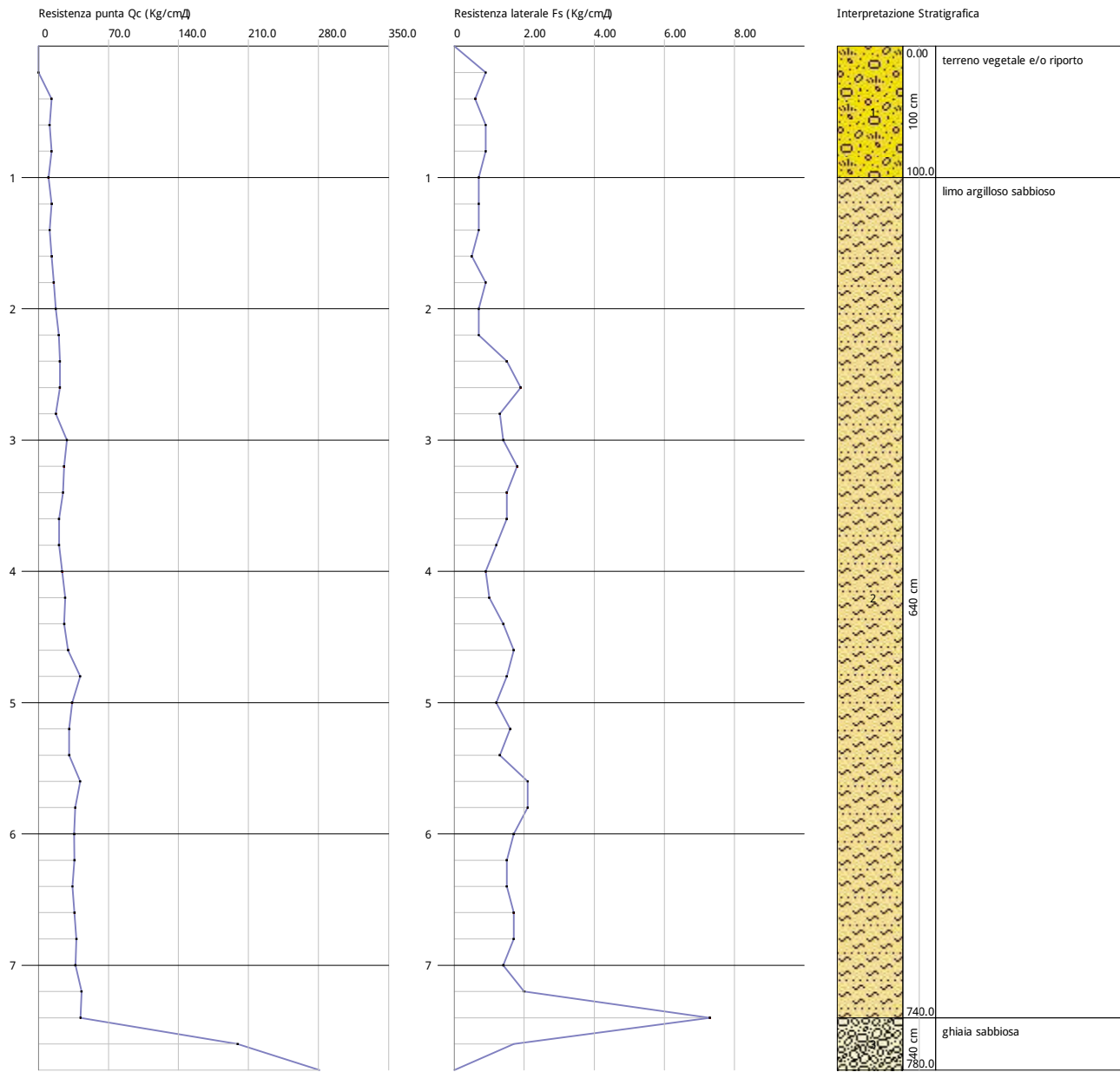


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	C	0.70	39.30	66.00	134.80	-	1.90	1.98	-	-	-	-
3	0.6	C	0.60	33.30	56.00	121.90	-	1.87	1.95	-	-	-	-
4	0.8	C	0.70	39.30	66.00	134.80	-	1.90	1.98	-	-	-	-
5	1.0	C	0.50	30.30	51.00	115.00	-	1.86	1.94	-	-	-	-
6	1.2	C	0.70	39.90	67.00	136.10	-	1.90	1.98	-	-	-	-
7	1.4	C	0.60	33.90	57.00	123.20	-	1.87	1.95	-	-	-	-
8	1.6	I-C	0.70	39.90	67.00	136.09	-	1.90	1.98	34.53	24.87	26.6	-
9	1.8	C	0.80	45.90	77.00	148.30	-	1.92	2.00	-	-	-	-
10	2.0	I-C	0.80	51.90	86.00	159.81	-	1.95	2.03	36.94	24.85	34.6	-
11	2.2	I-C	1.00	61.20	102.00	176.74	-	1.97	2.05	39.9	25.09	40.8	-
12	2.4	C	1.00	64.20	107.00	182.00	-	1.98	2.06	-	-	-	-
13	2.6	C	1.00	64.20	107.00	182.00	-	1.98	2.06	-	-	-	-
14	2.8	C	0.80	52.20	87.00	160.40	-	1.94	2.02	-	-	-	-
15	3.0	I-C	1.40	85.20	142.00	216.34	-	2.03	2.11	42.27	24.94	56.8	-
16	3.2	C	1.30	76.80	128.00	203.00	-	2.01	2.09	-	-	-	-
17	3.4	C	1.20	73.80	123.00	198.20	-	2.00	2.08	-	-	-	-
18	3.6	C	1.00	61.80	103.00	177.80	-	1.97	2.05	-	-	-	-
19	3.8	C	1.00	61.80	103.00	177.80	-	1.97	2.05	-	-	-	-
20	4.0	I-C	1.10	70.80	118.00	193.20	-	2.00	2.08	26.74	22.51	47.2	-
21	4.2	I-C	1.30	80.10	134.00	208.33	-	2.02	2.10	29.8	22.84	53.4	-
22	4.4	C	1.20	77.10	129.00	203.50	-	2.01	2.09	-	-	-	-
23	4.6	C	1.40	89.10	149.00	222.30	-	2.03	2.11	-	-	-	-
24	4.8	I-C	2.00	125.10	209.00	273.57	-	2.09	2.17	42.14	24.26	83.4	-
25	5.0	I-C	1.60	101.10	169.00	240.18	-	2.06	2.14	33.1	23.02	67.4	-
26	5.2	C	1.50	92.40	154.00	227.30	-	2.04	2.12	-	-	-	-
27	5.4	I-C	1.50	92.40	154.00	227.33	-	2.04	2.12	27.54	22.2	61.6	-
28	5.6	I-C	2.00	125.40	209.00	273.97	-	2.09	2.17	37.64	23.46	83.6	-
29	5.8	C	1.80	110.40	184.00	253.40	-	2.07	2.15	-	-	-	-
30	6.0	I-C	1.70	107.40	179.00	249.22	-	2.07	2.15	29.89	22.35	71.6	-
31	6.2	I-C	1.70	108.00	180.00	250.07	-	2.07	2.15	29.11	22.21	72	-
32	6.4	I-C	1.60	102.00	170.00	241.49	-	2.06	2.14	26.07	21.77	68	-
33	6.6	I-C	1.70	108.00	180.00	250.07	-	2.07	2.15	27.25	21.88	72	-
34	6.8	I-C	1.80	114.00	190.00	258.47	-	2.07	2.15	28.34	21.98	76	-
35	7.0	I-C	1.80	111.00	185.00	254.29	-	2.07	2.15	26.51	21.7	74	-
36	7.2	I-C	2.10	129.30	215.00	279.14	-	2.10	2.18	31.26	22.28	86.2	-
37	7.4	C	2.00	126.30	210.00	275.20	-	2.09	2.17	-	-	-	-
38	7.6	I	-	298.70	-	711.03	-	2.36	2.44	85.63	29.27	398.2	-
39	7.8	I	-	421.70	-	877.83	-	2.42	2.50	97.38	30.76	562.2	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	1.0	C	0.63	35.55	59.75	126.63	-	1.88	1.96	-	-	-	-
2	7.4	I-C	1.35	83.83	139.81	211.21	-	2.01	2.09	32.30	23.07	63.25	-
3	7.8	I	-	360.20	-	794.43	-	2.39	2.47	91.51	30.02	480.20	-



PROVA CPT3 – Via delle Rimembranze - Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova CPT -8,00 m

Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm ²)	Lettura Laterale (kg/cm ²)	q _c (kg/cm ²)	f _s (kg/cm ²)	q _c /f _s Begemann (kg/cm ²)	f _s /q _c x100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	16	25	16.1	0.8	20.1	5.0
0.6	11	23	11.1	0.8	13.9	7.2
0.8	14	26	14.1	0.9	15.7	6.4
1.0	12	25	12.1	0.7	17.3	5.8
1.2	12	22	12.3	0.6	20.5	4.9
1.4	12	21	12.3	0.7	17.6	5.7
1.6	10	21	10.3	0.6	17.2	5.8
1.8	10	19	10.3	0.5	20.6	4.9
2.0	10	18	10.3	0.5	20.6	4.9
2.2	13	21	13.4	0.7	19.1	5.2
2.4	12	22	12.4	0.7	17.7	5.6
2.6	14	24	14.4	0.9	16.0	6.3
2.8	20	33	20.4	0.7	29.1	3.4
3.0	24	35	24.4	1.1	22.2	4.5
3.2	21	38	21.6	1.1	19.6	5.1
3.4	17	34	17.6	0.8	22.0	4.5
3.6	19	31	19.6	0.7	28.0	3.6
3.8	21	32	21.6	1.1	19.6	5.1
4.0	17	33	17.6	0.8	22.0	4.5
4.2	20	32	20.7	0.7	29.6	3.4
4.4	16	26	16.7	0.6	27.8	3.6
4.6	21	30	21.7	0.8	27.1	3.7
4.8	19	31	19.7	1.3	15.2	6.6
5.0	19	39	19.7	0.4	49.3	2.0
5.2	31	37	31.8	0.7	45.4	2.2
5.4	23	34	23.8	1.1	21.6	4.6
5.6	33	49	33.8	1.5	22.5	4.4
5.8	36	59	36.8	1.8	20.4	4.9
6.0	39	66	39.8	2.1	19.0	5.3
6.2	38	70	39.0	1.8	21.7	4.6
6.4	33	60	34.0	1.7	20.0	5.0
6.6	33	58	34.0	2.0	17.0	5.9
6.8	35	65	36.0	1.4	25.7	3.9
7.0	36	57	37.0	1.0	37.0	2.7
7.2	37	52	38.1	1.9	20.1	5.0
7.4	40	68	41.1	1.3	31.6	3.2
7.6	35	55	36.1	5.5	6.6	15.2
7.8	256	338	257.1	2.4	107.1	0.9
8.0	300	336	301.1	-	-	-

PROVA CPT3 – Via delle Rimembranze - Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova CPT -8,00 m

Note: Falda non rilevata

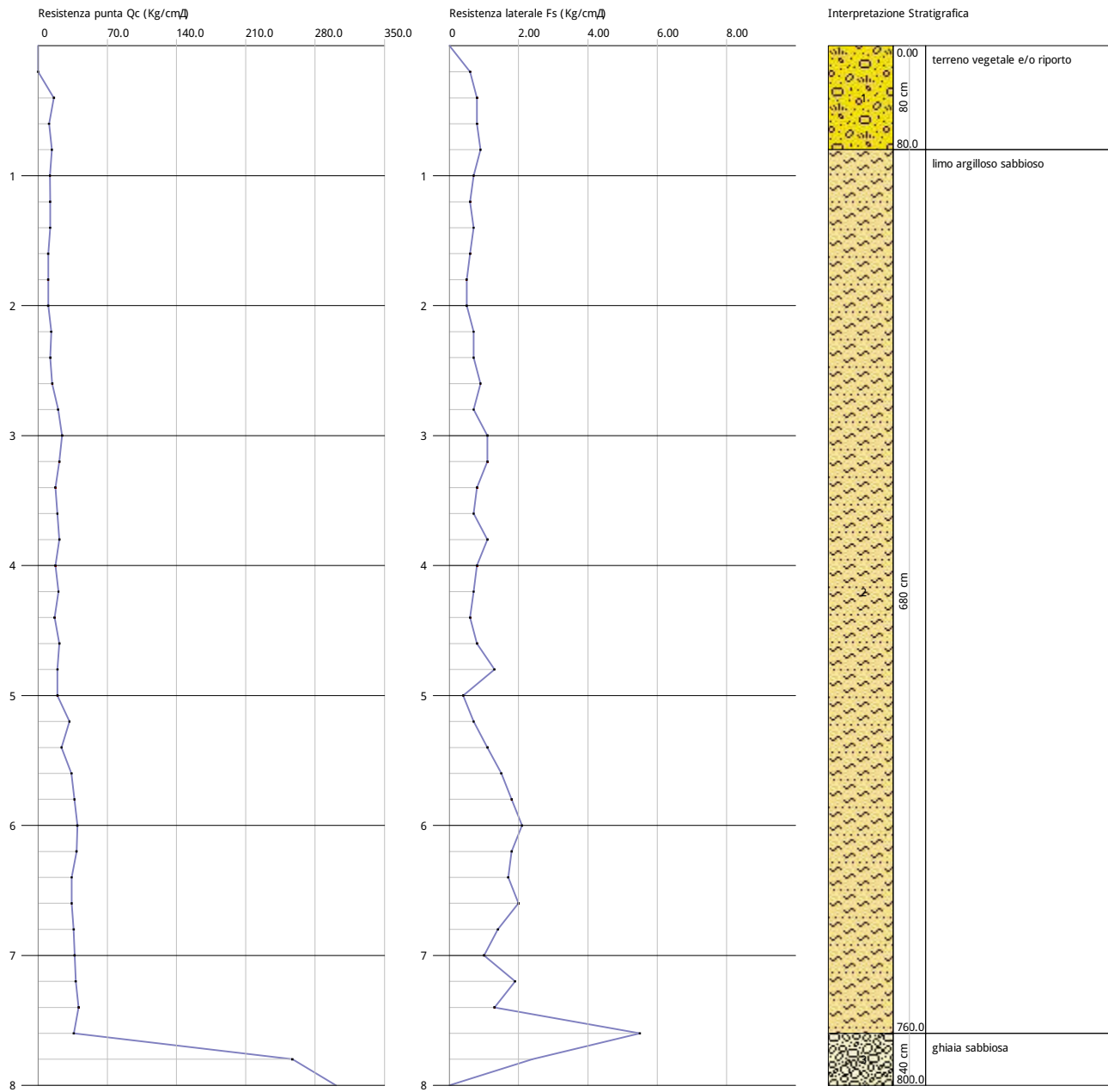


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	C	0.80	48.30	81.00	152.90	-	1.94	2.02	-	-	-	-
3	0.6	C	0.60	33.30	56.00	121.90	-	1.87	1.95	-	-	-	-
4	0.8	C	0.70	42.30	71.00	141.00	-	1.91	1.99	-	-	-	-
5	1.0	C	0.60	36.30	61.00	128.50	-	1.89	1.97	-	-	-	-
6	1.2	C	0.60	36.90	62.00	129.70	-	1.89	1.97	-	-	-	-
7	1.4	C	0.60	36.90	62.00	129.70	-	1.89	1.97	-	-	-	-
8	1.6	C	0.50	30.90	52.00	116.40	-	1.86	1.94	-	-	-	-
9	1.8	C	0.50	30.90	52.00	116.40	-	1.86	1.94	-	-	-	-
10	2.0	C	0.50	30.90	52.00	116.40	-	1.86	1.94	-	-	-	-
11	2.2	C	0.70	40.20	67.00	136.70	-	1.90	1.98	-	-	-	-
12	2.4	C	0.60	37.20	62.00	130.40	-	1.89	1.97	-	-	-	-
13	2.6	C	0.70	43.20	72.00	142.90	-	1.91	1.99	-	-	-	-
14	2.8	I-C	1.00	61.20	102.00	176.70	-	1.97	2.05	32.54	23.79	40.8	-
15	3.0	I-C	1.20	73.20	122.00	197.20	-	2.00	2.08	36.92	24.26	48.8	-
16	3.2	C	1.10	64.80	108.00	183.00	-	1.98	2.06	-	-	-	-
17	3.4	I-C	0.90	52.80	88.00	161.50	-	1.95	2.03	21.13	22.02	35.2	-
18	3.6	I-C	0.90	58.80	98.00	172.50	-	1.96	2.04	23.36	22.23	39.2	-
19	3.8	C	1.00	64.80	108.00	183.00	-	1.98	2.06	-	-	-	-
20	4.0	I-C	0.80	52.80	88.00	161.50	-	1.94	2.02	16.26	21.16	35.2	-
21	4.2	I-C	1.00	62.10	104.00	178.30	-	1.97	2.05	20.77	21.68	41.4	-
22	4.4	I-C	0.80	50.10	84.00	156.40	-	1.93	2.01	11.55	20.42	33.4	-
23	4.6	I-C	1.00	65.10	109.00	183.50	-	1.98	2.06	19.84	21.43	43.4	-
24	4.8	C	0.90	59.10	99.00	173.00	-	1.96	2.04	-	-	-	-
25	5.0	I-C	0.90	59.10	99.00	173.00	-	1.96	2.04	13.83	20.54	39.4	-
26	5.2	I-C	1.50	95.40	159.00	231.80	-	2.05	2.13	30.2	22.61	63.6	-
27	5.4	I-C	1.10	71.40	119.00	194.20	-	2.00	2.08	18.48	21.04	47.6	-
28	5.6	I-C	1.60	101.40	169.00	240.60	-	2.06	2.14	30.23	22.51	67.6	-
29	5.8	I-C	1.80	110.40	184.00	253.40	-	2.07	2.15	32.27	22.73	73.6	-
30	6.0	C	1.90	119.40	199.00	265.90	-	2.08	2.16	-	-	-	-
31	6.2	I-C	1.90	117.00	195.00	262.60	-	2.08	2.16	32.36	22.64	78	-
32	6.4	I-C	1.60	102.00	170.00	241.50	-	2.06	2.14	26.38	21.82	68	-
33	6.6	C	1.60	102.00	170.00	241.50	-	2.06	2.14	-	-	-	-
34	6.8	C	1.70	108.00	180.00	205.00	-	2.07	2.15	-	-	-	-
35	7.0	I-C	1.80	111.00	185.00	254.30	-	2.07	2.15	26.83	21.76	74	-
36	7.2	I-C	1.80	114.30	190.00	258.90	-	2.08	2.16	27.06	21.75	76.2	-
37	7.4	I-C	2.00	123.30	205.00	271.20	-	2.09	2.17	29.02	21.96	82.2	-
38	7.6	C	1.70	108.30	180.00	250.50	-	2.07	2.15	-	-	-	-
39	7.8	I	-	385.70	1286.00	831.25	-	2.36	2.44	94.51	30.4	514.2	-
40	8.0	I	-	451.70	1506.00	915.48	-	2.42	2.50	99.44	31.01	602.2	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	0.8	C	0.70	41.30	69.33	138.60	-	1.91	1.99	-	-	-	-
2	7.6	I-C	1.14	71.51	119.29	188.77	-	1.98	2.06	24.95	22.02	54.87	-
3	8.0	I	-	418.70	-	873.37	-	2.39	2.47	96.98	30.71	558.20	-



PROVA CPT4 – Via delle Rimembranze - Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova CPT -8,20 m

Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm ²)	Lettura Laterale (kg/cm ²)	q _c (kg/cm ²)	f _s (kg/cm ²)	q _c /f _s Begemann (kg/cm ²)	f _s /q _c x100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	11	20	11.1	0.5	22.2	4.5
0.6	7	14	7.1	0.9	7.9	12.7
0.8	13	26	13.1	1.7	7.7	13.0
1.0	16	42	16.1	1.0	16.1	6.2
1.2	19	34	19.3	1.1	17.5	5.7
1.4	13	30	13.3	0.7	19.0	5.3
1.6	39	50	39.3	2.7	14.6	6.9
1.8	45	85	45.3	2.9	15.6	6.4
2.0	48	91	48.3	3.5	13.8	7.2
2.2	47	99	47.4	3.1	15.3	6.5
2.4	46	93	46.4	3.4	13.6	7.3
2.6	39	90	39.4	3.3	11.9	8.4
2.8	40	89	40.4	3.3	12.2	8.2
3.0	36	85	36.4	2.8	13.0	7.7
3.2	35	77	35.6	2.9	12.3	8.1
3.4	35	78	35.6	2.7	13.2	7.6
3.6	34	74	34.6	2.5	13.8	7.2
3.8	32	70	32.6	2.3	14.2	7.1
4.0	26	61	26.6	1.7	15.6	6.4
4.2	36	61	36.7	1.9	19.3	5.2
4.4	31	60	31.7	1.5	21.1	4.7
4.6	45	67	45.7	2.3	19.9	5.0
4.8	46	81	46.7	1.8	25.9	3.9
5.0	31	58	31.7	0.9	35.2	2.8
5.2	30	44	30.8	1.5	20.5	4.9
5.4	30	53	30.8	1.5	20.5	4.9
5.6	27	50	27.8	1.5	18.5	5.4
5.8	34	57	34.8	1.8	19.3	5.2
6.0	33	60	33.8	2.1	16.1	6.2
6.2	35	67	36.0	2.1	17.1	5.8
6.4	34	66	35.0	1.8	19.4	5.1
6.6	33	60	34.0	1.5	22.7	4.4
6.8	44	66	45.0	2.0	22.5	4.4
7.0	40	70	41.0	1.7	24.1	4.1
7.2	40	66	41.1	1.3	31.6	3.2
7.4	45	64	46.1	8.9	5.2	19.3
7.6	120	254	121.1	3.9	31.1	3.2
7.8	168	226	169.1	6.4	26.4	3.8
8.0	242	338	243.1	2.9	83.8	1.2
8.2	310	354	311.2	-	-	-

PROVA CPT4 – Via delle Rimembranze - Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 09/01/2020

Profondità prova CPT -8,20 m

Note: Falda non rilevata

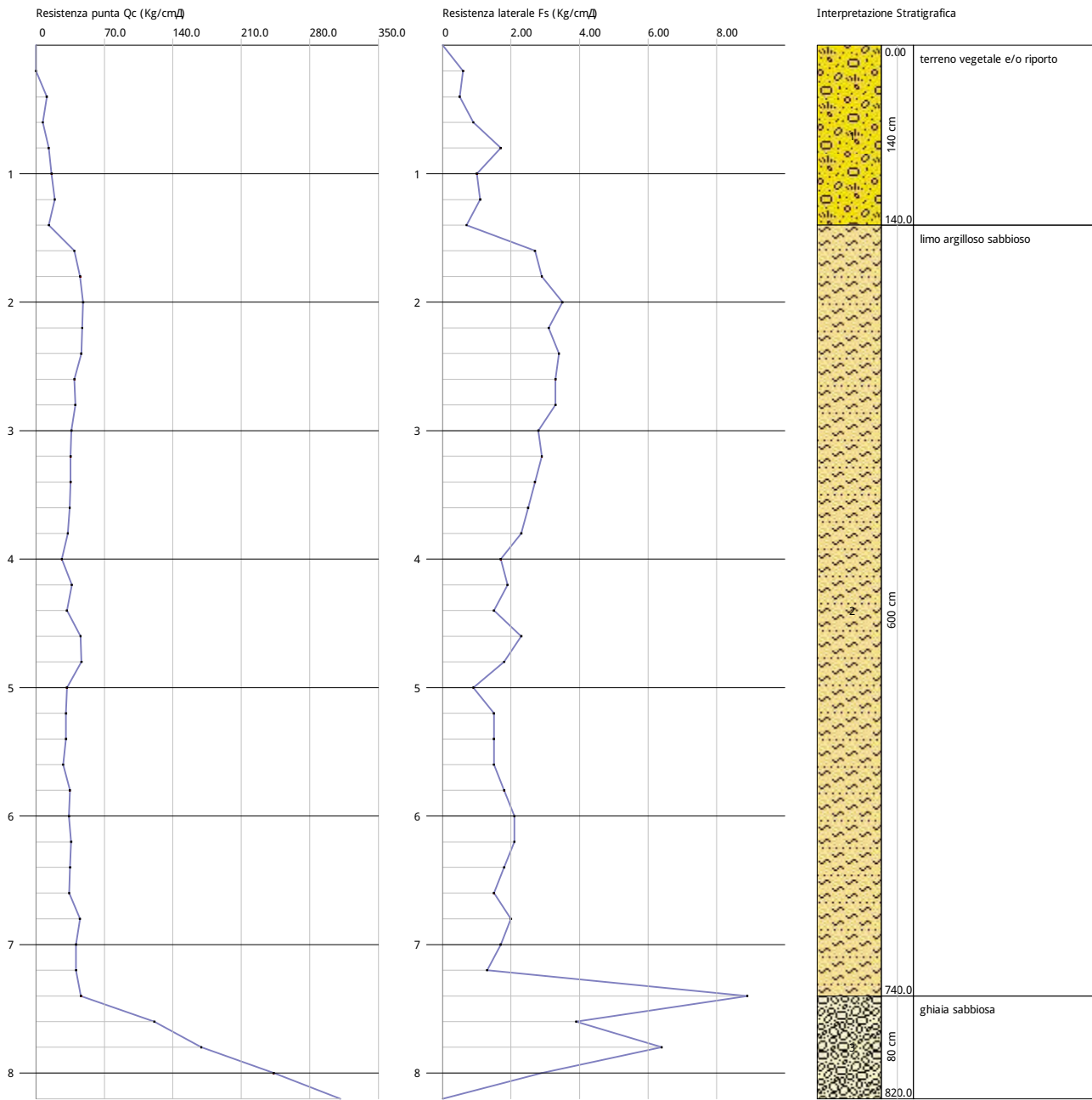


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	C	0.60	33.30	56.00	121.90	-	1.87	1.95	-	-	-	-
3	0.6	C	0.40	21.30	35.00	92.70	-	1.80	1.88	-	-	-	-
4	0.8	C	0.70	39.30	66.00	134.80	-	1.90	1.98	-	-	-	-
5	1.0	C	0.80	48.30	81.00	152.90	-	1.94	2.02	-	-	-	-
6	1.2	C	1.00	57.90	96.00	170.90	-	1.97	2.05	-	-	-	-
7	1.4	C	0.70	39.90	67.00	136.10	-	1.90	1.98	-	-	-	-
8	1.6	C	2.00	117.90	196.00	263.80	-	2.09	2.17	-	-	-	-
9	1.8	C	2.30	67.90	226.00	287.80	-	2.11	2.19	-	-	-	-
10	2.0	C	2.40	72.40	241.00	299.30	-	2.12	2.20	-	-	-	-
11	2.2	C	2.40	71.10	237.00	295.80	-	2.12	2.20	-	-	-	-
12	2.4	C	2.30	69.60	232.00	292.00	-	2.11	2.19	-	-	-	-
13	2.6	C	1.90	118.20	197.00	264.20	-	2.08	2.16	-	-	-	-
14	2.8	C	2.00	121.20	202.00	268.30	-	2.09	2.17	-	-	-	-
15	3.0	C	1.80	109.20	182.00	251.80	-	2.07	2.15	-	-	-	-
16	3.2	C	1.80	106.80	178.00	248.40	-	2.07	2.15	-	-	-	-
17	3.4	C	1.70	106.80	178.00	248.40	-	2.07	2.15	-	-	-	-
18	3.6	C	1.70	103.80	173.00	244.10	-	2.06	2.14	-	-	-	-
19	3.8	C	1.60	97.80	163.00	235.40	-	2.05	2.13	-	-	-	-
20	4.0	C	1.30	79.80	133.00	207.90	-	2.02	2.10	-	-	-	-
21	4.2	I-C	1.80	110.10	184.00	253.00	-	2.07	2.15	40.3	24.15	73.4	-
22	4.4	I-C	1.50	95.10	159.00	231.40	-	2.05	2.13	33.58	23.22	63.4	-
23	4.6	I-C	2.20	68.60	229.00	289.30	-	2.11	2.19	45.68	24.73	91.4	-
24	4.8	I-C	2.30	70.10	234.00	293.20	-	2.11	2.19	45.21	24.61	93.4	-
25	5.0	I-C	1.50	95.10	159.00	231.40	-	2.05	2.13	29.86	22.56	63.4	-
26	5.2	I-C	1.50	92.40	154.00	227.30	-	2.04	2.12	27.7	22.22	61.6	-
27	5.4	I-C	1.50	92.40	154.00	227.30	-	2.04	2.12	26.64	22.04	61.6	-
28	5.6	C	1.30	83.40	139.00	213.50	-	2.02	2.10	-	-	-	-
29	5.8	C	1.70	104.40	174.00	244.90	-	2.06	2.14	-	-	-	-
30	6.0	C	1.60	101.40	169.00	240.60	-	2.06	2.14	-	-	-	-
31	6.2	C	1.70	108.00	180.00	250.10	-	2.07	2.15	-	-	-	-
32	6.4	I-C	1.70	105.00	175.00	245.80	-	2.06	2.14	26.43	21.78	70	-
33	6.6	I-C	1.60	102.00	170.00	241.50	-	2.06	2.14	24.48	21.48	68	-
34	6.8	I-C	2.20	135.00	225.00	286.60	-	2.10	2.18	33.87	22.67	90	-
35	7.0	I-C	2.00	123.00	205.00	270.80	-	2.09	2.17	29.63	22.07	82	-
36	7.2	I-C	2.00	123.30	205.00	271.20	-	2.09	2.17	28.91	21.94	82.2	-
37	7.4	C	2.20	69.10	230.00	290.90	-	2.11	2.19	-	-	-	-
38	7.6	I	-	181.60	-	524.80	-	2.27	2.35	66.87	26.81	242.2	-
39	7.8	I	-	253.70	-	643.50	-	2.33	2.41	78.27	28.25	338.2	-
40	8.0	I	-	364.65	-	803.29	-	2.38	2.46	90.75	29.84	486.2	-
41	8.2	I	-	466.80	-	934.13	-	2.43	2.51	98.99	30.87	622.4	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	1.4	C	0.70	40.00	66.83	134.88	-	1.90	1.98	-	-	-	-
2	7.6	I-C	1.85	97.36	189.43	257.20	-	2.08	2.16	32.69	22.79	75.03	-
3	8.0	I	-	316.69	-	726.43	-	2.35	2.43	83.72	28.94	422.25	-





**INDAGINE GEOFISICA AD INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE
GEOLOGICA ESEGUITA IN VIA DELLE RIMEMBRANZE
NEL COMUNE DI FANO (PU)**

Oggetto: Indagine geofisica con tecnica MASW.

Committente: Sig.ra Orciani Federica

Commessa: 007-20

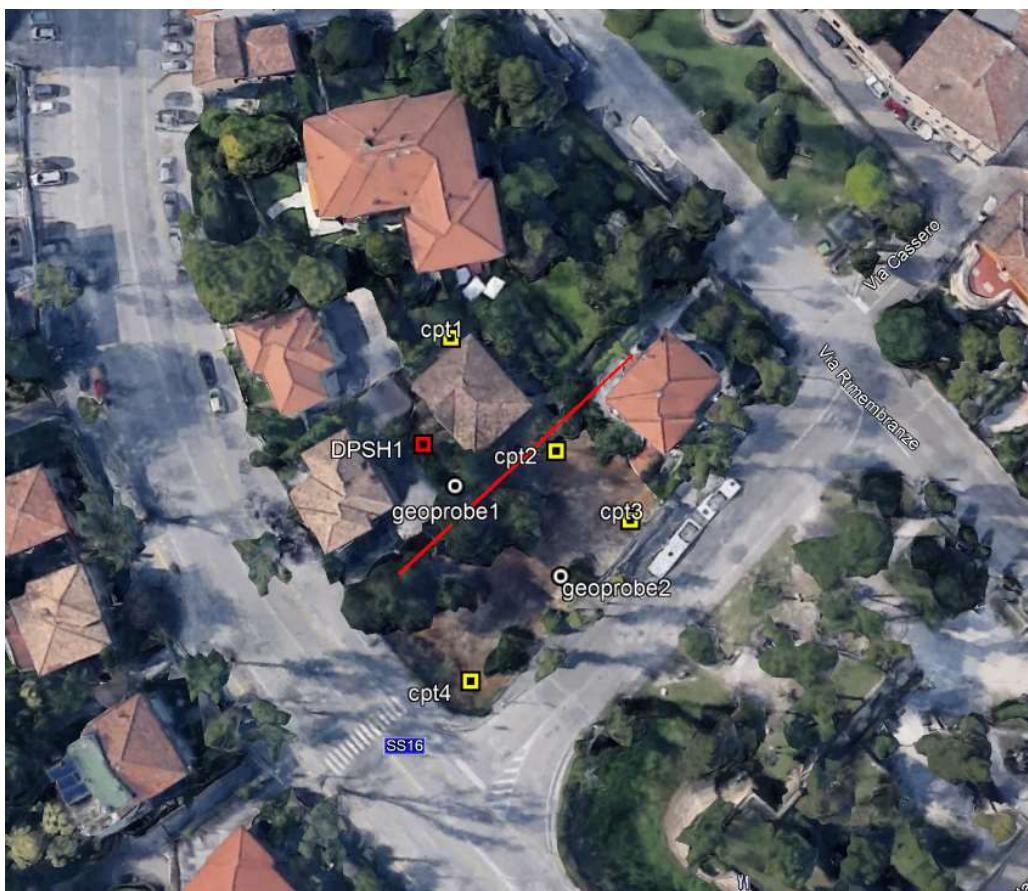
Falconara M.ma, l'11/10 Gennaio 2020

La presente relazione · ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte · vietata senza il consenso dell'Autore.

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	3
2.1.	Strumentazione utilizzata.....	3
2.2.	Indagine MASW: metodologia ed acquisizione.....	3
3.	ANALISI ED ELABORAZIONE DEI SEGNALI ACQUISITI.....	4
4.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	6

Planimetria ubicazione indagine



Coordinate UTM WGS 84 indagini geofisiche		
M.A.S.W. (inizio)	Lat. 43.843138é	Long. 13.012946é
M.A.S.W. (fine)	Lat. 43.843420é	Long. 13.013365é

1. PREMESSA

Su incarico della sig.ra Orciani Federica e per conto del Dott. Geol. Giovanni Montanari, è stata eseguita in data 09 Gennaio 2020, un'indagine geofisica mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW, in via delle Rimembranze nel Comune di Fano (PU). L'utilizzo di tale metodologia ha permesso di ricavare le velocità delle onde di taglio S, le quali sono state utilizzate per il calcolo del valore del parametro V_{seq} , necessario per la definizione della categoria di suolo di fondazione (Aggiornamento Nuove NTC -D.M. 17 gennaio 2018).

2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

2.1. Strumentazione utilizzata

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- ¿ un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione di onde superficiali e di volume;
- ¿ un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni verticali con frequenza di 4.5 Hz;
- ¿ sistema di acquisizione dati: Sismografo Ambrogeo (modello ECHO 2010) con memoria dinamica a 32 bit, dotato di hard disk, in grado di memorizzare i dati acquisiti in formato SEG2 e SEGY, né 2 cavi sismici telemetrici di 60 m ciascuno;
- ¿ un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la mazza colpisce la base di battuta (piastra metallica), in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

2.2. Indagine MASW: metodologia ed acquisizione

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo "attivo_ZVF" (acquisizione componente verticale delle onde di Rayleigh) e consiste nella registrazione simultanea di più ricevitori (geofoni verticali in questo caso), di una vibrazione prodotta da una sorgente sismica impulsiva, posta ad una data distanza dal primo ricevitore.

Il risultato finale del processo di elaborazione è il profilo verticale delle velocità delle onde S.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software winMASW÷ Academy 2018.

L'acquisizione è stata eseguita posizionando i 24 geofoni da 4.5 Hz, secondo la seguente configurazione spaziale e temporale: i) lunghezza stendimento ricevitori: 46 m; ii) n. geofoni:

24; iii) distanza intergeofonica: 2m; iv) n. punti di energizzazione: 6; v) offset sorgenti: 3m, 5m e 8m; vi) durata acquisizione: 2048ms; vii) intervallo di campionamento: 0.956 ms.

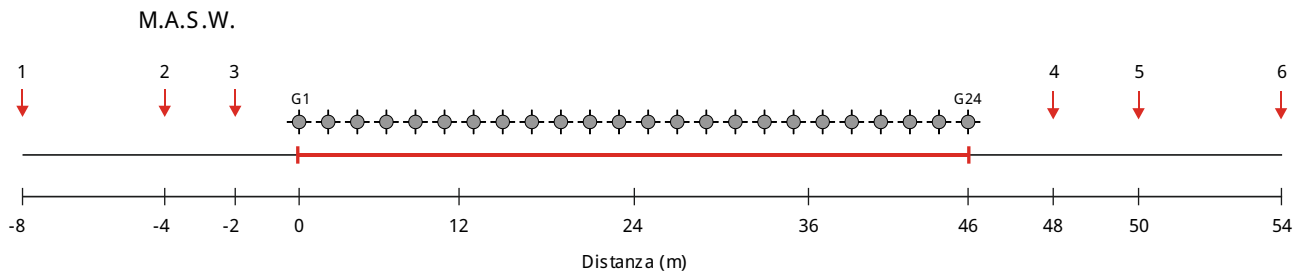


Fig.1: Geometria di acquisizione ed ubicazione punti di energizzazione.

3. ANALISI ED ELABORAZIONE DEI SEGNALI ACQUISITI

La stima dell'andamento in profondità delle velocità V_s , mediante acquisizione sismica multicanale, è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase. Viene impiegato lo spettro di velocità in quanto è il dominio che permette di comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto i sismogrammi più idonei, quelli con il miglior rapporto segnale/rumore, si esegue una trasformata dal dominio spazio/tempo al dominio frequenza/velocità (Fig.2).

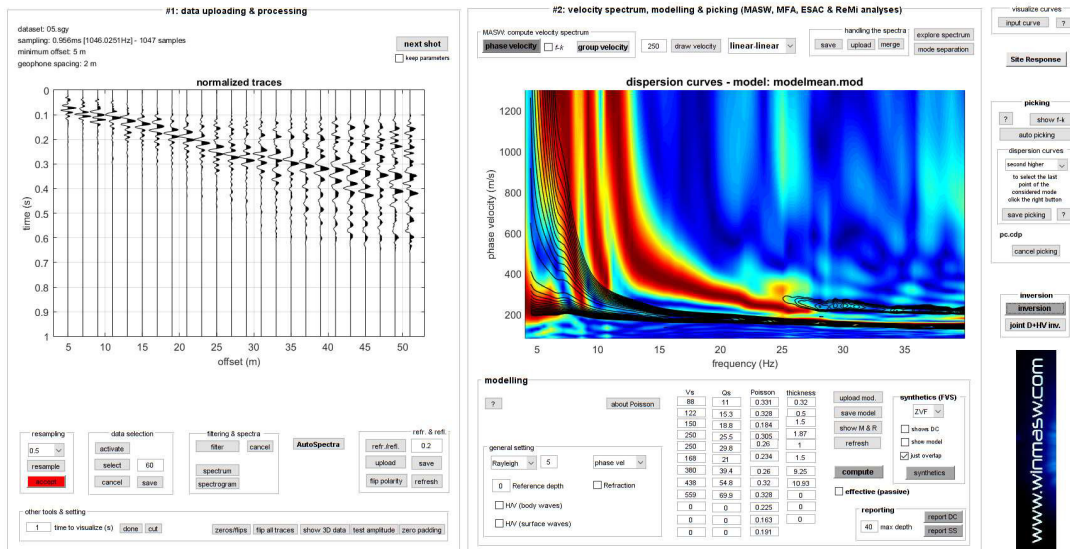


Fig.2: Sismogramma acquisito (sx) e relativo spettro di dispersione (dx) della componente verticale delle onde di Rayleigh.

Dall'analisi delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, è stato ricostruito il modello di distribuzione verticale delle V_s , ricavando il profilo del sottosuolo che ha determinato il dato di campagna (sismogramma). Gli spettri di velocità di fase sono stati interpretati identificando le curve modali, mediante modellazione diretta e studiando l'andamento dei vari modi in funzione del modello atteso (Fig.3).

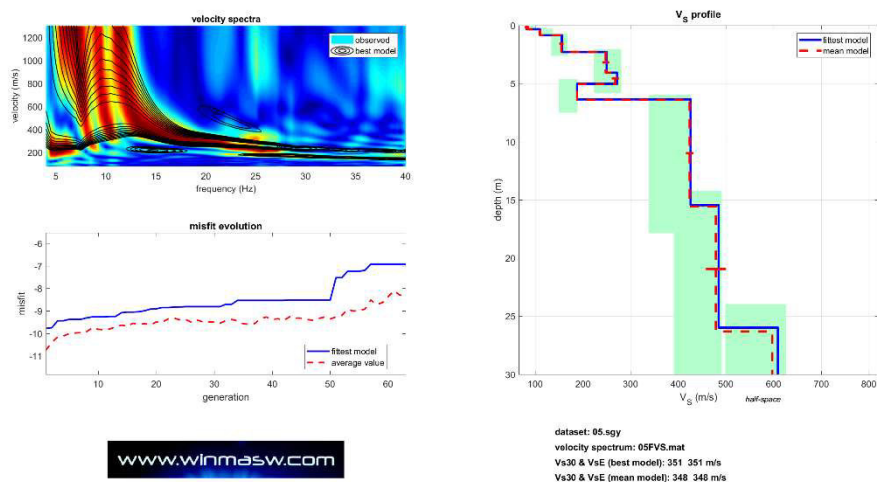


Fig.3: Analisi curve dispersione Rayleigh (FVS) figura riassuntiva: in alto a sx lo spettro osservato; a dx il profilo Vs con il best model ed il mean model; in basso a sx grafico `misfit-generazione_` indica miglioramento modello al procedere delle generazioni.

Dall'analisi delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh sono stati ricostruiti i modelli responsabili di quelle curve che hanno determinato il dato di campagna (sismogramma).

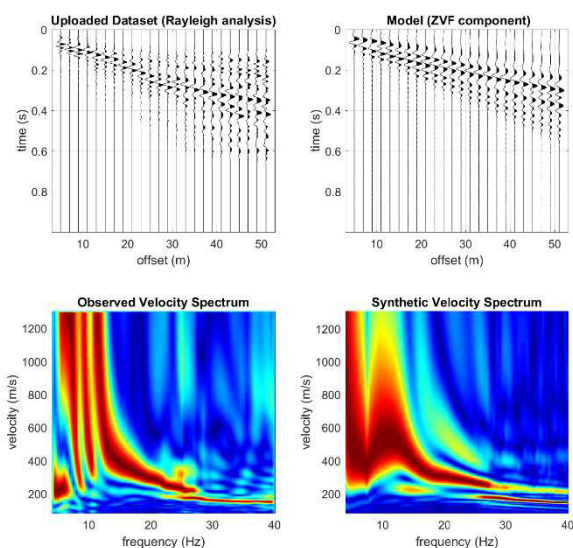


Fig.4 - Sismogrammi originali e sintetici: a sx i sismogrammi originali e sotto il relativo spettro di velocit ; a dx il sismogramma sintetico e relativo spettro di velocit , mediante individuazione del modo fondamentale e dei modi superiori che compongono lo spettro di velocit  delle onde di Rayleigh, durante l'analisi spettrale della relativa MASW.

L'inversione viene effettuata grazie all'utilizzo di una solida tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici) il risultato   una soluzione pi  affidabile e una stima dell'attendibilit  del modello ricavato (in termini di deviazioni standard). Alla fine dell'operazione di inversione congiunta si otterranno una serie di modelli, due dei quali presentati come soluzione: il `modello migliore_` (in termini di minor misfit, cio  discrepanza tra curva osservata e calcolata) ed il `modello medio_` calcolato secondo un'operazione statistica nota come MPPD (Marginal Posterior Probability Density, vedi l'articolo `Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation_` - Dal Moro et al., 2006).

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per l'elaborazione ed interpretazione dei dati si è tenuto conto, delle evidenze dei segnali acquisiti e delle conoscenze stratigrafiche dell'area di indagine. Nella seguente tabella (Tab.1) vengono riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, in modo da definire un modello geofisico medio, ottenuto mediante analisi delle onde di superficie con metodologia MASW.

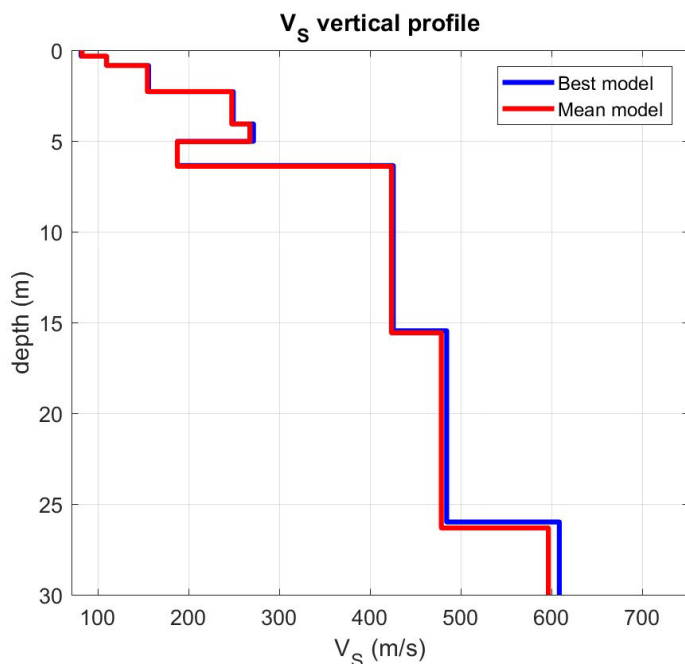


Fig.5: Andamento delle Vs fino alla profondità di 30m, Mean Model (rosso) e Best Model (blu).

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)
1	83	0.3	0.3
2	110	0.5	0.8
3	155	1.4	2.2
4	248	1.8	4.0
5	268	1.0	5.0
6	188	1.4	6.4
7	424	9.2	15.6
8	479	10.8	26.4
9	597	3.6	30.0

Modello sismostratigrafico individuato in termini di Vs (Mean Model)

Tale indagine, ha permesso di calcolare la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{seq} (in m/s) definita dall'espressione:

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

con:

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 VS non inferiore a 800 m/s.

Nel caso in oggetto non avendo riscontrato il substrato sismico > 800 m/sec nei primi 30 m dal p.c. il valore del V_{seq} è assimilabile al valore V_{s30} .

è Calcolo da piano campagna

$V_{Seq} = 348 \text{ m/s}$

- è valore del parametro $V_{seq} = V_{s30}$ come previsto dalle Nuove NTC -D.M. 17 gennaio 2018 s.m.i..
- è La velocità delle onde V_{seq} è stata calcolata dall'attuale piano campagna, non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni.

Falconara M.ma, 10 Gennaio 2020

GECO srl

Il Responsabile
(dott. geol. Angelo Curatolo)