

Studio di Geologia Associato Dott.Poli e Dott.Pratesi

P.I. 01350280507

Dott. Geol. D. Poli num. 717 iscr. O.d.G. Toscana

C.F. plodcc64s18m059v

Dott. Geol. F. Pratesi num. 777 iscr. O.d.G. Toscana

C.F. prtfn63e60d612p

Via Ponte a Elsa Brusiana, 19 - Empoli - Fi

Tel ++ 39 05711555611

E-mail: polipratesi@inwind.it

IMMOBIL GREEN SRL - PIANO ATTUATIVO "PA98"

PROGETTO :

COMPARTO PA98 - VIALE CRISTOFORO COLOMBO - FUCECCHIO

**RELAZIONE DI FATTIBILITÀ
GEOLOGICA E IDRAULICA**

COMMITTENTE :

COMUNE DI FUCECCHIO - (FI)

AGOSTO 2022

INDICE

PREMESSA	PG 3
1. INQUADRAMENTO DELL'AREA	PG 5
2. GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA.....	PG 5
3. INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA	PG 7
4. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ AI SENSI DELLA L.R. 41/2018	PG 8
5. INDAGINE GEOGNOSTICA	PG 11
6. CARATTERIZZAZIONE FISICO - MECCANICA DEL SOTTOSUOLO CON PARAMETRI MEDI E CARATTERISTICI.....	PG 11
7. INDAGINE SISMICA ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	PG 13
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA IDONEITÀ DELL'AREA ALL'INTERVENTO IN PROGETTO.....	PG 14

FIGURE IN TESTO:

1. ESTRATTO CTR REGIONE TOSCANA SC. 1:10.000
 2. ESTRATTO PGRA DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE
 3. ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA COMUNE FUCECCHIO SC. 1:10.000
 4. ESTRATTO ENTI GESTORI RETICOLO IDROGRAFICO
 5. ESTRATTO R.U. COMUNE DI FUCECCHIO
 6. ESTRATTO PA98
 7. ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA COMUNE FUCECCHIO SC. 1:10.000
 8. ESTRATTO CARTA GEOLOGICA COMUNE FUCECCHIO SC. 1:10.000
 9. ESTRATTO CARTA LITOLOGICA E DEI DATI DI BASE COMUNE FUCECCHIO SC. 1:10.000
 10. ESTRATTO CARTA VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA COMUNE FUCECCHIO SC. 1:10.000
 11. ESTRATTO CARTA RISORSE IDRICHE COMUNE FUCECCHIO SC. 1:10.000
 12. ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA COMUNE FUCECCHIO SC. 1:10.000
 13. ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ SISMICA COMUNE FUCECCHIO SC. 1:10.000
 14. UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE SC 1:500
- CERTIFICATI INDAGINE SISMICA
- CERTIFICATI INDAGINE PENETROMETRICA

PREMESSA

Per svolgere l'incarico affidatomi dalla Immobil Green S.r.l. ho provveduto, dopo sopralluoghi, ricerche ed indagini sul posto, alla stesura della presente relazione per la verifica di fattibilità geologica e idraulica inerente l'intervento relativo al Piano Attuativo "PA98", in loc. viale Colombo nel Comune di Fucecchio.

L'area viene rappresentata negli elaborati della seconda variante al Regolamento Urbanistico, di cui si riportano le note relative alla fattibilità:

Scheda Progetto: PA98 – 2° VAR.

Specifiche fattibilità:

Fattibilità geologica condizionata F3

L'area è ubicata all'interno dei depositi alluvionali attuali del Fiume Arno, immediatamente a Nord Ovest del rilievo collinare su cui sorge il centro storico di Fucecchio.

Dai dati a disposizione, il sottosuolo sembra essere costituito principalmente da depositi a componente coesiva. Data comunque la forte variabilità laterale rilevata in questo settore di territorio, la campagna geognostica dovrà essere mirata ad una dettagliata caratterizzazione del sottosuolo, ed alla verifica della compressibilità dei terreni. Inoltre dovrà consentire la caratterizzazione granulometrica dei terreni, al fine di acquisire tutti i dati utili alla ricostruzione della geometria dei litotipi con differente composizione ed alla eventuale esecuzione di verifiche alla liquefazione.

Fattibilità sismica con normali vincoli F2

La misura tromometrica effettuata all'interno dell'area (Tr9), indica che la zona è ubicata all'interno di un settore di territorio in cui i contrasti di impedenza sismica tendono ad attenuarsi, rispetto alle zone poste più a Nord, verso il Padule.

La campagna geofisica dovrà essere integrata da nuove misure tromometriche al fine di valutare localmente l'entità delle amplificazioni attese, e gli effetti del contrasto di rigidità sismica sulle strutture in progetto.

Fattibilità idraulica condizionata F3

L'area è ricompresa nella classe di pericolosità I3.

Gli interventi previsti, dovranno essere realizzati in condizioni di sicurezza ad una quota non inferiore a 17,70 mslm, valore comprensivo di 0,5 m di franco sul livello duecentennale (Cella di riferimento VI_009; Tr200 17,20 mslm), tenendo comunque conto della necessità di non determinare aggravii di pericolosità nelle aree al contorno.

Ai sensi della lettera c) del punto 3.2.2.2 dell'Allegato A del D.P.G.R. 53-R/2011 la compensazione è richiesta solo per i volumi sottratti alla naturale esondazione per eventi con Tr fino a 200 anni.

Considerando che allo stato attuale le quote del piano di campagna sono comprese tra 16,70 e 16,90 mslm, poco al di sotto della quota di sicurezza, si ritiene possibile realizzare la compensazione all'interno dell'area, nelle aree destinate a verde, verificando l'efficienza dei sistemi di compensazione sulla base della morfologia modificata dai rilevati in progetto (strade, parcheggi ecc.) e della dinamica delle acque di esondazione.

Limitazioni derivanti dalla L.R. n.41/2018

Per la tipologia degli interventi da porre in opera per la messa in sicurezza di quanto in progetto, ai sensi della L.R. 41/2018, si fa presente che:

- L'area è soggetta ad alluvioni poco frequenti ($30 < Tr < 200$ anni);
- Per la gran parte del comparto il battente atteso è compresa tra 30 cm, per cui la magnitudo idraulica è da severa a molto severa. In particolare per le porzioni del comparto comprese al di sotto della quota di 16,70 mslm la magnitudo è molto severa, per quelle comprese tra 16,70 e 16,90 la magnitudo è severa.

Successivamente è stato eseguito un aggiornamento relativo alle indicazioni della Fattibilità Idraulica, di cui si riportano le note esplicative:

PA98 modificato:

Fattibilità idraulica condizionata F3

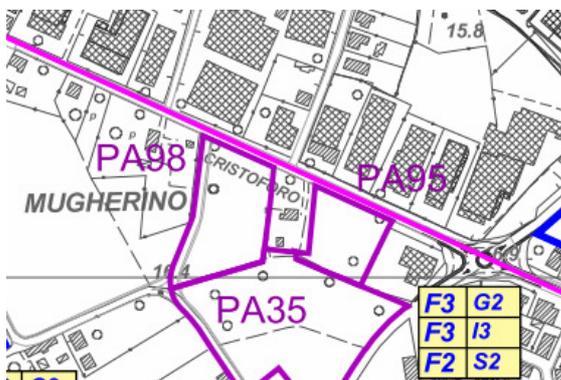
L'area è ricompresa interamente nella classe I3.

Gli interventi previsti, dovranno essere realizzati in condizioni di sicurezza ad una quota non inferiore a 16,78 mslm, valore comprensivo di 50 cm di franco sul livello due centennale (Cella di riferimento VI_009; Tr200 16,28 mslm). Le quote altimetriche dell'area allo stato attuale, sono comprese tra 16,70 e 16,90 mslm, a cavallo della quota di riferimento per la sicurezza idraulica di 16,78 mslm, valore comprensivo di 50 cm di franco sul livello duecentennale statico previsto per la suddetta cella.

L'area è tuttavia fragile dal punto di vista idraulico essendo interessata dal transito delle acque in uscita dal Fiume Arno per episodi di esondazione con Tr pari a 200 anni.

In fase di progettazione degli interventi dovrà quindi essere valutata l'interferenza tra quanto in progetto e la dinamica delle acque di transito, al fine di porre in sicurezza gli interventi previsti senza determinare aggravii di pericolosità nelle aree al contorno.

Le nuove indicazioni riportano la quota di sicurezza a 16,78 m. s.l. m., comprensiva del franco di sicurezza, anziché 17,70 m s.l.m.



Carta della Fattibilità Geologica, 2° variante al R.U.

Nella presente relazione verranno indicate le condizioni di pericolosità idraulica e geologica e le conseguenti condizioni di fattibilità in relazione all'intervento in progetto.

CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

L'intervento in esame prevede l'intervento edilizio su due lotti con le seguenti caratteristiche (vedi Fig.6):

- Lotto 1 della superficie di 3712 mq, dove verrà edificato un edificio della superficie di 1100 mq;
- Lotto 2 della superficie di 1398 mq, dove verrà edificato un edificio della superficie di 400 mq;

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Autorità di Bacino del fiume Arno, D.P.C.M.: "Approvazione del Piano di Bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico"

- L.R. 41/2018
- R.E. Comune di Fucecchio
- D.P.G.R. 01/R/2022
- D.P.G.R. 53/R/2011 s.m.i.

1. INQUADRAMENTO DELL' AREA

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area di intervento si può facilmente individuare nella sez. 274060 Sc. 1:10.000 in via C. Colombo, in adiacenza alla viabilità che collega la città di Fucecchio con la frazione di Ponte a Cappiano.

La cartografia allegata allo Strumento Urbanistico del Comune di Fucecchio individua l'area come di seguito:

CARTA GEOLOGICA - a3 - Depositi alluvionali attuali e recenti: limi argillosi e argille limo-sabbiose (Olocene);

CARTA GEOMORFOLOGICA E STABILITÀ DEI VERSANTI - aree pianeggianti esenti da significativo rischio di frana;

CARTA VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA - V2 depositi a permeabilità media; superficie piezometrica a 15,5 m s.l.m.;

CARTA DELLE PENDENZE - classe 1: pendenza compresa tra 0% e 5%;

CARTA LITOLOGICA - L3; sabbie, limi e limi argillosi;

CARTA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA - classe G2 pericolosità media;

aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto;

CARTA PERICOLOSITÀ SISMICA - S2 pericolosità sismica locale media;

CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA - I3 pericolosità media; $30 < Tr < 200$; cella VI-009 = quota battente $TR=200$ anni è 16,28 m s.l.m.

Le carte dell'Autorità di Bacino del F. Arno classificano l'area come di seguito:

“PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI” Del. 232 de 17/12/2015:

Pericolosità da alluvione: P2 pericolosità media, corrispondente ad aree inondabili con tempo di ritorno $30 < Tr < 200$ anni;

2. GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto d'indagine è situata in un'area immediatamente esterna all'area urbana, all'interno della pianura alluvionale del Fiume Arno, in destra idrografica del Fiume Arno e in sinistra idrografica del canale Usciana. La rete idrografica è sviluppata con asse principale nordovest - sudest direzionato verso nordovest. Le quote delle aree oggetto di intervento variano intorno ai 16,70 e 16,90 m s.l.m. ponendo così l'area di intervento in classe di pendenza 1 (0% - 5%); l'area presenta una leggera pendenza verso nord ovest.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La pianura alluvionale che caratterizza l'area in esame presenta due acquiferi principali:

Acquifero superiore: legato a un livello sabbioso, lenticolare e di spessore variabile, entro i 15 m dal p.c.; l'alimentazione proviene dai corsi d'acqua principali (Arno). L'acquifero si ritrova sia in condizioni freatiche sia confinato;

Acquifero inferiore: rappresenta l'acquifero principale sia per continuità sia per spessore. È associato a un litotipo ghiaioso e/o ciottoloso presente alla base del ciclo sedimentario alluvionale. Il tetto dell'acquifero è situato in questa area a circa 25 m dal p.c., lo spessore può raggiungere alcuni metri (massimo 10 m). E' di tipo confinato e presenta una copertura argillosa di buono spessore che lo separa dall'acquifero superficiale.

Il livello piezometrico dell'acquifero superficiale oscilla tra i 2,75 e i 2,90 m dal p.c., ed è suscettibile di variazioni stagionali. La piezometria è direzionata verso nordovest; la falda superficiale è spesso associata a livelli di sabbie limose.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La geologia si può desumere a grandi linee dalla Carta Geologica allegata al P.S. che inquadra l'area in esame su sedimenti alluvionali riferibili alle fasi deposizionali del fiume Arno, costituiti principalmente da alternanze di sabbie, argille e limi con intercalazioni più grossolane; in particolare i litotipi prevalenti nell'area in esame sono costituiti da limi, limi argillosi e argille limose. La pianura alluvionale è delimitata nella sua parte settentrionale dai rilievi prospicienti le colline che costituiscono la parte più meridionale dell'altopiano delle Cerbaie costituite da sabbie, argille e sabbie limose giallastre e ocracee.

Per una miglior comprensione delle caratteristiche stratigrafiche e meccaniche dei terreni presenti in sottosuolo ci si avvale di una indagine geognostica consistente in n°2 prove penetrometriche statiche. I risultati della prova penetrometrica vengono illustrati e discussi nei capitoli successivi.

3. INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

SECONDA VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

La carta della pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R allegata al R.U classifica l'area in esame in pericolosità I3, aree inondabili con tempo di ritorno $30 < Tr < 200$ anni.

Gli studi idraulici a corredo dello Strumento Urbanistico riportano per la cella VI-009 per un tempo di ritorno $Tr = 200$ anni un battente di 16,28 m, a cui va aggiunto un franco di sicurezza di 0,50 m, portando la quota di sicurezza a 16,78 m s.l.m..

L'area interessata dal PA98 presenta un'altimetria compresa tra 16,70 e 16,90 m s.l.m..

L'area si trova parzialmente in sicurezza idraulica, ma soggetta alle dinamiche delle acque di transito.

PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI - P.G.R.A

La Cartografia del Piano Gestione rischio Alluvioni del Distretto Appennino Settentrionale classifica l'area in esame in classe di pericolosità P2 Media, corrispondente ad aree inondabili con tempo di ritorno $30 < Tr < 200$ anni. La L.R. 41/2018 definisce le aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti come: "Le aree classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs. 49/2010 come aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti a pericolosità per alluvioni media".

Negli studi idraulici allegati allo strumento urbanistico non è stata definita la Magnitudo idraulica (la combinazione del battente e della velocità idraulica) dell'area.

L'Art. 2 comma h della L.R. 41/2018 definisce:

h) "magnitudo idraulica": la combinazione del battente e della velocità della corrente in una determinata area, associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti:

h1) "magnitudo idraulica moderata": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;

h2) "magnitudo idraulica severa": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;

h3) "magnitudo idraulica molto severa": battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri;

Non avendo a disposizione la Magnitudo dell'area, l'area in esame può essere inquadrata dal comma h1 "magnitudo idraulica moderata" - nei casi in cui la velocità non sia determinata e che il battente sia uguale o inferiore a 0,3 m.

la situazione dal punto di vista idraulico può essere così riassunta:

- l'area risulta a "pericolosità da alluvioni poco frequenti";
- la Magnitudo idraulica è "moderata";
- il battente è compreso tra 0 e 0,08 m.

4. CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ AI SENSI DELLA L.R. 41/2018

L'intervento in progetto viene definito come "Interventi di nuova costruzione (Art. 2 Comma 1 lettera "r" L.R. 41/2018); pertanto la fattibilità della trasformazione sotto il profilo idraulico è dettata dall'Art. 11 della L.R. 41/2018, che si riferisce agli interventi di nuova costruzione all'interno del perimetro del territorio urbanizzato in aree a pericolosità da alluvioni frequenti e poco frequenti.

Si riporta l'Art. 11 della L.R. 41/2018:

Art. 11

Interventi di nuova costruzione in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti

1. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b).

2. Fermo restando quanto disposto dagli articoli 10, 12 e 13, nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

3. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).

4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a), o le opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata e a condizione che non sia superato il rischio medio R2.

5. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica moderata, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che non sia superato il rischio medio R2.

Nel caso in esame trova applicazione il comma 2. "...possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'Art. 8, comma 1, lettera a), b) o c).

Nel caso in esame viene preso in esame la condizione espressa dalla lettera c):

c) opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;

Devono essere garantite due condizioni per garantire la fattibilità idraulica:

- a) la realizzazione di opere di sopraelevazione;
- b) non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree.

Si valutano di seguito le due condizioni sopra indicate.

a) REALIZZAZIONE DI OPERE DI SOPRAELEVAZIONE

L'opera di sopraelevazione viene definita dalla lettera "n" del comma 1 dell'Art. 2 della L.R. 41/2018 come:

n) "opere di sopraelevazione": opere la cui funzione è quella di ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti all'evento alluvionale, conseguendo la classe di rischio medio R2, mediante la realizzazione del piano di calpestio ad una quota superiore al battente con un relativo franco di sicurezza;

La quota di sicurezza per $Tr = 200$ anni è di 16,28 m s.l.m. a cui deve essere aggiunto un franco di 0,5 m, pertanto la quota di sicurezza è di 16,78 m.s.l.m.; L'area in esame si presenta un'altimetria compresa tra 16,70 e 16,90, pertanto la condizione necessaria per la messa in sicurezza di quanto in progetto è che il piano di calpestio delle strutture in progetto debba raggiungere una quota di 16,78 m s.l.m., quota che in alcune aree è già presente.

b) NON AGGRAVIO DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IN ALTRE AREE

Per quanto riguarda il non aggravio delle condizioni di rischio nelle altre aree si interverrà secondo quanto previsto al comma 2 lettera "a" dell'Art. 8 della L.R. 41/2018 come:

2. Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato attraverso la realizzazione delle seguenti opere:

a) opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore garantendo il buon regime delle acque;

Per ottemperare a tali prescrizioni si prevede di operare come segue:

- determinare la volumetria sottratta alla naturale esondazione delle acque conseguente alla realizzazione dell'intervento;
- il drenaggio delle acque direttamente interessate dalla realizzazione delle strutture può essere favorito dalla raccolta delle acque con relativo sistema di smaltimento;
- possono essere ampliate le fosse di confine recuperando il volume sottratto alla esondazione a seguito degli interventi in progetto (le fosse presenti non sono comprese nel reticolo idrografico regionale fig.4, pertanto non sono necessarie autorizzazioni).

5. INDAGINE GEOGNOSTICA

Per avere un'informazione sulle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti e della caratteristiche sismiche dell'area è stata eseguita un'indagine geognostica che consiste in un'indagine sismica con metodologia MASW e n°2 prove penetrometriche statiche ubicate come in fig.14.

PROVA PENETROMETRICA

E' stata eseguita (in data 06/04/2021) un'indagine geognostica mediante la realizzazione di n°2 prove penetrometriche statiche con penetrometro da 200 KN eseguite dalla ditta "GEOGNOSTICA FIORENTINA".

I risultati della penetrometria vengono così schematizzati:

CPT 1: ACQUA NEL FORO A 2,75 M DAL P.C.

n. strato	profondità (cm)	stratigrafia	stato medio di consistenza
1	0 - 40	Terreno pedogenizzato limoso	-
2	40 - 100	Argilla limosa	Alto
3	100 - 200	Argilla	Medio alto
4	200 - 420	Argilla limosa	Basso
5	420 - 700	Limo	Basso
6	700 - 880	Sabbia limosa	Medio
7	880 - 1160	Limo	Medio alto
8	1160 - 1400	Sabbia limosa	Medio alto
9	1460 -1460	Argilla limosa	Medio alto

CPT 2: ACQUA NEL FORO A 2,90 M DAL P.C.

n. strato	profondità (cm)	stratigrafia	stato medio di consistenza
1	0 - 40	Terreno pedogenizzato limoso	-
2	40 - 120	Argilla	Alto
3	120 - 200	Argilla organica	Medio
4	200 - 500	Argilla limosa	Medio basso
5	500 - 600	Limo	Medio alto
6	600 - 820	Sabbia limosa	Medio alto
7	820 - 900	Limo	Medio alto
8	900 - 1040	Sabbia limosa	Alto
9	1040 - 1240	Limo	Medio alto
10	1240 - 1360	Sabbia limosa	Alto

I dati penetrometrici rilevano la presenza di terreno pedogenizzato fino alla profondità massima di circa 40 cm dal p.c..

6. CARATTERIZZAZIONE FISICO - MECCANICA DEL SOTTOSUOLO CON PARAMETRI MEDI E CARATTERISTICI RELATIVI AI DATI DELLA PROVA PENETROMETRICA

La successione stratigrafica del substrato di fondazione, con i principali parametri geotecnici dei terreni indagati, viene riportata nella tabella sottostante; in conformità alle indicazioni del C.S.L.P. Circolare

02/02/2009 n°617 s.m.i. sono stati definiti i valori medi dei parametri geotecnici del terreno; per ottenere i valori caratteristici dai valori medi si è proceduto seguendo le indicazioni dell'Eurocodice 7, che indica per i parametri della resistenza al taglio un frattile del 5% a partire dai valori medi; data la modestia dell'intervento in rapporto alla estensione della formazione geologica si può ritenere di poter operare in conformità alla stessa Circ. n°617 del 2009 s.m.i. utilizzando esclusivamente i valori medi.

CPT1

n. strato	profondità (cm)	Valore	γ KN/m ³	ϕ	Mo KN/m ²	c _u KN/m ²
1	0 - 40	medio	18,14	34°	29419	-
		caratteristico	18,14	34°	29419	-
2	40 - 100	medio	18,14	32°	20397	215
		caratteristico	18,14	31°	13827	147
3	100 - 200	Medio	18,14	28°	8041	93
		caratteristico	18,14	27°	5883	78
4	200 - 420	medio	18,14	-	2353	36
		caratteristico	18,14	-	588	19
5	420 - 700	medio	18,14	-	2843	34
		caratteristico	18,14	-	1078	24
6	700 - 880	medio	18,14	29°	11179	107
		caratteristico	18,14	28°	6472	54
7	880 - 1160	medio	18,14	29°	9904	-
		caratteristico	18,14	27°	4805	-
8	1160 - 1400	medio	18,14	30°	12748	117
		caratteristico	18,14	28°	7649	98
9	1460 - 1460	medio	18,14	-	7453	91
		caratteristico	18,14	-	4805	60

CPT2

n. strato	profondità (cm)	Valore	γ KN/m ³	ϕ	Mo KN/m ²	c _u KN/m ²
1	0 - 40	medio	18,14	33°	235356	254
		caratteristico	18,14	33°	23535	254
2	40 - 120	medio	18,14	31°	15396	191
		caratteristico	18,14	30°	10591	183
3	120 - 200	medio	18,14	-	5687	74
		caratteristico	18,14	-	5295	70
4	200 - 500	medio	18,14	-	3530	45
		caratteristico	18,14	-	2059	29
5	500 - 600	medio	18,14	28°	6472	79
		caratteristico	18,14	28°	5295	70
6	600 - 820	medio	18,14	28°	8433	-
		caratteristico	18,14	28°	6374	-
7	820 - 900	medio	18,14	28°	8335	93
		caratteristico	18,14	28°	7060	87
8	900 - 1040	medio	18,14	30°	14023	-
		caratteristico	18,14	30°	10591	-
9	1040 - 1240	medio	18,14	28°	8335	92
		caratteristico	18,14	27°	5687	76
10	1240 - 1360	medio	18,14	35°	53642	647
		caratteristico	18,14	28°	38540	392

I valori sopra indicati riportano se presente sia il comportamento coesivo che quello granulare dei terreni indagati; in condizione di sicurezza si possono effettuare le verifiche considerando le sole caratteristiche coesive o granulari.

7. INDAGINE SISMICA ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Per la determinazione della categoria di sottosuolo ai sensi delle NCT, è stata eseguita un'indagine sismica nell'area di intervento, tramite l'esecuzione di un profilo MASW (per le onde S) per la definizione del comportamento sismico dei terreni presenti nell'area interessata. L'indagine sismica è stata eseguita dal nostro studio in data 21/07/2022, di cui si riportano i certificati.

ELABORAZIONE DEI DATI, DETERMINAZIONE DELLE VSEQ E RISULTATI

Dai valori della VSh media e dello spessore medio dei quattro orizzonti individuati per la profondità investigata si ottiene: **$V_{seq} = 292,5 \text{ m/sec}$ Classe di suolo c.**

Dalle stratigrafie elaborate si può individuare la profondità del bedrock oltre i 30 m dal p.c., quindi la VSeq viene calcolata per i primi 30 m di profondità indagata dal piano di fondazione.

Seguono gli elaborati della indagine sismica per la definizione delle Vseq.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto la tipologia di sottosuolo presente ed individuata con l'indagine eseguita corrisponde alla categoria C alla quale compete una velocità:

$$180 < V_{seq} < 360 \text{ m/s}$$

Questa categoria di suolo è definita secondo il D.M. 14/01/2008 come:

suolo C: che viene definita dal D.M.I.T. 17/01/2018 come "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensato o terreni a grana fine 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 fra 180 m/sec e 360 m/sec". Non sono state riscontrate inversioni di velocità significative.

L'indagine non ha rilevato inversioni di velocità significative.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 il valore del coefficiente di amplificazione topografica "ST" relativo in questo caso alla categoria topografica T1 è uguale a 1,0.

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA FATTIBILITÀ DELL'AREA ALL'INTERVENTO IN PROGETTO

FATTIBILITÀ IDRAULICA

Possiamo considerare l'intervento fattibile dal punto di vista del rischio idraulico a fronte delle seguenti indicazioni:

- che il piano di calpestio di quanto in progetto sia ad una quota superiore di 16,78 m s.l.m.
- che siano realizzate opere di non aggravio del rischio idraulico nelle aree contermini, che possono essere realizzate mediante un ampliamento delle fosse campestri e nella creazione di raccolta delle acque meteoriche immagazzinate per poi essere convogliate nella rete superficiale.

Gli interventi proposti garantiscono la messa in sicurezza di quanto in progetto per eventi con $T_r = 200$ anni e non incrementano il rischio idraulico delle aree contermini.

FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Sono state effettuate due prove penetrometriche spinte fino a 13,6 e 14,6 m dal p.c. che hanno individuato una sequenza a litologia fine tipica dei terreni alluvionali caratteristici dell'area, con caratteristiche geotecniche che presentano una certa variabilità in senso verticale; è presente in ambedue le prove un orizzonte situato tra 2,0 e 5,0/7,0 con caratteristiche di consistenza medio bassa e bassa; l'intervento risulta fattibile, dovranno essere approfondite le indagini ai sensi del D.P.G.R. 01/r/2022 in relazione alla classe di indagine, dovrà essere valutata la tipologia fondazionale più idonea per la caratteristiche geotecniche dei terreni presenti.

FATTIBILITÀ SISMICA

L'indagine sismica eseguita in posizione centrale all'area in esame non ha rilevato inversioni di velocità, non sono state evidenziate situazioni particolari; dovrà essere eseguita una verifica alla liquefazione ai sensi del D.M. 17/01/2018. Si conferma una fattibilità con normali vincoli da

precisare a livello di progetto; dovrà essere svolta un'indagine per evidenziare eventuali fenomeni di amplificazione sismica (misure HVSR), che l'indagine MASW non ha riscontrato.

Si rimane comunque a disposizione per ogni chiarimento si rendesse necessario anche in fase operativa.

Empoli, 01 Agosto 2022

STUDIO DI GEOLOGIA ASSOCIATO
Dott. Geol. Duccio Poli

FIG. 1
UBICAZIONE AREA
SEZ. 274060 CTR REGIONE TOSCANA SC. 1:10.000
CARTOGRAFIA ESEGUITA DALLA REGIONE TOSCANA



 UBICAZIONE AREA IN ESAME

FIG. 2
PERIMETRAZIONE DELLE AREE CON CLASSE DI PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE IDRAULICO
PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI
DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE
sc. 1:4.514



 UBICAZIONE AREA IN ESAME

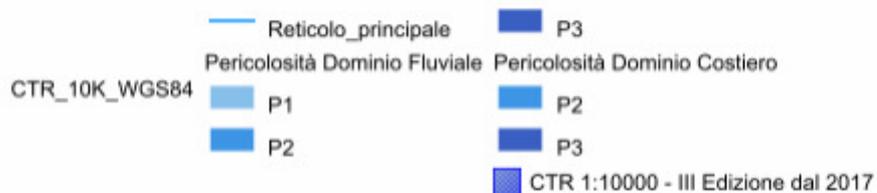


FIG. 3
ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA AI SENSI DPGR 53/R E DEL PAI
ALLEGATO ALLA II VARIANTE AL R.U. COMUNE FUCECCHIO
sc. 1: 5.000



 UBICAZIONE AREA IN ESAME



Classe di pericolosità idraulica: I3 - Tr200 anni -



Classe di pericolosità idraulica: I4 - Tr30 anni -

VI_009

Celle di esondazione

FIG.4 RETICOLO ENTI GESTORI L.R. 79/2012 DCRT 101/2016



FIG. 5

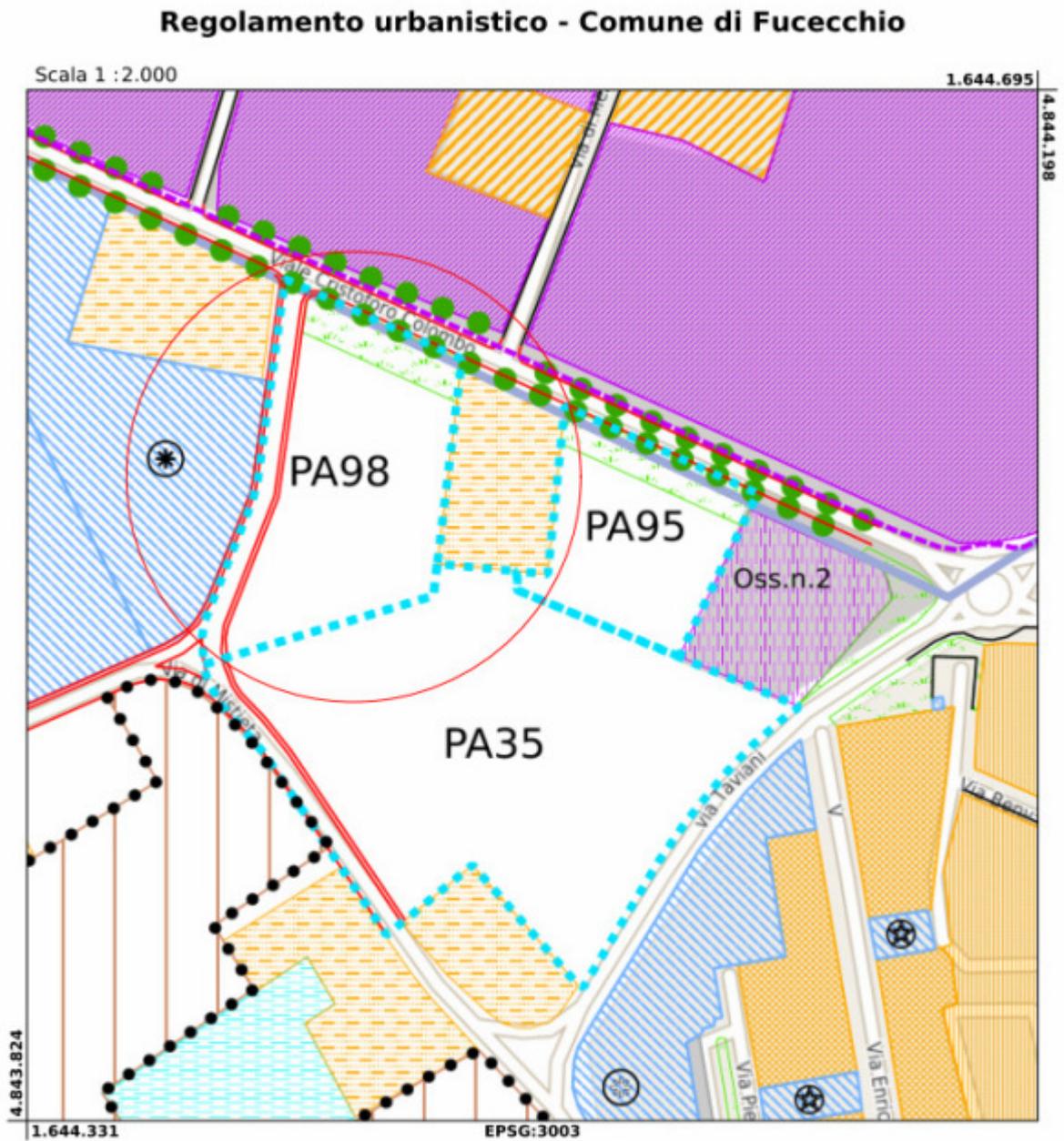


FIG. 6 PA98 STATO DI PROGETTO

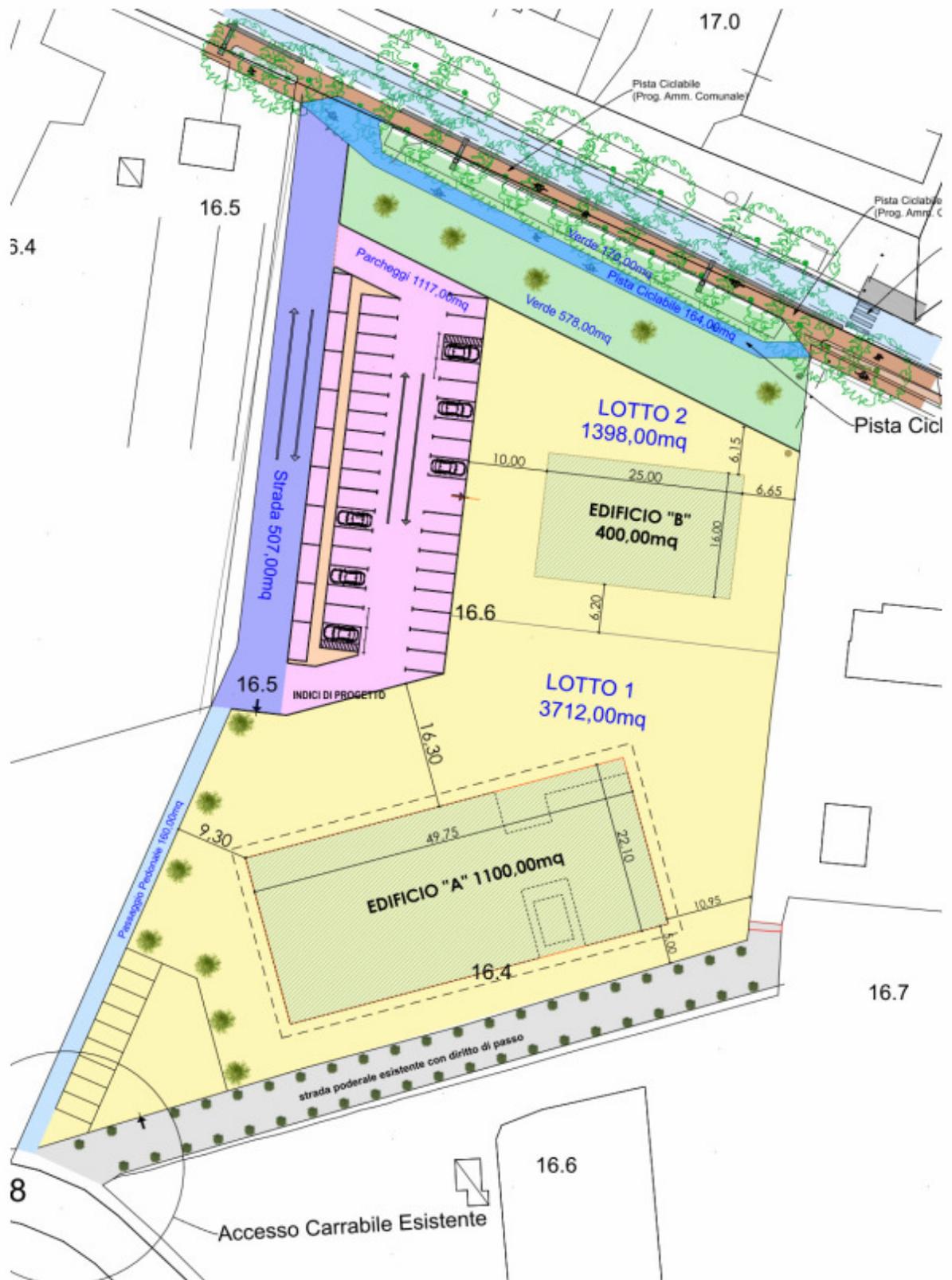
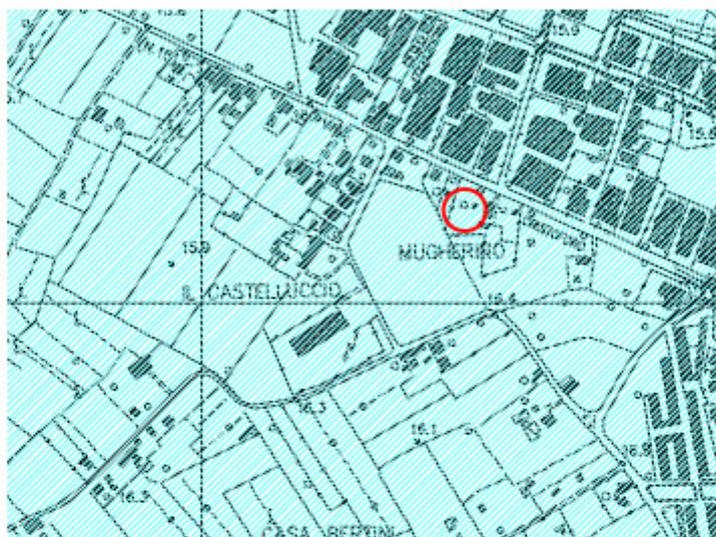


FIG. 7
ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA E STABILITÀ DEI VERSANTI
ALLEGATO AL P.S. COMUNE FUCECCHIO
sc. 1: 10.000



UBICAZIONE AREA IN ESAME

Scarpata naturale, d'argine e ripa fluviale



STABILITÀ DEI VERSANTI

- Aree pianeggianti esenti da significativo rischio di frana.



FIG. 8
ESTRATTO CARTA GEOLOGICA
 ALLEGATO AL P.S. COMUNE FUCECCHIO
 sc. 1: 10.000



 UBICAZIONE AREA IN ESAME

DEPOSITI QUATERNARI

hc - Depositi di colmata 
 Limi, limi argillosi e sabbie limose costituenti i depositi di colmate (prevalentemente per sedimentazione) antiche, recenti ed attuali. Localmente possono anche essere presenti limitati livelli torbosi, rappresentativi di una passata maggiore estensione delle aree francamente paludose

p - Depositi palustri 
 Torbe, limi e limi argillosi riferibili al Padule di Fucecchio OLOCENE

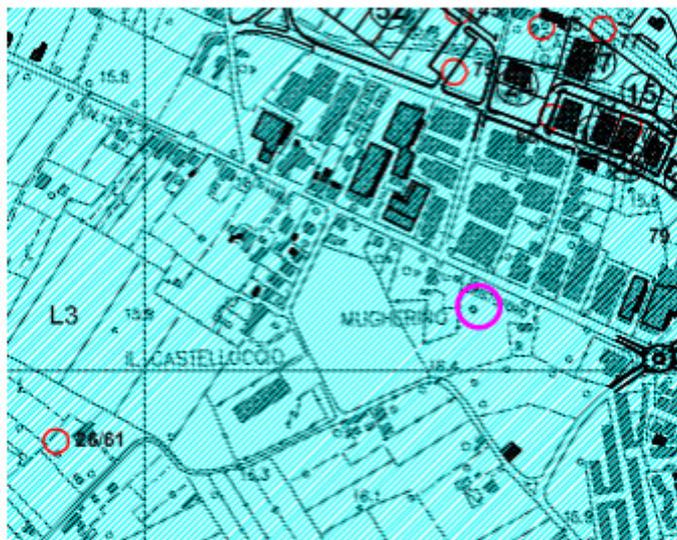
Depositi alluvionali attuali e recenti

a1 - Ghiaie eterometriche, sabbie e limi di composizione poligenica (golene d'Arno); OLOCENE 

a2 - Sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi; OLOCENE 

a3 - Limi argillosi e argille limo-sabbiose. Nei bacini dei depositi della formazione delle Cerbaie-Altopascio anche ciottoli e sabbie 

FIG. 9
ESTRATTO CARTA LITOLOGICA E DEI DATI DI BASE
ALLEGATO AL P.S. COMUNE FUCECCHIO
sc. 1: 10.000



UBICAZIONE AREA IN ESAME

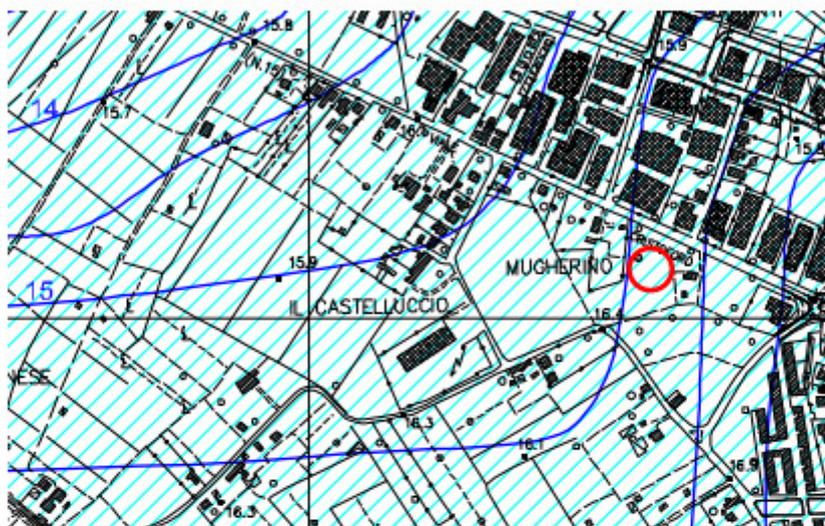
UNITA' LITOTECNICHE

LIMI, ARGILLE LIMOSE E SABBIE LIMOSE NORMALCONSOLIDATI	L1
DEPOSITI GRANULARI: SABBIE E GHIAIE SCiolTE CON LIMO	L2
SABBIE, LIMI E LIMI ARGILLOSI	L3
SABBIE LIMOSE E ARGILLOSE CON LENTI DI CONGLOMERATO	L4
ALTERNANZE DI LIMI ARGILLOSI E LIMI SABBIOSI	L5

Fig. 10
ESTRATTO CARTA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

ALLEGATO AL P.S. COMUNE FUCECCHIO

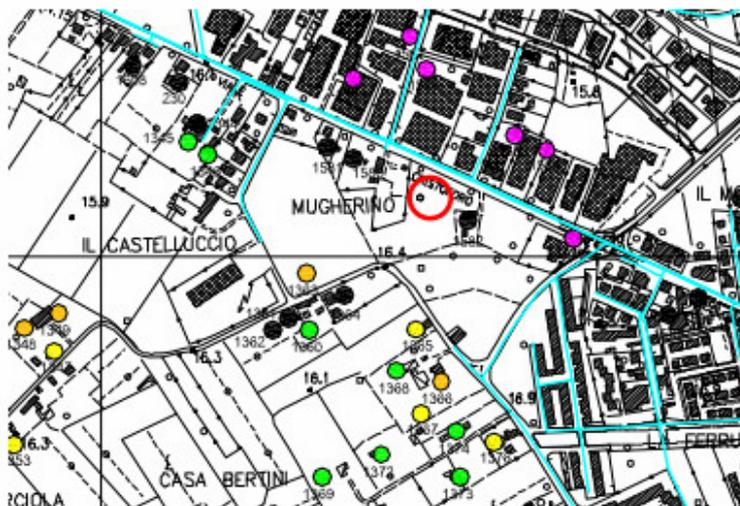
sc. 1: 10.000



UBICAZIONE AREA IN ESAME

VULNERABILITA' POTENZIALE DELLA FALDA	VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLA PERMEABILITA' K	Classe
<p>FALDA: Probabile connessione fra Arno e il primo acquifero. Falde più profonde contenute nei livelli ghiaiosi intercalati con orizzonti semipermeabili Vulnerabilità - Alta per il primo livello acquifero, mentre le falde più profonde sono sufficientemente protette.</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi fluviali recenti: sabbie con livelli di ghiaie minute e copertura limoso-sabbiosa. K - Buona nei depositi granulari con scarsa protezione superficiale</p>	
<p>FALDA: L'alimentazione per infiltrazione origina un acquifero superficiale diffuso e sfruttato con numerosi pozzi. Alla profondità fra 30 e 50 metri si rinvencono livelli ghiaiosi con falde di interesse locale. Vulnerabilità - Media per contaminazioni di origine agricola e insediativa (scarichi non depurati, pozzi non a norma).</p>	<p>LITOLOGIA: Depositi fluviali antichi: composizione eterogenea con ghiaie e sabbie, immerse in abbondante matrice fine. Morfologia semi-pianeggiante. Dalla profondità di 30 m argille con lenti di ghiaia. K - Media ma variabile a zone con la litologia il cui spessore influisce sulla protezione</p>	

FIG. 11
ESTRATTO CARTA RISORSE IDRICHE
ALLEGATO AL P.S. COMUNE FUCECCHIO
sc. 1: 10.000



 UBICAZIONE AREA IN ESAME

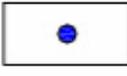
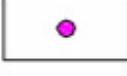
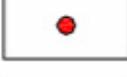
Pozzo uso zootecnico	
Pozzo uso idropotabile	
Pozzo uso irriguo	
Pozzo non classificabile	
Pozzo uso domestico	
Pozzo abbandonato	
Pozzo uso industriale	
Pozzo acquedotto pubblico	
Pozzo acquedotto pubblico utilizzato in passato	

FIG. 12
ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA AI SENSI DPGR 53/R E DEL PAI
ALLEGATO AL R.U. COMUNE FUCECCHIO
sc. 1: 10.000



UBICAZIONE AREA IN ESAME

G.3 - Pericolosità Geologica Elevata



Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti;
aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia,
alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado
di carattere antropico;
aree interessate da fenomeni erosivi;
aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche

G.2 - Pericolosità Geologica Media



Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione
risulta una bassa propensione al dissesto.

FIG. 13

ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ SISMICA

R.U. COMUNE FUCECCHIO

sc. 1: 10.000



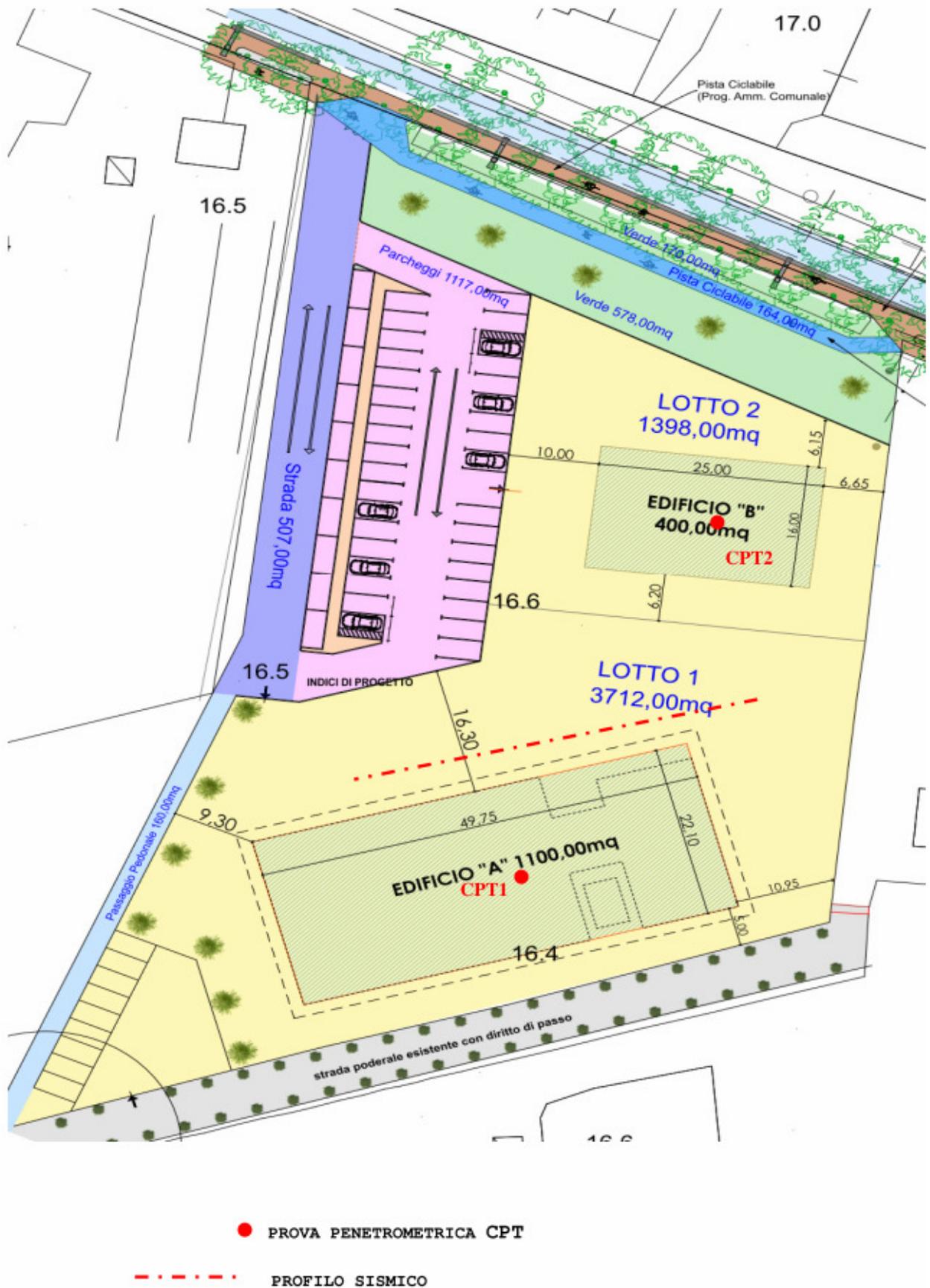
 UBICAZIONE AREA IN ESAME

S.2 - Pericolosità sismica locale media



Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3.

FIG. 14 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE SC. 1:500



CERTIFICATI INDAGINE SISMICA

Easy MASW

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

Moto del segnale sismico

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

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

Onde di Rayleigh – “R”

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

Analisi del segnale con tecnica MASW

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

Modellizzazione

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

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

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

Modi di vibrazione

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

Profondità di indagine

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

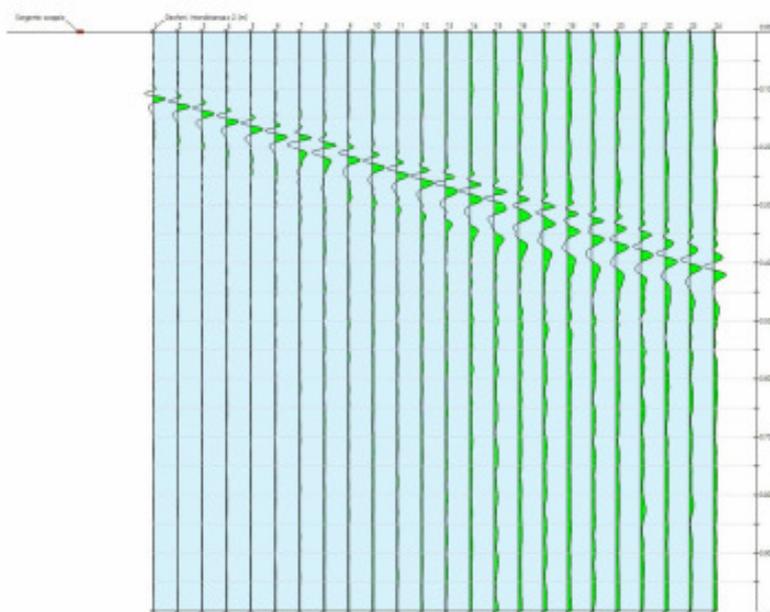
Dati generali

Committente	Immobil Green srl – PA98
Cantiere	Via Colombo
Località	Fucecchio
Operatore	Vieri Poli Duccio Poli
Responsabile	Dott. Geol. Duccio Poli
Data	21/07/2022 02:39

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.25

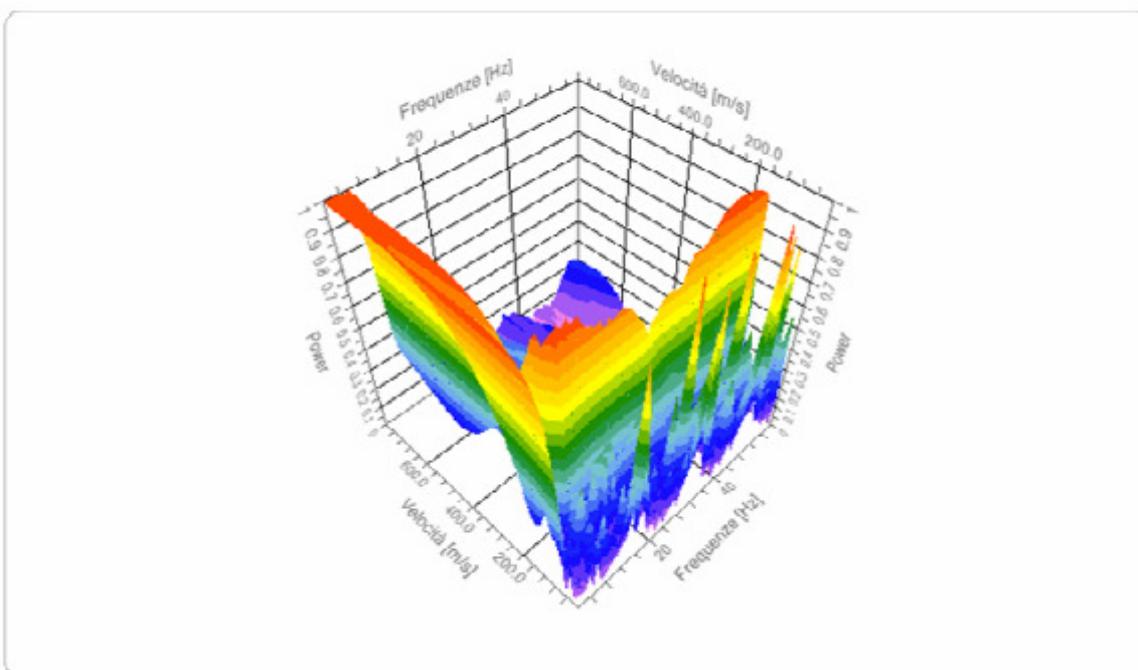
Consorzio Intercomunale di
Cantieri Via Colombo
20076 Fucecchio
Operatore Vieri Poli Duccio Poli
Responsabile Dott. Geol. Duccio Poli
Data 21/07/2022



Analisi spettrale

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

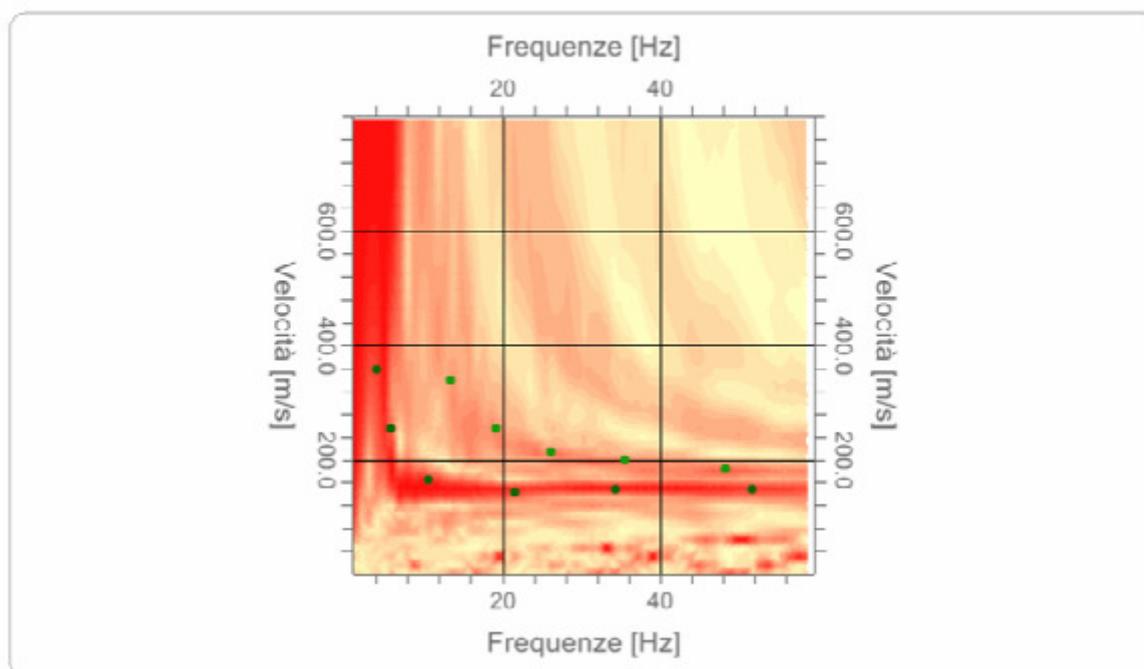
Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.0	358.1	0
2	5.7	255.6	0
3	10.7	164.9	0
4	13.4	340.5	1
5	19.2	255.6	1
6	21.6	141.5	0
7	26.1	214.7	1
8	34.5	147.3	0
9	35.6	200.0	1
10	48.4	182.5	1
11	51.9	147.3	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze



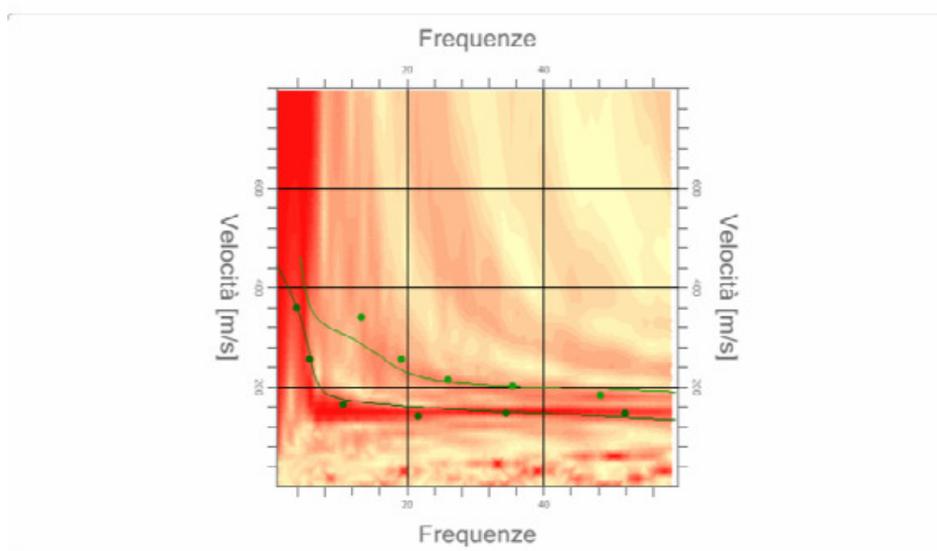
Inversione

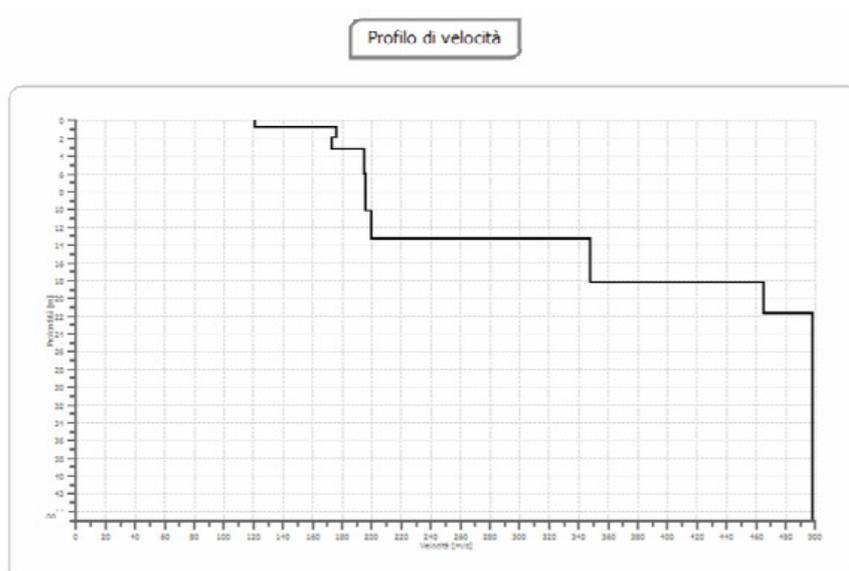
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coeff. Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	sabbia limosa	0.80	0.80	1800.0	0.30	226.0	120.8
2	argilla limosa	1.97	1.17	1800.0	0.30	329.2	176.0
3	argilla	3.27	1.30	1800.0	0.30	322.9	172.6
4	argilla limosa	5.98	2.70	1800.0	0.30	364.2	194.7
5	limo	10.20	4.23	1800.0	0.30	365.4	195.3
6	sabbia limosa	13.33	3.13	1800.0	0.30	374.1	199.9
7	limo	18.14	4.81	1800.0	0.30	650.5	347.7
8	sabbia limosa	21.73	3.59	1800.0	0.30	870.0	465.0
9	argilla limosa	∞	∞	1800.0	0.30	932.3	498.3

Percentuale di errore 0.722 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.075

Inversione





Risultati

Profondità piano di posa [m]	1.50
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	292.54
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	0.80	0.80	120.83	226.05	1800.00	0.30	26.28	91.98	56.94	68.32	74	60.43
2	1.97	1.17	175.99	329.25	1800.00	0.30	55.75	195.12	120.79	144.95	N/A	399.92
3	3.27	1.30	172.59	322.88	1800.00	0.30	53.62	187.66	116.17	139.40	72	362.56
4	5.98	2.70	194.65	364.16	1800.00	0.30	68.20	238.70	147.77	177.32	76	663.65
5	10.20	4.23	195.32	365.41	1800.00	0.30	68.67	240.34	148.78	178.54	42	675.15
6	13.33	3.13	199.95	374.07	1800.00	0.30	71.96	251.87	155.92	187.11	31	759.51
7	18.14	4.81	347.71	650.50	1800.00	0.30	217.62	761.66	471.51	565.81	N/A	N/A
8	21.73	3.59	465.04	870.01	1800.00	0.30	389.27	1362.45	843.42	1012.11	N/A	N/A
9	∞	∞	498.32	932.27	1800.00	0.30	446.98	1564.42	968.45	1162.14	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

CERTIFICATI PROVA PENETROMETRICA

Rapporto n°:	277-22			Data:	25/07/2022
Committente:	Immobilgreen			Località:	Viale Colombo - Fucecchio (FI)
Coordinate P1:	Lat.:	43.735081°	Long.:	10.793324°	
Coordinate P2:	Lat.:	43.735600°	Long.:	10.793553°	



P1 (CPT)



P2 (CPT)



Ubicazione prove penetrometriche

Geognostica Fiorentina s.r.l.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	Riferimento	277-22

Committente Immobilgreen	U.M.: kg/cm²	Data exec. 25/07/2022
Cantiere Dott. Geol. Duccio Poli	Pagina 1	Falda -2,75 m da p.c.
Località Viale Colombo - Fucecchio (FI)	Elaborato	

H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Tot -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	0	0		0,0	0,00										
0,40	100	120		100,0	1,33	75	1,3								
0,60	93	160		93,0	4,47	21	4,8								
0,80	68	150		68,0	5,47	12	8,0								
1,00	47	141		47,0	5,27	7	13,3								
1,20	34	97		34,0	4,20	8	12,4								
1,40	29	72		29,0	2,87	10	9,9								
1,60	32	66		32,0	2,27	14	7,1								
1,80	23	52		23,0	1,93	12	8,4								
2,00	20	45		20,0	1,67	12	8,4								
2,20	13	33		13,0	1,33	10	10,2								
2,40	10	18		10,0	0,53	19	5,3								
2,60	10	17		10,0	0,47	21	4,7								
2,80	10	18		10,0	0,53	19	5,3								
3,00	6	15		6,0	0,60	10	10,0								
3,20	5	11		5,0	0,40	13	8,0								
3,40	8	13		8,0	0,33	24	4,1								
3,60	8	14		8,0	0,40	20	5,0								
3,80	6	12		6,0	0,40	15	6,7								
4,00	4	8		4,0	0,27	15	6,8								
4,20	4	8		4,0	0,27	15	6,8								
4,40	7	10		7,0	0,20	35	2,9								
4,60	7	12		7,0	0,33	21	4,7								
4,80	9	13		9,0	0,27	33	3,0								
5,00	8	14		8,0	0,40	20	5,0								
5,20	6	12		6,0	0,40	15	6,7								
5,40	5	9		5,0	0,27	19	5,4								
5,60	7	10		7,0	0,20	35	2,9								
5,80	5	16		5,0	0,73	7	14,6								
6,00	5	8		5,0	0,20	25	4,0								
6,20	8	13		8,0	0,33	24	4,1								
6,40	5	10		5,0	0,33	15	6,6								
6,60	6	11		6,0	0,33	18	5,5								
6,80	9	18		9,0	0,60	15	6,7								
7,00	13	18		13,0	0,33	39	2,5								
7,20	23	31		23,0	0,53	43	2,3								
7,40	22	32		22,0	0,67	33	3,0								
7,60	23	35		23,0	0,80	29	3,5								
7,80	26	31		26,0	0,33	79	1,3								
8,00	25	33		25,0	0,53	47	2,1								
8,20	42	62		42,0	1,33	32	3,2								
8,40	56	82		56,0	1,73	32	3,1								
8,60	65	94		65,0	1,93	34	3,0								
8,80	60	94		60,0	2,27	26	3,8								
9,00	41	81		41,0	2,67	15	6,5								
9,20	50	77		50,0	1,80	28	3,6								
9,40	41	76		41,0	2,33	18	5,7								
9,60	28	50		28,0	1,47	19	5,3								
9,80	35	52		35,0	1,13	31	3,2								
10,00	44	72		44,0	1,87	24	4,3								
10,20	43	66		43,0	1,53	28	3,6								
10,40	41	76		41,0	2,33	18	5,7								
10,60	26	57		26,0	2,07	13	8,0								
10,80	9	26		9,0	1,13	8	12,6								
11,00	38	56		38,0	1,20	32	3,2								
11,20	30	50		30,0	1,33	23	4,4								
11,40	25	42		25,0	1,13	22	4,5								
11,60	20	33		20,0	0,87	23	4,4								
11,80	27	36		27,0	0,60	45	2,2								
12,00	26	37		26,0	0,73	36	2,8								
12,20	42	54		42,0	0,80	53	1,9								
12,40	37	53		37,0	1,07	35	2,9								
12,60	35	55		35,0	1,33	26	3,8								
12,80	32	49		32,0	1,13	28	3,5								
13,00	45	61		45,0	1,07	42	2,4								
13,20	44	68		44,0	1,60	28	3,6								
13,40	47	67		47,0	1,33	35	2,8								
13,60	48	72		48,0	1,60	30	3,3								
13,80	68	90		68,0	1,47	46	2,2								
14,00	70	101		70,0	2,07	34	3,0								
14,20	41	79		41,0	2,53	16	6,2								
14,40	18	53		18,0	2,33	8	12,9								
14,60	15	33		15,0	1,20	13	8,0								

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 alla stessa quota di qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs /qc)*100

nota: Piezometro fino a 8,50 m

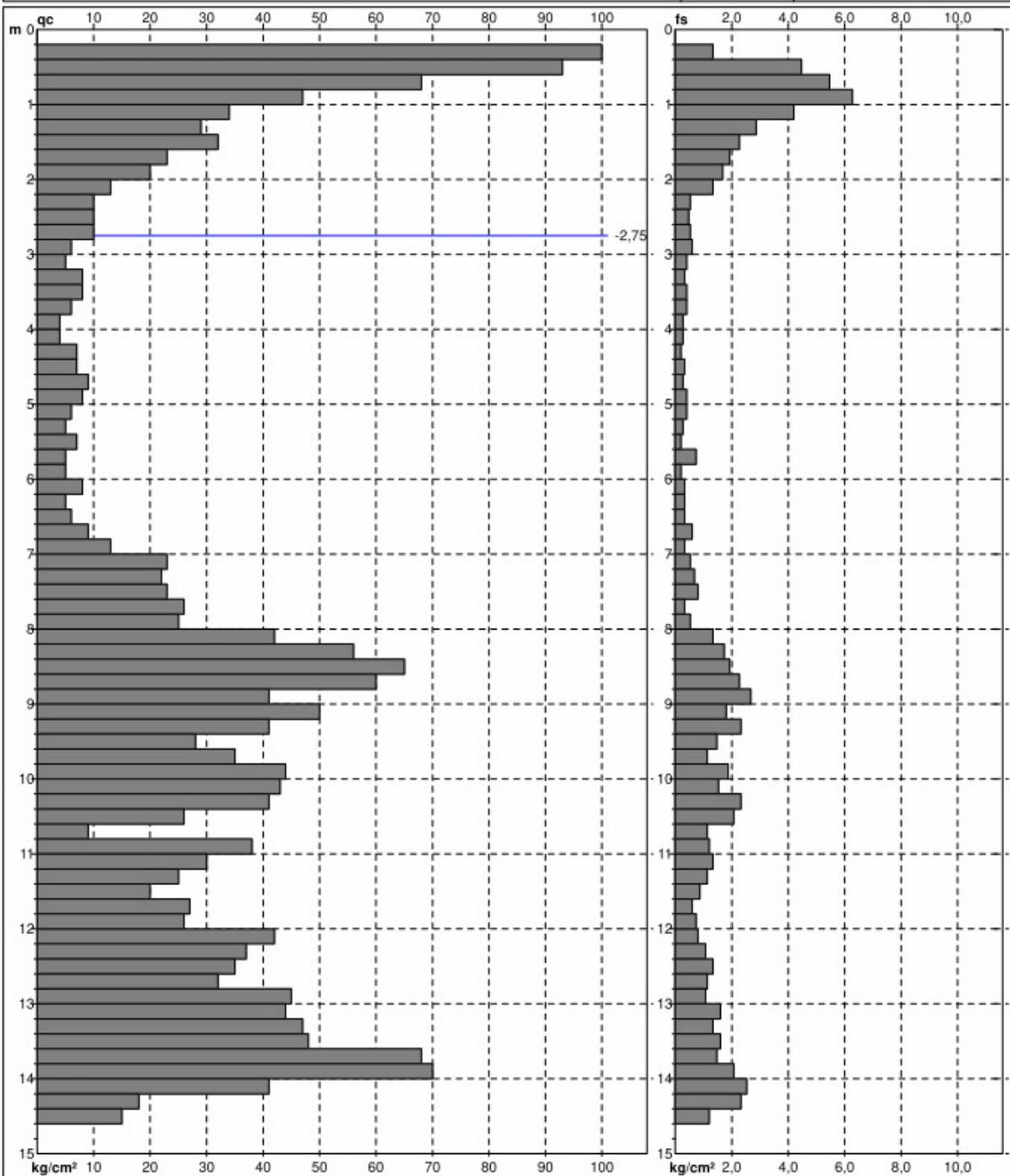
FON130

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

Geognostica Fiorentina s.r.l.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA	CPT	1
	Riferimento	277-22

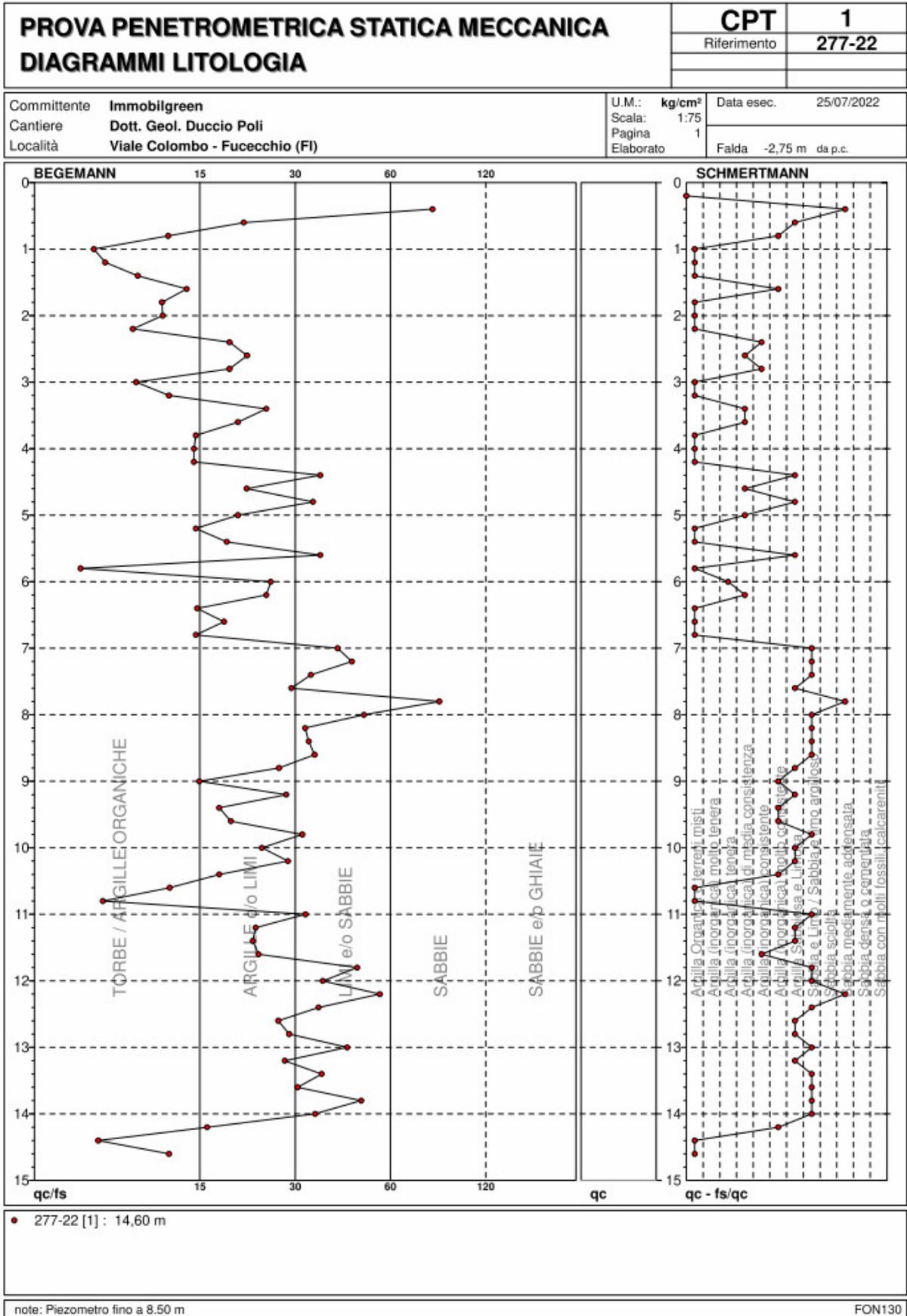
Committente Immobilgreen Cantiere Dott. Geol. Duccio Poli Località Viale Colombo - Fucecchio (FI)	U.M.: kg/cm² Scala: 1:75 Pagina 1 Elaborato	Data esec. 25/07/2022 Quota inizio: Falda -2,75 m da p.c.
--	---	---



	Penetrometro: TG63-200Stat Responsabile: Assistente:	preforo m Corr.astine: kg/ml Cod. tip:
--	---	--

note: Piezometro fino a 8.50 m FON130

Geognostica Fiorentina s.r.l.



Geognostica Fiorentina s.r.l.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	2
	Riferimento	277-22

Committente Immobilgreen	U.M.: kg/cm²	Data esec. 25/07/2022
Cantiere Dott. Geol. Duccio Poli	Pagina 1	Falda -2,90 m da p.c.
Località Viale Colombo - Fucecchio (FI)	Elaborato	

H	L1	L2	Tot	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Tot	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%	m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%
0,20	0	0		0,0	0,00										
0,40	80	120		80,0	2,67	30	3,3								
0,60	58	131		58,0	4,87	12	8,4								
0,80	60	131		60,0	4,73	13	7,9								
1,00	56	130		56,0	4,93	11	8,8								
1,20	36	98		36,0	4,13	9	11,5								
1,40	23	79		23,0	3,73	6	16,2								
1,60	18	54		18,0	2,40	8	13,3								
1,80	17	35		17,0	1,20	14	7,1								
2,00	17	30		17,0	0,87	20	5,1								
2,20	15	26		15,0	0,73	21	4,9								
2,40	11	21		11,0	0,67	16	6,1								
2,60	9	16		9,0	0,47	19	5,2								
2,80	9	17		9,0	0,53	17	5,9								
3,00	12	21		12,0	0,60	20	5,0								
3,20	10	20		10,0	0,67	15	6,7								
3,40	7	14		7,0	0,47	15	6,7								
3,60	6	11		6,0	0,33	18	5,5								
3,80	10	16		10,0	0,40	25	4,0								
4,00	8	14		8,0	0,40	20	5,0								
4,20	10	16		10,0	0,40	25	4,0								
4,40	11	19		11,0	0,53	21	4,8								
4,60	8	15		8,0	0,47	17	5,9								
4,80	8	14		8,0	0,40	20	5,0								
5,00	7	13		7,0	0,40	18	5,7								
5,20	17	30		17,0	0,87	20	5,1								
5,40	25	33		25,0	0,53	47	2,1								
5,60	23	36		23,0	0,87	26	3,8								
5,80	18	34		18,0	1,07	17	5,9								
6,00	26	45		26,0	1,27	20	4,9								
6,20	27	40		27,0	0,87	31	3,2								
6,40	28	42		28,0	0,93	30	3,3								
6,60	30	48		30,0	1,20	25	4,0								
6,80	37	47		37,0	0,67	55	1,8								
7,00	29	48		29,0	1,27	23	4,4								
7,20	26	37		26,0	0,73	36	2,8								
7,40	28	42		28,0	0,93	30	3,3								
7,60	20	38		20,0	1,20	17	6,0								
7,80	29	43		29,0	0,93	31	3,2								
8,00	32	43		32,0	0,73	44	2,3								
8,20	32	47		32,0	1,00	32	3,1								
8,40	24	45		24,0	1,40	17	5,8								
8,60	26	50		26,0	1,60	16	6,2								
8,80	31	50		31,0	1,27	24	4,1								
9,00	33	57		33,0	1,60	21	4,8								
9,20	36	48		36,0	0,80	45	2,2								
9,40	38	56		38,0	1,20	32	3,2								
9,60	48	67		48,0	1,27	38	2,6								
9,80	62	93		62,0	2,07	30	3,3								
10,00	64	94		64,0	2,00	32	3,1								
10,20	45	80		45,0	2,33	19	5,2								
10,40	42	57		42,0	1,00	42	2,4								
10,60	24	61		24,0	2,47	10	10,3								
10,80	35	54		35,0	1,27	28	3,6								
11,00	22	44		22,0	1,47	15	6,7								
11,20	19	36		19,0	1,13	17	5,9								
11,40	19	28		19,0	0,60	32	3,2								
11,60	23	35		23,0	0,80	29	3,5								
11,80	31	48		31,0	1,13	27	3,6								
12,00	39	54		39,0	1,00	39	2,6								
12,20	35	58		35,0	1,53	23	4,4								
12,40	36	71		36,0	2,33	15	6,5								
12,60	131	175		131,0	2,93	45	2,2								
12,80	190	248		190,0	3,87	49	2,0								
13,00	244	390		244,0	9,73	25	4,0								
13,20	147	199		147,0	3,47	42	2,4								
13,40	138	231		138,0	6,20	22	4,5								
13,60	245	450		245,0	13,67	18	5,6								

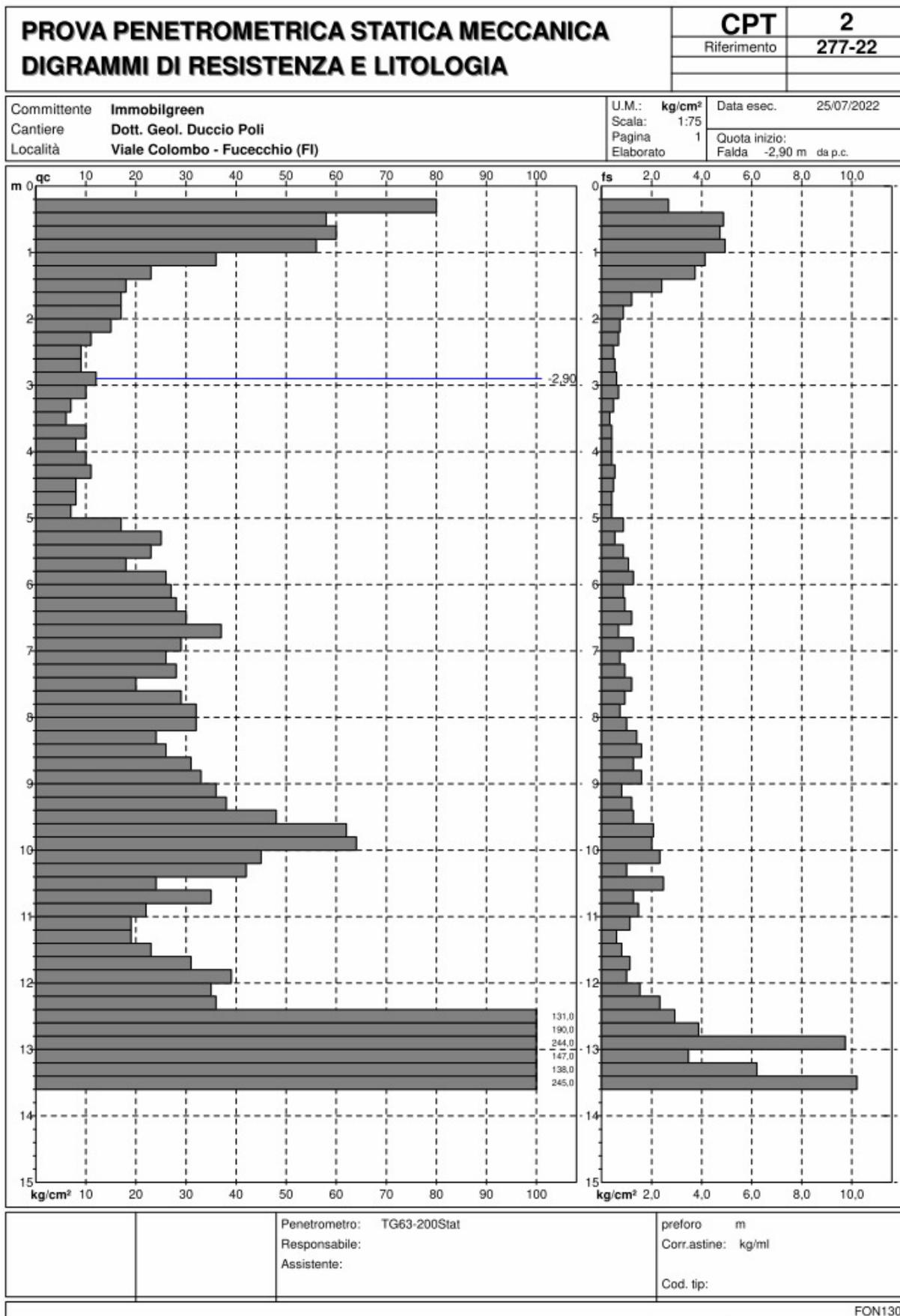
H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
L3 = terza lettura (totale)
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
fs = resistenza laterale
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

FON130

Software by dott. Geol. Diego Merlini +39 0425-840820

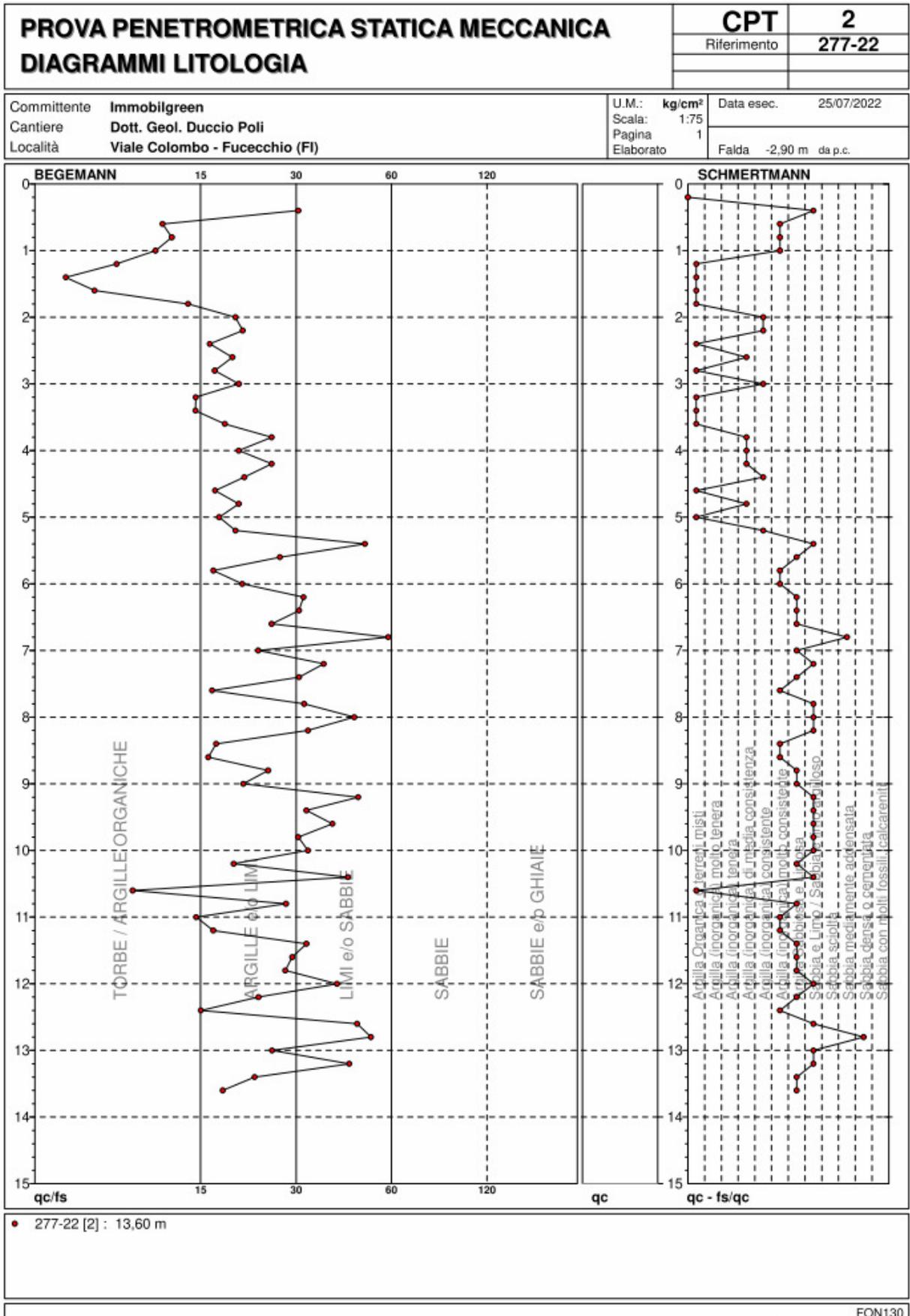
Geognostica Fiorentina s.r.l.



FON130

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

Geognostica Fiorentina s.r.l.



Geognostica Fiorentina s.r.l.

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE	
Strumento utilizzato: TG63-200Stat - Pagani - Piacenza	
<p>Caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - punta conica meccanica Ø 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$ - punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$ - manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø = 35.7 mm - h = 133 mm - $A_m = 150 \text{ cm}^2$) - velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$) - spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo - costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$ (dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore) <p>fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_1) \times CT / 10$</p> <p>fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$</p> <p>fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_t) \times CT$</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1) - Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2) - Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3) <p>N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT.</p> <p>N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale f_s viene computata alla stessa quota della punta.</p> <p>CONVERSIONI</p> <p>1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t</p> <p>1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N \approx 100 t</p> <p>1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²</p> <p>1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²</p> <p>1 kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa</p> <p>1 t = 1000 kg \approx 10 kN</p>	

Geognostica Fiorentina s.r.l.

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE		
CORRELAZIONI GENERALI		
<p>Valutazioni in base al rapporto: $F = (qc / fs)$ Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :</p>		
$F = qc / fs$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
	$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$ TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI
<p>Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di qc e di $FR = (fs / qc) \%$:</p>		
- AO	= argilla organica e terreni misti	
- Att	= argilla (inorganica) molto tenera	
- At	= argilla (inorganica) tenera	
- Am	= argilla (inorganica) di media consistenza	
- Ac	= argilla (inorganica) consistente	
- Acc	= argilla (inorganica) molto consistente	
- ASL	= argilla sabbiosa e limosa	
- SAL	= sabbia e limo / sabbia e limo argilloso	
- Ss	= sabbia sciolta	
- Sm	= sabbia mediamente addensata	
- Sd	= sabbia densa o cementata	
- SC	= sabbia con molti fossili, calcareniti	
<p>Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:</p>		
<p>- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi - quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.</p>		

Geognostica Fiorentina s.r.l.

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE							
<p>Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>$qc \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI</p> <p>$qc \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>anche se (qc / fs) > 30</p> <p>anche se (qc / fs) < 30</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: middle;"> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">qc kg/cm²</div> <div style="margin-bottom: 5px;">20</div> <div style="margin-bottom: 5px;">7</div> <div style="margin-bottom: 5px;">0</div> </div> </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: middle;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">12</div> <div style="text-align: center;">30</div> </div> </td> <td style="width: 33%; text-align: right; vertical-align: middle;"> qc/fs </td> </tr> </table> <div style="margin-top: 10px;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; height: 150px;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">4 - AO/S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">2 - AO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 - TAO*</div> </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">4 - A/S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">2 - A</div> </td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: top;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">3 - S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4 - S/A</div> </td> </tr> </table> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>NATURA LITOLOGICA</p> <p>1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIM.</p> <p>2 - COESIVA IN GENERE</p> <p>3 - GRANULARE</p> <p>4 - COESIVA / GRANULARE</p> </div>		<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">qc kg/cm²</div> <div style="margin-bottom: 5px;">20</div> <div style="margin-bottom: 5px;">7</div> <div style="margin-bottom: 5px;">0</div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">12</div> <div style="text-align: center;">30</div> </div>	qc/fs	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">4 - AO/S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">2 - AO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 - TAO*</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">4 - A/S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">2 - A</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">3 - S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4 - S/A</div>
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">qc kg/cm²</div> <div style="margin-bottom: 5px;">20</div> <div style="margin-bottom: 5px;">7</div> <div style="margin-bottom: 5px;">0</div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">12</div> <div style="text-align: center;">30</div> </div>	qc/fs					
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">4 - AO/S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">2 - AO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1 - TAO*</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">4 - A/S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">2 - A</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">3 - S</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4 - S/A</div>					
<p>PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia</p> <p>γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno immerso in falda [correlaz.: γ' - qc - natura] (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)</p> <p>σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')</p> <p>C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]</p> <p>OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}] (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)</p> <p>E_u = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p= ind.plast.] E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)</p> <p>E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc] E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente) Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)</p> <p>M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - qc - natura] Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)</p> <p>D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati) [correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]</p> <p>\emptyset' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : \emptyset' - D_r - qc - σ'_{vo}] \emptyset'_{Ca} - Caquot (1948) \emptyset'_{Ko} - Koppejan (1948) \emptyset'_{DB} - De Beer (1965) \emptyset'_{Sc} - Schmertmann (1978) \emptyset'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) \emptyset'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)</p> <p>F.L. = fattore di liquefazione (F.L.1 = Sabbie Pulite, F.L.2 = Sabbie Limose)</p> <p>V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (lysan 1996)</p>							

Geognostica Fiorentina s.r.l.

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE			
SCHEDA PENETROMETRO		Riferimento	277-22
Committente	Immobilgreen		
Cantiere	Dott. Geol. Duccio Poli		
Località	Viale Colombo - Fucecchio (FI)		
TG63-200Stat		Pagani - Piacenza	
<p>Sigla TG63-200Stat Nominativo o sigla dello strumento</p> <p>Beta eff. 1,12 Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro</p> <p>M(massa) 63,0 kg Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste</p> <p>H(maglio) 0,75 m Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)</p> <p>L(aste) 1,00 m Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)</p> <p>M(aste) 8,00 kg Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)</p> <p>M(sistema) Massa del complesso asta di guida - testa di battuta</p> <p>A(punta) 20,00 cm² Area della superficie laterale del cono della punta</p> <p>Alfa(punta) 90 ° Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°</p> <p>Prf.(1°asta) 0,60 m Profondità di giunzione della prima asta infissa</p> <p>N 0,20 m Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi</p> <p>Rivest. Si Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi</p> <p>ø(punta) Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)</p> <p>MaxCE% Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione</p> <p>L/DM Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta</p> <p>D(tb) Diametro della testa di battuta.</p> <p>DEV(a)[<5m] Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri</p> <p>DEV(a)[>5m] Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri</p> <p>ECCmax(a) Massima eccentricità consentita alle aste</p> <p>Dest(aste) Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)</p> <p>Dint(aste) Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)</p> <p>Dmin(punta) Minimo diametro consentito per la punta conica usurata</p> <p>hcl(punta) Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)</p> <p>Ras(punta) Rastremazione del cono nella parte alta</p> <p>Hc(punta) Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)</p> <p>RangeCP Massimo numero di colpi utile</p> <p>Spinta 20 t Spinta nominale strumento</p>			
Dott. Geol. Duccio Poli			